



LA BIOECONOMÍA COMO ESTRATEGIA PARA FORTALECER LA INTEGRACIÓN DEL MERCOSUR

Programa Innovación y Bioeconomía



LA BIOECONOMÍA COMO ESTRATEGIA PARA FORTALECER LA INTEGRACIÓN DEL MERCOSUR¹

¹ El presente documento ha sido preparado a solicitud del Programa de Bioeconomía y Desarrollo Productivo del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), por un equipo coordinado por Roberto Bisang y Marcelo Regúnaga, y en el que participaron como expertos locales Santiago Felici (Argentina), José Vitor Bomtempo Martins (Brasil), José Buttner (Paraguay), Carolina Balian y Camilo Alvarez (Uruguay). Actuaron como contrapartes técnicas del IICA, Eduardo Trigo, Hugo Chavarría y Agustín Torroba. El trabajo contó con los aportes realizados por Jorge Castro, Martín Piñeiro, Marcelo Pope, Daniel Vargas, Guillermo Valles y Washington Durán, efectuados en el marco de una reunión de trabajo destinada a analizar este documento.



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2022



La bioeconomía como estrategia para fortalecer la integración del Mercosur por IICA se encuentra publicado bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Creado a partir de la obra en www.iica.int

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

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio web institucional en <http://www.iica.int>.

Coordinación editorial: Agustín Torroba y Hugo Chavarría

Diagramado: Rolan Santiago Bastidas

Diseño de portada: Rolan Santiago Bastidas

La bioeconomía como estrategia para fortalecer la integración del Mercosur / Roberto Bisang y Marcelo Regúnaga. San José, C.R.: IICA, 2022.

110 p ; 21 x 16 cm.

ISBN: 978-92-9273-009-3

1. Bioeconomía 2. Biocarburante 3. Mercosur
4. Biotecnología 5. Biocombustibles I. Felici, Santiago II.
Bomtempo Martins, José Vitor III. Buttner, José IV. Balian, Carolina
V. Alvarez, Camilo VI. IICA VII. Título

Las ideas, las formas de expresión y los planteamientos de este documento son propios del autor (o autores), por lo que no necesariamente representan la opinión del IICA ni juicio alguno de su parte sobre las situaciones o condiciones planteadas.

San José, Costa Rica

2022

Índice

Capítulo 1 - Introducción.....	10
Capítulo 2 - Enfoque metodológico y etapas de desarrollo del estudio	20
2.1. Introducción	20
2.2. Identificación y selección de los componentes estratégicos para el desarrollo bioeconómico de los países del Mercosur.....	20
2.3. Identificación y priorización de las cadenas productivas. Criterios socioeconómicos y ambientales	21
2.3.1. Incorporación del concepto de complejos de cadenas	22
2.3.2. Selección de los complejos de cadenas con interés común para los países del Mercosur.....	24
2.3.3. Base de información y caracterización de las cadenas y complejos seleccionados. Los flujogramas de producción	24
2.3.4. Identificación y caracterización de los nodos bioeconómicos de los complejos seleccionados	25
2.3.5. Definición de los principales componentes de los nodos y sus vinculaciones	26
2.3.6. Criterios de selección y caracterización tecno-productiva de los nodos bioeconómicos	27
2.4. Identificación de los cuellos de botella y temas críticos para los nodos, productos o procesos seleccionados	32
Capítulo 3 - Desarrollo del estudio: la bioeconomía como estrategia de fortalecimiento de la integración del Mercosur	38
3.1. Identificación y selección de los componentes estratégicos para el desarrollo bioeconómico en los países de la región	38
3.1.1. Identificación de las cadenas productivas más relevantes para cada uno de los países, en función de los criterios socioeconómicos y ambientales definidos	38
3.1.2. Incorporación del concepto de complejos de cadenas para la priorización	38
3.1.3. Selección de los complejos de interés común para los países del Mercosur	38
3.1.4. Relevamiento de la información secundaria disponible en cada país para la caracterización de las cadenas y complejos seleccionados. Los flujogramas de producción	40

3.1.5. Identificación y caracterización de los nodos bioeconómicos. Hoja de ruta de los nodos	40
Capítulo 4 - La bioeconomía: paradigma para fortalecer la integración de los países del Mercosur	72
4.1. Introducción	72
4.2. Análisis general de los nodos críticos de las principales redes agroindustriales	74
4.2.1. Estructura empresarial e institucional y su funcionamiento	74
4.2.2. Relevancia estratégica y oportunidades de complementación	81
4.2.3. Posibilidades de complementación y los temas de sostenibilidad ambiental y social	84
4.3. Identificación de restricciones y otros temas críticos para el proceso de integración....	86
4.4. Lineamientos de una agenda para la estrategia de integración	91
5. Bibliografía.....	96
Literatura citada.....	96
Lista de referencias.....	97
ANEXO I. Equipo de consultores	102
Coordinadores.....	102
Expertos de los países	102





CAPÍTULO

Introducción



CAPÍTULO 1

Introducción

Capítulo 1 - Introducción

Independientemente de sus tamaños, dotaciones de recursos, bases productivas y empresariales particulares, los países del Cono Sur se embarcaron en el período de Postguerra en una estrategia de desarrollo centrada en la industria. Emulando lo ocurrido en los países avanzados con una fuerte intervención estatal y un marcado énfasis en el abastecimiento a sus mercados internos, las diversas políticas tuvieron rasgos comunes: apuntaron a cubrir la mayoría de las producciones industriales con oferta local; contaron con profusos mecanismos de promoción para dichas actividades; operaron para un mercado interno protegido y evidenciaron dificultades inversoras, productivas y tecnológicas propias de la copia —tardía y adaptativa— de las producciones *fordistas* de grandes escalas de los países desarrollados a las condiciones locales de mercados de mucho menor tamaño (y, por ende, menos competitivas). Eran intensivas en el uso de energías fósiles (petróleo), materiales inertes (hierro, bauxita, cobre) y adoptaron formas de organización *fordistas*² (con adaptaciones a las particularidades de cada mercado).

Así, los países del Mercado Común del Sur (Mercosur), en especial, Brasil y Argentina, trataron de cubrir buena parte de la estructura productiva con desarrollos locales, volcados preponderantemente al consumo interno. Al saturarse, comenzaron las necesidades de aperturas exportadoras de manufacturas y los intentos de conformar ámbitos comerciales ampliados, en particular con países vecinos. Primero, la Asociación Latinoamericana de Libre Comercio (ALALC); luego, la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) y, desde el inicio de los años 90, el Mercosur, fueron pasos en esa trayectoria. En todos los casos, se evaluaron distintas alternativas/etapas: desvío y redireccionamiento del comercio, áreas aduaneras comunes, primeros ensayos de complementaciones productivas, que idealmente deberían converger luego de un proceso de transición, en modelos de coordinación monetaria, fiscal y de políticas macroeconómicas.

Dado que la iniciativa del Mercosur estuvo basada en objetivos geopolíticos de mayor envergadura (limar conflictividades latentes entre los países miembros, emular procesos en curso en otras latitudes como base de su reinserción internacional), el desafío de la integración regional era, prioritariamente, ensamblar —a paso forzado— facilidades productivas y corrientes comerciales entre economías que ya habían establecido buena parte de sus capacidades productivas, con el agravante de que estas eran, a distintas escalas, réplicas de sus vecinos. El objetivo de establecer reducciones de las trabas al comercio (arancelarias y de

² En la búsqueda de reducir costos, bajar precios y ampliar mercado, este esquema de producción se basa en series largas de productos homogéneos fabricados en líneas de producción continuas y alta especialización de la mano de obra (aprendizaje repetitivo, grandes escalas, inversiones fijas de envergadura).

otro tipo) a lo largo del tiempo a fin de permitir ciertas readaptaciones no funcionó en plenitud, ante la superposición de sectores y la existencia de intereses más contrapuestos que concurrentes.

Por diversas razones, cuyo análisis pormenorizado escapa al alcance del presente trabajo, mientras que unos pocos sectores terminaron complementándose, la mayor parte de las actividades encontró severas dificultades de integración³. Esto último derivó en múltiples mecanismos de excepción o tratamientos *ad hoc*, que resultaron en falta de progresos en los procesos de integración. Si a ello se agrega que aparecieron, para los distintos países, posibilidades de integración con terceras economías (no siempre compatibles para el conjunto), se completan las causas del estancamiento reciente de los procesos de integración, a pesar de sus beneficios potenciales anticipados inicialmente.

Debe destacarse que buena parte del problema radica en la preexistencia de sectores ya desarrollados en los ámbitos locales de algunos de los países miembros (especialmente en el terreno de las manufacturas, pero también en algunas actividades agroindustriales como la caña de azúcar) y, en algunos casos, la similitud de condiciones iniciales que achicaron los incentivos naturales a integrarse para ganar escala (como el caso de la siderurgia, los textiles e incluso en alguna medida en la actividad automotriz) y, con ello, mejorar su competitividad exportadora. De hecho, la mayor parte de las actividades manufactureras de los países de la región son poco competitivas a nivel global, por lo que limitan su crecimiento basado en el comercio exterior. El relativamente pequeño tamaño de mercado interno de Mercosur en relación con su potencial productivo planteó, por lo tanto, una limitación al enfoque elegido como estrategia de crecimiento de largo plazo.

Una serie de cambios tecnológicos, reconfiguraciones en el escenario productivo y comercial mundial⁴ y la aparición de nuevos desafíos, como los de corte ambiental, están delineando un escenario internacional disruptivo. Se está conformando una nueva plataforma productiva y comercial mundial, basada en la aplicación masiva de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y las modernas biotecnologías a nuevos productos y procesos, con epicentro en el crecimiento de algunas economías en vías de desarrollo (emergentes),

³ Debe mencionarse que la falta de armonización macroeconómica y la alta inestabilidad de precios también limitaron el proceso de integración.

⁴ Las condiciones internacionales no solo se modificaron en el aspecto tecno-productivo (parámetro de referencia de la industrialización sustitutiva local), sino también y, fundamentalmente, en el plano de la geopolítica y el comercio global. En tal sentido se inscriben la desintegración del bloque soviético, la ampliación de la Comunidad Económica Europea, las diversas iniciativas del continente americano (Área de Libre Comercio de las Américas [ALCA] y otras) y, primordialmente, la irrupción de China y otros países de Asia en su doble rol de oferentes de bienes industriales y servicios sofisticados y demandantes masivos de alimentos y energías. El gran dinamismo de China en la demanda mundial de alimentos cambió de manera radical el escenario global para producción y las exportaciones del Mercosur.

poblacionalmente masivas, camino a la urbanización plena y sobre la base de crecientes clases medias que incorporan demandas de más y mejores alimentos. Ello deriva en una profunda reconfiguración del modelo de especialización productiva, sus formas de organización (las cadenas globales de valor) y de intercambio comercial (con predominio de partes y piezas, servicios especializados y financiamiento respecto de los bienes finales).

Una de sus manifestaciones es el *aggiornamento* de demandas masivas y sostenidas de energías y alimentos. En un proceso complejo, plagado de marchas y contramarchas, no exento de tensiones y replanteos en la geopolítica global, se abren inéditas ventanas de oportunidades a las sociedades latinoamericanas cuyas bases productivas son claramente de corte biológico y cuentan con una gran dotación de recursos naturales y potencial productivo para adquirir una posición competitiva y de liderazgo en el abastecimiento de estos mercados que muestran un nuevo dinamismo y mayores exigencias en materia ambiental.

Teniendo en cuenta lo anterior, la bioeconomía, como nuevo modelo de desarrollo sostenible⁵ y amigable con el cuidado del ambiente⁶, reabre las puertas para “revisar y construir” la integración del Mercosur creciendo a partir de nuevos emprendimientos o actividades consorciadas (a diferencia del pasado en el que buena parte de las estructuras productivas de los países ya estaba medianamente consolidada). Se trata de integrar producciones de bienes y servicios centradas en energías renovables y materiales biológicos, basadas en ecosistemas compartidos, a partir de un nuevo modelo de desarrollo sustentado en “lo biológico”, ámbito donde los países de la región cuentan con abundantes y ventajosas dotaciones de recursos (una ventaja relevante a nivel global). Para ello se cuenta además con un punto de partida relevante en materia de capacidades científicas, tecnológicas y empresarias en biotecnología y otras disciplinas de base para el desarrollo de estas actividades. Y, tal como se mencionó, esta estrategia es compatible con la existencia de mercados locales e internacionales ávidos por varios de los productos y servicios derivados de la abundante disponibilidad (actual y potencial) de biomasa y de biodiversidad con que cuentan los países de la región. Es conveniente destacar, asimismo, que la región fue precursora en algunos desarrollos productivos y comerciales y es hoy protagonista en algunos negocios de la bioeconomía global tanto en materia de alimentos, como de bioenergías.

5 En el presente texto se utilizan las definiciones de la Real Academia Española en lo referido al uso de los vocablos sustentable y sostenible (en el documento generalmente se hace referencia a este último).

1. *adj. Sustentable (Que se puede sustentar o defender con razones).*

2. *adj. Sostenible (Que se puede mantener sin agotar los recursos).*

6 La bioeconomía permite mitigar los impactos negativos, descarbonizar y prevenir los futuros riesgos climáticos.

Estratégicamente, se abre para los países del Mercosur una inédita ventana de oportunidad centrada en un modelo de desarrollo basado en el paradigma bioeconómico, que puede constituir un antecedente valioso e innovador a nivel global. A diferencia de las revoluciones industriales pasadas, basadas en energías fósiles y materiales inertes, a las que los países de la región accedían tarde y en desventaja, el nuevo paradigma, centrado en la valorización eficiente de los recursos renovables, los encuentra con favorables dotaciones de recursos naturales (biomasa), aprendizajes tecnológicos previos (biotecnología), facilidades industriales y de activos complementarios en varios tramados productivos (alimentos, bioenergías, etc.), que suponen un inédito punto de partida en la construcción de una nueva economía más competitiva y con mayor potencial para su inserción internacional.

El enfoque propuesto está centrado en la posibilidad de crecer con bases sólidas y con un sistema productivo amigable con el ambiente, integrando un proceso de desarrollo (en curso y a futuro) de actividades bioeconómicas. Algunas de estas ya han evidenciado un interesante desarrollo en la región —la agroindustria, la salud, etc.— y otras están en pleno proceso de evolución —como las bioenergías y los servicios ambientales—. Resulta obvio que, si en el modelo previo hubo claras asimetrías en las estructuras productivas ya consolidadas, también en esta propuesta de cooperación e integración haya diferencias entre los países miembros en las dotaciones de factores, las capacidades (empresariales, tecnológicas, humanas), las escalas y otros elementos que deben considerarse. Pero se cuenta con el aliciente de que se trata de un proceso de desarrollo económico y social con un enorme potencial de crecimiento que transita sus primeras etapas y que, como tal, aún no está consolidado y puede dar lugar a nuevos campos de cooperación para mejorar la competitividad internacional entre los actores de los distintos países: proceso de “ganar-ganar” en el marco de una etapa de crecimiento.

En ese proceso de posible construcción de una nueva estrategia de desarrollo regional cabe destacar algunas particularidades:

- El punto de partida es la **industrialización sostenible e integral de las diversas biomásas** producidas (u otras que se pueden producir en la región). Se entiende que la región tiene un enorme potencial de producción de biomasa y gran dotación de biodiversidad con potencial de aprovechamiento sostenible.
- Buena parte de tales biomásas derivan de **ecosistemas que no respetan fronteras nacionales**. Ello implica que este modelo de desarrollo, basado en la industrialización sostenible de los recursos naturales, puede desarrollarse de manera integral, sobrepasando (“naturalmente”) los límites nacionales.
- Como modelo productivo se basa en la eficiente y sostenible producción/reproducción de biomasa (con el soporte de la biotecnología moderna, la nanotecnología, las TIC y *big data*) y la posterior transformación eficiente y sostenible de los productos

principales, sus subproductos y los desechos, también a partir de las modernas tecnologías de procesamiento y agregado de valor. Aplica a la producción de alimentos, energías renovables, biomateriales —reciclables a la naturaleza en escalas temporales humanas—, servicios de remediación —humana, vegetal, animal y ambiental— bajo el concepto de “una sola salud” y servicios ecosistémicos (captura de carbono, paisajes, etc.) de manera conjunta, integral y sistémica.

- Los soportes organizativos y operativos dejan de ser la actividad, la cadena de producción o el complejo productivo, para convertirse en **las redes de valor biobasadas** (*networking*) desplegadas en el conjunto territorial.
- Tales redes de producción comparten **activos críticos —tecnologías, procesos, rutinas de funcionamiento—**, cuyo desarrollo se encuentra en pleno proceso y se torna crítico para la consolidación de la bioeconomía.

A partir de esta arquitectura productiva, sus particularidades y ventajas competitivas iniciales⁷, el eje argumental del presente trabajo sostiene que se puede fortalecer el desarrollo de la integración del Mercosur a través del modelo de crecimiento que propone la bioeconomía, especialmente en los nodos críticos comunes a varias redes de la región (o *networks*) derivados de la producción y la industrialización eficiente y sostenible de la biomasa.

Este enfoque no opera en abstracto, sino que requiere identificar —en cada uno de los países— producciones y rutinas preexistentes, nodos críticos comunes, capacidades potenciales y (eventuales) faltantes en el aprovisionamiento de bienes públicos (base de las políticas estatales), desde donde evaluar este sendero de integración a partir del desarrollo de la bioeconomía en los respectivos países. En esa dirección el mayor énfasis del trabajo recae en la identificación de fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora vía una mayor integración y cooperación en materia bioeconómica al interior del Mercosur (y se pondera menos el posicionamiento de este conjunto de países respecto de resto de los líderes mundiales en la materia). Al respecto cabe analizar también las deficiencias del desarrollo de la bioeconomía en el Mercosur en relación con los avances ya logrados en otros países, para promover los aprendizajes tipo *catching up* en temas tales como la biología sintética y otros desarrollos locales para la exploración innovadora del procesamiento de las biomasas (para casos como los del eucalipto y la industria de papel y celulosa en Brasil).

⁷ Construidas a lo largo de décadas previas con base en las dotaciones naturales (o ventajas comparativas) en materia de aplicaciones de la biología a las mejoras genéticas, a las industrias alimenticias, a las bioenergías y a los incipientes materiales biodegradables.

Debe notarse que se trata de un complejo proceso de transición (productiva, comercial e institucional)⁸ que, reafirmando las bases políticas fundacionales del Mercosur, apunta a su fortalecimiento en el marco de las nuevas oportunidades y condiciones regionales e internacionales.

Implica, también, resignificar los ejes tradicionales de la integración, que se amplían a: i) las dotaciones y ofertas potenciales de biomasa con una perspectiva regional; ii) las capacidades biotecnológicas (públicas y privadas); iii) los potenciales de integraciones basados en aprendizajes comunes, relanzamiento de estrategias empresarias preexistentes, cooperación científica-tecnológica-educativa previa regional en disciplinas de base biológica; iv) aspectos logísticos; v) diseño de nuevas normas de producto y proceso; y, vi) la posibilidad de ocupar o crear mercados “vacíos” de nuevos bioproductos o servicios ecosistémicos.

A partir de este abordaje del tema, el objetivo del presente estudio es el análisis de las estrategias y de los lineamientos de políticas de integración del Mercosur, centrado en las actividades bioeconómicas que son el vértice de las estructuras productivas de los países miembros y donde se vislumbra un sendero de desarrollo altamente prometedor⁹. Para ello en el Capítulo 2 se abunda en el abordaje metodológico, partiendo del concepto tradicional de cadenas agroindustriales a fin de evaluar, sobre la base de casos representativos y priorizados, las posibilidades futuras de una mayor integración. Del análisis surge que, a distintos niveles, las cadenas están interrelacionadas, comparten procesos, insumos y rutinas comunes (la mayoría de base biológica) y tienden a conformar complejos productivos. Estas formas de organización, que denominamos redes de valor (*networks*) aparecen como tramados pasibles de integrarse y como tales pasan a ser el eje analítico del Capítulo 3. En este se desarrolla una metodología de abordaje que aúna los conceptos de bioeconomía con su forma de organización predominante (las redes) y la existencia de nodos críticos pasibles de ser desarrollados en forma conjunta. Munido de este enfoque, el Capítulo 4 atañe al análisis preliminar de 7 nodos críticos comunes a varios complejos bioeconómicos de alta pertinencia,

8 En su configuración original el Mercosur se asentó en una estructura institucional acorde con la intención de avanzar, inicialmente, sobre una mayor integración comercial dada una estructura industrial preexistente, para posteriormente avanzar sobre (eventuales) coordinaciones productivas y macroeconómicas. Basada la iniciativa en objetivos geopolíticos de mayor envergadura encontró en la integración de la actividad industrial ya establecida las mayores dificultades; en respuesta a ello fue desarrollando una multiplicidad de mecanismos tendientes a limar conflictividades, equilibrar tendencias y compatibilizar aspiraciones, pero muy acotada al plano comercial. A lo largo de las décadas y matizadas por diversas circunstancias (la centralidad de las políticas nacionales por encima de las comunes, diversidad de políticas aplicadas internamente, etc.) se acotó aún más el diseño institucional al intercambio comercial equilibrado, sin priorizar el desarrollo coordinado entre los 4 países para reinsertarse globalmente como bloque económico.

9 Sin dejar de reconocer su importancia para la instrumentación de la presente propuesta, y por razones de extensión y cobertura temática de la propuesta original, este trabajo no explora en profundidad el diseño de una estrategia de transición entre la situación actual y el modelo propuesto, como tampoco lo hace en las necesarias readaptaciones de la actual “institucionalidad” de soporte del Mercosur.

marcada representatividad del conjunto y con potencialidad de integración. El trabajo concluye con una serie de lineamientos de políticas públicas destinados a potenciar el sendero de integración del Mercosur, ahora bajo las posibilidades que abre el denominado paradigma de la bioeconomía.



A close-up photograph of a person wearing blue nitrile gloves using tweezers to carefully handle soil in a dark container. The background is softly blurred, showing more of the soil and a hint of green. The overall scene suggests a scientific or agricultural setting.

CAPÍTULO

2

**Enfoque
metodológico y
etapas de
desarrollo del
estudio**

CAPÍTULO 2

Enfoque metodológico y etapas de desarrollo del estudio

Capítulo 2 - Enfoque metodológico y etapas de desarrollo del estudio

2.1. Introducción

La elaboración de una propuesta de agenda público-privada para promover la integración del Mercosur con base en la bioeconomía se ha desarrollado a partir de un diagnóstico de la situación actual, de sus capacidades y potencialidades y de las barreras o restricciones que se pueden encontrar en los países de la región para el logro de dicho propósito.

Para ello se definieron las siguientes etapas: i) identificación y selección de los componentes estratégicos para el desarrollo bioeconómico de los países del Mercosur; ii) señalamiento de las fortalezas y potencialidades existentes; y iii) identificación de los cuellos de botella y otros temas críticos para la integración.

2.2. Identificación y selección de los componentes estratégicos para el desarrollo bioeconómico de los países del Mercosur

La identificación de los componentes estratégicos para el desarrollo bioeconómico se realizó en etapas, en las que se fueron precisando las dimensiones relevantes a partir de un proceso que se inició con el relevamiento de informaciones secundarias sobre la producción de biomasa de diversas fuentes en cada uno de los países y la cuantificación de su importancia relativa¹⁰.

La secuencia seguida fue:

- a) Identificación de las principales cadenas productivas agroindustriales para cada uno de los países y definición de los criterios socioeconómicos y ambientales para su priorización;
- b) Incorporación del concepto de priorización de complejos que incorporan a varias cadenas, dado que permite un abordaje común de varias fuentes de biomasa (ampliando el enfoque de cadenas indicado en a));
- c) Selección de los complejos de interés común para la bioeconomía de los países del Mercosur a partir de los criterios de priorización definidos;
- d) Relevamiento de la información secundaria disponible en cada país para la caracterización de las cadenas y complejos seleccionados; elaboración de los flujogramas correspondientes, para contar con información cuantitativa de su

¹⁰ En este estudio se pone el foco en la producción y procesamiento de la biomasa y no en otras dimensiones tales como la biomedicina y/u otros servicios ecosistémicos, que también tienen un gran potencial en la región.

- importancia económica relativa en cada uno de los principales eslabones productivos y procesos alternativos de producción de biomasa, bioproductos y bioenergías;
- e) Identificación y relevamiento de los nodos bioeconómicos más relevantes para los diferentes eslabones o etapas en la producción y el procesamiento de la biomasa de los diferentes complejos seleccionados;
 - f) Reorganización de la información de los diferentes complejos a partir del concepto de nodos críticos comunes a varios de ellos;
 - g) Definición y esquematización de los principales componentes de los nodos y sus vinculaciones. Definición de una hoja de ruta de los nodos identificados;
 - h) Identificación de las principales innovaciones, bioproductos y bioservicios en cada uno de los nodos;
 - i) Selección de los principales bioproductos y bioservicios de mayor potencial e interés común para los cuatro países del Mercosur.

2.3. Identificación y priorización de las cadenas productivas. Criterios socioeconómicos y ambientales

Para la selección de las **cadenas productivas** se definió un conjunto de criterios socioeconómicos y ambientales (atributos) destinados a evaluar, en una primera aproximación cuali-cuantitativa, su importancia relativa en cada uno de los países. A partir de ello se pudo identificar cuáles son las cadenas de mayor interés común para los cuatro países.

Los criterios o atributos definidos para la priorización son los siguientes:

- a) Integración y no competencia dentro del bloque. Posibilidad de integración horizontal y vertical a partir de procesos productivos e industriales ya existentes, o bien nuevos potenciales;
- b) Alto impacto económico o elevado potencial para contribuir al incremento del valor de la producción, la balanza comercial y la generación de ingresos. Existencia de mercados potenciales (nacionales e internacionales); direccionamiento hacia mercados en crecimiento y expansión global;
- c) Capacidades productivas. Capacidad de generación/uso de biomasa, existencia de estructura empresarial y rutinas productivas-comerciales desarrolladas; eventuales ventajas de localización;
- d) Capacidades científico-técnicas. Existencia de capacidades tecnológicas y científicas en instituciones públicas y privadas;
- e) Sustantivos impactos socioeconómicos en territorio. Potencial para incrementar la densidad económica e ingresos de los territorios rurales (atracción de inversiones,

- generación de nuevos empleos e ingresos, encadenamientos con otros sectores, etc.). Oportunidades para el fortalecimiento de la agricultura familiar;
- f) Abundante oferta de subproductos y residuos¹¹ como basamento de enfoques de economía circular. Agregado de valor a subproductos y residuos. Reducción de impactos ambientales de los subproductos y residuos.
 - g) Potencial aprovechamiento de la biodiversidad. Posibilidades de desarrollos de productos y servicios basados en el potencial de la biodiversidad.
 - h) Promoción de la integración territorial-física. Factores que promuevan integración física, tales como aprovechamiento de la infraestructura regional (hidrovía) o complementación en ciclos temporales de producción (granos), etc.
 - i) Desarrollos de alta tecnología. Experiencias técnico-empresariales destacadas (tales como los desarrollos de Braskem, Bioceres, Biogénesis-Bagó, Raizen, Futura Gene, CTC y otras).
 - j) Potencial para el desarrollo y aprovechamiento de los servicios ambientales como nuevos negocios de los complejos.

Una vez elaborada la matriz, en la que en las columnas se incluyeron las cadenas que se preseleccionaron tentativamente para los cuatro países y en las filas los atributos o criterios de selección, pudo apreciarse que algunas cadenas podrían integrarse, en virtud de que dan lugar a producciones de biomasa cuyo procesamiento permite producir bioproductos similares¹².

2.3.1. Incorporación del concepto de complejos de cadenas

En función de lo señalado, para la elaboración de la matriz de priorizaciones se utilizó el concepto de **complejos de cadenas**, es decir, que se integró en las columnas de la matriz a aquellas cadenas de relevancia en la producción de biomasa (de los respectivos países) que pueden dar lugar a bioproductos similares (por ejemplo, las cadenas de maíz, otros granos forrajeros y la mandioca; o la cadena de la soja y otros granos o semillas oleaginosas). En la Tabla 1 se esquematiza la matriz utilizada, en la que se indica en las columnas los complejos preseleccionados y en las filas los criterios de selección. Luego, en la etapa siguiente, se indica

¹¹ Residuos o desechos: son las sustancias, materiales u objetos, de los cuales alguien se desprende o da disposición final, o se propone o está obligado a desprenderse o darle disposición final. Subproductos: son las sustancias, materiales u objetos resultantes de un proceso productivo cuya finalidad primaria no sea su producción.

¹² En este estudio se optó por el enfoque de integración de cadenas en complejos. Alternativamente podría partirse de diferentes categorías de biomasa: por ej. materiales ligno-celulósicos; azúcares y almidones; aceites y grasas; residuos de cosechas; residuos industriales; etc. La ventaja operativa del enfoque elegido es que al inicio permite cuantificar la importancia relativa de las distintas fuentes de biomasa; y en la etapa posterior, de organización de la información en nodos, se contemplan las diferentes categorías de biomasa.

la priorización que asignan los informantes clave de cada país para cada uno de los complejos y para cada criterio de selección.

Tabla 1. Selección de los complejos

ATRIBUTOS	Complejo 1				Complejo 2				Complejo 3			
	A	B	P	U	A	B	P	U	A	B	P	U
Generen integración y no competencia dentro del bloque												
Alto impacto económico												
Capacidades productivas												
Capacidades científico-técnicas												
Altos Impactos sociales en territorios												
Abundante oferta de residuos												
Aprovechamiento biodiversidad												
Promoción integración física												
Desarrollos de alta tecnología												
Servicios ambientales												

Ponderaciones de prioridades para cada país: 1: mínima; 2: mediana; 3: alta

A: Argentina

B: Brasil

P: Paraguay

U: Uruguay

Fuente: Elaboración propia.

2.3.2. Selección de los complejos de cadenas con interés común para los países del Mercosur

Con dicho enfoque se integraron los complejos preseleccionados como relevantes para cada uno de los países y se definió una escala cualitativa de tres niveles de prioridad para cada uno de los atributos o criterios de selección (alta, mediana y baja).

En la preselección para este estudio, los expertos de cada país y los consultores a cargo de la coordinación del estudio identificaron 7 complejos que se consideraron de mayor interés potencial, en función de sus conocimientos previos de la agricultura y la bioeconomía de la región.

En una reunión conjunta con los expertos de los cuatro países del Mercosur se asignaron las prioridades para cada uno de los criterios en cada país. Los informantes calificados de cada país asignaron las prioridades para cada atributo, a partir de su conocimiento previo y de la información secundaria relevada a los efectos del estudio¹³.

Una vez completada la matriz, la selección de los complejos se realizó en función de que en los cuatro países (o al menos en tres) hubieran recibido alta priorización para los principales criterios, especialmente los correspondientes a los cinco primeros criterios detallados (ítems a) hasta e) de la sección 2.3). Con dicho enfoque en el presente estudio se priorizaron 5 complejos.

2.3.3. Base de información y caracterización de las cadenas y complejos seleccionados. Los flujogramas de producción

A partir de la selección de los complejos con mayor potencial para la integración de la región, se efectuó el relevamiento de la información secundaria disponible en cada país necesaria para la caracterización de las cadenas y complejos seleccionados. Con dichos antecedentes se elaboraron los flujogramas de cada cadena, representando gráficamente en un esquema sus principales componentes y cuantificando los volúmenes aproximados de productos correspondientes a cada uno de los principales eslabones.

El flujograma se inició en la provisión de los principales insumos de cada cadena (tales como genética, agroquímicos, fertilizantes, inoculantes, etc.). Siguió con la producción primaria de las distintas formas de biomasa (granos, madera, carnes, otros coproductos, residuos, etc.). Luego se representó el procesamiento inicial de la biomasa y sus productos, coproductos, subproductos y eventualmente los servicios. A continuación, se representó el segundo nivel de

¹³ Para facilitar la selección visual de los complejos se asignaron colores a cada una de las prioridades (alta: verde; mediana: azul; baja: amarillo).

procesamiento de los productos, subproductos y coproductos elaborados en la etapa previa. Y así para los diferentes eslabones de cada cadena.

Los flujogramas, elaborados con la información disponible de los últimos años, constituyen una foto que permite visibilizar toda la cadena de cada actividad productiva e identificar, para cada uno de los eslabones o etapas del proceso de elaboración de la biomasa o sus productos, los principales procesos/desarrollos bioeconómicos (denominados en este estudio nodos bioeconómicos) que pueden ser de interés por su potencial para el desarrollo de los países de la región.

2.3.4. Identificación y caracterización de los nodos bioeconómicos de los complejos seleccionados

En esta etapa del estudio se puso el foco en los **nodos bioeconómicos** más relevantes de todos los complejos que se identificaron en la etapa previa para cada uno de los eslabones de las cadenas productivas que integran dichos complejos.

Se ha definido, en este estudio, a un nodo bioeconómico como un conjunto de procesos, sus insumos (físicos y de conocimientos codificados), rutinas de funcionamiento y relaciones con el subsistema proveedor de conocimientos tácitos específicos que son de uso común a varios complejos bioeconómicos. Su criticidad se asocia al uso de organismos vivos aislados o modificados genéticamente (insumos biológicos), el desarrollo de rutinas de funcionamiento (conocimientos tácitos o codificados usados para la manipulación y transformación de biomasa) o las particularidades de la producción de esta última asociada a las características propias e irrepetibles de cada ecosistema específico.

A partir de este concepto se modifica el eje de análisis y organización de la información. Se deja de lado el enfoque de la cadena o complejo de un determinado producto o grupo de productos similares y se esquematizan o mapean los nodos seleccionados. Los nodos bioeconómicos constituyen una unidad de análisis más focalizada y precisa de las tecnologías y procesos de agregado de valor a las diferentes formas de biomasa y los eventuales servicios, es decir, se pone el foco en los procesos y bioproductos que pueden ser generados para agregar valor a distintas fuentes de biomasa.

Para la esquematización de cada uno de ellos se partió de los insumos/bioproductos críticos que se utilizan y se indicaron los productos/coproductos/subproductos/servicios que se obtienen a partir de la producción o elaboración de la biomasa. El nodo correspondiente al primer eslabón (generación eficiente de biomasa) se abastece con la producción de biomasa de las diferentes cadenas o complejos (agrícolas o ganaderos o sistemas integrados), es decir, que las diferentes cadenas o complejos son alternativas para el aprovisionamiento de este

nodo. Los nodos de los siguientes eslabones (o procesamientos) utilizan como insumos los productos/coprodutos/subproductos generados en la producción o el procesamiento del nodo anterior, y así sucesivamente. En cada nodo se identificaron los procesos o insumos críticos y rutinas de funcionamiento necesarias para la producción de los principales bioproductos / bioenergías / bioservicios de ese nodo.

Para contar con una visión general de todo el proceso de análisis de los nodos por seleccionar, en forma similar a la elaboración de un flujograma (donde se visualizan todas las etapas relevantes de las cadenas), se elaboró una **hoja de ruta de todos los nodos identificados**, en función de su relevancia/criticidad en los procesos de producción y agregado de valor a las principales biomásas.

En el capítulo siguiente se brindan mayores detalles sobre los nodos más relevantes identificados para los países de la región y se incluyen la generación de biomasa y los procesos alternativos o sucesivos de transformación de las distintas formas de biomasa en biomateriales, bioenergías y alimentos (un tratamiento particular corresponde a aquellos nodos que permiten convertir un desecho con impacto ambiental en un insumo —energético o industrial— con valor económico).

2.3.5. Definición de los principales componentes de los nodos y sus vinculaciones

En cada nodo se identificaron y esquematizan los componentes principales: por una parte, los insumos o procesos críticos para la producción del nodo y, por otra parte, los principales productos, coprodutos, subproductos y residuos. A título ilustrativo se señala que, para el nodo inicial correspondiente a los procesos de generación de biomasa de las cadenas agrícolas, ganaderas, o de producciones integradas (por ejemplo, silvopastoriles), se identificaron los insumos o procesos críticos, tales como la genética de las plantas y los componentes más importantes relacionados con la regeneración o bien la microbiología o la nutrición de los suelos para mejorar la productividad y la sostenibilidad. Similares apreciaciones caben para los principales componentes para la mejora de la productividad y sostenibilidad de la ganadería, en los que la genética, la reproducción, la nutrición y la sanidad son relevantes. El nodo incorpora por otra parte los principales productos, subproductos y residuos que se utilizan en la etapa siguiente, así como los actores privados destacados y las instituciones de Investigación y Desarrollo (I+D) (y si es posible sus centros especializados en los temas identificados).

Para los nodos que procesan las diferentes formas de biomasa en biomateriales, bioenergías y alimentos se definieron y esquematizaron también los componentes críticos que constituyen los insumos físicos, tecnológicos, logísticos y otros activos físicos complementarios necesarios para cada uno de los procesos de transformación alternativos que pueden dar lugar en cada nodo. También en estos casos se indicaron los principales productos, subproductos y residuos

que se utilizan en la etapa siguiente, así como los actores privados destacados y las instituciones de I+D (y si es posible sus centros especializados en los temas identificados).

En el relevamiento y caracterización posterior del nodo se incluyeron otras informaciones relevantes para la construcción de la agenda de políticas públicas, tales como las distorsiones y otros aspectos críticos que pueden limitar el desarrollo del nodo en cada país y para el proceso de integración de la región.

2.3.6. Criterios de selección y caracterización tecno-productiva de los nodos bioeconómicos

Para cada uno de los nodos, a partir de la consulta de información secundaria y de entrevistas a informantes calificados o bien actores clave de las cadenas, se identificaron las principales innovaciones (tecnológicas, organizacionales), bioproductos y bioservicios que los caracterizan. Estos elementos resultaron los componentes clave para analizar, en una primera instancia, las fortalezas y potencialidades de los componentes de cada uno de los nodos en los respectivos países (bioproductos y bioservicios); y a partir de este análisis identificar cuáles son las principales alternativas que brinda la bioeconomía para promover la integración del Mercosur.

Para contar con una primera aproximación para la identificación de las fortalezas y potencialidades de los nodos, en los esquemas en que se representaron cada uno de los nodos, en el sector derecho se indicaron tres dimensiones relevantes para tener en cuenta: i) las capacidades empresarias —los actores o empresas clave— que están efectuando desarrollos bioeconómicos en ese nodo o pueden hacerlo en el futuro próximo; ii) las capacidades de I+D —instituciones y equipos técnicos que están desarrollando investigaciones /innovaciones en ese nodo—; iii) un listado preliminar de los bioproductos/servicios con mayor potencial de agregado de valor (económico, social y ambiental)¹⁴, en función de la existencia de mercados locales o de exportación o bien de la evolución esperada de las regulaciones y compromisos ambientales y sociales de los países¹⁵.

La selección de los nodos críticos y las actividades específicas pasibles de futuras integraciones en el Mercosur implicó definir un conjunto inicial de criterios de priorización de

14 Se consideran solo algunos de los casos más relevantes para el desarrollo de la metodología y para sustentar el concepto de un nuevo sendero de integración para el Mercosur. Un relevamiento de todas las posibilidades excede largamente el objetivo del presente trabajo y puede ser objeto de estudios posteriores, su desarrollo implica, además, conocimientos particulares que exceden al grupo de trabajo y, en algunos casos, se ubican en las fronteras del conocimiento científico y tecnológico actual.

15 Posteriormente, en el relevamiento de la información correspondiente a cada país, se incluyen los listados de las principales empresas, instituciones y productos a que se hace referencia para los nodos.

los nodos y, posteriormente, la selección final de las actividades, que incluyen los nodos y los productos o procesos más relevantes de cada nodo.

En la **etapa inicial de priorización de los nodos** se tuvo en cuenta que la base claramente biológica de las producciones de las economías del Mercosur da pie a una multiplicidad de actividades bioeconómicas alternativas y su desarrollo actual o potencial puede verse potenciado a partir de los procesos de integración (por actividades de cooperación, por la ampliación de los mercados, etc.). Dichos procesos pueden desarrollarse a lo largo de los tramados productivos o en algunas actividades en particular.

Desde una mirada genérica, la multiplicidad de redes bioeconómicas y los distintos procesos que las componen, plantean la conveniencia de focalizar en los procesos/insumos/rutinas de funcionamiento que sean relevantes desde una perspectiva económica, social y ambiental y que también sean estratégicamente críticos para su desarrollo¹⁶. Con base en ello, y tratando de atenuar la subjetividad en la elección de los ámbitos de intervención, se desarrolló una serie de criterios de selección a fin de establecer —en el caso particular del presente trabajo— los procesos/insumos/rutinas de funcionamiento que tengan mayores efectos¹⁷ y posibilidades de integración.

Teniendo en cuenta que la unidad analítica en este enfoque son las redes aplicadas a diversas actividades bioeconómicas, los criterios de selección de los nodos utilizados fueron los siguientes:

- Deben **dar cumplimiento a los conceptos básicos de la definición de bioeconomía**, a los efectos de identificar el tipo de actividad que será objeto de la política pública. En ese sentido la generación eficiente y sustentable de biomasa focaliza necesariamente en el logro de tornar eficiente el proceso de la fotosíntesis, que es el punto de partida de la producción de biomasa. Aportan a ello, tanto las mejoras genéticas, como la interacción de estas con el ambiente (suelo, humedad, temperatura), así como las prácticas y rutinas de las múltiples tecnologías de proceso utilizadas. En una etapa posterior, el uso de la biomasa para la generación de energía es otro capítulo central, que tiene sus aspectos críticos en los procesos de generación y en el uso de diversas enzimas y otros microorganismos. En otro nivel del agregado de valor a la biomasa, la generación de insumos o productos alimenticios contempla no solo su transformación

16 Debe tenerse en cuenta que la biomasa no viaja exclusivamente a lo largo de una cadena, sino que lo hace en red (de varias cadenas a la vez). Así, por ejemplo, puede iniciarse en la cadena de maíz, seguir en la de energía y finalizar en la química verde.

17 Asimismo, se tiene en cuenta que se agrega valor en cascada a fin de obtener la máxima agregación de valor posible.

(mecánica, física, química o biológica), sino también el aprovechamiento integral de todos los subproductos y energías generadas (vapor de agua, calor, etc.). Industrialmente y de forma más disruptiva, el uso de biomasa para generar materiales reciclables (desde los bioplásticos hasta nuevos materiales) o el reemplazo de moléculas fósiles por otras preexistentes en la naturaleza de manera eficiente conforman otra área temática para utilizar como referencia. Cabe también analizar la alternativa de la valorización de los servicios ecosistémicos. Finalmente, se contempla la captura y transformación en insumos industriales o energéticos de los desperdicios que tengan impacto ambiental¹⁸.

- **Utilizan plataformas tecnológicas en varias redes bioeconómicas.** Estas plataformas tecnológicas están conformadas, por una parte, por principios generales de usos comunes y, por otra, de corte más tecnológico, se aplican a temas productivos específicos. El criterio consiste en que sean seleccionados procesos/insumos/rutinas de funcionamiento que se apoyen en tecnologías comunes y de usos múltiples. A modo de ejemplo, el control de manejo de las técnicas de PCR es común a gran cantidad de complejos productivos en sus diversas etapas, aunque buena parte de sus aplicaciones concretas tiene particularidades propias de cada producción.
- Se refieren a actividades, insumos o rutinas de funcionamiento que tengan, por un lado, alto potencial de desarrollo a futuro y, por otro, que sean irremplazables en los procesos productivos. Teniendo en cuenta que el paradigma de la bioeconomía se encuentra en una etapa de desarrollo donde los mercados no están plenamente abastecidos, carecen de una estandarización de procesos y productos clara y precisa, y aún no se han completado las facilidades complementarias, empresarialmente, los modelos de negocio capaces de articular de manera viable insumos (biomasas), tecnologías y productos aún no están maduros y en algunos casos son objeto de experimentación.
- **Se priorizan aquellas actividades donde existan ventajas competitivas genuinas** (asociadas tanto a las dotaciones naturales o con capacidades tecnológicas y de los recursos humanos desarrolladas previamente) **que deriven en una brecha de productividad acotada y pasible de ser reducida o eliminada en períodos limitados de tiempo y con base en intervenciones estatales eficientes.** La relevancia económica y social que tienen estas actividades permitirán ampliar las posibilidades de inserción internacional de manera competitiva. Estas se refieren también a las ganancias de

¹⁸ Buena parte de estos desafíos son comunes a los países del Mercosur. Con distintas intensidades en los diversos países, se relevan déficits energéticos, necesidades ambientales asociadas con la no degradación de materiales de uso masivo, impactos ambientales de prácticas/rutinas productivas (sobre uso del suelo, excesos de uso de herbicidas, insecticidas, fertilizantes, quemadas de residuos de cosecha, etc.), así como la deposición de residuos con impactos ambientales (tales como la vinaza en fermentaciones, los detritos de animales confinados, etc.).

escala que devienen de la integración, atento a los elevados umbrales económicos y de conocimientos que caracterizan a algunas de estas actividades¹⁹.

- Se pondera positivamente que **se inserten en modelos de producción que valoricen o se adapten al uso de activos complementarios preexistentes**. En tal sentido y dadas las dificultades de los países del Mercosur en establecer capacidades productivas sustantivas, amerita que los nuevos desarrollos se articulen de manera positiva con algunas infraestructuras, proveedores de insumos, canales comerciales y otros componentes ya establecidos para reducir las debilidades existentes y potenciar las fortalezas actuales;
- Deben ser de importancia común a todos o a la mayoría de los países del Mercosur, deben revalorizar los activos biológicos y desarrollarse con base en un estricto cuidado ambiental.

Como se expresó, inicialmente fueron identificados 7 nodos críticos, como ámbitos de posibles integraciones productivas dentro del Mercosur. En un proceso posterior, usando siempre los criterios generales antes definidos, para cada nodo se identificaron y seleccionaron con mayor precisión las actividades, insumos o rutinas de funcionamiento posibles de una futura mayor densidad de integración.

El relevamiento de la información necesaria para esta etapa se realizó a partir de información secundaria, complementada con entrevistas a informantes calificados o bien actores claves participantes en cada uno de los nodos.

La integración de la información correspondiente a los cuatro países se sintetiza en la Tabla 2, que se incluye a título ilustrativo a continuación. En las columnas de la tabla se incluyen las principales actividades identificadas para cada nodo y los cuatro países del Mercosur. En las filas se sintetizan los principales indicadores para la selección de los nodos y productos y actividades de interés común y mayor potencial para la integración regional, en una reunión de consulta con todos los expertos participantes en el proyecto.

¹⁹ Sin embargo, debe notarse que, en los productos más innovadores, tales como bioenergía avanzada, bioplásticos, bioquímicos y otros de mayor valor unitario, existen aún en la región desafíos importantes en materia de I+D y de las capacidades empresariales, es decir, que, para el éxito futuro de la estrategia bioeconómica, existen aún desafíos importantes por superar para que las ventajas competitivas se tornen en efectivamente genuinas.

Tabla 2. Parámetros para la selección de los productos, procesos, rutinas de los nodos bioeconómicos

DIMENSIONES Y TEMAS PARA LA SELECCIÓN		EJEMPLOS DE OPCIONES DE PRODUCTOS DE LOS DIFERENTES NODOS SELECCIONADOS											
		Producción de biomasa - Genética de oleaginosas					Producción de bioenergías – etanol 1G, biodiesel						
Dimensión del análisis	Temas / Aspectos	Argentina	Brasil	Paraguay	Uruguay	Argentina	Brasil	Paraguay	Uruguay	Argentina	Brasil	Paraguay	Uruguay
Productos/ Insumos/ Procesos críticos	Importancia estratégica												
	Potencial												
	En mercado												
	Posibilidades de complementación												
	Abastecimiento materia prima												
	Producción												
	Tecnología												
	Uso de activos complementarios												
	Otros												
	Empresas												
Agentes	Principales organismos CyT												
	Referentes temáticos												
	Grupo impulsor												
	Proyectos internacionales referidos al tema												
	Gases efecto invernadero												
Sostenibilidad Ambiental	Suelos												
	Agua												
Sostenibilidad social	Cuidado/ Valorización biodiversidad												
	Revalorización agricultura familiar												
Sostenibilidad social	Desarrollo local												

Notas: (1) muy relevante, relevante, poco relevante, neutro; (2) Indicar nombres de empresas, instituciones, personas, etc.; (3) Indicar ponderaciones: alta, mediana, baja y neutra²⁰.

Fuente: Elaboración propia.

²⁰ En la elaboración de la tabla final con los datos relevados para cada uno de los países las ponderaciones se representaron con colores, para favorecer la visualización del conjunto.

En las filas de la tabla se incluye un conjunto de dimensiones para tener en cuenta en el proceso de selección de los productos/procesos/rutinas de los respectivos nodos. La primera dimensión para el análisis corresponde a la **importancia estratégica y a las posibilidades de complementación regional que brindan los productos/procesos/ rutinas identificadas**. La ponderación de la **importancia estratégica** se indicó en la apreciación de los consultores acerca de su potencial; se indicó además si se trata de productos que ya se encontraban en el mercado. En relación con las **posibilidades de complementación regional** se analizaron las diferentes opciones: a) abastecimiento de materia prima; b) producción; c) transferencia de tecnología; d) uso de activos complementarios; e) otras. Para la ponderación se utilizaron cuatro niveles: muy relevante, relevante, poco relevante y neutro. Estas informaciones correspondientes a los cuatro países brindaron los principales elementos de juicio para seleccionar y priorizar los productos/procesos/rutinas con mayor potencial para los eventuales desarrollos biotecnológicos de la región.

Para complementar el análisis en las filas de la tabla se incorporaron **otras dimensiones** que también se deben tener en cuenta. Entre ellas se incluyen: a) los principales agentes que participan en el desarrollo de cada nodo/producto; b) los referidos a la sostenibilidad ambiental; y c) los impactos en la sostenibilidad social.

En el caso de los **agentes** se indicaron las principales empresas, las instituciones de I+D, los referentes temáticos a los que se puede consultar, la eventualidad de que existan grupos impulsores o proyectos para el desarrollo de los productos.

En relación con los aspectos referidos a la **sostenibilidad ambiental** se indicaron, cuando se consideraba relevante, los correspondientes a la emisión/balance de gases de efecto invernadero, a los impactos en el suelo y el agua y los referidos al cuidado/valorización de la biodiversidad. Asimismo, en algunos casos resultó de interés indicar los correspondientes a la **sostenibilidad social** de los productos, por ejemplo, en relación con la revalorización de la agricultura familiar o bien al desarrollo local. La ponderación sugerida fue alta, mediana, baja y neutra.

2.4. Identificación de los cuellos de botella y temas críticos para los nodos, productos o procesos seleccionados

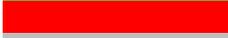
La propuesta de agenda público-privada para promover la integración del Mercosur con base en la bioeconomía implica, por una parte, seleccionar los nodos y bioproductos, servicios con mayor potencial para el propósito mencionado, pero, por otra parte, implica identificar los cuellos de botella y otros temas críticos existentes en cada país, que es necesario tener en cuenta o remover para facilitar los desarrollos locales y en consecuencia promover la cooperación e integración regional.

Por ello, en forma similar a lo señalado en 2.3. para la selección de los nodos y productos, en este caso fue necesario identificar dichas barreras o cuellos de botella para cada país. Para la identificación y ponderación de los impactos que pueden condicionar el desarrollo de las actividades en cada país y, en consecuencia, en la estrategia de integración regional, se diseñó la Tabla 3.

Tabla 3. Cuellos de botella y temas críticos para los nodos, productos y procesos seleccionados

TEMAS		Generales				Específicas de cada Nodo			
		Argentina	Brasil	Paraguay	Uruguay	Argentina	Brasil	Paraguay	Uruguay
Factores de oferta	Escala								
	Impuestos específicos								
	Financiamiento largo plazo / aprendizaje / desarrollo de mercado								
	Costo de oportunidad								
	Capacidades industriales / Ecosistemas / RRHH								
Factores de demanda	Inducida								
	Mandatoria								
	Percepción pública								
Barreras y regulaciones	Aranceles								
	Prohibiciones Sanitarias								
	Ambientales								
Normas y estándares	Propiedad intelectual								
	Acceso al patrimonio genético								
	Bioseguridad Bioproductos								
Otros temas									

Impactos:

<i>Positivo</i>	
<i>Negativo</i>	
<i>Neutro</i>	
<i>Sin datos</i>	

Fuente: Elaboración propia.

Los temas para tener en cuenta se agruparon en 5 dimensiones: a) Factores de oferta; b) Factores de demanda; c) Barreras comerciales y regulaciones; d) Normas y estándares; y e) Otros temas que eventualmente puedan identificarse.

- a) En el ítem correspondiente a **los factores de la oferta** se especificaron los siguientes aspectos: los asociados a la necesidad de contar con una escala mínima para la competitividad de la producción; la existencia de impuestos específicos que gravan el

producto; el conjunto de factores que promueven la oferta (tales como el financiamiento de largo plazo, el aprendizaje necesario y los aspectos del desarrollo del mercado); el costo de oportunidad (que puede actuar como aspecto positivo o negativo según los casos); diversas dimensiones referentes a las capacidades industriales, de recursos humanos, de generación sostenible de biomasa, etc.

- b) En el ítem correspondiente a los **factores de la demanda** se especificaron los siguientes aspectos: los asociados a la inducción de la demanda (tales como diversos incentivos); los que son de carácter obligatorio o mandatorio (tales como las mezclas obligatorias de los combustibles); los vinculados a la percepción pública, tanto en relación con eventuales restricciones (por ejemplo, para los transgénicos) como los referidos a las preferencias de los consumidores.
- c) En el ítem correspondiente a las **barreras comerciales y regulaciones** se especificaron los siguientes aspectos: las barreras arancelarias (impuestos al comercio exterior); las prohibiciones al comercio; las barreras sanitarias; las barreras ambientales.
- d) En el ítem correspondiente a las **normas y estándares** se especificaron los siguientes aspectos: limitaciones relacionadas a la propiedad intelectual; reglas de juego en relación con el acceso al patrimonio genético; las normas de bioseguridad; la categorización de los bioproductos (que generalmente está ausente en muchos países y puede dar lugar a restricciones comerciales).
- e) En el ítem correspondiente a **otros temas** se ha incorporado la alternativa de identificar aquellos no especificados en los ítems a) a d).

Para simplificar el análisis regional la tabla explicita las ponderaciones por país, es decir, que se sintetizaron las informaciones correspondientes a todos los nodos, productos de cada país en una sola tabla. En el relevamiento se contempló si la restricción, tema crítico aplica a todos los nodos, productos o bien corresponde a alguno de los seleccionados, en cuyo caso se debía indicar en la nota de referencia al pie de la tabla a qué nodo, producto corresponde.

Como criterio para la ponderación del impacto de cada uno de los temas mencionados se establecieron cuatro alternativas: i) positivo; ii) negativo; iii) neutro; iv) sin información. Para facilitar la apreciación de los impactos de cada tema para los cuatro países se utilizaron diferentes colores para cada alternativa.

Definidos los alcances y criterios de ponderación de los temas, los expertos de cada país efectuaron el relevamiento de la información correspondiente, a partir de entrevistas a informantes calificados o bien a actores claves participantes en dichos nodos en cada país. Posteriormente, la integración de la información correspondiente a los cuatro países, en una reunión de consulta con todos los expertos participantes en el proyecto, permitió identificar los temas críticos por resolver para facilitar la cooperación e integración regional.



CAPÍTULO

3

**Desarrollo del estudio:
la bioeconomía como
estrategia de
fortalecimiento de la
integración del
Mercosur**

CAPÍTULO 3

Desarrollo del estudio: la bioeconomía como estrategia de fortalecimiento de la integración del Mercosur

Capítulo 3 - Desarrollo del estudio: la bioeconomía como estrategia de fortalecimiento de la integración del Mercosur

3.1. Identificación y selección de los componentes estratégicos para el desarrollo bioeconómico en los países de la región

De acuerdo con el enfoque metodológico descrito en el capítulo anterior, el proceso de selección de los componentes estratégicos para el desarrollo bioeconómico de la región se realizó con la secuencia de actividades que se detalla a continuación.

3.1.1. Identificación de las cadenas productivas más relevantes para cada uno de los países, en función de los criterios socioeconómicos y ambientales definidos

En una primera aproximación cualitativa, con el apoyo de los consultores de cada país, se identificaron las **cadenas productivas** de mayor importancia común para los cuatro países, con base en los criterios socioeconómicos y ambientales de priorización definidos (detallados en el Capítulo 2). En dicho proceso se verificó que diversas cadenas pueden dar lugar a la producción de bioproductos similares. En virtud de que el propósito del estudio es la selección de bioproductos de interés y potencial para su desarrollo en Mercosur, se decidió agrupar aquellas cadenas que permiten producir bioproductos similares.

3.1.2. Incorporación del concepto de complejos de cadenas para la priorización

En función de lo señalado, para la elaboración de la matriz de priorizaciones se utilizó el concepto de **complejos de cadenas**, es decir, que se integró en las columnas de la matriz a aquellas cadenas de relevancia en la producción de biomasa de los respectivos países que pueden dar lugar a bioproductos similares.

3.1.3. Selección de los complejos de interés común para los países del Mercosur

Con dicho enfoque de complejos, en la reunión de consulta con los expertos de cada país se elaboró un primer listado de complejos que, con base en la experiencia previa de dichos expertos y los coordinadores del estudio y de los antecedentes relevados para las principales cadenas, se consideró que merecían su preselección por su importancia económica para algunos de los países. En esta instancia preliminar se preseleccionaron 7 complejos, ya que se consideró que tenían mayor interés potencial para los objetivos del estudio.

Posteriormente, para la selección de los complejos, los expertos indicaron los niveles de prioridad que asignaban a cada complejo para sus respectivos países, para cada uno de los atributos o criterios de selección. Se utilizó una apreciación cualitativa de tres niveles (alto, mediano, bajo) para cada criterio, en función de su conocimiento previo y de la información secundaria relevada a los efectos del estudio. En la tabla siguiente se incluye la matriz en la

Una vez completada la matriz, la selección de los complejos se realizó en función de que en los cuatro países (o al menos en tres) hubieran recibido alta priorización para los principales criterios. A partir del análisis visual de las priorizaciones asignadas para los 7 complejos en cada uno de los países, se acordó la selección de los 5 complejos que se detallan a continuación²¹:

- a) Cadenas de maíz (y otros cereales) y mandioca, producción de bioenergías hasta bioplásticos;
- b) Oleaginosas, biodiésel, hasta producción de harinas alta calidad y bioproductos;
- c) Subproductos de caña azúcar, bioenergías, bioinsumos, hasta química verde;
- d) Carne vacuna, sebos, hasta producción de biocombustibles y bioproductos;
- e) Forestales, hasta producciones de bioenergía, bioproductos y bioinsumos;
- f) Biodiversidad, productos y servicios.

3.1.4. Relevamiento de la información secundaria disponible en cada país para la caracterización de las cadenas y complejos seleccionados. Los flujogramas de producción

Una vez seleccionados los 5 complejos, en cada país se efectuó el relevamiento de información secundaria disponible necesaria para la caracterización de las cadenas y complejos seleccionados. Con dichos antecedentes se elaboraron los **flujogramas de cada cadena** para cada país, representando gráficamente en un esquema sus principales etapas y componentes y cuantificando los volúmenes aproximados de productos correspondientes a cada uno de principales eslabones (procesos productivos).

Los flujogramas constituyeron una foto que permitió visibilizar toda la cadena de cada actividad productiva e identificar, para cada uno de los eslabones o etapas del proceso de elaboración de la biomasa o sus productos, los principales procesos y desarrollos bioeconómicos (nodos bioeconómicos) que podían ser de interés por su potencial para el futuro desarrollo bioeconómico de los países de la región.

3.1.5. Identificación y caracterización de los nodos bioeconómicos. Hoja de ruta de los nodos

En esta etapa del estudio, como se expresó, se puso el foco en los **nodos bioeconómicos** más relevantes de todos los complejos seleccionados, que se identificaron en la etapa previa para cada uno de los eslabones de las cadenas productivas.

²¹ Se descartaron los complejos del sector lácteo y de frutas y hortalizas que habían sido preseleccionados porque tienen menor prioridad para el conjunto de los cuatro países. Adicionalmente, los temas de biodiversidad, productos y servicios se incorporan como una dimensión analítica común y horizontal a los 5 complejos seleccionados.

Con ello se modificó el eje del acercamiento y organización de la información del sistema productivo y sus principales componentes. Se dejó de lado el enfoque de la cadena o complejo de un determinado producto o grupo de productos similares y **se esquematizaron o mapearon los nodos seleccionados**. Se avanzó con este enfoque porque **se consideró que los nodos bioeconómicos constituyen una unidad de análisis más focalizada y precisa de las tecnologías y procesos de agregado de valor a las diferentes formas de biomasa y los eventuales servicios asociados²²**.

3.1.5.1. Abordaje metodológico

La bioeconomía como paradigma productivo descansa sobre una serie de principios generales que lo diferencian del modelo previo de desarrollo económico adoptado por los principales países, incluidos los de ALC. Este último se basa en: i) el uso de fuentes de energía no renovables (prioritariamente, el petróleo, el gas y el carbón); ii) una cantidad acotada de materiales que provienen de procesos metalúrgicos (también intensivos en energías fósiles), sus aleaciones y una multiplicidad de otros derivados del procesamiento (*cracking*) del petróleo; iii) bienes de capital que realizan las transformaciones conformados por máquinas, procesos/rutinas de funcionamiento y modelos de utilidad; iv) una cantidad acotada de insumos principales que, transformación mecánica, física o química mediante, derivan en un producto principal, varios subproductos y una cantidad variable de desechos (de muy limitado valor comercial) y, frecuentemente, con impactos ambientales negativos.

Los factores críticos, desde la oferta de este esquema productivo, descansan sobre el acceso (a precios convenientes y cantidades masivas) al abastecimiento de gas y petróleo, los minerales básicos, los derechos de propiedad intelectual (especialmente, sobre los bienes de capital) y la uniformidad de normas de productos y procesos que faciliten el intercambio vía los mercados. En consonancia con esto último, la unidad de análisis es el producto o su agrupamiento (el sector), donde priman las escalas productivas (en relación con el tamaño de mercado relevante) y la homogeneidad de productos y procesos en pro de la reducción de costos y la facilitación del comercio.

²² Como se describió en el Capítulo 2, para la esquematización cada nodo se parte de los insumos/bioproductos críticos que se utilizan en el nodo y se indican los productos, coproductos, subproductos, servicios que se obtienen del nodo a partir de la producción o elaboración de la biomasa. Los nodos correspondientes al primer eslabón se abastecen con la producción de biomasa de las diferentes cadenas o complejos (agrícolas o ganaderos); es decir, que las diferentes cadenas o complejos son alternativas para la provisión de biomasa de cada nodo. Los nodos de los siguientes eslabones (o procesamientos) utilizan como insumos los productos, coproductos, subproductos generados en el procesamiento del nodo anterior; y así sucesivamente.

Las corrientes actuales del comercio internacional pivotan sobre la idea de nación/frontera y, preponderantemente, se refieren a productos finales (desarrollados en un ámbito geográfico) más algunos insumos básicos (minerales, petróleo, gas, etc.). Dado que en los procesos industriales ubicados en la base de la pirámide productiva (acero, aluminio, pasta y pulpa de papel, etc.) priman las economías de escala, buena parte de los intentos de integración económica tuvieron y tienen como objetivo la ampliación de mercados, especialmente de productos terminados. Y los avances en ALC fueron modestos en general y dispares por sectores, dado que, como se expresó, las estrategias seguidas en el caso de los países de la región fueron el desarrollo integral tardío, tendiendo a la autonomía, volcado al mercado interno y centrado en el aprendizaje adaptativo. Cada país intentó defender sus actividades ya establecidas, priorizando el empleo existente por sobre las eventuales ventajas de un intercambio (intrazona) más amplio. Sus resultados han sido poco alentadores, con baja inclusión social e impactos ambientales negativos. Ello ha dado lugar a pocos avances en el proceso de integración del Mercosur y, más bien, falta de cumplimiento de algunos de los compromisos asumidos para el buen desempeño y cuestionamientos crecientes de algunos de los socios en relación con su futuro. En cambio, la bioeconomía como paradigma de producción pone en tela de juicio el modelo productivo descrito, dado que permite generar polos de desarrollo en los territorios rurales (donde se presentan los mayores problemas de exclusión social) y contemplar los nuevos desafíos de sostenibilidad relacionados con sus presiones sobre los recursos naturales y sus impactos negativos sobre el ambiente. Nótese que, por sus especificidades, el ámbito del problema es el planeta en su conjunto o regiones ecosistémicas que sobrepasan, como en el caso del Mercosur, las fronteras nacionales.

El **paradigma productivo de la bioeconomía se construye a partir de seis pasos**: i) la captura de la energía libre y su eficiente conversión en biomasa; ii) la transformación integral de la biomasa en productos principales y subproductos aplicados, posteriormente, a la producción de alimentos, bioenergías, biomateriales y servicios de remediación (humana, vegetal, animal y ambiental); iii) la captura y valorización de los desperdicios para transformarlos en insumos industriales/bioenergéticos²³; iv) la captura de la energía libre, su posterior transformación en biomasa y sus posteriores transformaciones realizadas por seres vivos (semillas, reproductores, enzimas, etc.) debidamente aislados, reproducidos y, en muchos casos, modificados; o sea, que se suman con gran relevancia los bienes de origen biológico a los bienes de capital que se utilizan para las modificaciones mecánicas, físicas o químicas; v) la recirculación de la

23 En este aspecto cabe mencionar que algunos especialistas consideran este componente como parte de la economía circular, o bien la bioeconomía circular. Ambos conceptos tienen aspectos en común, pero los alcances o enfoques de los conceptos bioeconomía y economía circular difieren, porque el primero tiene un alcance más amplio (dado que incorpora el reciclado de materiales de origen no biológico).

energía la captura de la naturaleza en escalas temporales compatibles con escala humana y luego la transforma en biomasa o bienes (proceso temporal sustancialmente diferente del uso de energías fósiles); vi) la valorización de los servicios ecosistémicos.

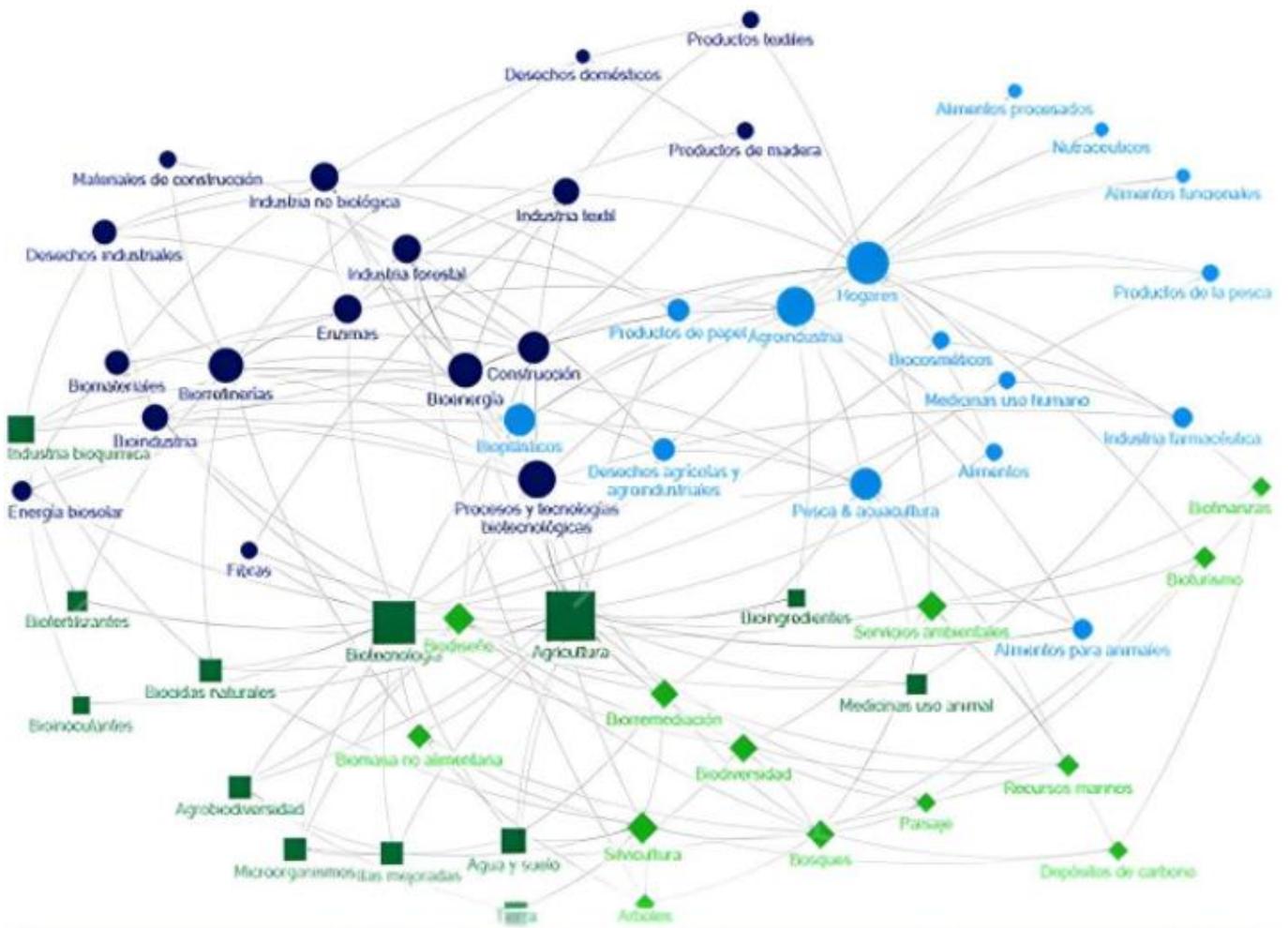
Los factores críticos de este paradigma son:

- i) las condiciones naturales de los ecosistemas propios de cada país o región para generar y mantener, de manera eficiente, el flujo de biomasa;
- ii) la disponibilidad de genéticas (de las plantas, los animales, los microorganismos del suelo) adecuadas para cada dupla de ecosistema/biomasas;
- iii) las (bio)tecnologías de posteriores transformaciones integrales de la biomasa, (complementarias a otras emparentadas: la mecánica, la química y física), con sus respectivos resguardos en materia de propiedad intelectual;
- iv) la presencia de una red empresarial con capacidades para llevar adelante estas innovaciones;
- v) la existencia de normas de productos y procesos y otras regulaciones que viabilicen y sienten las bases para el buen funcionamiento de los mercados de los nuevos productos y que, además, aseguren que estos se darán en un marco de sostenibilidad y seguridad. En algunos casos, los mercados de productos bioeconómicos son creados y, en otros, incentivados reconociendo sus externalidades positivas;
- vi) la presencia de los activos complementarios en materia de comercialización, logística, transporte y acceso a los usuarios finales necesarios para los “nuevos” bioproductos o bien su adecuación a los existentes.

A partir de la multiplicidad de biomasas pasibles de ser utilizadas como materias primas (para alimentos, energías y materiales) y la multiplicidad de sus usos potenciales (tanto en la producción de biomasa, de su transformación e, incluso de la valorización económica y recirculación de los desechos) se torna aconsejable el uso del concepto de **redes de producción** como método de abordaje analítico. En otros términos, así como el concepto de sector prima en el análisis del “paradigma fósil”, la red de producción es el soporte analítico adecuado para el paradigma bioeconómico.

Como se visualiza en la Figura 1, con el enfoque de la bioeconomía se desdibuja el concepto de sector/actividad y tiende a ser reemplazado por diversas redes productivas dedicadas a una variada gama de actividades interconectadas entre ellas.

Figura 1. Redes y tramados productivos en el paradigma de la bioeconomía



Fuente: Rodríguez, *et al* (2017).

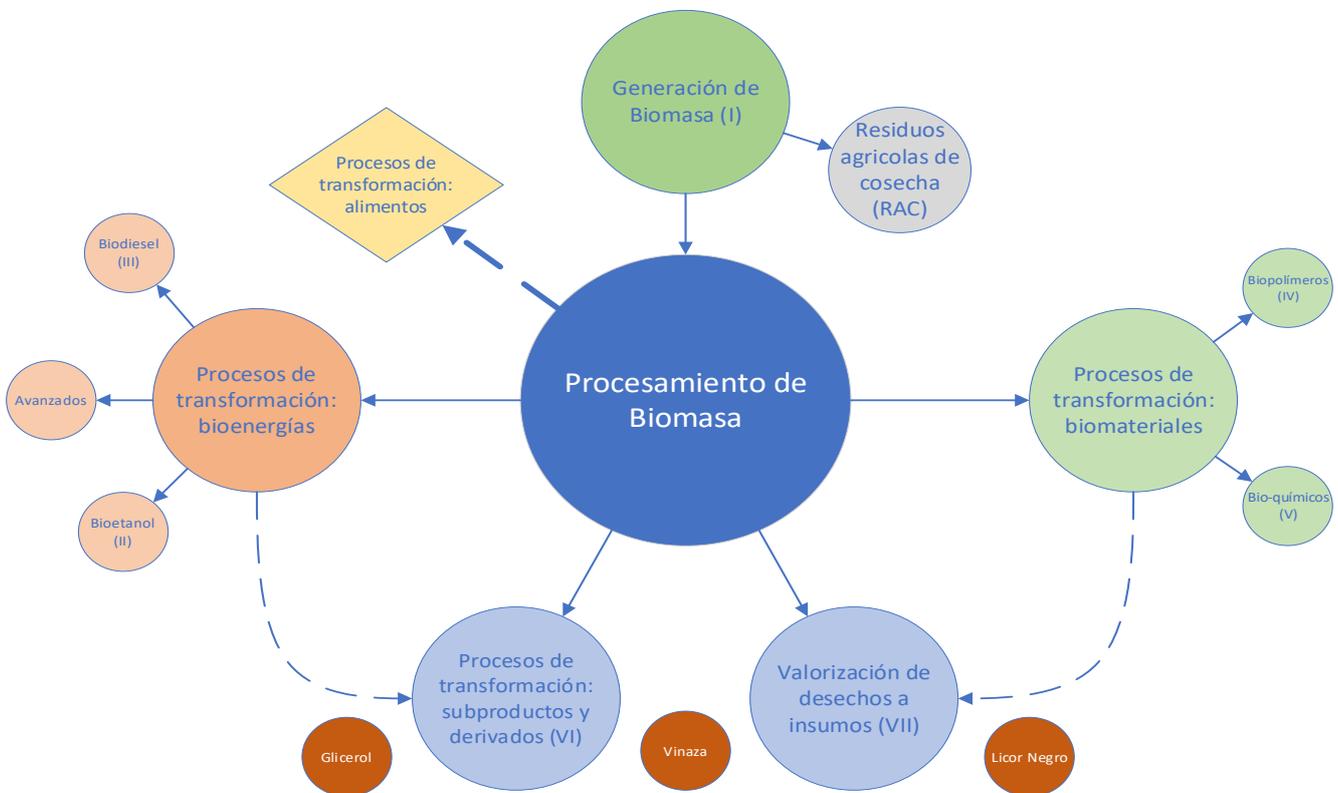
A su vez, las redes de producción se interrelacionan a partir de: i) el uso de distintas biomásas que, según la ruta de procesamiento elegida, generan diversas familias de productos, subproductos y servicios (a modo de ejemplo, la producción de biodiésel convencional puede derivar de grasas animales o aceites vegetales, cada uno de ellos con diferentes subproductos y desechos); ii) la existencia de nodos (o plataformas) críticos constituidos por procesos o insumos de usos comunes en varias redes (a modo de ejemplo, el control de las biotecnologías de clonación de animales tienen los elementos básicos comunes para su aplicación en bovinos, equinos u ovinos. Algo similar ocurre con las múltiples aplicaciones que pueden encontrarse en las biotecnologías de resistencia al estrés hídrico aplicadas a diversos cultivos extensivos de secano: si el análisis se refiere a redes centradas en la valorización de nuevas sustancias naturales, pueden identificarse plataformas comunes en los procesos de separación y purificación de principios activos, en las logísticas de abastecimiento de materia prima e incluso en el uso de activos complementarios en las fases comerciales.

Desde este abordaje y considerando que la bioeconomía como paradigma de desarrollo se encuentra en plena evolución, se abren múltiples ventanas de oportunidades en los procesos de desarrollo y, en el caso que nos ocupa, nuevas alternativas o indicios para repensar los procesos de integración regional entre países como es el caso del Mercosur.

En el marco del presente estudio para el Mercosur, en la Figura 2 puede apreciarse un esquema que puede servir de hoja de ruta de aplicación de estos conceptos en distintas facetas que, en una primera instancia, aparecen como los planos potenciales seleccionados para una estrategia de integración regional.

Figura 2. Hoja de ruta y nodos bioeconómicos seleccionados para el Mercosur

Hoja de ruta: Nodos críticos de generación y procesamiento de la biomasa



Infraestructuras críticas

AgTech, Blockchain, Big Data

Fuente: Elaboración propia.

Los planos (o nodos bioeconómicos) posibles de integración identificados para el presente estudio son los siguientes:

- **Captura de energía libre y su transformación eficiente e integral en biomasa**. Ello incluye no solo las agriculturas y ganaderías tradicionales, sino también la generación y posterior valorización de sus residuos (por ejemplo, los residuos de poda o de cosechas que habitualmente quedan en el campo) o algunos servicios ecosistémicos (por ejemplo, el secuestro de carbono derivado de ciertas técnicas de implantación en cultivos masivos).
- **La transformación eficiente e integral de biomasa de diversos orígenes destinada a la producción de bioenergías** (bioetanol, biodiésel, biogás) convencionales y avanzadas destinadas al autoconsumo o a ser inyectadas en las redes comerciales de energía (bajo la forma de gas, biocombustibles de diversos usos o electricidad).
- **El uso de las diversas biomasa**s, a través de distintas tecnologías, **aplicadas a la producción de biomateriales** como producto principal. Ello deviene en dos alternativas: los biopolímeros (especialmente, los bioplásticos) y los bioquímicos obtenidos a partir del uso de moléculas naturales o bien aquellos obtenidos por vías químicas o biotecnológicas a partir de moléculas naturales más simples (azúcares, por ejemplo) en reemplazo de otras similares derivadas de fuentes fósiles. Entre estas se encuentran aditivos, surfactantes, ingredientes para cosméticos y nutrición, etc.
- **El uso de subproductos y derivados de menor relevancia económica**, provenientes de los procesos productivos antes mencionados que, bajo el enfoque del uso integral y eficiente de la biomasa, potencialmente pueden ser el origen de cadenas industriales o energéticas posteriores.
- **La transformación de desechos productivos**, con impactos ambientales habitualmente negativos, en insumos industriales y bioenergías con evidente valor comercial.

Identificados los grandes nodos pasibles de futuras integraciones en el marco del Mercosur (o su fortalecimiento en caso de preexistir algún avance) el análisis se complementó, en cada caso, con las siguientes dimensiones:

- Identificación tentativa de los procesos o insumos/productos críticos que son relevantes en cada etapa de procesamiento (común a todos o a la mayoría de los países del Mercosur) o como nexos de interconexión entre las redes identificadas como estratégicas;
- Identificación de las principales empresas e instituciones de I+D en cada país;
- Identificación de los referentes tecnológicos tanto en el ámbito público como privado;
- Identificación de otras dimensiones que emergen como relevantes, tales como la existencia de proyectos para su promoción o sus impactos ambientales.

Finalmente, para cada uno de los nodos analizados y graficados en la hoja de ruta, se complementó el análisis con la identificación de restricciones, oportunidades y lineamientos de políticas que mejoren o impulsen la futura integración entre los países del Mercosur.

En lo que sigue del capítulo se examinarán, sucintamente, las estructuras productivas y tecnológicas genéricas de los 7 nodos seleccionados con potencial integración bajo el nuevo paradigma productivo. Sobre estas bases, en el capítulo siguiente se aplica esta metodología al conjunto de los países del Mercosur para los nodos estratégicamente seleccionados. Como se mencionó, en el enfoque de nodos se cambia la aproximación vertical del estudio de cadenas o complejos y, en cambio, se pone el foco en las innovaciones, los procesos y productos de cada nodo y la provisión de biomasa puede provenir de las cadenas o complejos originales o de otras adicionales que se identifiquen como potenciales fuentes.

3.1.5.2. Estructura y funcionamiento de los nodos críticos seleccionados para Mercosur

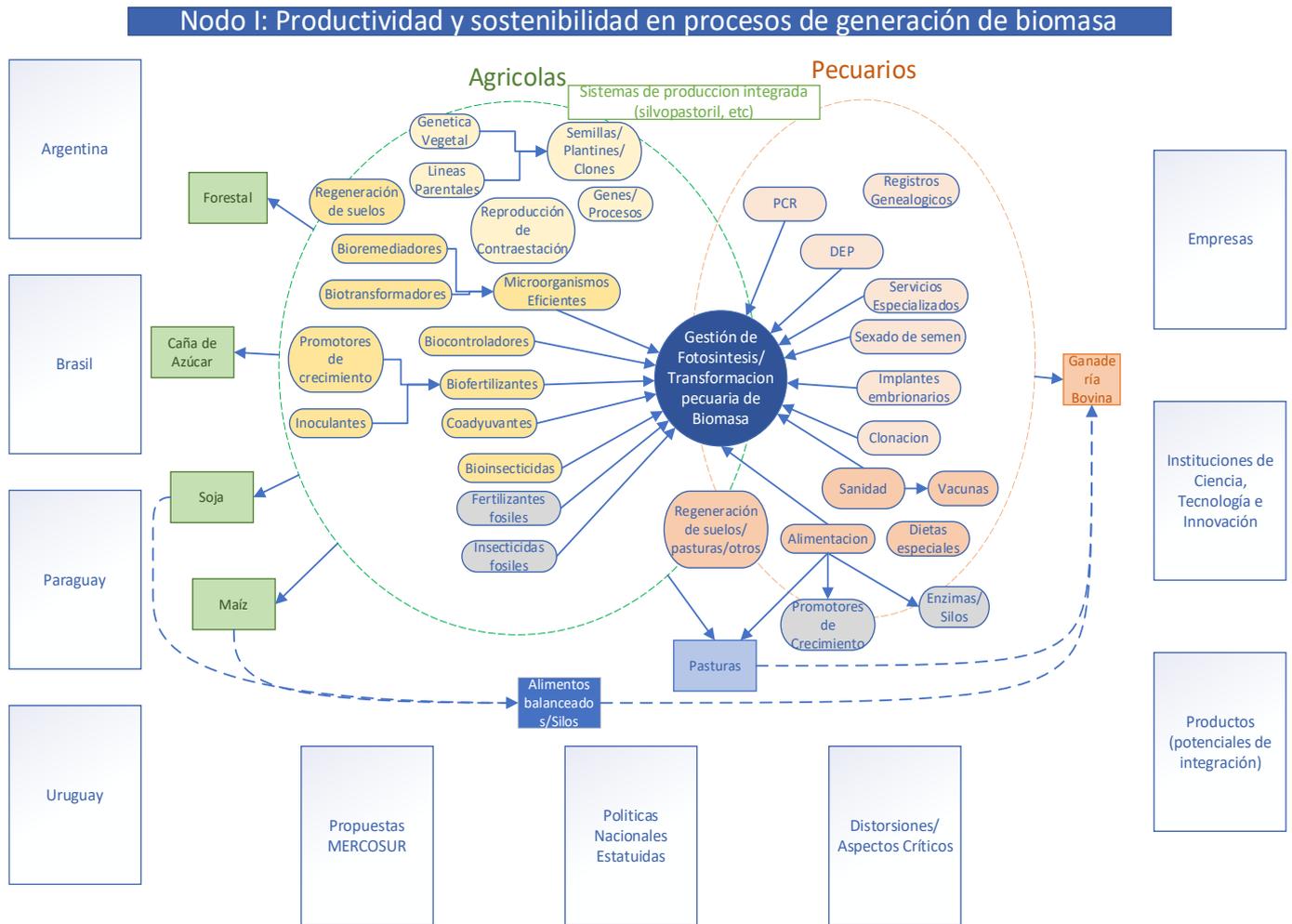
I) Productividad y sostenibilidad en la producción de biomasa

El primer paso es la generación de biomasa a partir de la captura de energía lumínica (natural o artificial). La Real Academia Española reconoce dos grandes significados del término **biomasa**. Por un lado, el concepto alude a la **materia orgánica** que se genera a través de un **proceso biológico** (ya sea inducido o espontáneo) y que puede emplearse para **producir energía**. Por otra parte, biomasa es la **totalidad de la materia** de los organismos que habitan en un cierto lugar, que se expresa en peso por unidad de volumen o de área.

El epicentro de la producción de biomasa (de manera inducida) es la agricultura (no solo para alimentos de humanos, sino también para animales y para producción forestal y de energías). Su eficiencia es, y ha sido, central en el desarrollo de la humanidad, pero se vio acrecentada a partir de la aplicación, primero, de la mecanización, los agroquímicos y los híbridos (la denominada revolución verde) y, más recientemente, de la moderna biotecnología aplicada a las selecciones genéticas de plantas y ganado, el bioma del suelo y las muy diversas técnicas de manejo. Como se indica en la Figura 3, las combinaciones entre agricultura intensiva, ganadería y forestación —secuencialmente o al unísono— son otras de las vías de ganancias de eficiencia en el proceso de obtención y mantenimiento de la biomasa.²⁴

²⁴ Para otras regiones (por ejemplo, América Central y Andina), la eficiencia en el aprovechamiento de la biomasa producida (es decir, la reducción de pérdidas) aparece también como de alta prioridad.

Figura 3. Generación eficiente y sostenible de biomasa



Fuente: Elaboración propia.

En el ámbito agrícola las bases de la eficiencia se encuentran en el control de los siguientes activos críticos:

- el diseño de las semillas y otras formas de reproducción: las técnicas de fitomejoramiento vía prueba y error (antiguas y convencionales), su mejoramiento a través de las leyes de Mendel, el desarrollo de las líneas parentales y los procesos de hibridación (si se trata de alógamas), los recientes eventos asociados con la manipulación del ADN introduciendo genes de otras especies (transgenia), redirigiendo la evolución (mutagénesis) o modificando el propio ADN (cisgénesis, centradas en las recientes técnicas CRISPR-Cas9). Reproducciones in vitro, clonación y “rusticación” de plantines completan las tendencias para mejorar la “eficiencia” del proceso fotosintético de las plantas;
- el conocimiento del ambiente (microorganismos del suelo, agua, nutrientes, luz y temperatura) sobre el cual se asientan las genéticas vegetales. Un capítulo en

desarrollo es la interacción entre las genéticas, el ambiente y la multiplicidad de procesos que van desde la implantación hasta el fin del ciclo (cosecha del producto principal y captura/valorización comercial de rastrojos, desperdicios y otras formas de biomasa);

- el desarrollo y aplicación de una amplia gama de insumos (fertilizantes, herbicidas, controladores, aceleradores, solubilizadores, promotores del crecimiento, inoculantes y otros productos) que intermedian entre el desarrollo de la genética implantada y el dinamismo del bioma donde se desarrollan las producciones vegetales;
- el manejo de los procesos productivos que logre combinar genéticas, ambientes y aplicación de elementos adicionales en cada uno de los ciclos productivos de las diversas actividades agrícolas y sus combinatorias a largo plazo. La eficiencia de estos manejos se asienta en capacidades particulares que necesariamente deben actualizarse (dado que cada ambiente es único y que la naturaleza opera bajo la lógica de un sistema abierto en constante evolución).

Estos cuatro elementos se encuentran en plena evolución (biotecnológica y electrónica) y, junto con las dotaciones iniciales de recursos naturales, sientan las bases competitivas genuinas para la generación y mantenimiento sostenible de cuantiosos flujos de biomasa (granos, maderas, pasturas y otras), que se ubican en la base de la pirámide de la bioeconomía. Debe notarse que, a los sistemáticos desarrollos de la biotecnología moderna, en la última década se han agregado las sustanciales mejoras de eficiencia y sostenibilidad ambiental que se están logrando con las diferentes opciones que brinda la agricultura digital.²⁵

Algo similar ocurre con la ganadería. En este caso, los cambios que afectan la competitividad de estas fuentes de biomasa se asientan sobre:

- las mejoras genéticas de los reproductores de las diversas razas. Con ciclos más prolongados, el uso de las modernas tecnologías (biotecnología y electrónica) se traducen en selecciones de reproductores usando técnicas de PCR, fertilización *in vitro*, implantes de embriones, clonación de reproductores y “diseño” de animales con características especiales (con sobreexpresión de algunos rasgos o anulación de otros). Ello se suma a las tradicionales inseminaciones artificiales y sexado de semen, masivamente usados dentro de las técnicas convencionales de reproducción;

²⁵ Se asiste actualmente a una nueva revolución tecnológica que pivotea en la concurrencia tanto en los desarrollos de la biotecnología y la nanotecnología, como en las tecnologías digitales y de manejo de bases de datos (*big data*). Ello está permitiendo al mismo tiempo aumentar la oferta y agregar valor a la producción de biomasa y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos de manera amigable con el ambiente. La emergencia de las denominadas *Ag Techs* constituye un nuevo activo crítico estratégico para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del uso del suelo, la utilización de los nutrientes, el control biológico, la eficiencia de cosecha, hasta los aspectos de financiamiento de la producción.

- los desarrollos acelerados en las tecnologías de alimentación bajo condiciones de semi-control. Centrado en los modelos de engorde intensivos (en bovinos, porcinos, aves y peces), se reproduce la interacción entre la expresión de la capacidad genética y su desarrollo cuando interactúa en modelos semiabiertos de producción;
- el uso de las modernas tecnologías aplicadas a la sanidad animal. El desarrollo inicial de medicamentos de origen farmo-químico y vacunas con base en virus atenuados va dando paso a biocontroladores de patologías y vacunas basadas en ADN modificados;
- la concatenación de cambios en sanidad, alimentación y genética, al igual que en la generación de biomasa vegetal, requiere de sofisticados manejos productivos, de tecnologías de información y de bases de datos.

Complementariamente, sobre bases tecnológicas también emparentadas con las biotecnologías, se desarrollan modelos de manejo que apuntan a la remediación de suelos degradados.

ii) Productividad y sostenibilidad en generación de bioenergías (bioetanol)

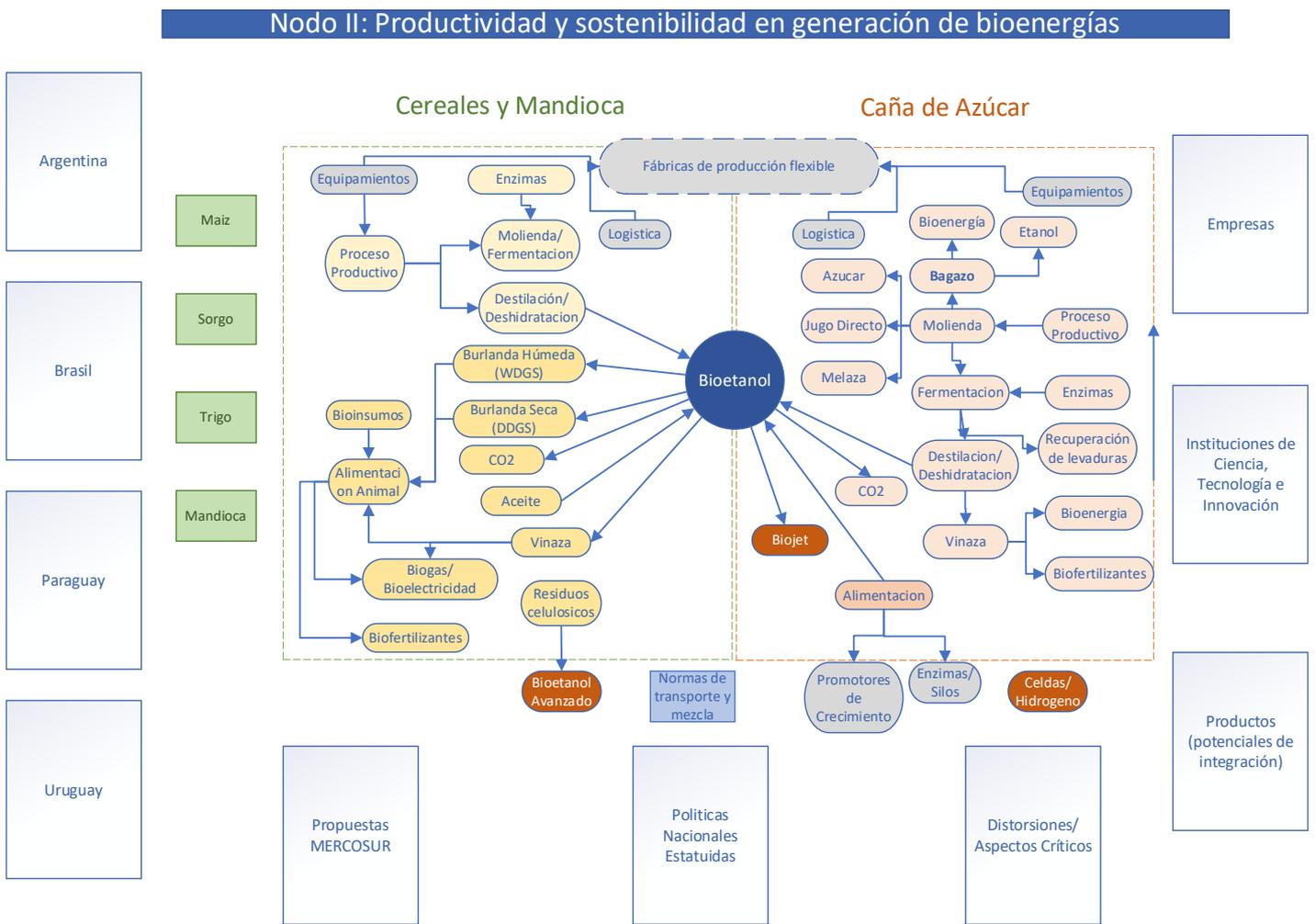
Con diversidad temporal, todos los países del Mercosur han sentado tempranamente las bases para la transformación de algunas biomásas en energía y en particular en bioetanol (destinado a uso como combustible puro o como mezcla de las naftas²⁶ convencionales).

El bioetanol es un alcohol etílico derivado de un proceso de fermentación de materias primas de alto contenido de azúcar (como la caña de azúcar o la remolacha azucarera), de cereales (como el maíz o el trigo) y de productos ligno-celulósicos derivados de diversas fuentes de biomasa. En este último caso se lo considera como avanzados, dado que, según la Agencia de Energía de Estados Unidos (EPA) tienen mayor capacidad de descarbonización que los combustibles convencionales.

La Figura 4 indica (a la izquierda) los posibles orígenes de las biomásas básicas para su producción. Ilustra tanto para los casos de los cereales, como de la caña de azúcar, acerca de un proceso con múltiples subproductos y algunos desperdicios de indudable impacto ambiental. De allí deviene un concepto central: la completa y sustentable valorización comercial de la biomasa de la caña de azúcar y otras fuentes da lugar a complejos productivos que generan alimentos, energías y biomateriales.

²⁶ La palabra nafta y gasolina se utilizan indistintamente con el mismo significado.

Figura 4. Productividad y sostenibilidad en generación de bioenergías. Bioetanol



Fuente: Elaboración propia.

La producción de bioetanol con base en azúcares (de la caña o de la remolacha), es más sencilla respecto a los cereales, ya que implica una etapa menos en el proceso productivo, debido a que los azúcares están disponibles en la biomasa. En general, el proceso se basa en la extracción de los azúcares (por medio de la molienda), que pueden seguir directamente hacia la fermentación. Tras la fermentación, se destila el alcohol, así como en el caso de la producción basada en almidón.

La producción de bioetanol con base en caña de azúcar se puede realizar a partir de dos insumos: el jugo directo de caña y la melaza²⁷. En ocasiones, también puede utilizarse el azúcar

27 Al considerarse las ecuaciones químicas de la transformación de la sacarosa en bioetanol, resulta que 1 kg de azúcar permite, teóricamente, producir 0,684 litros de bioetanol anhidro. Si, en cambio, se utiliza melaza o miel agotada (subproducto de la producción de azúcar), se obtiene un resultado mucho menor. De esta manera, si el proceso productivo utiliza como insumo al jugo directo (lo cual incluye al azúcar), se pueden producir más de 80 litros de

ya industrializado para la producción de alcohol. Del proceso surgen además dos subproductos: el bagazo y la vinaza (ambos de variados usos industriales o energéticos).

En este circuito, y desde la perspectiva de operar con base en complejos integrados y sustentables, aparecen los siguientes aspectos críticos:

- La captura, consolidación y posterior uso (como materia prima energética o de alimentos para ganado) de los desechos, como hojas, tallos cortos, etc., derivados de pelar la caña de azúcar posterior a su corte. Ancestralmente, fue origen de quemas indiscriminadas con los consiguientes impactos negativos sobre la contaminación aérea. Los desarrollos biotecnológicos han permitido no solo atenuar o eliminar los impactos ambientales negativos, sino, además, agregar valor a los desechos. Estos, conocidos como residuos agrícolas de cosecha (RAC), también pueden ser utilizados para generar vapor y bioelectricidad, destinados a los procesos productivos o como excedentes a ser inyectados en la red;
- Los umbrales de capital mínimo para sustentar inversiones en varias aplicaciones industriales de los subproductos;
- La flexibilidad de instalaciones en dos direcciones: i) de rápido redireccionamiento de la materia prima para azúcar o alcohol en función de los precios relativos de ambos; ii) la complementación con abastecimiento de otras biomásas (por caso el maíz) en lapsos donde la biomasa azucarera está ausente por motivos estacionales²⁸;
- La valorización económica de un desperdicio de grandes volúmenes y marcado impacto ambiental como es la vinaza. Varios ingenios azucareros de la región cuentan con tecnologías de aplicación como combustibles para cogenerar vapor y posterior electricidad. Similares consideraciones pueden efectuarse sobre la recaptura de vapor que se genera en el proceso (y que en algunos casos retornan a la cogeneración de energía);
- Los problemas de ajustes en la gestión cotidiana de múltiples actividades que devienen de una misma materia prima (la caña de azúcar), pero que tienen lapsos de duración, tiempos de transformación, posibilidades de uso y valorización económica marcadamente distintos.

bioetanol por tonelada de caña; si lo que se utiliza es la melaza agotada, se producen solo unos 12 litros por tonelada de caña procesada (el resto del producto se utilizó para el azúcar).

28 Una reciente innovación tecnológica permite readaptar plantas de bioetanol con base en caña de azúcar para que puedan operar de manera flexible incorporando otras materias primas (como el maíz), de forma de contar con insumos para seguir operando en contra-zafra.

En el caso de los cereales, la tecnología de conversión comienza, generalmente, con la selección, la limpieza y la molienda del grano. La molienda puede ser húmeda, cuando el grano está embebido y fraccionado antes de la conversión del almidón en, o seca, cuando eso se realiza durante el proceso de conversión. En ambas, el almidón se convierte en azúcares mediante un proceso enzimático a altas temperaturas. Los azúcares liberados son fermentados con levaduras y el alcohol resultante sufre destilación para la purificación del bioetanol.

En el caso del maíz (cereal más utilizado en la producción de este tipo de biocombustible), con una tonelada pueden producirse bioetanol, burlanda para alimentación animal, aceite de maíz y recuperar CO₂ para diversas industrias. Además, quedan como rezagos vinaza²⁹ y otros subproductos menores. El principal producto es el alcohol anhidro, al que debe reducirse su contenido de agua para transformarse en etanol de uso como combustible³⁰. El principal subproducto es la burlanda, destinado a la dieta alimentaria de animales (con ventajas proteicas respecto del maíz molido o al pellet de soja), que sale del proceso con alta humedad, lo cual obliga a su consumo dentro de los 45 días³¹ o, como alternativa, puede pasar por un proceso de secado y convertirse en un producto almacenable tanto para consumo interno como para exportación. Los volúmenes de producción de burlanda y la relación peso/costo de transporte por tonelada aconseja su uso en establecimientos ganaderos cercanos (para *feed lot* o tambos). Si se opta por la primera de las alternativas, el tamaño del *feed lot* debe tener una escala mínima apreciable para absorber los volúmenes producidos (siempre sobre la base de estándares medios internacionales que no impidan eventuales exportaciones de etanol). En relación con el otro subproducto mencionado, la captura de CO₂ para su uso en bebidas carbonadas demanda ciertas escalas mínimas y compite con un, generalmente, concentrado y bien abastecido mercado cuyo insumo es de origen fósil.

Los temas críticos en este caso son los siguientes:

- Los umbrales mínimos de inversión necesarios para establecer complejos integrados, que al menos permitan explotar plenamente la colocación de burlanda; la cercanía de estos demandantes y la referente al abastecimiento de la materia prima (maíz) son esenciales en la ecuación económica;

29 La vinaza, que tiene de 30 % a 35 % de proteínas solubles, puede mezclarse con los granos destilados o utilizarse para la generación de biogás (IICA, 2021).

30 Brasil utiliza también el etanol hidratado como biocombustible como alternativa para los motores *flex fuel*. Los consumidores pueden optar por utilizar las mezclas o bien el etanol hidratado que también está disponible en las estaciones proveedoras de combustibles.

31 La franja de tiempo de uso de burlanda húmeda depende, entre otras razones, de las condiciones de humedad, temperatura, almacenamiento.

- El acceso a fuentes de energía (gas u otras biomásas) para el proceso central de *cracking* (procesamiento) del maíz. En una pequeña proporción ello es compensado, si se cumplimenta la captura y valorización de varios subproductos, por la autoproducción de energía (usando vinaza como alimentación en el circuito vapor-electricidad);
- La dependencia de algunos insumos e infraestructuras críticas (por caso capacidad de almacenamiento de granos);
- Los problemas propios de coordinación productiva derivados de plantas multiproductos con distintos ciclos temporales de producción a lo largo del año.

Una característica de este tipo de oferta es la marcada dependencia de la disponibilidad temporal de la materia prima. Frente a ello se han desarrollado tecnologías y modelos de negocios que combinan el abastecimiento de biomásas de diversas procedencias (maíz, sorgo, caña de azúcar) a lo largo del año de manera de mantener aceptables grados de ocupación de la capacidad instalada y estabilizar los suministros del producto final.

La tercera alternativa es a partir de material ligno-celulósico, produciendo bioetanol avanzado. Este tipo de producción implica procesos previos más complejos antes de llegar a la fermentación, lo que encarece el proceso productivo. A pesar de que se encuentra en etapa de investigación, ya hay plantas pilotos (y las primeras comerciales) que cuentan con la tecnología para su producción. El agente de transformación es un conjunto de bacterias y enzimas que, previo a su aislamiento, son “mejoradas” biotecnológicamente para aumentar su tasa de reproducción (en reactores que contienen la biomasa con lignina) y tornar más eficiente el proceso.

iii) Productividad y sostenibilidad en generación de bioenergías (biodiésel)

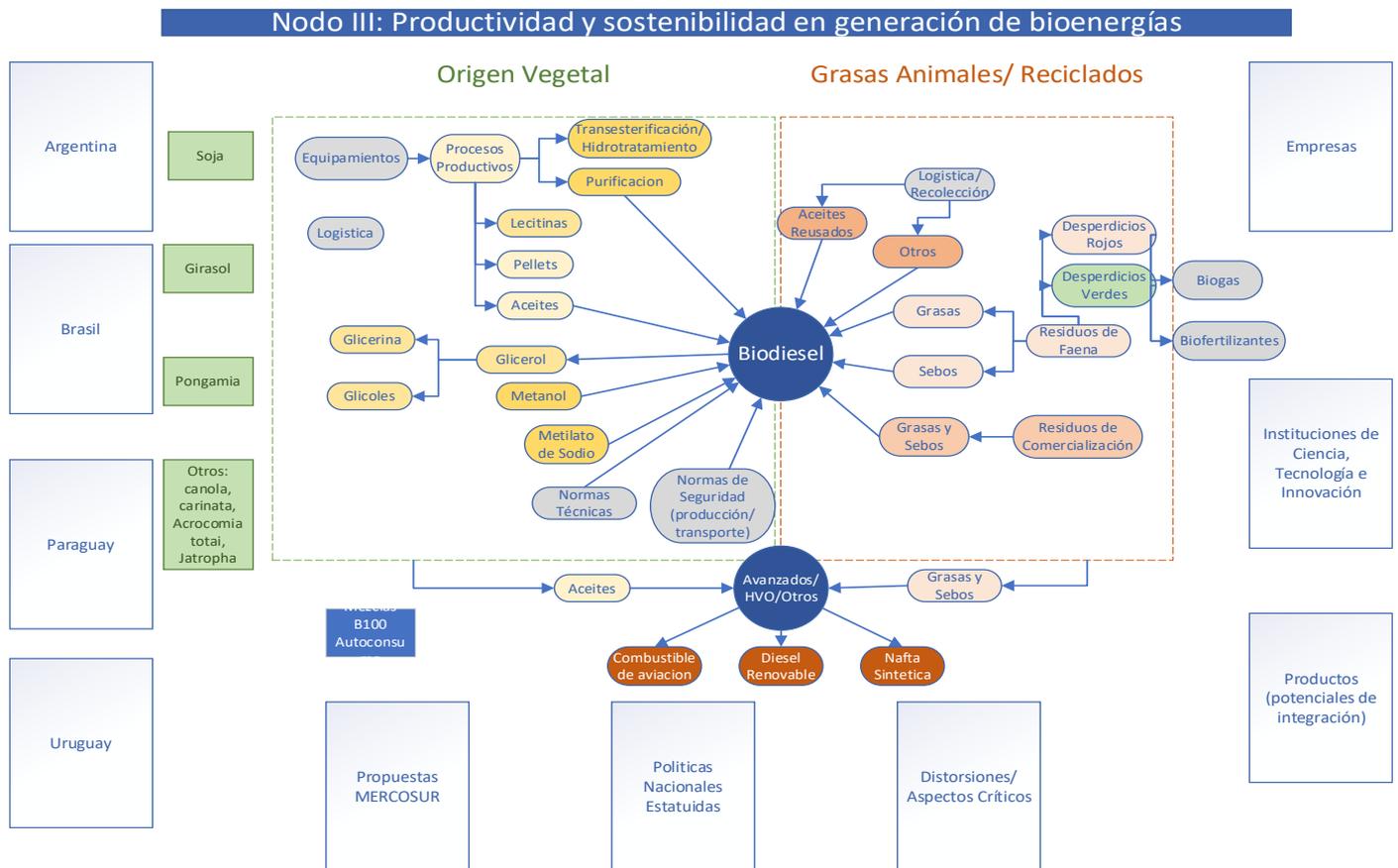
Se define, genéricamente, al biodiésel como toda mezcla de ésteres metílico o etílico de ácidos grasos de origen biológico que tenga por destino el uso como combustible. El biodiésel es sucedáneo del gasoil, se utiliza en mezclas con el gasoil de origen fósil y se produce mediante un proceso químico llamado transesterificación, a partir de la modificación de aceites vegetales o grasas animales.

Los principales insumos utilizados en la producción de biodiésel son aceite de soja, de palma y de colza y, más recientemente, se introdujeron la carinata y otros cultivos perennes (*Jatropha*, *Pongamia*, etc.) que tienen la ventaja de no competir con la producción de alimentos. Otras alternativas son grasas y sebos derivados de la industria frigorífica y el uso de aceites reciclados. En estos casos, y a diferencia del aceite de las molindas de las oleaginosas, se torna necesario contar con una red de captura de la biomasa reciclable y una estandarización de las múltiples fuentes de materia prima.

Para los países del Mercosur, la fuente de biomasa por excelencia es el aceite de soja, asociado a la relevancia de este cultivo y la existencia de fuertes capacidades de molienda (cuyo principal producto es el pellet de harina de soja y cuyo subproducto de menor volumen con necesidad de colocación valorizada para mejorar la ecuación económica es el aceite crudo).

En el proceso productivo, el aceite se filtra y reacciona con un catalizador base y con un alcohol liviano anhidro (usualmente, el metanol), del cual surge un éster que luego deberá purificarse para convertirse en biodiésel. Existen innovaciones para que en procesos posteriores se mejoren patrones de viscosidad y estabilidad, a la vez que se reducen monoglicéridos, utilizando como base del proceso bacterias recombinadas. De dicho proceso surgen subproductos como el glicerol y ácidos grasos, que, en el primer caso, luego de un proceso de refinado, se convierte en glicerina. La glicerina es un producto de amplio uso cosmético, sanitario y puede reprocesarse como base de producciones de diversos glicoles (propilenglicol, etilenglicol, etc.) que amplían sus posibilidades de usos industriales. Otra opción es utilizar el glicerol en calderas para producir vapor que impulsan turbinas generadoras de termoelectricidad.

Figura 5. Productividad y sostenibilidad en la generación de bioenergías. Biodiésel



Fuente: elaboración propia.

Otra ruta productiva son los procesos avanzados de procesamiento (*cracking*) de las biomásas (aceites o grasas y sebos) usando conceptos similares a los de industria petroquímica (por caso, HVO³²). Demandando umbrales técnicos y económicos de otro rango, no se trata de valorizar un subproducto secundario como en el caso previo, sino de establecer una industria oleo-química de gran escala. Las posibilidades de manipulación de los procesos químicos dan lugar a la obtención de productos similares a los de origen fósil, pero con mayor rango de mercado. Así es posible el desarrollo de diésel renovable (similar al diésel fósil y al biodiésel convencional), combustibles para aviación (sujeto a bajas temperaturas), grandes motores a explosión para barcos de gran calado (sujeto a altas presiones) e incluso naftas muy similares a las de origen fósil (naftas artificiales). En todos estos casos, a la complejidad de los nuevos procesos se contrapone el hecho de que estos biocombustibles de usos específicos son similares a los de origen fósil y, por lo tanto, no requieren mayores cambios en los motores preexistentes (*drop in*) ni en las logísticas de transporte y abastecimiento.

Dependiendo del grado de altura innovativa en que las diversas rutas productivas sean desarrolladas para los diversos biocombustibles, existen puntos críticos en el desarrollo de estas nuevas actividades:

- Respecto de las materias primas que se utilizan, habitualmente es necesario establecer una red de captura, consolidación y homogenización de calidades, contenidos y formatos. La base de estas dificultades radica tanto en la variabilidad de los procesos de transformación, la dispersión de las “cuencas” de abastecimiento, su disponibilidad temporal dados los ciclos productivos como en los costos de sus transportes (especialmente, si la biomasa proviene de productores de aceites a baja escala o de su reciclado industrial);
- La definición de normas operativas referidas a procesos de producción, transporte, almacenamiento, mezclado y venta al público aparecen en los primeros planos de las agendas de las políticas sectoriales. En similar dirección operan las definiciones técnicas precisas de contenidos de los productos (especificaciones de calidad), sus impactos (especialmente, ambientales) de uso, otras cuestiones asociadas con la seguridad e inocuidad sanitaria. Se destacan, además, los habituales conflictos de jurisdicción de generación, aplicación y control de estas normas, especialmente recordando que las regulaciones previas se asocian con los combustibles fósiles y estos, en varios países, son de propiedad estatal (lo cual suma las consabidas

³² Aceite vegetal hidrotratado, por sus iniciales en inglés.

tensiones entre los niveles gubernamentales centrales y las instancias regionales/estaduales/provinciales);

- En los casos donde los procesos correspondan a biocombustibles elaborados a partir de la tecnología HVO, existen elevadas barreras técnicas y económicas, dado que se trata de circuitos técnicos y complejos productivos y comerciales diferenciados de los preexistentes. La relevancia de estas restricciones tiene como espejo demandas potencialmente cuantiosas (como lo son el uso en aviación o transporte marítimo).

iv) Productividad y sostenibilidad en la producción de biopolímeros

Los nuevos materiales conforman uno de los ejes centrales del desarrollo futuro de la bioeconomía. Se trata de reemplazar un gran número de materiales de origen fósil largamente estatuidos en su uso, basados en tecnologías probadas, producidos y distribuidos a gran escala (con costos y precios descendentes) y que llegan al consumo final a través de una larga serie de encadenamientos posteriores a la producción, con base en una gran cantidad de activos complementarios (infraestructuras físicas³³). Una rama está conformada por la metalurgia y sus aleaciones y otra, por los derivados de la petroquímica. Ambas comparten dos grandes problemas en materia de sostenibilidad: i) el uso intensivo de combustibles fósiles para sus procesos productivos, con el consecuente impacto en el calentamiento global; y ii) la no degradación y retorno a la naturaleza de los recursos en escalas temporales humanas. La alternativa es el desarrollo de materiales sustitutos (los bioplásticos) que, sin atentar manifiestamente sobre las condiciones de uso, cumplan con dos requisitos: el reemplazo de la materia prima fósil por otra renovable y su reincorporación (post uso) a la naturaleza en lapsos breves.

La Figura 6 ilustra sobre la multiplicidad de rutas productivas (condicionantes tecnológicas) y variantes de mercado (condicionantes económicas y regulatorias), que son las grandes temáticas que limitan por el momento el uso masivo de estos biomateriales.

Desde las perspectivas y condicionantes tecnológicas el punto de partida es la existencia de una gran cantidad de biomásas que (a nivel teórico y de laboratorio) pueden ser el punto de partida de estas producciones. A diferencia de la petroquímica actual, que reconoce el *cracking* del petróleo (o el uso del gas natural) como la fuente principal de materia prima, los bioplásticos (como se ilustra en la figura) pueden abastecerse de derivados de las principales agriculturas

³³ Definimos a los activos complementarios como los requeridos para derivar valor a partir de una inversión primaria. Se refieren a las infraestructuras comunes (energía, seguridad, administración, canales comerciales, distribución y logística y toda etapa previa o posterior) a la establecida por la nueva inversión.

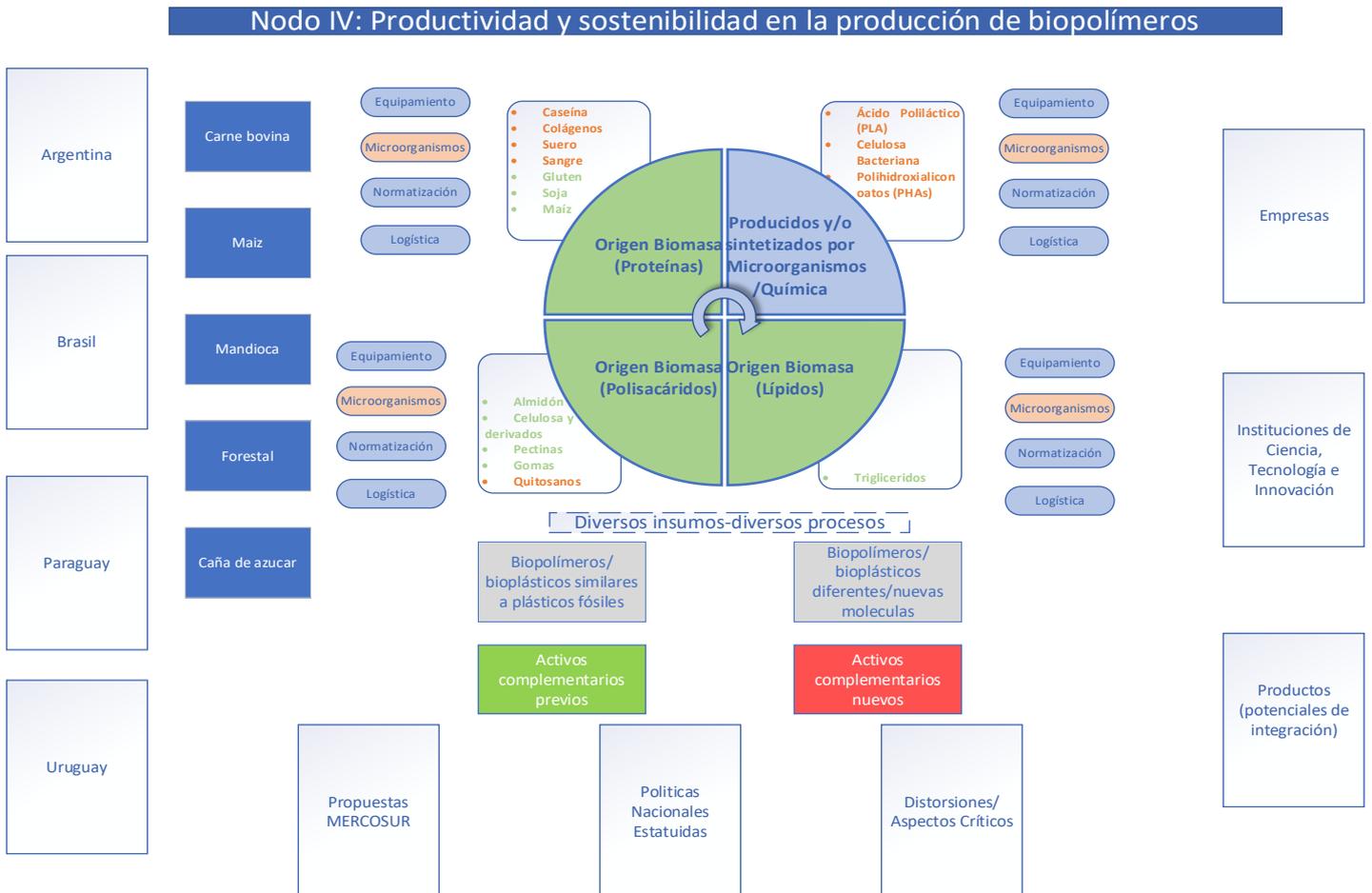
o ganaderías. Sobre esa base, y siempre en el marco de un panorama general, pueden identificarse cuatro grandes rutas técnicas (con sus respectivas escalas, coproductos y desechos) referidas a la materia prima crítica derivada de las diversas biomazas, junto con otros componentes. En los tres primeros casos los orígenes de la biomasa son:

- Proteínas
- Polisacáridos
- Lípidos

En todos estos casos las bases químicas son generadas por la naturaleza no de manera pura, sino asociada con otros componentes.

Una cuarta alternativa es la producción, con base en biomazas diversas, de monómeros o polímeros específicos utilizando enzimas u otros microorganismos modificados genéticamente como transformadores. En este caso existe un proceso deliberado de producción, a diferencia de los anteriores donde las estructuras moleculares vienen dadas por la naturaleza.

Figura 6. Productividad y sostenibilidad en la producción de biopolímeros



Fuente: Elaboración propia.

En la figura precedente se ilustra, además, para cada una de las rutas técnicas, sobre los orígenes de las materias primas. Como es de esperar, en cada uno de los casos ello implica la consolidación de grandes cantidades de biomasa, su homogenización, transporte y logística. Todos estos temas son de gran importancia en la eficiencia productiva.

Finalmente cabe destacar que, así como en un extremo existen variadas fuentes de abastecimiento, en el otro extremo hay una gran diversidad de biopolímeros, entre los que se destacan los bioplásticos que se pueden producir (de acuerdo con su composición y características físicas y químicas). En suma, existen múltiples vías técnicas para una gran diversidad de productos finales, lo cual deja abiertas las opciones a diversas combinatorias para el desarrollo de casos concretos.

Desde la perspectiva económica y regulatoria, el pasaje comercialmente exitoso de la producción al consumo final de los bioplásticos necesita atravesar una serie de etapas posteriores de transformación física que pueden dar lugar a dificultades adicionales. En el caso de los productos de origen fósil se trata de insumos difundidos en el mercado que deben abastecer a extrusoras que ya cuentan con moldes de múltiples productos con variadas segmentaciones de mercados, protocolos de producción, canales de distribución y bocas de expendio al público; y, en muchos casos, referidos a productos masivos de muy bajo precio. En otro orden, para esos productos finales, existen normas de regulaciones técnicas referidas a calidades, composiciones químicas y otros requisitos para un adecuado uso por parte del consumidor.

A partir de estas consideraciones y teniendo *in mente* que los bioplásticos pretenden sustituir a insumos difundidos de uso masivo, metodológicamente, cabe distinguir dos categorías:

- **Bioplásticos altamente similares a los de origen fósil** que permiten, sin mayores cambios, el uso de las facilidades productivas preexistentes en los eslabones de transformación posteriores hasta llegar el producto final. Permiten, además, el uso de las redes de distribución y comercialización ya desarrolladas. En otros términos, en esta categoría de productos, se pueden utilizar sin mayores problemas los activos complementarios previos (suele denominárselos *drop in*);
- **Bioplásticos radicalmente diferentes a los plásticos convencionales**, que obligan a establecer nuevas facilidades productivas aguas abajo, con las consiguientes inversiones, procesos de ajustes y acceso/aceptación por parte de la demanda. En otros términos, en esta categoría de productos se torna necesario, además, desarrollar todo el circuito productivo y comercial hasta llegar al consumidor y requiere normas particulares propias de productos radicalmente diferentes a los existentes en el mercado. De esta manera, en estos casos, además de las complejidades tecnológicas,

existen barreras económicas al proceso de producción y difusión de los nuevos productos.

v) Productividad y sostenibilidad en la producción de bio-químicos

El desarrollo y consolidación a gran escala de la petroquímica (y de algunas metalurgias) dio como resultado el uso de una amplia gama de materiales asociados vía insumos con los recursos no renovables. Sus aplicaciones cubren una amplia gama de usos: van de los envases e insumos para la industria alimenticia (por caso el uso de plásticos en lugar del papel o de la quimosina natural por la obtenida por síntesis química) hasta materiales de uso cotidiano (las fibras sintéticas en telas en lugar del algodón). Un caso muy relevante es el uso de los principios activos farmo-químicos en lugar de los tradicionales componentes naturales en el campo de los cosméticos o medicamentos y reactivos destinados a mantener o restaurar la salud humana. Otro similar se refiere a los herbicidas e insecticidas de bases petroquímica. Explicado posiblemente por un conjunto de razones que integran precios, disponibilidad, simplicidad de manejo y uso y amplia aceptación de los usuarios, esta lógica de producción fue desplazando a una serie relevante de materiales básicos generados por la naturaleza (y de corte renovables).

Bajo el paradigma de la bioeconomía este conjunto de actividades reaparece en el escenario industrial a partir de los nuevos requerimientos ambientales, de las mejoras derivadas de la aplicación de las nuevas tecnologías en su aislamiento, selección y mejora productiva (especialmente, la biotecnología), de las demandas de los usuarios y de otras razones. En lo sustantivo, como se ilustra en la Figura 7, se trata de incorporar en la base industrial, de manera masiva y eficiente, materiales producidos por la naturaleza, posteriormente mejorados por tecnologías de proceso y producto en la fase de reproducción primaria y valorizados, transformaciones mediante, en las etapas industriales.

Sus orígenes provienen tanto de las producciones pecuarias como de las vegetales. En el primero de los casos, a modo de ejemplo, se encuentran los derivados de la faena bovina. Más allá de la carne para consumo, se destacan las gelatinas, el plasma y las proteínas de la sangre bovina o el suero como “materiales” de origen natural largamente mejorados por las tecnologías de reciente aparición de amplio uso industrial (como colorantes, insumos farmacéuticos y otras aplicaciones).

El reino vegetal es proveedor de una amplia gama de materiales, muchos de los cuales quedaron relegados comercialmente con la aparición de los homónimos de origen petroquímico. Los ejemplos son de múltiples aplicaciones: van desde las diversas fibras para el uso textil hasta los colorantes naturales; sin dejar de señalar la multiplicidad de principios activos usados por la industria farmacéutica o por las producciones de cosméticos.

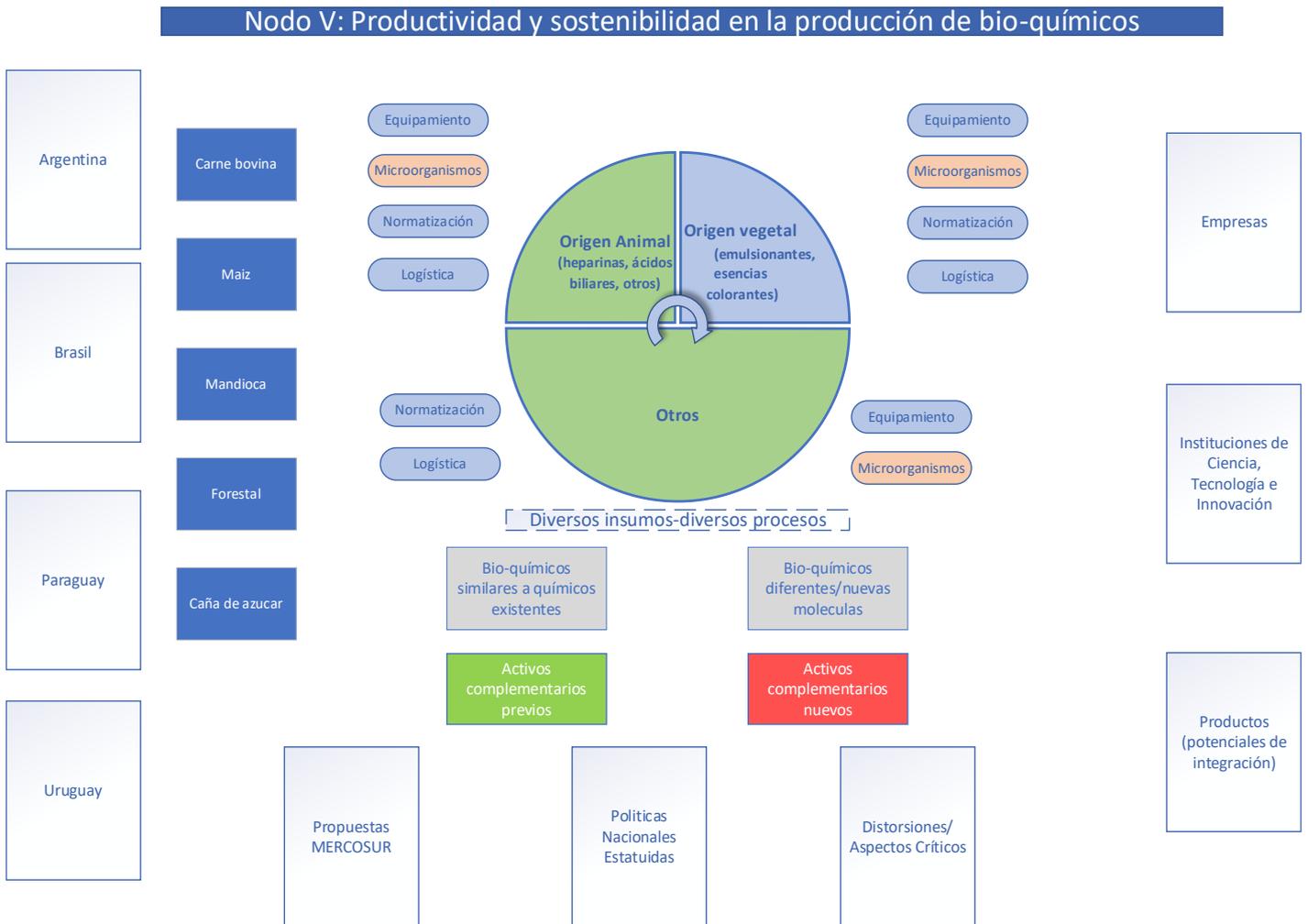
El retorno de estas fuentes de materias primas renovables radica no solo en las restricciones ambientales, sino que se sustentan en los potentes cambios tecnológicos derivados de las aplicaciones concretas de la moderna biotecnología, que acelera los procesos de selección y posterior mejora en la búsqueda de características específicas y, especialmente, de estabilidad en la composición y calidad de los componentes a lo largo del tiempo (tratando de reducir la variabilidad propia de los procesos naturales).

Destacando que, en este caso, las producciones agropecuarias cubren objetivos que exceden lo alimentario para convertirse en proveedores de insumos industriales, se torna altamente complejo identificar las diversas rutas productivas y aplicaciones concretas.

A diferencia del modelo de generación de materiales a través del *cracking* del petróleo y gas (donde de una única materia prima no renovable deriva un número acotado de intermedios químicos), estas fuentes renovables de abastecimiento de monómeros y polímeros tienen:

- Una multiplicidad de orígenes según las variedades de vegetales y razas de animales. Ello deriva en la posibilidad de desarrollar diversas rutas productivas (con las consiguientes demandas tecnológicas) y establecer ventajas competitivas en función de desarrollarse en ecosistemas específicos, de condiciones únicas y muy pocas posibilidades de réplica.
- Alta variabilidad en la composición técnica de los materiales. Ello deviene tanto de la genética inicial, como de los posteriores procesos productivos y su interacción con las condiciones ambientales, y demanda complejos desarrollos de logística, estandarización y acondicionamiento de ingentes masas de materias primas.
- Ciclos de producción que responden a los ritmos y evoluciones de la propia dinámica evolutiva de la naturaleza, lo cual deriva en la adaptación de los ritmos fabriles y la necesidad de complementaciones con otras actividades a lo largo del ciclo productivo. Más recientemente comienzan a modificarse microorganismos que alteran esta dinámica para convertir un sustrato en moléculas complejas de interés comercial, pero aún sin demasiada relevancia económica.

Figura 7. Productividad y sostenibilidad en la producción de bio-químicos



Fuente: Elaboración propia.

Estos rasgos particulares tienen como contrapartida la existencia de amplias posibilidades competitivas, dado que estas fuentes de abastecimiento de materiales generados por la naturaleza (intervención mediante de la tecnología) se asientan en ecosistemas específicos y de condiciones particulares que se convierten en una ventaja competitiva si son fácilmente extraíbles.

Completando el esquema analítico para el abordaje de las múltiples fuentes de abastecimiento, y con miras a evaluar la factibilidad de ingreso a mercados ya consolidados bajo la lógica del paradigma previo, cabe diferenciar nítidamente dos situaciones.

Por un lado, existen fuentes de origen renovable proveedoras de insumos similares a los de origen fósil, que permiten el uso de maquinarias, instalaciones y rutinas de funcionamiento ya instalados sin mayores modificaciones. En este caso, la barrera a la entrada es baja y los

reemplazos de mercado responden a cuestiones comerciales (relaciones precios/costos, logística de abastecimiento, etc.). Suele denominárselos *drop in*.

Por otro lado, existen otras alternativas donde los materiales de origen natural y renovable pueden solventar las necesidades del usuario final, pero por las disimilitudes de la materia prima (respecto de las usadas convencionalmente) se requieren maquinarias y equipos distintos. Establecer estos mercados implica sortear barreras al ingreso más elevadas, especialmente en lo referido a inversiones en activos fijos y desarrollo temporal de los procesos lógicos de aprendizajes de las nuevas rutinas productivas.

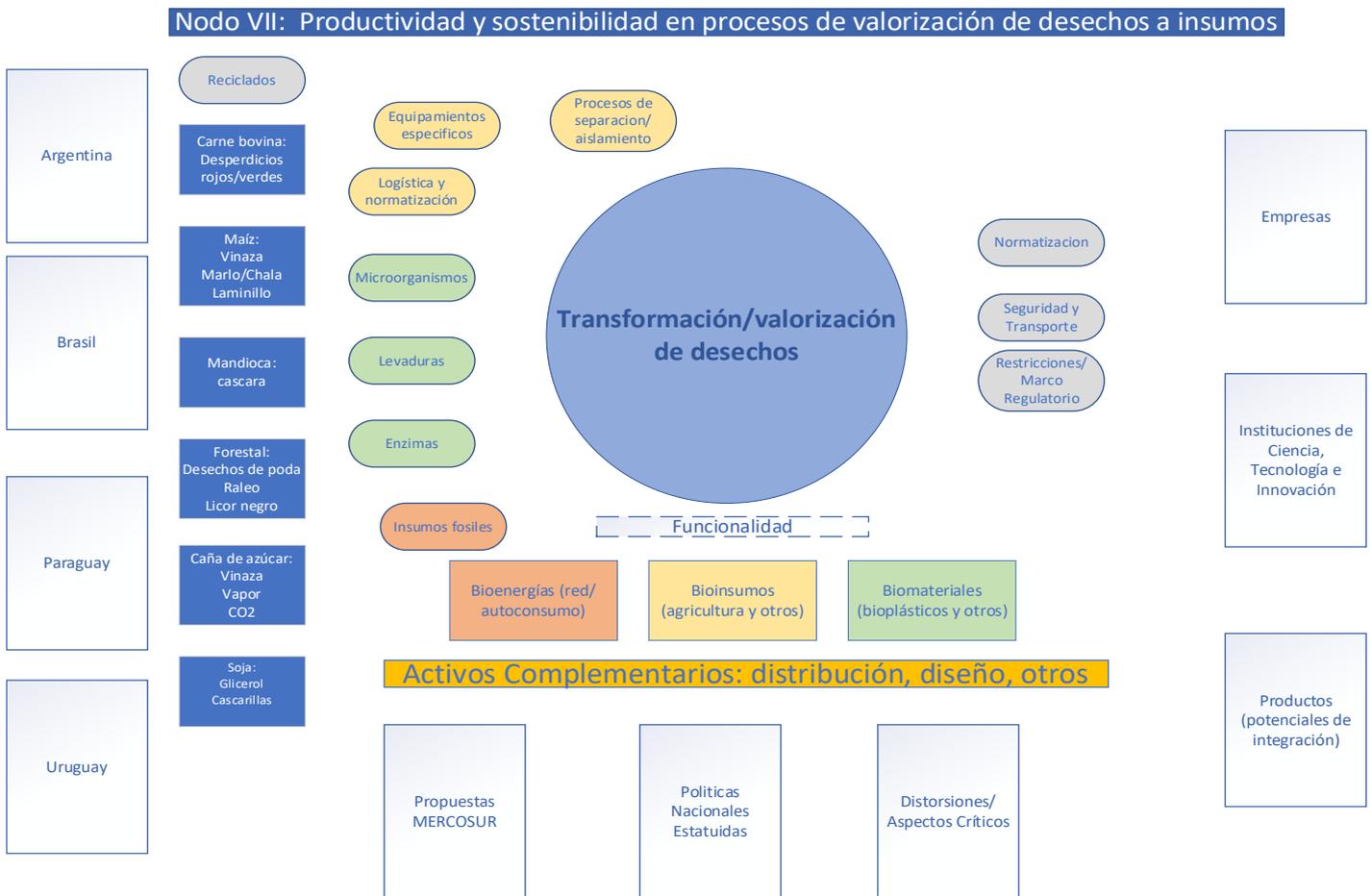
vi) Productividad y sostenibilidad en la transformación de subproductos y derivados

Uno de los ejes de la bioeconomía es la **valorización integral y sostenible de los subproductos**, derivados tanto de los procesos de generación de biomasa como de sus posteriores transformaciones por medios mecánicos, químicos, físicos o biológicos.

Por lo general, las decisiones económicas en las actividades que son objeto del presente trabajo se centran en los balances costos/beneficios de uno (o unos pocos) productos principales con mercados afines a la actividad relevante y sobre el cual centra la mayor parte de las operaciones. A modo de ejemplo, el eje comercial de la producción bovina es la carne y el principal mercado coligado es el de las múltiples preparaciones que de ella derivan. Sin embargo, de la faena también se obtienen varios subproductos (cueros, pelos, bilis, huesos, sangre, etc.) de indudable potencial económico, pero no necesariamente relacionados con los alimentos, sino con mercados específicos de insumos industriales.

La valorización de cada uno de los variados subproductos que emergen de las primeras etapas industriales de la biomasa requiere centrarse en aplicaciones funcionales muy específicas, a menudo sujetas a ciertas escalas mínimas y no siempre comunes y afines a los conocimientos del producto principal. Siguiendo el ejemplo previo, el uso de las proteínas derivadas de la sangre o de las heparinas para productos opoterápicos caen fuera del principal *expertise* de los operadores del mercado cárnico. La Figura 8 esquematiza estas alternativas de agregado de valor a los subproductos y derivados.

Figura 8. Productividad y sostenibilidad en la transformación de subproductos y derivados



Fuente: Elaboración propia.

Existe una multiplicidad de subproductos derivados de la obtención del producto principal, que plantean operativamente la necesidad de encontrarle una solución funcional (qué hacer con grandes o pequeños volúmenes, dónde almacenarlos, cómo tratarlos, etc.) y, un paso más allá, plantean mejorar la ecuación económica para evitar que el principal resultado no cargue con la totalidad de los costos de la materia prima. La lógica deseable es ubicar el producto principal y la totalidad de cada uno de los subproductos en el mejor mercado disponible con el mayor valor agregado posible a cada uno de ellos. No escapa a este análisis que la valorización de cada uno requiere de un set de tecnologías, equipamiento y conocimientos disponibles específicos, se optimiza a partir de diferentes escalas y opera en ciclos de negocios no siempre homogéneos. Todo lo anterior demanda una concepción integral y flexible de las diversas operaciones bioeconómicas.

Varios son los aspectos críticos (comunes a la mayoría de los casos) en el camino de valorizar subproductos desde la perspectiva integral sostenida desde el enfoque bioeconómico:

- El diseño de los procesos de captura de los subproductos, especialmente cuando estos están en la etapa de materia prima. Ello demanda, entre otros requisitos, i) disponibilidad de equipamiento específico de selección y, habitualmente, mantenimiento de las condiciones naturales (dado los procesos propios de degradación natural); ii) rutinas laborales particulares en los procedimientos de generación de los subproductos;
- La consolidación de volúmenes mínimos de subproductos, atento a las escalas requeridas para posteriores procesos de agregación de valor;
- La uniformidad de contenidos, calidades y el mantenimiento a lo largo del tiempo de flujos constantes de aprovisionamiento;
- La normatización (o estandarización) de los procesos productivos, comerciales y logísticos, como así mismo la exacta definición del subproducto, que sienten bases objetivas para su intercambio en el marco del funcionamiento habitual de los mercados.

Una buena parte del valor agregado diferencial, respecto de otras fuentes de materias primas, proviene de su contenido en materia de proteínas, colorantes, acelerantes, etc., de uso industrial difundido. En función de ello, un criterio ordenador (como se grafica, en el siguiente apartado, en la Figura 9) para evaluar posibles complementaciones radica en el criterio de funcionalidad de uso final.

Referido al tema bajo análisis, las posibilidades de reintegración, con base en el desarrollo y fortalecimiento de los nodos críticos de las redes de producción bioeconómicas, se identifican, tentativamente y a modo de ejemplo, las potencialidades de los mercados de las proteínas y otros insumos farmacéuticos, centrados en los aditivos a los alimentos y otras variadas materias primas industriales.

vii) Productividad y sostenibilidad en procesos de valorización de desechos a insumos

Habitualmente y en función de las diversas tecnologías utilizadas en la producción y posterior transformación de la biomasa, se genera una amplia serie de desechos que no solo (en el modelo inicial de negocios) carecen de valor comercial, sino que también (desde la perspectiva social centrada en la sostenibilidad) pueden tener considerables impactos ambientales negativos. El tema es importante dado que, a través de las alternativas de este nodo, la bioeconomía puede contribuir a las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC, por su sigla en inglés) de los países del Mercosur.

Frente a este problema, el paradigma de la bioeconomía, con base en los avances en materia de biotecnología e informática y de diversas regulaciones, tiene como epicentro la transformación de desechos (de valor económico negativo) en insumos productivos (de valor

económico positivo). O sea, revertir por partida doble los impactos ambientales. A ellos se los suele denominar enfoques de economía circular.

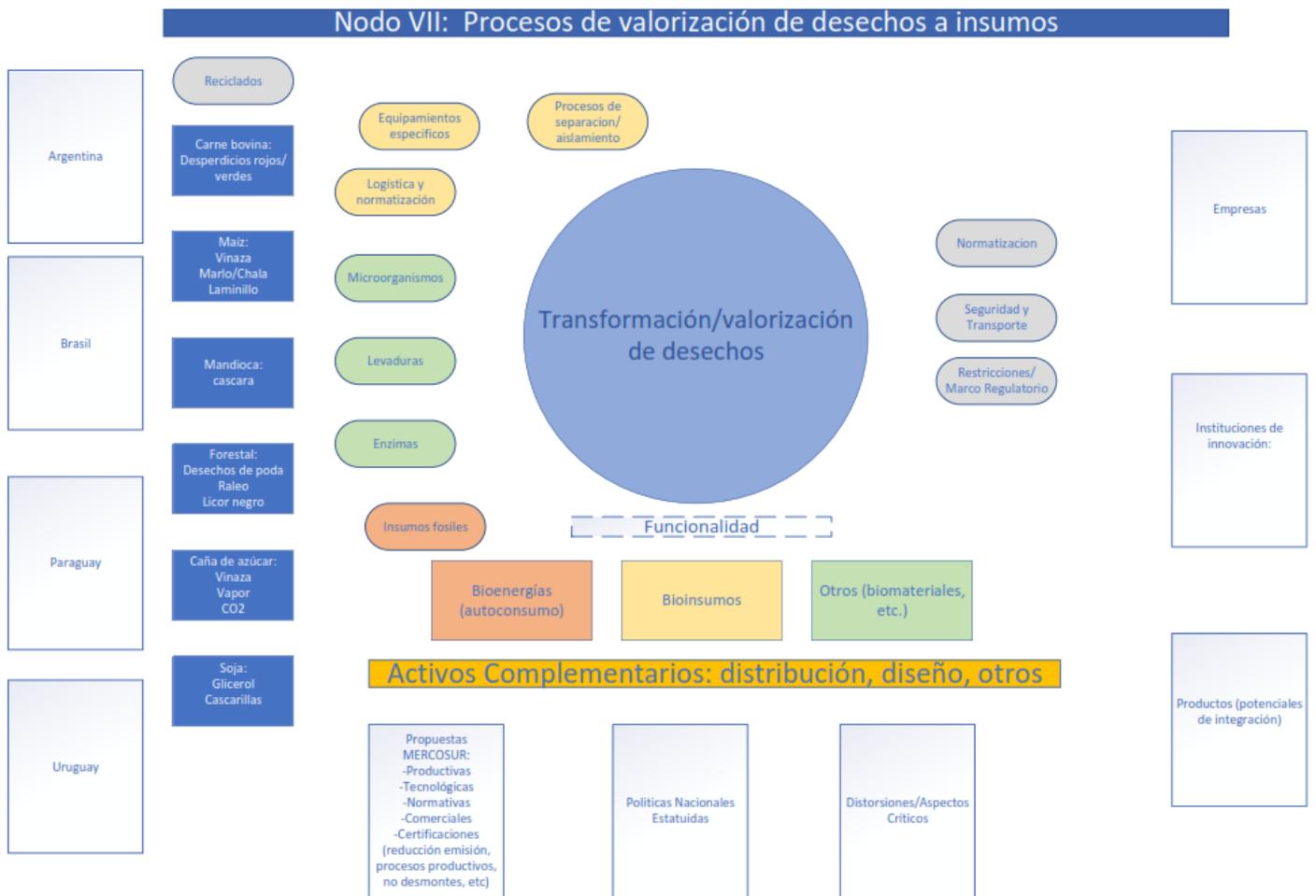
Como se ilustra en la Figura 9, si bien existe una multiplicidad de casos, según ecosistemas, actividades y formas de producción, puede identificarse una serie de rasgos comunes a estas biomasas:

- Se trata de grandes volúmenes de desperdicios sujetos a rápida degradación orgánica (deposiciones de animales en proceso de engorde intensivo, residuos de la vinificación, etc.);
- No cuentan con mercados organizados, generalmente;
- Su transporte está restringido no solo por los respectivos costos, sino también por la existencia de resguardos sanitarios;
- Contienen diversos componentes de (potencial) alto valor económico (por ejemplo, los contenidos de fósforo, nitrógeno y otros minerales en el caso de las excretas bovinas; o de ligninas en los desechos de poda; o de sacáridos/alcoholes en la vinaza) pasibles de valorización económica;
- Buena parte de estas (vía algún proceso de tratamiento industrial) derivan en insumos o productos relacionados con la actividad central (por ejemplo, la fermentación de los purines de cerdos genera gas metano que alimenta la generación de energía para calefacción o para ser usada como parte del propio proceso productivo y, además, deja un sustrato de bioabonos para ser empleado en los procesos agrícolas destinados a abastecer los alimentos a los cerdos).

Estas características inducen, en gran medida, al desarrollo de actividades complementarias próximas a las fuentes de generación del desperdicio, altamente relacionadas con la operatoria central de la actividad y generadoras de circuitos cerrados (y sustentables) de producción.

Adicionalmente, y desde la perspectiva analítico/metodológica, tal diversidad de insumos, vías de producción y productos finales ameritan ser analizadas en función de sus aplicaciones finales. La Figura 9 ilustra, en ese sentido, algunos resultados.

Figura 9. Productividad y sostenibilidad en procesos de valorización de desechos a insumos



Fuente: Elaboración propia.

En ese sentido, las rutas productivas más habituales son las siguientes:

- La puesta en marcha de reactores (de variadas escalas) alimentados con diversas biomásas rápidamente fermentables, que, aun conteniendo bacterias metaneras, son corregidas y complementadas en sus procesos de evolución, a fin de hacer eficiente la generación de gas metano. Dicho gas, en un paso posterior y según cada caso particular, se aplica a la termo-generación de energía para autoconsumo. Cuando las materias primas permiten su almacenaje y transporte, la tendencia es hacia la construcción de facilidades energéticas de mediano porte, con el objetivo explícito de venta de energía a los sistemas interconectados comerciales.
- En ambos casos (autoconsumo o venta a mercado), estos desarrollos energéticos arrojan como subproducto una variada gama de fertilizantes que son reutilizados para su autoconsumo o bien ingresan al respetivo mercado en clara competencia con aquellos de origen fósil.

- Otra alternativa es la reutilización de los desperdicios como materia prima para nuevos productos. A modo de ejemplo, las producciones madereras generan gran cantidad de recortes y otros desperdicios que, a partir de su compactación, adición de aglomerantes y prensado, son la base de tableros, molduras e incluso briquetas para calefacción.

En el marco de estas rutas de transformación de desperdicios con impactos ambientales en insumos y posteriormente en productos, en términos generales, aparecen a lo largo del proceso puntos críticos comunes a varias actividades:

- Una larga serie de temas relacionados con el aprovisionamiento de la materia prima (consolidación, nivelación de calidades para lograr estándares uniformes y sostenibles a lo largo del tiempo, transporte y almacenamiento, disponibilidad estable en cantidad y calidad a lo largo del tiempo, normas y estándares predefinidos para ser comercializados, etc.);
- Las capacidades de diseño de las plantas de transformación (almacenamientos, circuitos de alimentación de insumos, reactores, transporte y almacenamiento de gas metano generado, etc.), que más allá de contener equipos ya producidos en serie, por lo general, ameritan diseños particulares de cada emprendimiento;
- El suministro de bacterias y otros microorganismos encargados de los procesos biológicos de transformación, sus formas de alimentación y los modelos de seguimiento y ajuste, que determinarán la competitividad de la producción (frente a la alternativa de abastecimiento energético externo);
- Los modelos de regulación, en materia de precios sombra, seguridad, impuestos y otras reglas, de los mercados de las bioenergías (sea de uso comercial masivo o para autoconsumo).

A partir de estos criterios y abordajes metodológicos en la sección siguiente se examinan las posibilidades de integración de la bioeconomía entre los países miembros del Mercosur, particularmente en los nodos bioeconómicos seleccionados.



4

CAPÍTULO

**La bioeconomía:
paradigma para
fortalecer la
integración de los
países del
Mercosur**

CAPÍTULO 4

La bioeconomía: paradigma para fortalecer la integración de los países del Mercosur

Capítulo 4 - La bioeconomía: paradigma para fortalecer la integración de los países del Mercosur

4.1. Introducción

Las economías de los países del Mercosur tienen una gran cantidad de sectores basados en procesos biológicos. Ello refiere a aquellas actividades ancladas en el uso del suelo (agriculturas y ganaderías proveedoras de insumos o productos frescos para el consumo, producciones de diversas fibras y forestaciones destinadas a abastecer de insumos para una amplia gama de biomateriales) como también a otras relacionadas con el restablecimiento o conservación de la salud humana, animal o vegetal (medicamentos, reactivos, vacunas, etc.).

Con distintas intensidades, variedades y despliegues en los mercados externos, ambos perfiles comparten algunos rasgos: i) en su mayoría son actividades para las cuales existen soportes de ecosistemas favorables, pero los bienes finales no están siendo producidos; como tales, *stricto sensu* no son recursos naturales disponibles, sino posibilidades solo valorizables mediante una actividad productiva³⁴; ii) el aprovechamiento de esas condiciones favorables depende de algunos temas críticos (como el control/mejoramiento de la genética vegetal y animal; el dominio de los procesos primarios de producción; la construcción a lo largo del tiempo de rutinas productivas, comerciales y de logísticas; y las capacidades empresarias de posterior transformación industrial); iii) históricamente, y para cada conjunto de actividades, (agricultura, ganadería, molinería, servicios de salud, medicamentos y otros casos), los países han desarrollado capacidades científicas y posteriores aplicaciones tecnológicas como respuesta a necesidades particulares; y iv) el desarrollo inicial y posterior consolidación de ingentes capacidades productivas, infraestructuras comunes y rutinas de funcionamiento, que sientan las bases para el intercambio regional y mundial. Una mención especial recae sobre la estandarización de normas de productos, procesos, almacenamiento y distribución ya establecidas en los mercados de alimentos, medicamentos, materiales y energías de corte biológico.

Todo esto conforma un conjunto de activos sociales que, como se mencionó en las secciones iniciales, se encontraban organizados por sectores/mercados (o, en algunos casos, en cadenas productivas) no siempre interconectados. A modo de ejemplo, en la esfera de la salud humana y como respuesta a patologías particulares, se fueron desarrollando capacidades científicas y tecnologías todas con eje en la biología y, en paralelo, algo similar ocurrió en el campo de

³⁴ A diferencia de lo que acontece en los casos de los minerales o el petróleo, no existen yacimientos de soja, maíz y bovinos, sino precondiciones para su producción.

agricultura y la ganadería respecto de la genética vegetal bajo el objetivo de proveer alimentos. En simultáneo, en algunas industrias, como la de los materiales, tempranamente se avanzó en aplicar la biología como soporte tecnológico y productivo. Pero, a pesar de una matriz biológica compartida, no se integraron como actividades productivas.

La moderna biotecnología cambia radicalmente esta perspectiva: el avance científico sobre el ADN y el desarrollo de un conjunto de tecnologías de proceso (secuenciación, clonación, edición génica) sientan las bases para establecer plataformas comunes a múltiples actividades. Teniendo *in mente* que el paradigma bioeconómico se encuentra en plena evolución, la mayoría de los avances previos constituyen un punto de partida altamente competitivo. Estos temas, son resignificados a partir de la creciente aplicación de la moderna biotecnología a lo largo de una multiplicidad de actividades tradicionales y de otras nuevas, como: i) la aplicación de principios básicos/herramientas/procesos generados en algunas actividades particulares y rápidamente adaptadas/extrapoladas a otras varias (o sea, los avances del pasado generan las bases para el desarrollo de nuevas plataformas biotecnológicas comunes); ii) la tendencia a conformar redes de complejos productivos que comparten infraestructuras comunes; y iii) los activos complementarios preexistentes, donde los conocimientos previos se revalorizan y se ensamblan en formas de organizaciones reticulares desdibujando la noción de sector. Retomando el ejemplo previo, se tiende a una salud única, en la cual se usan técnicas comunes para desafíos concretos.

A estas acumulaciones de conocimientos y facilidades productivas críticas para la consolidación de la bioeconomía, especialmente en espacios ampliados, se suman otros de incipiente o potencial desarrollo (por ejemplo, los mercados de las enzimas, levaduras y otros microorganismos recombinados o de los servicios de secuenciación y análisis génicos). En tal caso, su rol crítico se amplía ante la necesidad de definir taxativamente el producto o los servicios, establecer el mejor camino productivo, montar las facilidades productivas, etc. En similar dirección otros desafíos están centrados en desarrollos en ingeniería de biosistemas que buscan operar unidades de producción industrial, usando microorganismos manipulados (biología sintética). Su uso a escala, utilizando biotecnología avanzada (biotecnología industrial avanzada), sigue siendo un importante desafío en desarrollo.

Aplicados los criterios generales de selección mencionados, se establecieron 7 nodos críticos con productos o procesos alternativos sensibles, como las áreas potenciales sobre las que se deberían focalizar los diseños futuros en materia de políticas de integración del Mercosur. La complejidad, el espacio y la concurrencia de empresas e instituciones de I+D tornan aconsejable, en pro de la comprensión y la facilidad de presentación, concentrarlas en cuatro grandes categorías, manteniendo los temas particulares. En lo que sigue, se pasa revista a algunos rasgos estructurales —existencia de empresas, instituciones de I+D que trabajan en

estos temas, referentes, etc.— que son el resultado tanto de la acumulación previa de antecedentes a la que se hizo mención, como nuevos desarrollos claramente focalizados en el nuevo paradigma.

4.2. Análisis general de los nodos críticos de las principales redes agroindustriales

4.2.1. Estructura empresarial e institucional y su funcionamiento

Argentina

La relevancia que tienen las actividades agroindustriales y sanitarias dentro del espectro productivo encuentra su sustento en la densidad de empresas, grupos de referencia e instituciones de I+D abocadas al tema³⁵.

En materia de genética vegetal y animal, la base radica en empresas privadas (semilleros, fitomejoradores y cabañas de reproductores especialmente bovinos) de larga data, que se reorientaron al uso de técnicas provenientes de las modernas plataformas biotecnológicas. Similar perfil anima a la oferta privada en materia de sanidad animal, donde los núcleos empresarios se emparentan con vacunas para prevenir epizootias masivas (aftosa y otras) y otras patologías ganaderas convencionales.

Este perfil se complementa con desarrollos empresarios más recientes, sobre la base inicial de un número acotado de productos innovadores que sentaron las plataformas para la posterior ampliación de nuevos insumos biotecnológicos. Es paradigmático lo ocurrido con los inoculantes: de la mano de la expansión sojera, un número muy acotado de empresas impulsó el uso de este biofertilizante. Un paso posterior fue la ampliación de cepas, presentaciones y servicios de “*pelletizado*” (como se analiza luego, a mitad de camino, se expandieron a Brasil y otros países vecinos) y finalmente ampliaron su complejo hacia otros mejoradores de la *performance* del bioma del suelo (solubilizadores de nutrientes, etc.). Similar conducta puede encontrarse en las técnicas de selección y reproducción animal, sexado de semen, fertilización in vitro y clonación, que devienen de nuevas empresas que se acoplan a la calidad génica lograda durante centurias por las vías convencionales. A ellos se agregan los tempranos desarrollos locales de nuevas rutinas de implantación (siembra directa, rotaciones, etc.), cuidados, almacenamientos/mantenimiento (silos bolsa, enzimas de control, descargas) y modelos de manejo integral de los ciclos agrícolas de secano, ganaderos de confinamiento y algunos modelos combinados (silvopastoriles; arroz/pacú; canola/frutas finas/apícolas, etc.).

³⁵ Fruto de este trabajo hay información ampliada sobre los temas mencionados disponible para ser consultada.

Con estos se completan los ítems centrales de bioenergías y eficiencia en los procesos de fotosíntesis donde Argentina opera con niveles similares a las mejores prácticas internacionales. En vistas a este presente y en función de los desarrollos en curso en la denominada agricultura/ganadería por ambiente, varios de estos nodos críticos concretos tienen alto potencial de integración.

La producción de biocombustibles y generación de energía eléctrica (para la red o el autoconsumo) cuentan con un activo importante de capacidades empresarias locales y multinacionales productoras y procesadoras de granos y aceites, que incorporaron esto a partir de nuevos marcos regulatorios que generaron los espacios de demanda y, en alguna medida, favorecidos por la presencia de grupos de I+D específicos en instituciones tradicionales. Se suma, además, en los diversos eslabones, la existencia de proveedores locales de equipos, que son derivaciones de la maduración de algunas capacidades metalmecánicas previas y de su adaptación local. Cabe señalar también la existencia de oferta de equipos y soluciones llave en mano de los líderes mundiales en equipamientos para bioenergías.

Menos densos son los desarrollos industriales de nuevos materiales, así como los procesos de transformación que implican el uso de microorganismos modificados. En estos productos la densidad de empresas se reduce a unos pocos casos, a la vez que en años recientes aumenta la presencia de desarrollos científicos, algunos a nivel de laboratorio y otros en proceso de escalado.

Completando la descripción de la estructura, el tratamiento de desechos y su transformación en insumos tienen cierto dinamismo en actividades particulares y como respuesta a problemas de larga data que formaban parte de las rutinas habituales de producción (como la quema de residuos de cosecha —ahora capturadas para energía—, la deposición de la vinaza —ahora destinada a generar vapor—, o de los desechos de las industrias lácteas —el suero como materia prima industrial— y cárnicas —la sangre y otros derivados de faena —acondicionados y transformados para usos industriales).

En suma, con distintas densidades, se cuenta con capacidades empresarias en los principales nodos críticos, capacidades científicas de respaldo y generación de nuevos desarrollos y un conjunto de referentes temáticos, anclados en instituciones estables, que conforman una mínima red de interacciones.

Brasil

Este país cuenta con una estructura productiva y de I+D, agropecuaria e industrial, con mayor amplitud y densidad respecto del resto de los países del Mercosur y con la presencia de una amplia biodiversidad asentada sobre múltiples ecosistemas. Una primera aproximación a los

perfiles de los nodos críticos indica una nutrida presencia de empresas y sus correlatos con instituciones, programas y grupos de referencia en la casi totalidad de los casos.

A nivel de la producción primaria, los cultivos anuales de secano (que dominan el panorama en los restantes países) son complementados por las producciones agroindustriales de la caña de azúcar, los cítricos y otras actividades que implican desarrollos concurrentes y cercanos de las etapas industriales. Algo similar ocurre con las ganaderías: más allá del perfil tropical de las explotaciones bovinas, el desarrollo aviar y porcino equilibra desde hace décadas la composición de carnes.

La eficiente transformación de energía se asienta sobre la presencia de un nutrido panorama de empresas locales y multinacionales. Al igual que en Argentina, están presentes tanto las grandes corporaciones de los bionegocios, como la nueva ola de firmas relacionadas con las agriculturas y ganaderías por ambientes. En el plano gubernamental se destaca la relevancia de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) que, con institutos o programas particulares y sobre temas específicos, es la contraparte del mundo empresario.

Un bloque de referencia es la potencia y densidad de desarrollo de los biocombustibles, especialmente el bioetanol de caña de azúcar, en el que los parámetros de competitividad son de clase internacional. El esquema gana en profundidad por el uso masivo y consolidado del bioetanol y los avances concretos en los biocombustibles de segunda generación. El sector está entrando en un ciclo de innovaciones radicales que incluye desafíos como: producción/uso de biogás/biometano, biocombustibles de aviación, hidrógeno, y, entre otras más, la captura y valorización de CO₂ (acrecentando la importancia del maíz y de la caña de azúcar como materia prima).

En ese sentido, los desarrollos en etanol “avanzado” demandaron grandes esfuerzos en la implementación de la producción a escala comercial. Ello generó un importante aprendizaje tecnológico en el que las empresas involucradas asumieron las oportunidades de construir nuevas plantas y, en consecuencia, expandir la producción de estos productos. Este desarrollo pionero conlleva importantes aprendizajes tecnológicos (en plantas industriales pioneras y disruptivas), a la vez que ilustra sobre el rol de las políticas públicas en materia de “construcción” de nuevas ofertas bioeconómicas (el etanol “avanzado” fue apoyado por un Programa —el PAISS— destinado a fomentar las innovaciones en el uso de la caña de azúcar).

En paralelo, la primigenia industria del biodiésel, basada en el aceite de soja, evidenció un desarrollo de escala local que rápidamente trascendió a los mercados globales. Sobre esta base a lo largo de las últimas décadas comenzaron a encararse los biodiésels de segunda generación (2G). Su principal reto es la incorporación de nuevas tecnologías, como HVO y sus correspondientes soportes industriales a gran escala. Ello permitiría entrar en mercados con

gran potencial de crecimiento, como el diésel renovable, el querosene de aviación y los combustibles para uso marítimo.

Por otra parte, Brasil ha avanzado en diversas aplicaciones científico-tecnológicas para el agregado de valor a la celulosa para la elaboración de diversos productos, tales como la nano-celulosa (de alto valor potencial) y otros bioproductos para la sustitución de plásticos de origen fósil³⁶.

En relación con los bioplásticos debe notarse que Braskem es uno de los mayores productores mundiales de bioplásticos con base en el desarrollo de un *bioplástico drop in* a partir de etanol.

Paraguay

En el marco de una economía que se encuentra en plena expansión, los temas bajo análisis están en la base de la competitividad de los sectores más dinámicos de la economía y de su futuro crecimiento. Ello refiere, en particular, a las producciones primarias de biomasa (producción de oleaginosas, cereales y carnes bovinas, entre otras). Adicionalmente, los aspectos energéticos y las aspiraciones para tornar más denso el tramado industrial son otros *drivers* de la bioeconomía en las primeras etapas industriales.

Una revisión del tramado empresarial que se desenvuelve en los diversos insumos que afectan la eficiencia fotosintética revela la existencia de un conjunto de empresas, locales y otros países del Mercosur, con acceso y dominio de las tecnologías críticas. En materia vegetal, están presentes las firmas líderes mundiales y regionales, más algunas locales. Matizados por los requerimientos de ecosistemas particulares —cercaos a la agricultura y ganaderías tropicales— se destacan, además, el dominio de genética y tecnologías de proceso referidas a cultivos específicos (por caso la centralidad de la mandioca y sus derivaciones industriales, o la estevia). Algo similar puede expresarse sobre las expansiones de la ganadería tropical de creciente escala e inserción internacional.

Un repaso del perfil empresarial revela: i) la existencia de una multiplicidad de empresas proveedoras brasileñas y argentinas (que integran por vías comerciales o de inversiones directas de facto al Mercosur), coexistiendo con firmas locales de cierta envergadura económica; ii) la existencia de una creciente trama de entidades o programas gubernamentales en áreas concretas de desarrollo de tecnologías asociadas con el paradigma bioeconómico; iii) la existencia de una red de referentes locales desarrollados durante las últimas décadas, compatibles con la expansión productiva. Dentro de estos cabe señalar a asociaciones de

³⁶ Entre otros se puede mencionar el caso de Stora Enso, que tiene una estrategia de reconversión hacia una empresa de biomateriales (<https://www.storaenso.com/en/products>).

productores y cooperativas de la comunidad (particularmente, la de raigambre menonita para la ganadería del Chaco y las cooperativas agrícolas especializadas en la producción, procesamiento y comercio de granos en la Región Oriental).

Temáticamente, se suma una marcada densidad de desarrollo en materia de biocombustibles. Se añaden, en los de primera generación, la disponibilidad de materias primas (derivadas de las oleaginosas y los cereales, a nivel de desarrollo en curso, y de otras fuentes, como la *pongamia*, la *carinata* o la *canola*). Resulta destacable la existencia de proyectos avanzados para la generación de otros de segunda generación (diésel sintético) y otros de industrialización forestal para papel. En similar dirección, y sobre la base de la relevancia forestal, varias empresas controlan y operan tecnologías de valorización de residuos para su conversión en insumos energéticos hogareños.

El tema, en cambio, no tiene mayor cobertura empresarial ni productiva cuando el encuadre corresponde a los bioplásticos. Son escasas las empresas que ofrecen este tipo de productos y sus actividades se refieren a productos de baja densidad técnica. En contrapartida, aparecen varios mandatos inductivos de consumo y diversas acciones con respecto a trabajos científicos sobre tecnologías en desarrollo o posibilidades de mercado. Algo más dinámico luce el uso de principios químicos naturales para cosmética y otros usos provenientes de plantas no habitualmente valorizados (y cerrada relación con las riquezas en diversidad de este país).

Uruguay

Aunando el menor tamaño relativo y una marcada especialización productiva con dominancia biológica, el perfil de posible profundización en el proceso de integración parece centrarse en temas aprendizajes previos y desarrollos focalizados con alto potencial futuro.

Partiendo de cuatro temas centrales (los desarrollos agrícolas recientes, la tradicional relevancia de la producción ganadera-frigorífica bovina, los complejos forestales-papeleros y la matriz energética), en el primero de los temas críticos (producciones de biomasa) resalta la presencia empresarial y el control de las mejores tecnologías en materia de genética ganadera y de algunos cultivos (trigo y arroz). Núcleos de productores (por ejemplo, FUCREA) son referentes en manejos productivos y se destacan los programas público-privados de biotecnología y de mejoramiento ganadero, con el INIA como actor destacado. Un tema de alto potencial de aprendizajes es el monitoreo de usos de suelo, donde las prácticas de manejo (rotaciones, prácticas culturales y otros) se complementan con el uso de bioinsumos y conforman una documentada experiencia analítica.

En la fase primaria e industrial de la cadena cárnica se producen gran cantidad de subproductos y residuos. Si bien actualmente se valoriza parte de estos, se considera que

existe potencial de generar nuevos productos de mayor valor agregado a partir de su valorización y soluciones más amigables con el ambiente (CEPAL, 2021).

Se destaca el avance a nivel nacional del sector de genética y genómica animal. En el área de vacunas veterinarias, Uruguay posee una larga historia de desarrollo de empresas nacionales e internacionales de biotecnología aplicada al sector ganadero (CEPAL, 2021).

La producción de biocombustibles está liderada por el sector público, en particular, la empresa ALUR que forma parte del grupo ANCAP. Para ella se contemplan diferentes fuentes de abastecimiento de origen vegetal y animal. Para la producción de bioetanol, ALUR cuenta con dos complejos agroindustriales ubicados en Paysandú y Bella Unión, con una capacidad de producción de 100 millones de litros al año a partir de sorgo BT y caña de azúcar. En la planta de Bella Unión, en particular, se da la producción y procesamiento de la caña de azúcar para la elaboración de azúcar y bioetanol, con objetivos principalmente sociales y de empleo local. La planta se autoabastece de energía eléctrica a partir del bagazo y el resto del residuo se utiliza para compost en el cultivo de caña. Para la producción de biodiésel, ALUR cuenta con dos complejos agroindustriales ubicados en Capurro y Paso de la Arena, con una capacidad de producción anual de 83 millones de litros. Las materias primas utilizadas son de origen vegetal (soja y canola), animal (sebo vacuno) o reciclado (aceite reciclado de hogares e industrias). El bioetanol y el biodiésel producidos por ALUR son suministrados principalmente a ANCAP para la mezcla en naftas y gasoil, respectivamente, y han logrado exportar una parte reducida de su producción.

Se identifica la necesidad de abrir mercados para la venta de biocombustibles, así como explorar las oportunidades para el desarrollo de hidrógeno verde, acompañando las tendencias globales y aprovechando las capacidades nacionales (instituciones sólidas y coordinadas y desarrollo avanzado de energías renovables). También se identifica potencial de mayor desarrollo de los biocombustibles de segunda y tercera generación, por ejemplo, a partir de convenios público-privados con empresas multinacionales de la industria alimenticia que operan en el país para la valorización de aceites reciclados. Asimismo, el desarrollo de *biojet* es aún muy reducido en Uruguay y se requiere realizar estudios de viabilidad y desarrollar planes de inversión en esta área (comunicación personal con Gerencia de ALUR).

Debido a factores como la escala y los costos industriales, la producción de biocombustibles a partir de cultivos no tiene en Uruguay un desarrollo importante (Pittaluga, 2020).

Una mención particular corresponde a los aprendizajes y desarrollos evolutivos seguidos por los complejos forestales-papeleros (en manos de dos empresas líderes mundiales). Ello va desde la clonación de especies, al tratamiento y reutilización de desperdicios con impacto ambiental (caso del licor negro como insumo energético) o el tratamiento de las aguas. De

acuerdo con Pittaluga (2020), la bioenergía se presenta como un viabilizador de proyectos, al aprovechar y valorizar los residuos que produce el sector forestal, pero no como su gran motor. La producción de biocombustibles sólidos de fácil almacenamiento a partir de residuos del procesamiento de la madera (pellets, briquetas y otras), se presenta como una oportunidad más clara, dada la tecnología disponible, el consumo creciente del mercado europeo y las proyecciones futuras de la demanda interna (Pittaluga, 2020).

Otro ámbito es la solución bioeconómica a la matriz energética. A diferencia de otras sociedades enfocadas en los biocombustibles derivados de subproductos oleaginosos, grasas de animales o maíz/caña de azúcar, en este caso la experiencia se centra en la dendroenergía.

En materia de bioplásticos, los desarrollos son menos evidentes y se identifica la necesidad de explorar la utilización de biomasa, por ejemplo, de cereales y oleaginosos, como materia prima para la producción de bioplásticos y otros bioproductos. En cuanto a los desarrollos científicos incipientes, se destaca el Centro Tecnológico del Plástico (CTplas), un consorcio que integra el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (FING-UdelaR), la Asociación Uruguaya de Industrias del Plástico (AUIP) y la Cámara de Industrias del Uruguay (CIU).

El panorama se completa con la presencia de varios grupos de expertos, interrelacionados entre sí y con el sector privado, que además tienen aceitados vínculos con los centros internacionales de referencias.

Perspectiva agregada para los países del Mercosur

Una somera descripción de la estructura empresarial, institucional y relacional de los nodos críticos seleccionados revela la existencia de algunos temas comunes para ser considerados en el diseño de las políticas públicas:

- Una marcada densidad empresarial en los temas críticos asociados con los esfuerzos en lograr mayor eficiencia en los procesos fotosintéticos; genética vegetal y animal son las áreas de mayor densidad; bioinsumos y manejo del bioma del suelo complementan lo anterior. Usando plataformas técnicas comunes, pero aplicadas a la solución de problemas particulares en términos de escalas, tipos de cultivos, niveles de integración vertical diferentes y perfiles de productores con distintos tamaños y formas de organización, se abren espacios de cooperación y desarrollos comunes.
- El mapa empresarial en la producción de biomasa revela la presencia de decenas de firmas en todos los países. En su operatoria sientan las bases de la integración. En la conformación de sus carteras de productos incluyen soluciones regionales y demandan en su funcionamiento condiciones comunes para operar (circulación de insumos, material genético, estándares de calidad, definición taxativa de contenidos, etc.). Se

considera que cualquier formulación de políticas de integración debe contemplar las estrategias y dinámicas de estas empresas, que además cuentan con extensas redes de comercialización y financiamiento.

- En todos los países, existe una serie de instituciones públicas de Ciencia y Tecnología que, aun siendo de larga data y matizadas con la lógica productiva del pasado, cuentan con programas particulares de desarrollo de ciertos cuellos de botella propios de los nodos seleccionados. En ese marco, y con respecto a temas concretos, existe una amplia gama de referentes temáticos que monitorean, trabajan y, en algunos, casos tienen derivaciones empresariales en estos temas.
- Tempranamente ingresaron los biocombustibles de primera generación matizando, desde distintas vías, la matriz energética (al respecto Brasil presenta desarrollos notables a nivel global). En todos los países, empresas, instituciones de I+D y hacedores de políticas públicas plantean y trabajan sobre la próxima generación de biocombustibles, pero solo unos pocos proyectos están en etapas de producción.
- Mucho menos densa en producción es la presencia de empresas en materia de biomateriales, especialmente en los diversos tipos de bioplásticos. En este caso existen variadas iniciativas, pero las realidades productivas son acotadas a productos sencillos y de bajo impacto. La excepción, y con ello el liderazgo, corresponde a algunas empresas de gran porte que operan en Brasil. Junto al tema anterior (biocombustibles de segunda generación) los bioplásticos se inscriben bajo el rótulo de mercados en formación, con altos potenciales para el desarrollo económico en toda la región.
- Finalmente, existen múltiples experiencias (algunas de real valía económica) en lo que se refiere al uso y valorización económica de desechos y subproductos menores. Temas como la vinaza, el glicerol, los desechos frigoríficos y lácteos, entre otros, han ido encontrando soluciones técnicas y rutinas que suman valor y reducen impactos ambientales. Dado la alta especificidad de los casos, y la fuerte tendencia de uso para la generación de insumos o bioenergías para autoconsumo, se abren amplias posibilidades para analizar las alternativas de transferencias de conocimientos y experiencias entre países.

Con esas bases productivas y tecnológicas, en el paso siguiente, siempre desde la perspectiva de fortalecimiento del Mercosur, se examinan la relevancia estratégica a futuro (y las existentes) y las posibilidades de complementación desde diferentes perspectivas que existen, a juicio de los consultores y otros expertos, en las áreas críticas seleccionadas.

4.2.2. Relevancia estratégica y oportunidades de complementación

Habiendo establecido la existencia de producciones y empresas (o bien proyectos en curso) y, en sentido opuesto, las mayores áreas de debilidad o directamente vacancias, el paso siguiente

apunta a establecer el rango de importancias y las chances de fortalecer o establecer producciones conjuntas, o por grupos de países, como objetivo de las futuras políticas. Se trata, cabe aclararlo, de un ejercicio de aproximación inicial no exento de subjetividad, pero útil para identificar, posteriormente, los escollos que impiden o retrasan su desarrollo. En la Tabla 5, y para cada uno de los países, se establece una escala de colores para asignar calificativos a la relevancia estratégica y las posibilidades de complementación para cada uno de los grandes rubros que componen los nodos seleccionados.

En una primera lectura de la intensidad de los colores de los diferentes nodos/productos, surge que tanto el potencial como los mayores desarrollos ya logrados corresponden a las diversas vías de **mejora de la generación de biomasa**. Cualquiera de los 7 subrubros de este nodo tiene un alto potencial de desarrollo, con base en los avances previos y a las dotaciones naturales de los ecosistemas. También relevantes, pero con menos potencial, se califica a los desarrollos que ya están en el mercado. Confrontando ambas perspectivas resulta evidente que existe una serie de dificultades que han limitado su desarrollo actual, entre otras, la consideración de que se trata de innovaciones recientes aún no maduras.

Tabla 5. Ordenamiento de la relevancia y posibilidades de complementación en los nodos críticos

Nodo	Producto	MERCOSUR																							
		Importancia Estratégica								Posibilidades de complementación															
		Potencial				En mercado				Abastecimiento materia prima				Producción				Tecnología				Activos complementarios			
A	B	U	P	A	B	U	P	A	B	U	P	A	B	U	P	A	B	U	P	A	B	U	P		
Eficiencia generación de biomasa	Genética de granos	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Clonación	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Inoculantes	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Bioinsumos	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Manejo sustentable	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Genética animal	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Sanidad animal	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Biocombustibles y otras energías	Etanol y biodiesel convencionales	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Biogás y biodiesel	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Biocombustibles avanzados: etanol, diesel renovable, jet fuels, HVO	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Energía eléctrica	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Biomateriales (bioplásticos + bioquímicos)	Bioplásticos drop in	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Bioplásticos non drop in, biotecnología/química	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Buildings blocks	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Nuevos buildings blocks (plataformas)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Especialidades (cosmética, nutrición)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Enzimas y otros microorganismos	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Opoterápicos	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Valoración de subproductos y desechos	Glicerol	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Lignina	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Vinaza	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Gas carbónico	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Residuos forestales	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

Notas:

<i>Muy relevante</i>	
<i>Relevante</i>	
<i>Poco relevante</i>	
<i>Neutro</i>	
<i>Sin información</i>	

Fuente: Elaboración propia.

En las alternativas de complementación se han mencionado los aspectos de cooperación en materia de tecnologías, especialmente en genética de granos. Las posibilidades de abastecimientos de las materias primas o insumos para las mejoras genéticas o modificaciones microbianas son complejas de aislar y manipular. Existen, además, complejas regulaciones referidas a los intercambios entre países de material génico o insumos biológicos (por razones que van desde el cuidado de los patrimonios nacionales hasta cuestiones de bioseguridad). En otro orden, climas y suelos propios de cada ecosistema reclaman soluciones biológicas particulares, no siempre comunes a varios países. De esta forma, a nivel productivo, rige cierta especialización adaptativa a las condiciones locales que reduce, en algunas actividades, la posibilidad de desarrollo conjunto. Pero complementariamente, y considerando que, a excepción de Uruguay, se trata de países con alta diversidad de ecosistemas (con su consecuente multiplicidad de producciones y dentro de estas modelos particulares de contemplarla), se puede pensar en inducir a que la oferta trate de contar con una amplia variedad de soluciones genéticas, sanitarias y de manejo integral, lo cual torna convenientes procesos de complementación, respecto de los productos terminados. Altamente valorada, en cambio, es la posibilidad de utilizar activos complementarios tales como los canales comerciales, la logística de distribución e incluso las marcas y otros intangibles.

Este panorama se reproduce en las **bioenergías**. Las de primera generación tienen una relevancia estratégica y similar presencia en el mercado, en función de su temprano desarrollo asociado a la debilidad de las matrices energéticas de los cuatro países (inicialmente dependientes de fuentes fósiles), pero existen menos perspectivas de complementar fuentes de abastecimiento. Ocurre que los procesos de abastecimiento de biomásas implican, generalmente, elevados costos y logísticas de transporte precisas, calibración y homogeneidad de calidades e incluso duración en condiciones procesables, que ameritan su aprovisionamiento en los entornos locales. En cambio, existen posibilidades de complementación en materia de algunos componentes de la tecnología.

El tema se torna más notable en el caso de los **biocombustibles avanzados**³⁷, donde existe unanimidad en su importancia estratégica, pero que aún se verifica una baja traducción de ello en términos de producciones concretas y múltiples posibilidades en materia tecnológica. La existencia de desarrollos en curso de varios emprendimientos de segunda generación para productos con altas (y específicas) demandas abre las puertas a posibles modelos de interacción, aprendizaje y desarrollo de facilidades productivas complementarias.

El desarrollo de **biomateriales** evidencia en algunos casos particulares un claro potencial estratégico, pero con una muy reducida llegada al mercado en términos comercialmente masivos y exitosos. En particular el desarrollo de los bioplásticos (en especial, aquellos de uso masivo) no tiene en la actualidad, a excepción de Brasil, mayor entidad productiva. El tema tiene algunas variantes positivas cuando, por las vías técnicas elegidas, se torna posible aprovechar sin mayores modificaciones los equipamientos posteriores y las logísticas y canales comerciales previos. Escalas económicas y elevados umbrales tecnológicos son las principales restricciones y también los posibles inductores a desarrollos conjuntos (dando por sentado que exista una demanda para este tipo de productos diferenciados).

En cambio, desde distintas perspectivas (potencialidad, existencia de algunas experiencias puntuales exitosas, complementación con las actividades ya en curso) se identifican dos áreas posibles de complementación, desarrollo conjunto o aprendizaje de terceras experiencias. La primera consiste en **producciones de especialidades** (cosméticas, alimenticias, industriales), a partir del uso de insumos químicos naturales (provistos de manera pura o resultantes de procesos de aislamiento, purificación y mezcla), en reemplazo de similares derivados de la petroquímica. La segunda refiere a la importancia estratégica que tienen las **producciones de enzimas y otros microorganismos** destinados a operar distintas transformaciones de las biomásas. En un mercado actual dominado por un número acotado de oferentes que proveen un amplio rango de productos, se contraponen las posibilidades para aislados desarrollos locales, especialmente en aquellos productos que tengan cierto volumen de uso y estabilidad de reacciones en los resultados.

4.2.3. Posibilidades de complementación y los temas de sostenibilidad ambiental y social

Un aspecto complementario del análisis, pero no por ello menos relevante, es el referido a los temas de sostenibilidad en relación con el desarrollo y fortalecimiento en conjunto de algunas de las actividades que componen los nodos críticos seleccionados. El tema cobra particular relevancia dadas ciertas particularidades temáticas: i) los países de la región cuentan con

³⁷ Algunos autores los identifican como biocombustibles de segunda generación.

grandes reservas de biosferas que contienen una extensa y variada biodiversidad; ii) son reservorios de tierras altamente productivas presionadas por las crecientes demandas internacionales y monitoreadas por diversos organismos supranacionales y otras entidades de distintas procedencias; iii) bajo el paradigma de la bioeconomía existen muchos casos de revalorizaciones de las genéticas generadas ancestralmente y, hasta el presente, escasamente valorizadas; iv) existe un variado y creciente mercado de servicios ecosistémicos.

Los impactos de las rutinas productivas en términos ambientales en diversos planos, que coevolucionan en un modelo de acción-reacción a lo largo del tiempo, son la emisión de gases efecto invernadero (o efecto sobre el aire), los impactos sobre la extensión de la biodiversidad, la calidad del agua y la biota de los suelos. La Tabla 6 sintetiza la información relevada para los cuatro países acerca de los impactos de los nodos críticos, representándose con la intensidad de los colores la magnitud de estos.

Tabla 6. Integración productiva y sostenibilidad: impactos en los nodos críticos

Producto	MERCOSUR																							
	Sustentabilidad Ambiental												Sustentabilidad Social											
	GEI				Biodiversidad				Agua				Suelos				Ag. familiar				Desarrollo local			
	A	B	P	U	A	B	P	U	A	B	P	U	A	B	P	U	A	B	P	U	A	B	P	U
Genética de granos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Clonación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Inoculantes	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Bioinsumos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Manejo sostenible	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Genética animal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Sanidad animal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Etanol y biodiesel convencionales	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Biogás y biometano	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Biocomb. avanzados: etanol, diesel renovable, jet fuels, HVO	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Energía eléctrica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Bioplásticos drop in	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Bioplásticos non drop in, biotecnología/química	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Building blocks	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Nuevos building blocks (plataformas)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Especialidades (cosmética, nutrición)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Enzimas y otros microorganismos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Opoterápicos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Glicerol	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Lignina	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Vinaza	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Gas carbónico	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Residuos forestales	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Notas:

Muy relevante	
Relevante	
Poco relevante	
Neutro	
Sin información	

Fuente: Elaboración propia.

Desde la perspectiva antes mencionada existen varios temas destacados:

- Aún con algunos matices, resulta destacable la relevancia estratégica que adquieren todos los insumos que transforman la energía en biomasa. Ello abarca todas las técnicas de mejora para selecciones de semillas y reproductores, así como el uso de insumos biológicos. Allí los impactos más relevantes y directos recaen sobre el agua y la calidad de los suelos.
- Los nuevos paquetes tecnológicos asentados en prácticas conservacionistas son unánimemente considerados como estratégicos. Una variante adicional en idéntica dirección corresponde a la adopción, en curso, de una serie de insumos y bienes de capital específicos en el marco de las denominadas agriculturas y ganaderías de precisión, con un rol importante de las nuevas empresas de tecnología agrícola digital (*AgTechs*).
- En idéntica línea son destacables los positivos impactos ambientales asociados con la producción y el creciente uso de los biocombustibles de convencionales y los incipientes desarrollos de los avanzados. Lo mismo ocurre con la valorización de algunos subproductos o con la captura, aglomeración y procesamiento de desechos con fuerte impacto ambiental y su transformación en insumos agroindustriales biológicos que reemplazan a los fósiles.

En síntesis, también desde la perspectiva ambiental se plantea un impacto positivo de fortalecer o desarrollar procesos productivos en cada uno de los insumos, productos o rutinas de producción, seleccionado por su pertinencia y relevancia estratégica.

Previo a avanzar con lineamientos de políticas en la materia, cabe identificar y tener en cuenta los factores que atenúan o impiden el proceso natural de integración.

4.3. Identificación de restricciones y otros temas críticos para el proceso de integración

Para la elaboración de la propuesta de agenda público-privada para promover la integración del Mercosur con base en la bioeconomía, además de seleccionar los nodos y bioproductos/servicios con mayor potencial descritos en 4.2., se efectuó el relevamiento de

los cuellos de botella y otros temas críticos para tener en cuenta o remover para facilitar la cooperación e integración regional.

Para ello se definieron los alcances y criterios de ponderación de los temas, según lo detallado en el capítulo 2. Con dicho enfoque metodológico, los expertos de cada país efectuaron el relevamiento de la información correspondiente a partir de entrevistas a informantes calificados o bien a actores clave participantes en dichos nodos en sus respectivos países. La integración de la información correspondiente a los cuatro países permitió elaborar la Tabla 7 que se incluye a continuación, en la que se representaron con diferentes colores los impactos esperados (positivos, negativos, neutros). Se distinguieron los impactos generales de aquellos correspondientes a algunos productos o nodos en particular, que se especificaron en cada caso.

Tabla 7. Cuellos de botella y otros temas críticos para la política de integración

Temas		Temas a considerar en la agenda de la política de integración							
		Generales				Específicos de cada Nodo			
		Argentina	Brasil	Paraguay	Uruguay	Argentina	Brasil	Paraguay	Uruguay
Factores de oferta	Escala					II, III, IV, V, VI, VII			
	Impuestos específicos						IV/V/VI/VII	I	
	Financiamiento largo plazo /aprendizaje/desarrollo de mercado					II, III, IV, V			I
	Costo de oportunidad					IV, VI, VII			IV - VI
	Capacidades Industriales /Ecosistemas/RRHH					IV, V			I
Factores de Demanda	Inducida					I		II	I
	Mandatoria					II, III, IV		II	II y III - IV
	Percepción pública					I, II, III, IV		I	I
Barreras y regulaciones	Aranceles					II, III			
	Prohibiciones					I		I	
	Sanitarias					I			
	Ambientales					I			
Normas y estándares	Propiedad intelectual					I			I
	Acceso al patrimonio genético					I		I	
	Bioseguridad					I		I/IV/V/VII	I - V
	Bioproductos					I, IV, V		I/II/III/IV/VII	IV
Otros temas									II y III - V
Impactos:		Positivo							
		Negativo							
		Neutro							
		Sin datos							

Notas: en el caso de especificar temas para nodos en particular, ello se indica como I: Generación de Biomasa; II y III Bioenergías; IV Bioplásticos; V Bio-químicos; VI Subproductos; y VII Desechos.

Los casilleros blancos indican que no hay información.

Fuente: Elaboración propia.

El relevamiento de los temas críticos ha permitido identificar que diversos **aspectos económicos que condicionan la oferta** aparecen como los principales temas para tener en cuenta en la estrategia de integración. Los aspectos referidos a las necesidades de **financiamiento de largo plazo** (asociados a las diferentes etapas del desarrollo de los productos, desde la I+D hasta su comercialización), así como los correspondientes al **desarrollo de los mercados** de los productos y servicios bioeconómicos (nuevos) que no están posicionados, emergen como aspectos con impactos negativos de importancia común para todos los nodos y países, reflejando por una parte la realidad de que las actividades bioeconómicas se encuentran aún en las etapas iniciales en la mayor parte de los nodos identificados y, por otra parte, las carencias y altos costos de las líneas de financiación de largo plazo³⁸. Debe notarse que las diferencias notables en las condiciones macroeconómicas de los cuatro países presentes durante la mayor parte de la vigencia del Mercosur, aspecto que no fue armonizado, dieron lugar a reglas de juego distintas entre los países, entre ellos las condiciones de financiamiento y las reglas de juego para las inversiones en cada uno de los miembros. Estos aspectos constituyen, por una parte, una debilidad para tener en cuenta en las futuras políticas de integración, pero, por otra parte, aparecen como una oportunidad para el desarrollo y consolidación de una estrategia conjunta de cooperación e integración regional, en la que, además del financiamiento público, se debe contemplar la creación de los entornos económicos y comerciales para incentivar las inversiones privadas³⁹.

Otro aspecto económico de relevancia que emerge como un desafío para la mayor parte de las actividades de los cuatro países es el referido a la necesidad de **contar con una escala mínima**, para efectuar los desarrollos tecnológicos y para disponer del equipamiento necesario para el procesamiento y posterior comercialización de los bioproductos de manera competitiva⁴⁰. En este sentido algunas producciones primarias y de biocombustibles ya cuentan con firmas locales e internacionales de grandes dimensiones, en las que la escala no aparece actualmente como una restricción relevante (en especial, en Brasil, Argentina y Paraguay). En cambio, los

38 Esto es más notorio en Argentina y menos en Brasil. La inestabilidad macroeconómica de Argentina limita seriamente el financiamiento institucional de largo plazo. Es interesante notar que Uruguay cuenta con efectos positivos para el caso de la producción de biomasa (Nodo I), tanto para el financiamiento como para el entorno económico.

39 Los cuatro países han contado o cuentan aún con algunas líneas de crédito de agencias internacionales (BID, Banco Mundial, CAF) que han suplido parcialmente las limitaciones de financiamiento local, especialmente para las investigaciones y desarrollos en biotecnología y otras tecnologías de punta.

40 Existen algunas excepciones, tales como la producción de diésel sintético (HVO), de abono y otros bioproductos para autoconsumo, en los que la escala no emerge como un problema.

desarrollos científico-tecnológicos y los activos complementarios requeridos para el procesamiento y comercialización de los bioproductos son más limitados para los nodos con mayores niveles de agregado de valor. Teniendo en cuenta estas circunstancias, la ampliación del mercado y las alternativas de integración horizontal o vertical, que se pueden diseñar en el marco de una estrategia de integración regional, pueden contribuir a viabilizar las inversiones necesarias para dar competitividad a las producciones bio de mayor agregado de valor⁴¹.

Otro desafío económico relevante se refiere a las debilidades que se presentan en los cuatro países en materia de **recursos humanos capacitados** para estas nuevas actividades, tanto en los niveles técnicos como operativos, lo que destaca la necesidad de contar con políticas de capacitación que no están presentes en la actualidad, especialmente por la novedad de muchos de estos desarrollos bioeconómicos. Similares apreciaciones se pueden efectuar para los impactos negativos asociados a las carencias de **capacidades industriales y la existencia de entornos económicos/ecosistemas** que contribuyan al desarrollo y producción comercial de innovaciones que implican tecnologías de punta y nuevos productos y servicios no maduros en el mercado.

Otros condicionantes económicos de la oferta, tales como los **impuestos específicos**, no aparecen como aspectos muy críticos, salvo en casos especiales. Asimismo, los efectos de los **costos de oportunidad** son variables en función de los nodos y productos considerados, siendo a veces positivos y a veces negativos, de acuerdo con los casos y países.

Los **condicionantes de la demanda** tienen en general menor relevancia como aspectos negativos que los condicionantes de la oferta. Es interesante notar que la **percepción pública** no aparece como un factor muy crítico en general en los cuatro países. Solo se mencionaron algunos temas con percepción pública negativa en el caso de semillas transgénicas en algunos de los países (en Brasil y en alguna medida Uruguay; en Paraguay hay opiniones diversas, de acuerdo con intereses políticos de diferentes actores). En cambio, en biocombustibles la percepción pública es neutra o positiva en general y en bioplásticos y bioquímicos muy positiva, por sus impactos ambientales.

En general las **demandas inducidas y mandatorias** no muestran impactos similares para los cuatro países. Sin embargo, para los biocombustibles se mencionaron como aspectos con impactos positivos para todos los países, especialmente en el caso del bioetanol y en menor medida para el biodiésel. En Brasil se ha reglamentado bien la demanda para los

41 También es este aspecto la armonización de las reglas de juego entre los países miembros (aspectos macroeconómicos, fiscales y políticas sectoriales) constituye un objetivo relevante para promover las integraciones de los sectores privados de los diferentes países tendientes al aumento de la escala.

biocombustibles de primera generación, pero aparece como limitante la carencia de regulaciones en biocombustibles de segunda generación y en otros bioproductos. En el caso de los biocombustibles de primera generación de Argentina los mandatos son positivos en términos generales, pero los niveles de mezclas obligatorias se consideran insuficientes para promover su expansión. En algunos países se han mencionado impactos positivos de la demanda inducida para algunas producciones primarias (Nodo I).

Es interesante notar que las **barreras y regulaciones** en general tienen efectos neutros, es decir, que no se destacan con impactos negativos comunes para todos los nodos y países. Más bien se han mencionado casos particulares para algunos de los aspectos y nodos. Los **aranceles** suelen diferenciar entre las compras y las ventas, generando estímulos a unos productos y desestímulos a otros. En algunos países los **impuestos a las exportaciones** de la producción primaria (caso de Argentina) favorecen los procesos de elaboración de los productos primarios, tales como los biocombustibles. El efecto final de los aranceles depende además si el producto es terminado o es parte de un proceso de otra producción.

Las **barreras sanitarias y ambientales** no se mencionaron como con efectos negativos en general para todos los nodos y países o bien se carece de información en materia ambiental (se mencionaron casos específicos para algún nodo). Todos los países establecen barreras sanitarias que se consideran positivas para la protección de la salud, si están basadas en ciencia y no constituyen barreras paraarancelarias. Por otra parte, solo en Argentina las **prohibiciones de exportaciones** tienen efectos negativos sobre la producción de biomasa.

Las **normas y estándares** no aparecieron como problemas negativos en general y, más bien, se indicaron como neutros o positivos para algunos nodos. En el caso de Brasil, la **carencia de estándares para bioproductos** se destacó como una limitante y se puede suponer que la falta de desarrollo comercial de los bioproductos en los otros tres países ha sido uno de los motivos por los que no se ha planteado aun el problema de la falta de estándares para algunos bioproductos que ya están en el mercado en Brasil. Las **normas de bioseguridad** aparecen como aspectos negativos en Argentina y Uruguay para algunos casos de la producción primaria, y en Uruguay también en la producción de bioquímicos. En Paraguay la falta de aprobación de algunos eventos transgénicos ya aprobados en los otros tres países constituye una limitación importante para la producción primaria. No se han desarrollado estrategias coordinadas en materia de bioseguridad para los cuatro países, lo que se considera una barrera por resolver para facilitar los desarrollos comunes. Por otra parte, no se mencionaron impactos similares para los aspectos de la **propiedad intelectual**. Los principales impactos mencionados se refieren a la producción de biomasa del Nodo I.

4.4. Lineamientos de una agenda para la estrategia de integración

La propuesta de agenda público-privada, para promover la integración del Mercosur con base en la bioeconomía, se formula a partir de los elementos de juicio descritos en los capítulos 4.2. y 4.3. y parte de la identificación de los nodos críticos (sus insumos, bioproductos, rutinas de funcionamiento o servicios) con mayor potencial de desarrollo en la región y del relevamiento de los principales cuellos de botella y otros temas críticos que es necesario tener en cuenta para el diseño de la futura estrategia de cooperación e integración regional.

Los antecedentes relevados han permitido constatar que los cuatro países del Mercosur cuentan con activos importantes en materia de dotación de recursos naturales y biodiversidad, así como en relación con las capacidades empresarias y de sus sistemas de I+D para el desarrollo de innovaciones en materia de bioeconomía⁴². Si bien se cuenta ya con avances significativos en algunos de los nodos bioeconómicos identificados (que pueden dar lugar a estrategias de cooperación e integración), más importantes son las, latentes y no plenamente aprovechadas, posibilidades futuras, que emergen para el agregado de valor y el uso eficiente de las actuales y potenciales producciones de los distintos tipos de biomasa.

Este último aspecto puede ser interpretado como una carencia o debilidad actual, pero representa una interesante oportunidad para una estrategia de crecimiento común, especialmente considerando que no dé lugar a competencias entre los sectores agroindustriales de los países de la región (como aconteció con las estrategias previas de integración del Mercosur). Por el contrario, la idea es que se priorice la agenda de cooperación e integración productiva con base en los enormes desarrollos bioeconómicos potenciales alcanzables en la región, en los que se puede mejorar la competitividad y lograr un buen acceso a los mercados internacionales de este tipo de bienes y servicios.

El punto de partida muestra en los cuatro países una densidad empresarial relevante, que cuenta con apoyos científico-tecnológicos sustantivos en los temas críticos para lograr mayor eficiencia en los procesos iniciales de generación de biomasa (la “producción primaria”): genética y sanidad vegetal y animal; bio-insumos y manejo del bioma del suelo. Asimismo, los biocombustibles de primera generación han tenido un desarrollo temprano como estrategia para diversificar la matriz energética de los cuatro países. Al respecto Brasil presenta desarrollos líderes a nivel global en materia de etanol, a la vez que Argentina es un exportador calificado, especialmente en biodiésel. En todos los países se encuentran empresas, instituciones de I+D y hacedores de políticas públicas que están planteando, y en algunos

42 Si bien los cuatro países cuentan con activos importantes, debe destacarse que Brasil cuenta con mayores capacidades en materia empresarial y de investigación y desarrollo en el conjunto de complejos bioeconómicos.

casos ya trabajan, la próxima generación de biocombustibles. Menos densa es la presencia de empresas y desarrollos productivos de biomateriales, en especial en los diversos tipos de bioplásticos, que tienen altos potenciales para el desarrollo económico en toda la región (la excepción corresponde a algunas empresas de gran porte que operan en Brasil). Finalmente, existen interesantes experiencias en el uso y valorización económica de desechos y subproductos que suman valor y reducen impactos ambientales, tales como la vinaza, el glicerol, los desechos frigoríficos y lácteos, entre otros.

Teniendo en cuenta dicho punto de partida se identificaron y caracterizaron los nodos y rubros con mayor potencial de desarrollo para los cuatro países. Al respecto, se ha tenido en cuenta, en la selección de los nodos y productos, que la estrategia tiene un horizonte temporal de mediano y largo plazo. Por lo que tanto, el estado actual de algunos desarrollos, como las mayores potencialidades futuras de los distintos productos, se pueden contemplar como puntos de partida en la hoja de ruta por proponer, es decir, plantear una secuencia temporal que se inicie potenciando los avances ya logrados y que luego vaya incorporando gradualmente los nodos y productos con mayores potenciales de agregado de valor y posibilidades de cooperación regional.

A partir de dicho enfoque se sintetizan y caracterizan a continuación los nodos/productos prioritarios identificados:

- Los mayores desarrollos actuales corresponden a las diversas vías de **mejora de la generación de biomasa**: los 7 rubros de este nodo tienen un alto potencial de desarrollo, con base en los avances previos y a las dotaciones naturales de los ecosistemas, por lo que constituyen alternativas para incorporar en las primeras etapas de la estrategia de integración. Al respecto debe destacarse que los cuatro países tienen ya un muy buen posicionamiento internacional en la producción de alimentos que, como se destacó en la introducción, constituye una fortaleza significativa para abastecer al crecimiento proyectado de la demanda mundial dinamizado por los países emergentes (especialmente de Asia), con productos de calidad, sanidad, inocuidad y mayor valor agregado.
- Similares apreciaciones caben para las **bioenergías**: los combustibles convencionales han tenido un desarrollo temprano en los cuatro países, destinado a mejorar la estructura de las matrices energéticas⁴³. En este caso existen limitadas perspectivas de complementar las fuentes de abastecimiento por los costos logísticos y homogeneidad

43 Es interesante notar que en el proyecto de Acuerdo Mercosur-Unión Europea (UE) se incluyó una cuota sin arancel de acceso de biocombustibles a la UE, que eventualmente podría dar lugar a una estrategia de coordinación entre los miembros del Mercosur para estas exportaciones.

de calidades, pero hay posibilidades de complementación en algunos componentes de la tecnología. Un capítulo común por desarrollar es la plena valorización de algunos subproductos, tales como los inicios de complejos oleofínicos de alto potencial derivados de los combustibles renovables.

- Existe unanimidad en la importancia estratégica de los **biocombustibles avanzados**, pero aún no se han logrado avances sustantivos con productos en el mercado, si bien hay múltiples posibilidades en materia tecnológica. En el extremo opuesto, existen potenciales demandas de magnitudes globales. Para un horizonte temporal más largo, los desarrollos en curso para productos con altos agregados de valor y demandas abren las puertas a futuros modelos de aprendizaje, cooperación y desarrollo de facilidades productivas complementarias.
- También para el mediano y largo plazo el desarrollo de **biomateriales**, en particular los bioplásticos, cuenta en algunos casos con un claro potencial estratégico; pero en la actualidad tienen muy reducida llegada al mercado en términos comercialmente masivos y exitosos. Al respecto se destacan como alternativas positivas aquellas producciones que, por las vías técnicas elegidas, permiten aprovechar sin mayores modificaciones los equipamientos posteriores y las logísticas y canales comerciales de los productos fósiles similares.
- También, para un horizonte temporal algo más distante, se destacan algunas experiencias puntuales exitosas, tales como las **producciones de especialidades** (cosméticas, alimenticias, industriales), a partir del uso de insumos químicos naturales en reemplazo de similares derivados de la petroquímica. En estos desarrollos se identificaron áreas de posible complementación, desarrollo conjunto o aprendizaje de terceras experiencias.
- Complementariamente las **producciones de enzimas y otros microorganismos** destinados a operar distintas transformaciones de las biomasas tienen una alta importancia estratégica. El mercado actual está dominado por un número acotado de oferentes internacionales, en virtud de las restricciones que plantean los limitados volúmenes de uso y estabilidad de reacciones en los resultados requeridos. Sin embargo, ante las alternativas de elevados agregados de valor de estos productos, cabe pensar en la cooperación regional para futuros desarrollos de I+D en los países del Mercosur, especialmente en aquellos productos que tengan cierto volumen de uso en la región.

Por otra parte, se han identificado algunos temas críticos que será importante tener en cuenta a la hora de fortalecer las áreas antes mencionadas. Entre ellos se destacan:

- Diversos **aspectos económicos que condicionan la oferta** aparecen como los principales temas críticos para tener en cuenta en la estrategia de integración, entre ellos las elevadas necesidades de **financiamiento de largo plazo**. Las carencias y altos costos de las líneas de financiación de largo plazo en los países de la región constituyen barreras para este tipo de desarrollos. Ello implica, por una parte, analizar las opciones de financiamiento internacional para este tipo de proyectos de alta prioridad a nivel global por sus implicancias ambientales y en la seguridad alimentaria mundial y, por otra parte, crear las **condiciones macroeconómicas, de incentivos fiscales y comerciales** tendientes a favorecer y dar previsibilidad a las decisiones de inversión privadas.
- Otro aspecto prioritario para tener en cuenta es el correspondiente a **la falta de desarrollo de los mercados** de los nuevos productos y servicios bioeconómicos, que generalmente no se encuentran posicionados, no cuentan con estándares específicos ni son percibidos por los consumidores. Al respecto las políticas públicas pueden coordinarse en la región para definir incentivos comunes que contribuyan al desarrollo inicial de los mercados (por ejemplo, compras gubernamentales, mezclas obligatorias mínimas de biocombustibles, etc.), así como la definición de estándares comunes (en términos de productos finales y procedimientos de producción, transporte y comercialización).
- Para algunos productos aún no posicionados/estatuidos, con alto potencial en materia de agregados de valor relevantes, como los biocombustibles de segunda generación, los biomateriales y las enzimas, otro aspecto económico que emerge como un desafío es la necesidad de **contar con una escala mínima**, para efectuar los desarrollos tecnológicos y para disponer del equipamiento necesario para el procesamiento y posterior comercialización de los bioproductos de manera competitiva. La ampliación del mercado con un enfoque de redes y las alternativas de integración horizontal o vertical, que se pueden diseñar en el marco de una estrategia de integración regional, pueden contribuir a viabilizar las inversiones necesarias para eliminar esta barrera.
- Otro desafío relevante se refiere a las debilidades que se presentan en los cuatro países en materia de **recursos humanos capacitados** para estas nuevas actividades, tanto en los niveles técnicos como operativos. Destaca la necesidad de contar con políticas de capacitación que no están plenamente presentes en la actualidad, en especial por la novedad de muchos de estos desarrollos bioeconómicos. Existen experiencias valiosas de cooperación técnica en países del Mercosur en temas afines (por ejemplo, la del Centro Argentino Brasileiro de Biotecnología (CABBIO) para biotecnología, por lo que cabe analizar en detalle una estrategia de capacitación en las materias y productos más críticos.

- Similares apreciaciones se pueden efectuar para los impactos negativos asociados a la carencia de **entornos económicos/ecosistemas** que contribuyan al desarrollo y producción comercial de este tipo de tecno-innovaciones que, generan productos aún no posicionados en el mercado y que, habitualmente, carecen de activos complementarios que faciliten su producción y comercialización. El intercambio de experiencias entre los países en relación con los resultados aprendidos con las políticas de desarrollo local constituye un punto de partida valioso para tener en cuenta para acordar la estrategia regional en la materia.
- Si bien en las priorizaciones de factores críticos no surgieron como las restricciones de más alta prioridad en términos generales, se entiende que la estrategia de integración debe contar con un relevamiento y evaluación más detallada de los impactos que tienen las **barreras sanitarias, ambientales y comerciales**, para cada uno de los productos y servicios bioeconómicos priorizados. Asimismo, resulta claro que las prohibiciones comerciales se consideran políticas que atentan contra la integración comercial y la competencia leal entre los países de la región.
- Un capítulo particular en ese sentido es la coordinación entre las diversas legislaciones nacionales sobre la base de un creciente reconocimiento de los derechos de propiedad intelectual, especialmente en insumos y procesos que son cruciales para un modelo en el que las transformaciones industriales tienen una fuerte presencia biológica.
- Más allá de la oportunidad que representa como objetivo el modelo de desarrollo basado en la bioeconomía para el fortalecimiento del Mercosur a partir de este nuevo enfoque, se torna imprescindible englobar varias de las propuestas anteriores en el marco de una Estrategia de Transición acorde a las nuevas realidades locales, regionales y globales. Tal estrategia deberá referirse tanto al impulso de producciones de bienes y servicios basados en integrar ecosistemas comunes, como al rediseño de la actual institucionalidad del Mercosur y las correspondientes de los países miembros⁴⁴, ampliando e integrando los distintos ámbitos de formulación de políticas, mejorando la articulación público-privada e incorporando nuevos actores sociales al proceso. Finalmente, la dinámica de cambio constante, propia de las producciones de base biológica, conlleva a que el diseño, implementación, coordinación y constante monitoreo demande una institucionalidad flexible, altamente calificada en las nuevas actividades y con horizontes de mediano y largo plazo como parte del nuevo paradigma de la integración del Mercosur.

44 La estructura institucional vigente en los cuatro países no contempla adecuadamente el enfoque sistémico y multidimensional que requiere una estrategia de desarrollo basada en la bioeconomía.

5. Bibliografía

Literatura citada

Borges, M; Deana, A; Pittaluga, L; Balian, C; Rodríguez, AG. 2021. Contribución de la bioeconomía a la recuperación pospandemia de COVID-19 en el Uruguay: biotecnología y valorización de subproductos agropecuarios y agroindustriales (en línea). Santiago, Chile, CEPAL. Serie Recursos Naturales y Desarrollo N.º 208. Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47255-contribucion-la-bioeconomia-la-recuperacion-pospandemia-covid-19-uruguay>.

Rodríguez, A; Mondaini, A; Hitschfeld, M. 2017. Bioeconomía en América Latina y el Caribe: Contexto global y regional y perspectivas (en línea). Santiago, Chile, CEPAL. Serie de Desarrollo Productivo N.º 2015. Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42427-bioeconomia-america-latina-caribe-contexto-global-regional-perspectivas>.

Lista de referencias

- Anlló, G. et al. 2016. Biotecnología argentina al año 2030: llave estratégica para un modelo de desarrollo tecno-productivo (en línea). 1.^a ed. Buenos Aires, Argentina, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/est_bio_biotecnologia-argentina-al-2030-sintesis.pdf.
- Ashter, S. A. 2016. Introduction to Bioplastics Engineering. Elsevier Science, Oxford.
- Belmonte, S; Franco, J. 2017. Experiencias de energías renovables en Argentina: una mirada desde el territorio (en línea). 1.^a ed. Salta, Argentina, EUNSa. Disponible en http://energiarenovablesociedad.com/publicaciones/experiencias_de_energias_renovables_argentina.pdf.
- Bisang, R; Regúnaga, M. 2016. Las empresas de biotecnología en Argentina (en línea). Buenos Aires, Argentina, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Documento de Trabajo. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/encuesta_nacional_empresas_biotecnologicas.pdf.
- Bisang, R; Trigo, E. 2018. Bioeconomía argentina. Modelos de negocios para una nueva matriz productiva (en línea). Buenos Aires, Argentina, Ministerio de Agroindustria de la Nación y la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. Disponible en https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bioeconomia/archivos/Modelo_de_negocios.pdf.
- Bocchetto, R; Gauna, D; Bravo, G; González, C; Rearte, M; Molina Tirado, L; Hilbert, J; Eisenberg, P; Lecuona, R; Taraborrelli, D; Papagno, S; Vaudagna, S. 2021. Bioeconomía del Norte Argentino: situación actual, potencialidades y futuros posibles (en línea). Buenos Aires, Argentina, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/8662>.
- Carbonell, A; Cortez, B; Madi, L; Anefalos, L; Baldassin, R; Leal, R. 2021. Tropical bioeconomy: roadmaps and guidelines for bioeconomy development in Brazil. Campinas, Brasil. ISBN: 978-65-994280-3-6. Disponible en https://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/arquivos/agropolo_bioeconomia_tropical_eng.pdf
- CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos) 2019. Bioeconomy in the Americas – 2030 Short report (en línea). Brasília, Brasil. Disponible en

https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/3445_Bioeconomy+in+the+Americas+-2030.pdf.

Corenberg, A. 2021. Haciendo visible la bioeconomía: guía metodológica para la estimación de la Cuenta Satélite de la Bioeconomía en América Latina y el Caribe: el caso de Uruguay. San José, Costa Rica Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/16977> .

Ehman, G; Area, J. 2021. The bioplastics revolution. BioResources 16(3):4663-4666.

European Bioplastic. 2017. Global production capacities of bioplastics 2017-2022 (en línea). Disponible en https://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_Facts_and_figures.pdf.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Análisis espacial del balance energético derivado de biomasa: Metodología WISDOM. Provincia de Buenos Aires (en línea). Colección de Documentos Técnicos N° 10. Argentina. Disponible en <https://www.fao.org/3/ca2284es/CA2284ES.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2019. Relevamiento Nacional de Biodigestores. Relevamiento de plantas de biodigestión anaeróbica con aprovechamiento energético térmico y eléctrico (en línea). Colección Documentos Técnicos N.º 6. Buenos Aires, Argentina. Disponible en <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA5190ES/>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2019. Diseño de una estrategia de promoción para el desarrollo de proyectos bioenergéticos, en especial de pequeña escala (en línea). Colección Informes Técnicos N.º 3. Buenos Aires, Argentina. Disponible en <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA3000ES/>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2020. Monitoreo de la sostenibilidad de la bioeconomía en Uruguay (en línea).

FGV (Fundação Getulio Vargas) 2018. Capital natural, serviços ecossistêmicos e inovação: perspectivas e oportunidades para o Brasil. Río de Janeiro, Brasil. Disponible en https://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/fgv_2018-05-16_capitalnatural_rv.pdf

Hodson de Jaramillo, E (ed.) 2019. La bioeconomía. Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina + Bioeconomy. New Framework for Sustainable Growth in Latin América. 1.ª ed. Bogotá, Colombia, Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). 2020. Bioeconomía: potencial y retos para su aprovechamiento en América Central y el Caribe: manual de capacitación. San José, Costa Rica. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/18701>.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica) 2019. ¿Cómo construimos la institucionalidad y las políticas públicas requeridas para el desarrollo de la bioeconomía en las Américas? San José, Costa Rica. Nota técnica no publicada.
- IRENA (International Renewable Energy Agency). 2016. Innovation Outlook: Advanced Liquid Biofuels (en línea). Masdar, Emiratos Árabes Unidos. Disponible en <https://www.irena.org/publications/2016/Oct/Innovation-Outlook-Advanced-Liquid-Biofuels>.
- Lachman, J; Bisang, R; Obschatko, E; Trigo, E. 2020. Bioeconomía: una estrategia de desarrollo para la Argentina del siglo XXI. Buenos Aires, Argentina, IICA. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/12478>.
- Lódola, A; Picón, N. 2021. Cadenas de valor agroalimentarias en Argentina: Volúmenes y precios en el siglo XXI (en línea). La Plata, Argentina, Laboratorio de Desarrollo Sectorial y Territorial (LaDeSeT) de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de La Plata. Disponible en <https://www.econo.unlp.edu.ar/laboratorio/lab-doc-6352>.
- Lódola, A; Bisang, R; Morras, F. 2018. Cadenas de valor agroalimentarias: evolución y cambios estructurales en el siglo XXI (en línea). Buenos Aires, Argentina, Secretaría de Gobierno de Agroindustria - Dirección General de Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales (DIPROSE) – Ministerio de Producción y Trabajo. Disponible en https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_alimentos_y_bebidas/pdf/CadenasAgroalimentarias-v29-01-19.pdf.
- Lódola, A; Morra, F; Picón, N. 2019. Cadenas de valor agroalimentarias: evolución en el nuevo contexto macroeconómico 2016/2019 (en línea). La Plata, Argentina, Laboratorio de Desarrollo Sectorial y Territorial (LaDeSeT) de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de La Plata – Ministerio de Producción y Trabajo. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/cadenasagroalimentarias-febrero2020.pdf>.
- Mathier, D; Méndez, JM; Bragachini, M; Sosa, N. 2016. La biomasa y la bioenergía distribuida para el agregado de valor en origen. Programa Nacional de Agregado de valor, Agroindustria y Bioenergía (en línea). Buenos Aires, Argentina, INTA. Disponible en

<https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta.biomasa-y-bioenergia-para-agregado-valor-en-origen.pdf>.

Monitor Deloitte. 2016. From Agriculture to Ag Tech. An industry transformed beyond molecules and chemicals. Issue 8 (en línea). Disponible en <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/consumer-industrial-products/Deloitte-Transformation-from-Agriculture-to-AgTech-2016.pdf>.

Oliveira, A. 2019. Bioeconomía en Brasil: contexto general (en línea). La bioeconomía. Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina 49-58. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. Disponible en <https://agritrop.cirad.fr/592946/7/ID592946.pdf>.

OPP (Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Uruguay). 2018. Hacia una Estrategia Nacional de Desarrollo, Uruguay 2050. Avances del Proyecto Bioeconomía Forestal 2050 (en línea). Montevideo, Uruguay. Disponible en <https://bit.ly/381AB1o>.

Rodríguez, AG. s. f. 2017. La bioeconomía: oportunidades y desafíos para el desarrollo rural, agrícola y agroindustrial en América Latina y el Caribe. S. n. t. Boletín CEPAL/FAO/IICA. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/42724>.

Rodríguez, AG; Aramendis, RH; Deana, A; García, R; Pittaluga, L. 2021. El aporte de la biotecnología médica frente a la pandemia de COVID-19 y lecciones para su desarrollo mediante las estrategias nacionales de bioeconomía: estudios de caso de Colombia, Costa Rica y el Uruguay, Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/165). Santiago, Chile, CEPAL. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/46533>.

Rodríguez, AG; Rodrigues, M; Sotomayor O. 2019. Hacia una bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe: elementos para una visión regional (en línea). Serie Recursos Naturales y Desarrollo, N.º 191 (LC/TS.2019/25). Santiago, Chile, CEPAL. Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44640-bioeconomia-sostenible-america-latina-caribe-elementos-vision-regional>.

Starobinsky, G; Monzón, J; Di Marzo Broggi, E; Braude, E. 2021. Bioinsumos para la agricultura que demandan esfuerzos de investigación y desarrollo. Capacidades existentes y estrategia de política pública para impulsar su desarrollo en Argentina. Documentos de Trabajo del CCE N.º 17. Buenos Aires, Argentina, Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación Argentina. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/dt_17_-_bioinsumos.pdf.

Trigo, E; Regúnaga, M; Costa, R; Coremberg, A. 2019. Bioeconomía en Argentina: alcances, situación actual y oportunidades para el desarrollo sustentable (en línea). La bioeconomía. Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina 25-48. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. Disponible en <https://agritrop.cirad.fr/592946/7/ID592946.pdf>.

Vieira Filho, J; Ribeiro, E. 2017. Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade. Brasilia, Brasil, IPEA.

Wierny, M. 2016. Medición de la bioeconomía: cuantificación del caso argentino. Buenos Aires, Argentina, Bolsa de Cereales de Buenos Aires. Disponible en [http://www.cursobioeconomia.mincyt.gob.ar/wpcontent/uploads/2016/04/Medicion de la Bioeconomia-Cuantificacion del Caso Argentino-COSTA.pdf](http://www.cursobioeconomia.mincyt.gob.ar/wpcontent/uploads/2016/04/Medicion_de_la_Bioeconomia-Cuantificacion_del_Caso_Argentino-COSTA.pdf).

ANEXO I. Equipo de consultores

Coordinadores

Roberto Bisang. Licenciado en Economía (UNR, 1977). Magíster en Economía (UCEMA, 1983). *Visiting Fellow Science Policy Research UNIT – Sussex University* (1988/89). Profesor titular de Economía Agropecuaria e investigador del Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEPD - Baires) de UBA/CONICET. Coordinador del Censo Nacional Agropecuario y director nacional de Estadísticas del Sector Primario del INDEC (2017/9). Analista Senior Oficina de la CEPAL en Buenos Aires (2003/2011). Especialista en organización industrial, tecnología y análisis sectorial. Consultor de organismos públicos y empresas.

Marcelo Regúnaga. Ingeniero agrónomo. Magíster Scientiae en Economía Agraria. Realizó los cursos del Doctorado del Tercer Ciclo en la Universidad de París – Sorbonne. Director académico del programa de formación y capacitación de la Bolsa de Cereales. Director académico del posgrado en Agronegocios e Industria Alimentaria de la Universidad de San Andrés y profesor de la maestría de Agronegocios de la Universidad de Buenos Aires. Coordinador de Argentina del Grupo de Países Productores del Sur; miembro consejero del Consejo Argentino para las Relaciones Internacionales; miembro del comité asesor del Programa Hemisférico de Bioeconomía y Desarrollo Productivo del IICA y del Comité de Dirección del *Global Bioeconomy Summit 2020*. Secretario de Agricultura, Ganadería y Pesca y secretario de Industria, Comercio y Minería.

Expertos de los países

Camilo Alvarez. (Uruguay). Ingeniero agrónomo (UdelaR, 2018). Magíster en Economía (UdelaR, 2019 - presente). Integrante del grupo de Agronegocios de la facultad de Agronomía (Uruguay). Consultor independiente para FUCREA (2018 - 2021) y empresas agropecuarias. Ayudante del grupo de Producción Animal y Pasturas de la Facultad de Agronomía (2017). Socio y coordinador estratégico de la empresa Espíritu Nativo.

Carolina Balian. (Uruguay). Licenciada en Economía, Universidad de la República, Uruguay (2015). Diploma Superior en Derecho y Economía del Cambio Climático, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Argentina (2017). Candidata a doctorado, *Wageningen University & Research*, Países Bajos (presente). Consultora en economía ambiental. Técnica en economía de los recursos naturales y cambio climático en la Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) de Uruguay y asistente en proyectos de medio ambiente y cambio climático en Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Uruguay.

José Vitor Bomtempo Martins. (Brasil) Ingeniero químico por la Facultad de Química de la Universidad Federal de Río de Janeiro (1977), Magíster en Ingeniería de Producción por la COPPE, UFRJ (1984) y Doctor en Economía Industrial por la École Nationale Supérieure des Mines de Paris (1994). Realizó prácticas posdoctorales en la Université Paris Dauphine (2000) y en HEC Montréal (2009/2010). Fue investigador becario del CNPq durante 10 años en Ingeniería de Producción (2001 a 2004) y Administración (2008 a 2014). Actualmente es coordinador e investigador del GEBio, Grupo de Estudios en Bioeconomía, de la Facultad de Química de la UFRJ; investigador asociado y profesor colaborador del Grupo de Economía Energética del Instituto de Economía de la UFRJ. Es profesor colaborador voluntario de la UFRJ. Actúa como profesor e investigador del Programa de Posgrado en Políticas Públicas, Estrategias y Desarrollo, PPED, del Instituto de Economía, UFRJ y como investigador principal del Programa de Posgrado en Ingeniería de Procesos Químicos y Bioquímicos, EPQB, de la Escuela de Química/UFRJ. Tiene experiencia en las áreas de Economía y Administración, con énfasis en Estudios Industriales, Economía y Gestión de la Innovación, trabajando principalmente en los siguientes temas: bioeconomía, economía circular, habilidades para innovar, innovaciones tecnológicas, industrias de procesos químicos y energéticos, estrategias empresariales, estrategias tecnológicas y de innovación.

José Buttner. (Paraguay). Magíster en Macroeconomía Aplicada en la Pontificia Universidad Católica, Santiago de Chile – Chile (1992). Economista por la Facultad de Ciencias Económicas Administrativas y Contables de la Universidad Nacional de Asunción (1988), Especialización en Macroeconomía Aplicada en la Pontificia Universidad Católica, Santiago de Chile – Chile (1992). Diplomado en Gestión de Riesgos del Sector Financiero, Tecnológico de Monterrey (2017). Director Buttner Ozuna Consulting. Director de Estudios Económicos, FONPLATA (2018 –2019). Director de Planificación Estratégica y Gestión de Riesgos, FONPLATA (2015-2018). Director de País de la Oficina de UNOPS en Paraguay (2014-2015), Argentina, Paraguay y Uruguay (2008-2010). Director de la Secretaría del Mercosur y Administrador de los Fondos Estructurales del Mercosur, (2006-2007). Viceministro de Economía e Integración - Ministerio de Hacienda (1996-1998 y 2002- 2005). Presidente del Fondo de Garantía a las Micro Pequeñas y Medianas Empresas (1996-1998 y 2002-2005). Presidente del Banco Nacional de Fomento (1998-1999). Director de Estudios Económicos - Ministerio de Hacienda (1993-1995). Consultor y Asesor de Organismos Nacionales e Internacionales tales como BID, BM, OMC, PNUD, OIT, JICA; FONPLATA, IICA, entre otros.

Santiago Felici. (Argentina). Magíster en Economía UCEMA (2020 – presente). Economista (2017), Universidad de Buenos Aires. Consultor del Banco Mundial (2020-2021), Analista en *The Nielsen Company* (2018 –2017) y Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, Pasante Administrativo (2016 – 2017).

