



# Actividades transformadoras para el despliegue de la bioeconomía en la provincia de Misiones

**Coordinación general:** Sol Gonzalez Cap (CFI) y Juan O'Farrell (Fundar)

**Coordinación técnica:** Josefina Grosso (Fundar)

**Equipo:** Franco Mendoza (Fundar), Jesica Monzón (CFI), María Fernanda Villafañe (Fundar), y Carlos Fernando Zornada (CFI)





## ÍNDICE GENERAL

<b>Marco conceptual y justificación</b>	4
<b>Sección 1. Potencial de desarrollo de los bioinsumos en Misiones</b>	9
<b>1. Introducción</b>	9
<b>2. Definición conceptual</b>	9
2.1. Tipos de Bioinsumos de Uso Agrícola	10
<b>3. Relevancia y justificativo a nivel internacional y local</b>	13
3.1. A nivel internacional	13
3.2. A nivel local	15
<b>4. Potencialidad de desarrollo de Bioinsumos en Misiones</b>	19
4.1 Desafíos y oportunidades que demandan el desarrollo y la difusión de bioinsumos en Misiones	19
4.2 Capacidades instaladas en la provincia	21
<b>5. Lineamientos de política pública para el desarrollo de los bioinsumos en Misiones</b>	30
<b>Sección 2. Potencial de desarrollo de las biorrefinerías en Misiones</b>	38
<b>1. Introducción</b>	38
<b>2. Definición conceptual y clasificación</b>	39
2.1 Concepto.	39
2.2 Principales clasificaciones de las biorrefinerías	40
<b>3. Relevancia y justificativo de las biorrefinerías forestales</b>	41
3.1 Panorama global y experiencias internacionales	41
3.2 Panorama local	45
<b>4. Las biorrefinerías forestales en Misiones</b>	45
4.1 Capacidades locales	46
4.2. El caso BioNa en Misiones: la primera experiencia de biorrefinerías forestales en Argentina	50
<b>5. Brechas que surgen entre el aprovechamiento de capacidades y el alcance de oportunidades de las biorrefinerías, y lineamientos de política pública</b>	51



<b>Sección 3. Potencial de desarrollo de los beneficios por servicios ambientales en Misiones</b>	57
<b>1. Introducción</b>	57
<b>2. Breve caracterización de los servicios ambientales.</b>	57
2.1 Conceptos	57
2.2 Principales clasificaciones de los esquemas de PSA	59
<b>3. Relevancia y justificativo a nivel internacional y local</b>	60
3.1. Experiencias internacionales, marco comparado: Costa Rica, México y Perú.	60
3.2. Panorama local	63
<b>4. Potencialidad de los PSA en Misiones</b>	65
4.1. Capacidades locales	65
4.2. Iniciativas de PSA impulsadas por Misiones	69
<b>5. Desafíos y lineamientos de política pública</b>	73
<b>Bibliografía</b>	77
<b>Anexos</b>	80
Anexo 1. Entrevistas realizadas	80
Anexo 2. Participantes en el taller de validación	81
Anexo 3 Clasificación de las biorrefinerías.	82
Anexo 4. Panorama nacional de la bioenergía	83
Anexo 5. Breve caracterización de las empresas Arauco y Papel Misionero	85
Anexo 6. Licitaciones de proyectos energéticos en la provincia de Misiones	86
Anexo 7. Estructura básica de PSA	87
Anexo 8. Experiencias comparadas: Costa Rica y su programa de PSA	88
Anexo 9. Normativa de conservación y preservación del ambiente de Misiones	90



## Introducción

En un escenario económico mundial y nacional atravesado por el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la degradación de la tierra, son crecientes las exigencias de incorporación de prácticas sustentables orientadas a aportar soluciones. En ese contexto la bioeconomía emerge como un paradigma tecno-productivo que posibilita un desarrollo económico sostenible en el que se articulan las necesidades humanas con la conservación del ambiente en un determinado territorio. Asimismo puede contribuir a enfrentar los retos de la diversificación productiva y del cambio estructural asociados a la dependencia económica de sectores primarios (Rodríguez et al. 2017).

La bioeconomía se caracteriza por el aprovechamiento y la transformación de los recursos de origen biológico (ROB) para la producción de bienes y servicios, a partir de la aplicación intensiva de conocimientos científico-tecnológicos (Bocchetto et.al, 2020). Abarca un conjunto de sectores y subsectores (agropecuario, forestal, bioenergético y acuícola, entre los más relevantes) que a su vez afectan e involucran a otras ramas de actividad (industria alimenticia, de pulpa y papel, química, farmacéutica, de materiales, energética, etc.) ligadas a la utilización de los recursos biológicos. En virtud de estas cualidades, la bioeconomía se define no tanto como un sector económico específico, sino más bien como una estrategia productiva y de organización económica transversal que promueve cadenas de valor de base biológica interconectadas (Rodríguez et al. 2017).

La Región del Norte Argentino presenta condiciones para el despegue de diferentes áreas de la bioeconomía, desde alimentos y bebidas hasta bioenergía, bioproductos y bioinsumos (Bocchetto et. al. 2020). Estas condiciones están dadas por su dotación de recursos naturales, la importancia de diferentes cadenas de base agropecuaria y forestal, la configuración de una estructura productiva con relevancia de la agricultura familiar y las capacidades de su sistema científico-tecnológico. Esta estrategia puede ayudar a abordar desafíos productivos y ambientales generados por la expansión de la frontera agropecuaria, el uso intensivo de agroquímicos y la pérdida de fertilidad del suelo, que han provocado la deforestación y degradación de importantes masas forestales, alterando la provisión de servicios ecosistémicos.

Las capacidades presentes en Misiones brindan una oportunidad para encarar una transformación productiva basada en la bioeconomía. Con diferentes niveles de intensidad, la provincia tiene fortalezas en varias dimensiones, incluyendo: (1) recursos naturales y biodiversidad, (2) capacidades agroindustriales, (3) capacidades científico-tecnológicas, y (4) capacidades institucionales y normativas vinculadas a promover el desarrollo sostenible y la conservación de la biodiversidad.

1. Recursos naturales y biodiversidad: esta jurisdicción, una de las más pequeñas en superficie y más densamente pobladas, alberga la mitad de la biodiversidad del país en un tercio de su territorio, integra 103<sup>1</sup> Áreas Naturales Protegidas y el cordón de selva paranaense (Corredor Verde) (CEPAL

---

<sup>1</sup> Información actualizada. En el documento figuran 74.



et. al., 2022). La selva paranaense constituye junto con las yungas<sup>2</sup> la ecorregión natural más rica del país desde el punto de vista de la biodiversidad, con más de 2.000 especies conocidas de plantas vasculares, 1.000 especies de vertebrados, más de 400 especies de aves, e innumerables especies de insectos.

2. Capacidades agroindustriales: Misiones posee determinadas características agroecológicas que han propiciado el desarrollo de una matriz productiva de base agropecuaria y forestal (CEPAL et. al., 2022). Su cadena agroalimentaria se encuentra diversificada, destacándose los cultivos industriales tradicionales como la yerba mate, tabaco y té (CIECTI, 2019). Las tres actividades son una importante fuente de generación de divisas explicando el 40% del total de exportaciones provinciales (Instituto Provincial de Estadísticas y Censos -IPEC- de Misiones, 2022). En el caso de la yerba mate, Misiones es la principal provincia exportadora a nivel nacional, si bien destina solamente el 20% de la producción al mercado externo (USD 75 millones en 2022, según IPEC). En té, representa el 95% de la producción nacional, exportando más del 90% de la producción (USD 76 millones en 2022, según IPEC). En tabaco, es una de las principales provincias tabacaleras del país en términos de superficie implantada y volumen producido, exportando alrededor de la mitad de su producción (USD 29 millones en 2022, según IPEC).

Otra actividad de relevancia en la economía misionera es la forestal, representando el 38% de la superficie implantada del país, con fuerte predominio del pino (80%). La provincia posee ventajas comparativas respecto de otros países (Chile y Estados Unidos) para el cultivo de estas variedades debido a que presentan mayor rendimiento por hectárea. Asimismo, este territorio tiene 1,6 millones de hectáreas de bosques nativos (el 3% del total del país y el 54% de la superficie provincial), de las cuales el 27% pueden utilizarse para desarrollar actividades productivas. La relevancia de la cadena foresto-industrial se refleja también en la presencia de un entramado de actores productivos, los cuales representan el 28% del total de aserraderos a nivel nacional y 2 de las 7 pasteras que existen en el país. Asimismo, la cadena foresto-industrial se destaca por su importante inserción externa: representa alrededor del 30% de las exportaciones provinciales (USD 142 millones entre pasta celulósica y papel y cartón en 2022, según IPEC).

3. Capacidades científico-tecnológicas: la provincia presenta una inversión en I+D similar a la media nacional (0,4% vs. 0,46%) y superior a la región del NEA (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación -MINCyT-, 2020). Asimismo, los esfuerzos destinados a I+D explican el 0,8% de la inversión nacional y el 31,4% del NEA (MINCyT, 2020). El 90% de la inversión es ejecutada por los organismos públicos de ciencia y tecnología y las universidades públicas, dentro de los cuales se destacan el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Universidad Nacional de Misiones (UNaM), el Servicio

---

<sup>2</sup> Las yungas se extienden en toda la cara oriental de los Andes, desde el norte de la Argentina hasta los Andes venezolanos. En nuestro país es una franja casi ininterrumpida que cubre la cordillera por el este, desde la frontera con Bolivia hasta la provincia de Catamarca.



Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), Instituto de Materiales de Misiones (IMAM), Instituto de Biología Subtropical (IBS), Instituto de Biotecnología de Misiones (InBioMis), Instituto Misionero de la Biodiversidad (IMiBio), la Biofábrica de Misiones, entre otros.

4. Capacidades institucionales: la provincia ha sido pionera en institucionalizar la agenda ambiental, creando el primer Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables del país y el primer Ministerio de Cambio Climático de América Latina. Se destaca también la configuración de un marco normativo orientado a la protección y conservación de la biodiversidad<sup>3</sup> y los recursos naturales, que ratifica el compromiso con un desarrollo social y económico en equilibrio con el ambiente.

Con el objetivo de contribuir al avance de una estrategia de promoción de la bioeconomía, el punto de partida de este estudio consistió en un análisis junto con autoridades del gobierno provincial de los desafíos de las principales cadenas productivas de la provincia y de las diferentes plataformas (o actividades transformadoras) con capacidad para atender estos desafíos. Corresponde aclarar que las plataformas pueden ser biotecnológicas pero también arreglos institucionales y de mercado. Es decir, no se trata exclusivamente de actividades intensivas en ciencia o de desarrollos en la frontera tecnológica de una actividad. Pueden consistir, por ejemplo, en el desarrollo de tecnologías de frontera que permitan abrir mercados internacionales, como en la aplicación de conocimiento existente de manera novedosa que permitan abrir nichos de valor en sectores tradicionales para el mercado interno (Comisión Europea, 2017).

En base a las conversaciones con funcionarios provinciales y al relevamiento de estudios previos se seleccionó para este trabajo tres plataformas: bioinsumos, biorrefinerías forestales y pagos por servicios ambientales (PSA):

- Bioinsumos: se refieren a aquellos insumos de origen biológico que hayan sido producidos, se deriven de o consistan en microorganismos o macroorganismos, destinados a mejorar la productividad (o el rendimiento), la calidad y/o la sanidad de los cultivos vegetales. Aparecen como una pieza clave dentro de un nuevo paradigma de producción agrícola con prácticas más sostenibles, constituyendo una alternativa de origen renovable, de bajo riesgo y baja toxicidad, que pueden contribuir a la reducción en el uso de agroquímicos, incrementar los rendimientos, conservar el equilibrio biológico y la fertilidad del suelo.
- Biorrefinerías forestales: transforman la biomasa en una variedad de productos comercializables y energía mediante procesos sostenibles. Emergen como una alternativa para reducir la dependencia de los combustibles fósiles al tiempo que promueven la sostenibilidad ambiental y ofrecen

---

<sup>3</sup> Ley XVI-7 de Bosques, Ley XVI-11 de Conservación de la fauna silvestre, Ley XVI-47 de Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológicas y sus componentes, Ley XVI-53- de Bosques protectores y fajas ecológicas; Ley XVI-60 de Área integral de conservación y desarrollo sustentable Corredor Verde de la provincia de Misiones, entre otras



soluciones a la creciente demanda de productos químicos y materiales sostenibles, agregando conocimiento, valor y sostenibilidad a la producción forestal

- Pagos por servicios ecosistémicos: son mecanismos que se utilizan para compensar a los propietarios de tierras o recursos naturales por conservar, restaurar o gestionar de manera sostenible los servicios que estos ecosistemas proporcionan a la sociedad. La presencia de instrumentos a nivel internacional como los créditos de carbono orientados a compensar esos esfuerzos de conservación<sup>4</sup>, constituye una potencial fuente de ingresos para el sector privado y los gobiernos.

Estas actividades tienen el potencial para generar mejoras en la productividad de las principales cadenas productivas, avanzar en una mayor inserción externa y promover la conservación del ambiente. A su vez, son parte de una agenda más amplia, que implica un abordaje integral para avanzar hacia un desarrollo económico sustentable de la provincia.

Cabe destacar que las tres plataformas están relacionadas entre sí y los aportes que realizan al desarrollo de la bioeconomía son complementarios. Tanto la aplicación de prácticas sostenibles en la producción agrícola y forestal que conlleven la incorporación de insumos de origen biológico como el aprovechamiento de la biomasa para su posterior transformación y agregado de valor en las biorrefinerías, fomentan la captura de carbono y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, mejorando con ello la huella de carbono. Esto abre una oportunidad para que la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI) derivados de la implementación de buenas prácticas y uso sustentable de los recursos se traduzca, mediante algún esquema de PSA, en ingresos para los propietarios de las tierras. De esta forma, es posible generar un círculo virtuoso en el que el sector privado tiene incentivos para reducir su huella de carbono mediante la adopción de prácticas de conservación y restauración de ecosistemas que capturan carbono y ayudan a mitigar el cambio climático.

Para cada plataforma generamos información, la procesamos y analizamos en base a las siguientes cuatro dimensiones:

- a. *Desafíos u oportunidades*: definidos como las problemáticas (productivas, ambientales, sociales) que enfrentan las cadenas productivas de la región, así como también las oportunidades que podrían alcanzarse mediante el impulso de las plataformas identificadas.
- b. *Capacidades*: se trata de los recursos (naturales, productivos, científicos, regulatorios e institucionales) con los que cuenta la provincia para encarar una estrategia de desarrollo basada en la bioeconomía.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Medidos mediante la reducción de los GEI proveniente de la deforestación y degradación.

<sup>5</sup> Esta se basa en el marco teórico de los factores (o drivers) identificados por la comisión europea en su estrategia de promoción de las bioregiones (Comisión Europea 2017)



- c. *Brechas*: Constituyen espacios de vacancia para el aprovechamiento de las oportunidades, los cuales pueden ser atendidos a través de la política pública.
- d. *Lineamientos de política*: Se trata de recomendaciones de cursos de acción, instrumentos, y políticas públicas para atender las brechas identificadas y potenciar la bioeconomía en la provincia

El análisis presentado es el resultado de alrededor de 20 entrevistas realizadas entre agosto y septiembre de 2023 a diferentes actores del sector público, privado y científico tecnológico que participan en las áreas estratégicas seleccionadas con el objetivo de relevar sus perspectivas sobre el tema (anexo 1). Los resultados obtenidos fueron presentados en un taller de discusión en la provincia en octubre de 2023 (anexo 2). Esta instancia permitió generar un espacio de interacción con los diferentes actores y los comentarios allí surgidos fueron incorporados al presente documento.

La concreción de las oportunidades y/o desafíos identificados para cada plataforma requieren de uno o varios ámbitos de intervención (e instrumentos de política). En ese marco, a continuación mencionaremos aquellos lineamientos que pueden considerarse de mayor alcance dentro de cada plataforma, ya sea por la relevancia de la oportunidad y/o desafío que busca atender, por la importancia que reviste en términos del despliegue de esa plataforma o por su potencial impacto en términos de generación de recursos económicos.

En el caso de los insumos de origen biológico, existe una oportunidad asociada a la creciente demanda de soluciones de origen renovable, traccionada por el incremento de los costos de los agroquímicos, las dificultades que éstos presentan para controlar ciertas plagas agrícolas, las exigencias de los mercados sobre niveles máximos de residuos<sup>6</sup> y la necesidad de soluciones al estrés abiótico generados por el cambio climático. Teniendo en cuenta que en la provincia existen desarrollos de bioinsumos que llegan a la etapa de ensayo a campo, para que estos puedan ser escalados y comercializados se requieren inversiones en capital semilla para la conformación de empresas de base tecnológicas (EBTs) o startups dedicadas a la producción de los bioinsumos desarrollados por el sector de CyT. Asimismo, es necesario avanzar en la certificación de laboratorios de instituciones de ciencia y tecnología provinciales para que puedan realizar los ensayos de laboratorio solicitados para el registro comercial de los bioinsumos. Complementariamente, son necesarias las capacitaciones de asesores técnicos e ingenieros agrónomos en agroecología.

En relación con las biorrefinerías, en particular con las Biorrefinerías del Norte Argentino (BioNA), que son el foco de este documento, el principal desafío se encuentra asociado a la falta de conocimiento acerca de los nichos de mercado que se podrían atender con los productos derivados, teniendo en cuenta la variedad de productos biológicos con aplicación en diferentes industrias que se podrían obtener. Para ello, resulta fundamental avanzar en la realización de estudios de factibilidad tecnológica y económica que permita desarrollar un portafolio accesible de unidades de negocio. La definición de una estrategia de

---

<sup>6</sup> Esto es particularmente relevante en mercados como el de la Unión Europea, donde Misiones destina el 12% de sus exportaciones (sobre todo de té negro), según datos de INDEC.



especialización (qué productos desarrollar), resulta clave para poder identificar a los posibles adoptantes (que pueden ser del sector forestal u otras actividades económicas) y a los mercados objetivo (con sus respectivas regulaciones).

Por último, en relación con los PSA, se destaca el esfuerzo que viene realizando la provincia hace décadas para sostener una política orientada a la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales asociados. Misiones tiene la oportunidad de avanzar en la implementación del primer programa jurisdiccional de Reducción de las Emisiones Debidas a la Deforestación y la Degradación de los Bosques (REDD+) del país denominado “Pago por Servicios Ambientales ECO2”, que busca, mediante la emisión de créditos de carbonos asociados a la reducción de emisiones por deforestación evitada o manejo sustentable de bosques nativos, captar recursos financieros del mercado internacional voluntario de carbono. El desarrollo de este programa implica por un lado, importantes esfuerzos de coordinación entre una multiplicidad de actores, entre organismos gubernamentales nacionales y provinciales con participación en la temática, sector privado academia y organismos internacionales y por el otro, consensuar con el gobierno nacional algunos aspectos metodológicos, que son una exigencia por parte de las certificadoras para garantizar el cumplimiento de los estándares internacionales.

El documento se organiza de la siguiente manera. Luego de esta introducción, se presenta un capítulo para cada una de las plataformas mencionadas. Cada capítulo incluye una definición conceptual de la plataforma, su relevancia a nivel internacional y nacional, para luego hacer foco en la provincia a través de las cuatro dimensiones de análisis.



## Capítulo 1. Potencial de desarrollo de los bioinsumos en Misiones

### 1. Introducción

El cambio climático, la erosión de los suelos agrícolas, así como la creciente disponibilidad de evidencia científica sobre los perjuicios que el uso indiscriminado de agroquímicos ocasiona sobre el ambiente, la biodiversidad y la salud de las personas, conllevan a la necesidad de replantear el paradigma tradicional de producción agrícola. En este marco, distintos países se encuentran estableciendo regulaciones cada vez más estrictas sobre los niveles máximos de residuos (LMR) permitidos en los alimentos y desarrollando estrategias para reducir la cantidad de agroquímicos utilizados en los planteos productivos.

Los bioinsumos representan una alternativa de origen renovable, de bajo riesgo y baja toxicidad, que pueden contribuir a la reducción en el uso de agroquímicos -y a sus externalidades negativas-, pero que a su vez, permiten incrementar los rendimientos, conservar el equilibrio biológico y la fertilidad del suelo, ofrecer soluciones que no pueden ser alcanzadas por la vía de los productos convencionales e incluso reducir los costos productivos.

La provincia de Misiones cuenta con diversas oportunidades y desafíos que se pueden canalizar mediante la difusión de los bioinsumos en el territorio provincial. Entre las oportunidades destacan su gran biodiversidad, sus capacidades científico-tecnológicas y la existencia de un espacio para el surgimiento de empresas con mercados de nicho -orientadas al desarrollo y comercialización de bioinsumos para cultivos regionales-. Entre los desafíos que pueden abordarse mediante la utilización de bioinsumos, podemos mencionar el cambio climático que vuelve necesario replantear la forma tradicional de producir alimentos, diversas problemáticas productivas -como algunos tipos de plagas-, que no pueden atenderse por la vía de los insumos químicos tradicionales, la pérdida de productividad debida a la erosión del suelo, el riesgo de pérdida de mercados por las crecientes exigencias en los límites máximos de residuos (LMR) en los alimentos, así como la pérdida de la biodiversidad por el uso intensivo del suelo y la utilización desmedida de productos químicos.

Esta sección se inicia con una definición conceptual de los bioinsumos, donde se analizan las definiciones utilizadas por distintos países de la región, para luego adoptar una definición para los fines de este trabajo. También se describen los principales tipos de bioinsumos agrícolas que existen en la actualidad. Luego se realiza un análisis sobre el panorama del desarrollo y uso de bioinsumos a nivel global y a nivel nacional, donde se dimensiona su mercado y se explican sus principales *drivers*. Por último, se presenta un análisis de la biorregión misionera, caracterizando los desafíos y oportunidades que demandan el desarrollo y la difusión de bioinsumos, las capacidades con las que cuenta la provincia para canalizar dichos desafíos y oportunidades, así como las brechas existentes entre estas dos variables, finalizando con lineamientos de políticas propuestos con la finalidad de acortar las brechas existentes.

### 2. Definición conceptual y clasificación



## 2.1 Definición

En la actualidad no existe una definición universalmente aceptada para el término bioinsumo. Si bien diversas definiciones oficiales y académicas coinciden en que se trata de insumos de origen biológico o natural, existen diferencias sobre la naturaleza de la materia prima utilizada en su elaboración y, especialmente, sobre la aplicación de estos productos.

En Argentina, mediante la Resolución 41/2021 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGYP), el Comité Asesor de Bioinsumos de Uso Agropecuario (CABUA) definió a los bioinsumos como “todo aquel producto biológico que consista o haya sido producido por microorganismos o macroorganismos, extractos o compuestos bioactivos derivados de ellos y que esté destinado a ser aplicado como insumo en la producción agropecuaria, agroalimentaria, agroindustrial y/o agroenergética”.

A diferencia de otros países como Colombia<sup>7</sup> y Brasil<sup>8</sup>, la definición de Argentina es la más abarcativa, incluyendo a micro o macroorganismos y extractos o compuestos bioactivos derivados de ellos. En el caso de Brasil deja afuera a los macroorganismos que no son vegetales ni animales, como las algas (puesto que incluye a los productos de origen animal, vegetal o microbiano) en tanto que Colombia incluye “productos de ocurrencia natural”, lo cual podría incluir materiales naturales no biológicos como los minerales, y, respecto a los materiales biológicos, excluye explícitamente a algunos compuestos derivados de los seres vivos, como las toxinas y los antibióticos, así como a los organismos genéticamente modificados (OGM) y patógenos.

Con respecto a las posibles aplicaciones, para Colombia se limita a los insumos de uso en agricultura, mientras que para Brasil abarca a productos utilizados tanto en agricultura como en ganadería y en la producción forestal. Por su parte, Argentina incluye insumos destinados a la producción agropecuaria, agroalimentaria, agroindustrial y/o agroenergética.

Recientemente, la Comisión de Bioinsumos de Uso Agropecuario del Mercosur (CBAG) ha desarrollado una definición común para los países miembros, definiendo a los bioinsumos como “todo aquel insumo de origen biológico que haya sido producido, derive o consista en microorganismos o macroorganismos, destinado a ser utilizado en actividades agropecuarias”. En este marco, los países de la región han acordado utilizar el término

---

<sup>7</sup> En Colombia, mediante la resolución 068370/2020 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), se definió a los bioinsumos como “producto que se emplea con fines de manejo integrado de plagas o en la mejora de la productividad de los cultivos y el suelo, elaborado de forma masiva a partir de microorganismos vivos, virus, macroorganismos, productos de ocurrencia natural o productos bioquímicos. No se consideran Bioinsumos los productos antibióticos, toxinas (ej:  $\beta$ -exotoxina de *Bacillus thuringensis*), organismos genéticamente modificados (OGM) y los bioinsumos descritos como extremada y altamente tóxicos por el Instituto Nacional de Salud o la entidad que haga sus veces, o aquellos productos que sean catalogados como patógenos a humanos, plantas o animales”.

<sup>8</sup> En Brasil, el Decreto 10.375/2020 de la presidencia, definió a los bioinsumos como “todo producto, proceso o tecnología de origen vegetal, animal o microbiano, destinado a ser utilizado en la producción, almacenamiento y procesamiento de productos agrícolas, en sistemas de producción acuáticos o en bosques plantados, que interfieren positivamente en el crecimiento, desarrollo y mecanismo de respuesta de animales, plantas, microorganismos y sustancias derivadas y que interactúan con los productos y procesos físico-químicos y biológicos”.



bioinsumo para referirse a los insumos biológicos utilizados en todas las actividades agropecuarias.

En este documento nos limitaremos al análisis de los bioinsumos utilizados en la agricultura o **bioinsumos de uso agrícola**, entendidos como “todo aquel insumo de origen biológico que haya sido producido, derive o consista en microorganismos o macroorganismos, destinado a mejorar la productividad (o el rendimiento), la calidad y/o la sanidad de los cultivos vegetales”.

## **2.1. Clasificación: Tipos de Bioinsumos de Uso Agrícola**

Los bioinsumos pueden tener efectos directos e indirectos sobre los cultivos. En el caso de los directos se trata de aquellos que impulsan el crecimiento o desarrollo vegetal (biofertilizantes y bioestimulantes), incrementan la tolerancia frente al estrés abiótico<sup>9</sup> (bioestimulantes) y/o controlan las poblaciones de plagas<sup>10</sup> o los efectos negativos que estas tienen sobre los cultivos (bioplaguicidas).

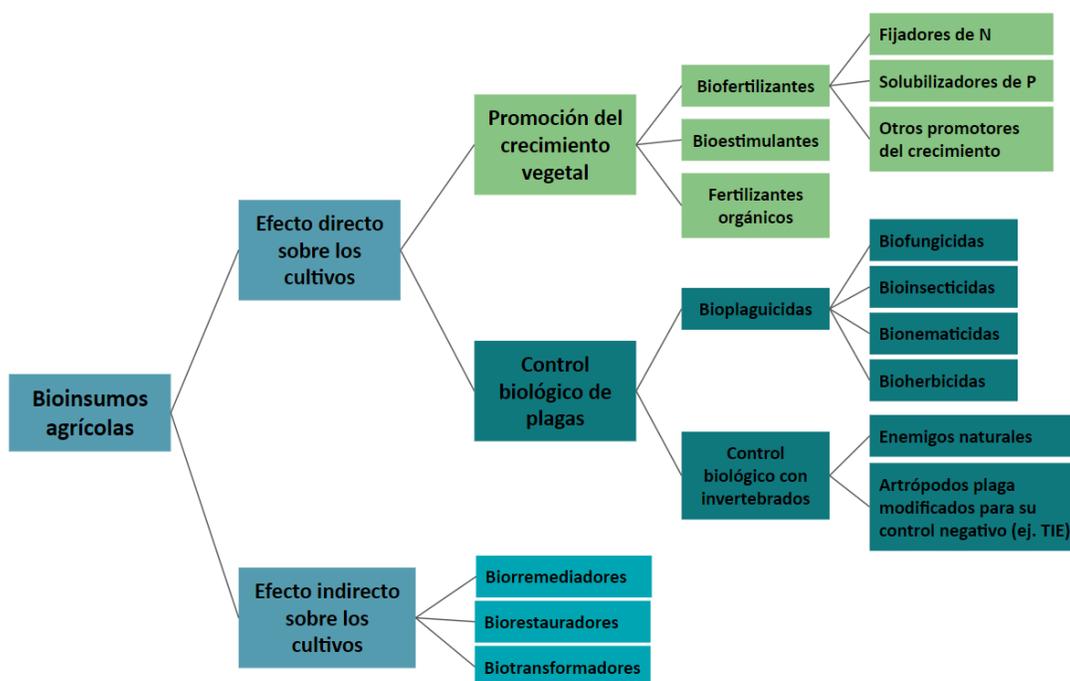
Entre los que tienen efectos indirectos se pueden mencionar a los biorremediadores y a los biorestauradores. Los primeros son bioinsumos basados en microorganismos, plantas o sus derivados que se utilizan para descontaminar el suelo en tanto que los segundos son compuestos biológicos que contribuyen a restablecer los ecosistemas naturales de los suelos agrícolas (ver figura 1).

**Figura 1.** Tipos de bioinsumos agrícolas, según función.

---

<sup>9</sup> Estrés abiótico: factores ambientales que alteran los procesos fisiológicos y metabólicos de las plantas, como las temperaturas extremas, fuentes insuficientes de agua, salinidad, etc.

<sup>10</sup> Plaga: todo animal, planta o microorganismo que tenga un efecto negativo sobre la producción agrícola.



Fuente: elaboración propia.

Nota: “N” es Nitrógeno, “P” es Fósforo.

### 2.1.1. Bioinsumos para la promoción del crecimiento y/o desarrollo de los cultivos

Los **bioestimulantes** comprenden un grupo diverso de bioinsumos que se aplican a las plantas con el objetivo de mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y/o los rasgos de calidad del cultivo. Estos pueden estar conformados por sustancias orgánicas, tales como ácidos húmicos o fúlvicos, hidrolizados proteicos, extractos de algas o botánicos, quitosán, así como por bacterias y hongos benéficos, tales como hongos micorrízicos, hongos endófitos como *Trichoderma spp.* y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR, por su sigla en inglés). Además de su naturaleza diversa, también poseen mecanismos de acción diversos sobre la fisiología de las plantas.

Los **biofertilizantes** son bioinsumos basados en microorganismos vivos (hongos o bacterias) que se aplican a las plantas con el objetivo de incrementar la disponibilidad de nutrientes y su absorción, tales como las bacterias fijadoras de nitrógeno y los microorganismos solubilizadores de fosfatos. Cabe aclarar que estos insumos mejoran la eficiencia de la nutrición de las plantas independientemente del contenido de nutrientes. A diferencia de los fertilizantes, que consisten en sustancias orgánicas o inorgánicas que contienen nutrientes en formas asimilables por las plantas, los biofertilizantes aumentan la eficiencia en el uso de nutrientes abriendo nuevas rutas de adquisición de estos por parte de las plantas. Los **inoculantes**, son biofertilizantes



que se aplican a las semillas en el momento de la siembra.

Los **abonos o fertilizantes orgánicos**, son los bioinsumos de menor complejidad tecnológica. Se trata de biofermentos obtenidos a partir de materia orgánica (como biol, bocashi, compost, vermicompost, etc.) que mejoran las propiedades del suelo, aportan nutrientes para las plantas y microorganismos al suelo. Estos bioinsumos, de composición no siempre definida, contienen múltiples principios activos, como sales minerales, aminoácidos libres, ácidos húmicos y fúlvicos, hormonas y microorganismos. Entre sus efectos positivos sobre la fisiología de las plantas, se destacan el incremento en la productividad y calidad de los cultivos, así como en la resistencia de las plantas frente a estrés tanto biótico<sup>11</sup> como abiótico.

## 2.1.2. Bioinsumos para el control de plagas y enfermedades

Los **bioplaguicidas** son bioinsumos conformados por microorganismos vivos y/o compuestos derivados de estos, de insectos o de plantas utilizados para el control de plagas que afectan a la producción agrícola. A diferencia de los plaguicidas químicos, los bioplaguicidas suelen ser específicos contra un rango acotado de plagas, generando un bajo impacto sobre los organismos no *target*, como insectos polinizadores y microorganismos benéficos del suelo. Además, presentan un menor riesgo para la salud de las personas y el medio ambiente. Los bioplaguicidas más comunes son los **biofungicidas**, **bioinsecticidas** y **bionematicidas**, los cuales se destinan al control de hongos fitopatógenos, o especies de insectos o nemátodos plaga, respectivamente. Dentro de los bioplaguicidas, podemos encontrar a los **semioquímicos**, que son moléculas orgánicas derivadas de organismos vivos, tales como las feromonas (sustancias de señalización química muy importantes en la interacción planta-insecto).

Otros bioinsumos destinados al control de plagas son los **invertebrados**, conformados por los **enemigos naturales** (artrópodos y nemátodos benéficos, que son predadores o parasitoides de insectos o nemátodos plaga) y los **insectos esterilizados** para la Técnica del Insecto Estéril (TIE)<sup>12</sup>.

Cabe destacar que muchos agentes biológicos poseen más de un efecto benéfico sobre las plantas. Por ejemplo, muchos microorganismos que promueven el crecimiento vegetal también controlan las poblaciones de plagas, de manera que funcionan como bioestimulantes y bioplaguicidas a la vez<sup>13</sup>. Otros bioinsumos son difíciles de encasillar en una u otra categoría. Tal es el caso de los **inductores de defensa vegetal**, conformados por microorganismos o biomoléculas que inducen la respuesta de defensa vegetal de modo similar al accionar de una vacuna sobre un animal. Estos bioinsumos se aplican bajo una lógica preventiva para preparar al cultivo ante la posible aparición de una plaga.

---

<sup>11</sup> El estrés biótico es el que se produce en las plantas como resultado del daño causado por organismos vivos, como bacterias, virus, hongos, insectos y malezas.

<sup>12</sup> La Técnica del Insecto Estéril (TIE) implica la cría masiva, la esterilización (generalmente por radiación) y liberación de insectos plaga. Generalmente se liberan insectos macho estériles, los cuales compiten por el apareamiento con los insectos macho naturales, generando un control negativo de la población de la plaga.

<sup>13</sup> Por ejemplo, el hongo *Trichoderma harzianum*, tiene propiedades que permiten utilizarlo tanto en la formulación de biofertilizantes como de bioplaguicidas.



### 3. Relevancia y justificativo a nivel internacional y local

#### 3.1. A nivel internacional

Entre los principales *drivers* que impulsan el desarrollo y uso de bioinsumos se encuentran factores productivos, ambientales y regulatorios. La generación de resistencia por parte de las plagas debido al uso reiterado de productos químicos, la aceleración en la tasa de reproducción de las mismas debido al cambio climático y el reciente incremento en el precio y en la dificultad de acceso a los fertilizantes químicos debido al conflicto entre Rusia y Ucrania, conllevan a la necesidad de desarrollar e incorporar alternativas a los fertilizantes y plaguicidas químicos a fin de evitar la disminución de la productividad y competitividad de los sistemas productivos agrícolas.

El uso excesivo de agroquímicos presenta ciertas externalidades negativas como la emisión de GEI, la contaminación de cuerpos de agua, la pérdida de la biodiversidad y de la fertilidad de los suelos, así como perjuicios para la salud de las personas. Por ejemplo, se estima que más de la mitad del fertilizante nitrogenado que se aplica a los cultivos no es asimilado por las plantas y se pierde en el ambiente, ocasionado la emisión en la atmósfera de óxido nitroso -un GEI 298 veces más potente que el dióxido de carbono-, la contaminación de los sistemas acuáticos subterráneos con nitratos y la acidificación del suelo -lo cual se asocia con la disminución de la cantidad y diversidad de especies microbianas del suelo.

Asimismo, habida cuenta de las pruebas científicas que han demostrado los perjuicios que el uso indiscriminado de agroquímicos ocasiona sobre el ambiente, la biodiversidad y la salud de las personas, distintos países se encuentran estableciendo regulaciones cada vez más estrictas sobre los niveles máximos de residuos (LMR) permitidos en los alimentos. Del mismo modo, la lista de agroquímicos prohibidos por estos países va en aumento. Así, la Unión Europea, Estados Unidos y China han instaurado políticas de regulación del uso de plaguicidas químicos y de promoción del uso de bioinsumos.

La Unión Europea fue pionera en el impulso de la agenda de alimentación sustentable, en el marco del Pacto Verde Europea<sup>14</sup>. Se apunta a desarrollar un sistema de producción alimentario sostenible y plantea como meta la reducción de un 50% del uso de plaguicidas hacia el año 2030. Estas medidas no solo apuntan a la transformación de la producción agrícola en territorio europeo sino que afecta también el ingreso de productos importados al mercado común, ya que estos estarán afectados a la normativa a partir del concepto de trazabilidad, pudiendo generar una cadena de consultas “hacia atrás” que garanticen que los productos que ingresen desde mercados externos cumplan con las normas fitosanitarias vigentes. Sin dudas, el cumplimiento de estas obligaciones conlleva que estos compromisos se hagan extensivos para el país

---

<sup>14</sup> El principal antecedente es la Directiva de la Comisión Europea 128/2009 la cual constituye un marco de la actuación comunitaria para un uso sostenible de los plaguicidas. Esta fue profundizada por la estrategia “from farm to fork” (2020) dentro del Pacto Verde Europeo.



exportador.

A su vez, otros países como Uruguay, están discutiendo marcos normativos que incorporen un análisis de la cadena de producción y distribución en relación al uso de plaguicidas que garantice que los mismos sean inocuos para los manipuladores y consumidores.

En este contexto, los bioinsumos representan una alternativa que pueden contribuir no solo a la reducción en el uso de agroquímicos sino también a lograr una mejora en los rendimientos, el equilibrio biológico y la fertilidad del suelo.

Ciertos tipos de bioinsumos -los de menor complejidad tecnoproductiva, como los fertilizantes orgánicos- pueden ser producidos tranquilamente adentro, por los propios productores agrícolas, aprovechando los residuos agrícolas como insumo, brindando la oportunidad de desarrollar una economía circular e independizarse de la provisión externa de insumos. Corresponde aclarar que su incorporación en los sistemas productivos debe realizarse en el marco de estrategias integrales de manejo y no como sustitutos directos de los plaguicidas o fertilizantes químicos<sup>15</sup>. También es necesario destacar que los bioinsumos no dejan residuos tóxicos en los alimentos, por lo que su aplicación es adecuada en la producción orgánica. Pero su aplicación no se limita ahí, ya que la utilización de bioinsumos en sistemas productivos convencionales integra una serie de beneficios e impactos favorables sobre la productividad, el acceso a mercados, el ambiente y la salud de las personas -tanto de trabajadores de campo como de consumidores-.

El mercado mundial de bioinsumos para uso agrícola es un sector emergente que ha mostrado un gran crecimiento en los últimos años, evidenciando un crecimiento anual promedio del 15% para el período 2015-2020, alcanzando en 2020 los USD 9.390 millones (Starobinski et al, 2021).

Si bien los bioinsumos representan una porción limitada del total del mercado de insumos agrícolas (los bioplaguicidas representan cerca del 5% del mercado de control de plagas<sup>16</sup> y los bioestimulantes y biofertilizantes el 2% del mercado de fertilizantes), superan ampliamente el ritmo de crecimiento de los productos químicos. Mientras que los biológicos se encuentran creciendo a una tasa del 15% anual, los agroquímicos presentan una tendencia de estancamiento relativo, con una expansión anual menor al 3%. Según estas tendencias, algunas estimaciones privadas proyectan para 2040-2050 que el mercado de bioplaguicidas podría igualar en importancia al de plaguicidas de síntesis química (Starobinski et al, 2021).

---

<sup>15</sup> Por ejemplo, los bioplaguicidas actualmente disponibles en el mercado, a diferencia de los plaguicidas químicos, no suelen ser efectivos ante brotes severos de plagas, por lo que, en general, se recomienda que se apliquen como preventivos (antes de la aparición de la plaga) y no como remediadores (luego de la aparición de la plaga). De este modo, resulta efectivo incorporar a los bioplaguicidas como complemento y no como sustituto de los plaguicidas convencionales en los sistemas productivos. En la misma línea, debido a que en general los bioplaguicidas poseen múltiples modos de acción, el riesgo de generación de resistencia es menor que para los plaguicidas de síntesis química y se ha demostrado que cuando los bioplaguicidas se utilizan en rotación con plaguicidas químicos, se reduce el riesgo de generación de resistencia a los plaguicidas químicos.

<sup>16</sup> Sin contar a los herbicidas.



Estados Unidos y la Unión Europea concentran en conjunto más del 60% del mercado mundial de bioinsumos. Estados Unidos es el principal mercado para bioplaguicidas y biofertilizantes, mientras que la Unión Europea es el principal mercado para bioestimulantes. Seguidamente, Brasil, China, Canadá, India y México abarcan una proporción destacada del mercado global de bioinsumos (Starobinski et al, 2021).

En América Latina, el principal mercado de bioinsumos lo constituye Brasil, con un tamaño aproximado de USD 300 millones. Durante los últimos años, la demanda de estos productos se ha duplicado, representando alrededor del 2,6% del mercado de agroquímicos (Starobinski et al, 2021). Actualmente, Brasil cuenta con unas 700 empresas con bioinsumos registrados, ascendiendo estos registros a un total de 542 productos para el control biológico de plagas y 517 inoculantes<sup>17</sup>.

Al examinar la oferta de bioinsumos, Starobinski et al (2021) lo describe como un sector competitivo con bajas barreras a la entrada y en el que parte del conocimiento es generado por el sector público. Sin embargo, las empresas enfrentan una serie de dificultades tanto técnicas como regulatorias a la hora de comercializar productos en mercados distintos a los de su país de origen debido a la diversidad de regulaciones y condiciones agroecológicas, limitando en el corto plazo su alcance global (Starobinski et al, 2021).

Debido a que los bioinsumos presentan ciertas particularidades en relación con su efectividad y potenciales riesgos, vinculadas a las condiciones agroecológicas y a la biodiversidad presente en cada territorio, su potencialidad de globalización se encuentra en cierta medida limitada. De este modo, la comercialización de un producto requiere de la realización de ensayos a campo de efectividad y seguridad en cada país donde éste se quiera comercializar<sup>18</sup>.

Las limitaciones técnicas y regulatorias a las que se enfrentan los bioinsumos para su globalización y el hecho de que muchos de estos productos no pueden ser protegidos mediante patentes<sup>19</sup> -ya que se basan en micro o macroorganismos preexistentes en la naturaleza- genera una oportunidad para las MiPyME de ingresar a nichos de mercado donde no entran a competir las grandes multinacionales de agroquímicos.

### 3.2. A nivel local<sup>20</sup>

<sup>17</sup> Datos disponibles en la aplicación *Bioinsumos* del Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), actualizada a junio de 2023.

<sup>18</sup> Si bien los enemigos naturales (macroorganismos) pueden aplicarse en diversas regiones -de hecho existen experiencias en la Unión Europea que exportan macroorganismos a otras regiones del mundo-, en general tienen mejores resultados al implementarse en su lugar de origen. En el caso de los bioplaguicidas microbianos, dado que suelen controlar un rango acotado de plagas -en muchos casos son específicos para una sola especie de plaga- sólo tienen potencial de aplicación en las regiones donde está presente su plaga objetivo. Además, al tratarse de organismos vivos -al igual que los enemigos naturales-, las cepas autóctonas suelen funcionar mejor, debido al proceso de evolución natural. Por su parte, los biofertilizantes -aún basados en microorganismos vivos- tienen un mayor potencial exportador que los bioplaguicidas y las biomoléculas -como las proteínas recombinantes- más que los bioinsumos basados en organismos vivos (Starobinski et al, 2021).

<sup>19</sup> A excepción de los bioinsumos basados en técnicas de ADN recombinante, donde sus componentes biotecnológicos pueden ser protegidos por patentes.

<sup>20</sup> Este apartado se elaboró en base a Starobinski et al (2021).



Nuestro país se encuentra entre los principales productores y exportadores de alimentos a nivel global. Según datos de la FAO, en 2018 Argentina ocupó el 8° puesto en superficie cultivada y en 2019 se encontró entre los primeros diez países productores de granos, oleaginosas, frutas, cítricos, legumbres y otros cultivos como la yerba mate, el tabaco y el té. En lo que respecta al mercado mundial de productos orgánicos, Argentina ocupa el 2° puesto en superficie bajo seguimiento orgánico y el 13° puesto para el indicador superficie orgánica sobre superficie total de uso agropecuario (el cual asciende a 2,5%).

La mayor parte de la producción nacional de cultivos orgánicos de frutas templadas, vid, olivo, legumbres y vegetales -aproximadamente el 98%- se destina a la exportación, principalmente a Estados Unidos (44%) y la Unión Europea (41%), es decir, a mercados donde las exigencias de calidad y el consumo de alimentos orgánicos son crecientes.

Paralelamente, Argentina se encuentra entre los países que consumen más agroquímicos a nivel mundial. En términos de volumen de plaguicida utilizado en la agricultura (medido en toneladas), ocupa el 4° puesto, concentrando el 4% del total mundial, mientras en relación con el consumo de fertilizantes, ocupa el 9° puesto, acaparando el 2% del total. Si observamos la intensidad en su aplicación (medida tanto en kg/hectáreas como en kg/habitantes), en el país se emplea una cantidad de pesticidas superior a la media mundial, pero también inferior a la de países como Brasil y Chile.

Las ventas en el mercado nacional de agroquímicos alcanzaron un valor aproximado de USD 2.800 millones en 2019. Vale la pena resaltar que el 80% de este mercado se encuentra concentrado en las primeras 10 empresas, donde un 50% lo acaparan los tres principales grupos multinacionales -Bayer-Monsanto (21,1%), Chemchina (Syngenta / Adama) (19,4%) y Corteva (Dow-Dupont) (10%)- y un 30% las grandes empresas de agroquímicos nacionales -Atanor, Agrofina, Rizobacter, Red Surcos, Tecnomyl, Sigma-agro, YPF-. Es de destacar que aproximadamente el 60% de las compras de agroquímicos empleados en el país es provisto por medio de importaciones, las cuales alcanzaron los USD 1.524 millones en 2020.

Argentina ha adoptado tempranamente el uso de biofertilizantes, principalmente inoculantes para la fijación biológica del nitrógeno en el cultivo de soja. Sin embargo, el desarrollo y la utilización de otros bioinsumos se encuentran más acotados. Según información del SENASA, en la actualidad, cerca de 300 empresas cuentan con registros vigentes de bioinsumos en el país. Estos registros en su mayoría corresponden a biofertilizantes -con más de 1.000 productos registrados-, mientras que sólo una fracción menor -aproximadamente 60 productos- corresponde a bioplaguicidas. Muchos productos que cumplen ambas funciones suelen estar registrados solamente como biofertilizantes debido a que el registro como plaguicida biológico es más complejo, toma más tiempo y tiene un mayor costo.

En términos de volumen de ventas, el mercado nacional de bioinsumos para la agricultura se estima en USD 80 millones, donde el segmento principal -biofertilizantes para la fijación biológica del nitrógeno- representa más del 90%. Teniendo en cuenta los niveles de adopción, mientras que aproximadamente el 80% de los productores agrícolas emplean inoculantes para la fijación del nitrógeno, solo un 5% de los mismos utilizan productos biológicos para control de plagas.



Si analizamos el entramado empresarial de bioinsumos, el segmento de biofertilizantes es un mercado maduro que presenta una fuerte competencia por precio entre los actores, mientras que el mercado de bioplaguicidas es aún un mercado en desarrollo y las empresas generalmente no compiten entre sí, sino que lo hacen con las firmas que producen agroquímicos.

Según su tamaño, se distinguen distintos tipos de actores que participan con distinto alcance en los eslabones de la cadena de valor de bioinsumos en el país (investigación, desarrollo, producción y comercialización) (Figura 2). Por un lado, las empresas multinacionales de agroquímicos se diferencian por su tamaño relativo y por su estructura, lo que les permite integrar la totalidad de los eslabones de la cadena de valor y complementar su amplio portfolio de insumos con productos biológicos. Sin embargo, a nivel local estas firmas no realizan tareas de investigación y desarrollo (I+D), sino que se abastecen de los hubs internacionales de I+D, concentrándose a nivel nacional en las etapas de formulación y producción.

Por otro lado, se encuentran las empresas medianas y grandes de capitales nacionales, empresas en muchos casos integradas y dinámicas que cuentan con equipos de I+D importantes e inversiones crecientes en torno a bioinsumos, lo que les permite formular sus propios productos y producirlos a gran escala en sus plantas. Estas empresas, despliegan en general una política activa de vinculación con el subsistema científico-tecnológico, aprovechan las herramientas de apoyo provistas por el Estado nacional –especialmente la Agencia de I+D+i–, y establecen alianzas con otras empresas y *startups* del sector.

Por su parte, un número importante de PyMEs ha incursionado en la producción de biofertilizantes. La mayor parte de estas firmas no cuenta con equipos de I+D significativos, por lo que generalmente no desarrollan sus productos y concentran su actividad en la producción y comercialización. Dentro de este estrato, algunas firmas producen a fazon para empresas que cuentan con una marca más desarrollada.

Además, en los últimos años han comenzado a surgir *startups* dedicadas a I+D que proveen de cepas y formulaciones probadas en laboratorio a las empresas productoras de bioinsumos, a cambio de un *royalty* o una participación en las ventas. Estos emprendimientos muchas veces son iniciados por personas con cierto recorrido en instituciones del ecosistema científico tecnológico.

**Figura 2.** Eslabones productivos según tipos de empresas.



↑ RIESGO RELATIVO COMPLEJIDAD RELATIVA ↓	Tipo de empresa	Identificación nuevos agentes efectores y pruebas de concepto	Escalado y formulación	Producción	Comercialización
	PyMEs / Startups	X	X		
	Multinacionales	X*	X	X	X
	Empresas medianas y grandes nacionales	X	X	X	X
	PyMEs		X	X	X

Fuente: Starobinski et al (2021).

Nota: (\*) conducen I+D en bioinsumos en centros de I+D fuera del país

Complementariamente al desarrollo del entramado empresarial, el país cuenta con un conjunto de organizaciones del sistema científico-tecnológico y de los subsistemas provinciales que llevan adelante diversas líneas de investigación y desarrollo para el desarrollo de bioinsumos para la agricultura. Estos centros especializados en I+D en bioinsumos, están distribuidos en gran parte del territorio nacional con destacada presencia en el interior del país.

En términos generales, el ecosistema científico-tecnológico vinculado al sector presenta importantes capacidades en investigación y desarrollo en las primeras etapas de la cadena, así como importantes ceparios e insectarios para nutrir nuevas investigaciones, pero por lo general no cuentan con capacidades de escalado y/o producción. De este modo, los centros se concentran en aislar y probar la efectividad de agentes biológicos (micro o macroorganismos y moléculas efectoras) a escala de laboratorio, a excepción de algunos centros de mayor escala como ISCAMEN (Mendoza), Biofábrica Misiones (Misiones), CEMUBIO (Rio Negro) y CeTBIO (Córdoba), los cuales alcanzan una escala piloto/productiva. En general, los centros tampoco cuentan



con capacidades para desarrollar la formulación final de los productos<sup>21</sup>. En algunos casos, alcanzan por sus propios medios la etapa de prueba de concepto en laboratorio, invernadero o pequeño ensayo a campo, con formulados experimentales, y en otros casos logran realizar las pruebas de concepto con el agente biológico sin formulación.

Las capacidades relativamente bajas de escalado y formulación no suelen representar un obstáculo mayor para la transferencia de los desarrollos, ya que los centros se asocian con empresas para avanzar en las etapas finales de desarrollo. Como casos de éxito de este tipo de asociaciones, Starobinski et al (2021) relevó 5 bioinsumos desarrollados y transferidos por IMYZA e ITANOA a empresas productoras de bioinsumos, que ya se encuentran en el mercado.

Por otra parte, existen dos centros (CEMUBIO e ISCAMEN) que producen y aplican bioinsumos basados en macroorganismos, que se aplican en fincas de productores particulares (CEMUBIO) o según programas del SENASA (ISCAMEN); y un tercer centro (CeTBIO) que ha avanzado en la etapa de registro comercial de un bioinsumo desde la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Particularmente, el ISCAMEN cuenta con contratos para exportar artrópodos para la Técnica del insecto Estéril (TIE) a Marruecos y otros países de América Latina como Chile, Uruguay y Bolivia.

Por último, en virtud de su ubicación geográfica y la presencia en su territorio de diversos ecosistemas, Argentina se encuentra dentro de los 25 países con mayor biodiversidad del planeta. Cuenta con 18 ecorregiones, 15 de las cuales son continentales, 2 marinas y 1 en la Antártida, que albergan una gran diversidad de especies. La biodiversidad representa una gran potencialidad para el aislamiento de los micro y macroorganismos adaptados a diversas condiciones de clima y suelo, que pueden desempeñar múltiples funciones -y en muchos casos aún desconocidas- en la estimulación del desarrollo vegetal y en el control biológico de plagas.

Considerando las capacidades naturales, científico-tecnológicas y empresariales con las que cuenta el país y el nivel de adopción actual de bioinsumos, se puede concluir que Argentina cuenta con potencial para incrementar la producción y utilización de bioinsumos. Más aún, teniendo en cuenta la dinámica de la oferta de bioinsumos -que presenta espacio para la generación de PyMEs que apuntan a mercados locales y/o regionales- el desarrollo del mercado de bioinsumos, al menos en parte, podría darse por la vía de la generación de nuevas empresas PyMEs locales. Esto permitirá sustituir importaciones de agroquímicos, minimizar el riesgo de perder gradualmente la cuota del mercado global de productos orgánicos, mejorar la productividad agrícola, conservar la biodiversidad, mejorar la fertilidad del suelo, disminuir las emisiones de GEI y expandir la exportaciones de alimentos hacia mercados más exigentes en cuanto a la calidad de los productos y los LMR.

---

<sup>21</sup> Formulación: introducción del agente efector en una mezcla de otros materiales que facilitan su viabilidad, eficiencia y aplicación del producto comercial.



## 4. Potencialidad de desarrollo de Bioinsumos en Misiones

Misiones es una provincia de gran biodiversidad, que posee una matriz productiva de base agropecuaria y forestal. Como se mencionó, los principales cultivos agrícolas son, en términos de superficie implantada, la yerba mate, el té y el tabaco. En estas actividades existe una importante presencia de cooperativas y productores pequeños con cultivos diversificados, de entre 20 y 40 hectáreas por establecimiento productivo.

Los efectos del cambio climático, el uso intensivo de insumos químicos, la erosión del suelo, así como a las crecientes exigencias de calidad y seguridad de los productos alimentarios en los principales mercados a nivel global y al incremento en el precio de los insumos químicos, conllevan a reorientar los sistemas productivos hacia planteos productivos agroecológicos y sustentables. En este marco, el desarrollo y la difusión de bioinsumos representan una herramienta central para la transición. Para ello, en la provincia se ha venido conformando un ecosistema productivo en torno a bioinsumos, que es acompañado y potenciado por un sistema científico-tecnológico que realiza investigación aplicada, actividades de capacitación y extensionismo y por un conjunto de iniciativas de las distintas instancias del gobierno provincial.

### 4.1 Desafíos y oportunidades que demandan el desarrollo y la difusión de bioinsumos en Misiones

Uno de los principales desafíos que enfrentan los productores agrícolas de la provincia de Misiones está asociado con el uso intensivo del suelo. Desde hace algunas décadas, se vienen observando signos de **deterioro del suelo**, como la erosión hídrica. Este fenómeno implica una pérdida de la capacidad productiva de las tierras agrícolas debido a la acción del agua que cae o se mueve sobre un terreno con escasa cubierta vegetal protectora y suelo poco resistente, propio de las zonas tropicales húmedas.

Desde un enfoque agroecológico, la fertilidad es la capacidad de los suelos agrícolas para mantener, de manera perdurable, un nivel de producción estable y de calidad, conservando su estabilidad frente a los procesos que implican su degradación. Las propiedades que determinan la fertilidad del suelo son de naturaleza química (como el aporte de nutrientes), física (como la estructura, espacio poroso, retención de humedad, entre otros) y biológica (actividad biológica de los micro y macroorganismos del suelo). Sin embargo, según la opinión de los expertos consultados en este estudio, estos tres tipos de propiedades se encuentran íntimamente relacionados. Diversos estudios demuestran que la incorporación de micro y macroorganismos benéficos contribuye a la recuperación de las propiedades no sólo biológicas, sino también físicas y químicas del suelo. En este sentido, la utilización de bioinsumos -especialmente los fertilizantes orgánicos- representa una herramienta de gran utilidad para conservar y/o recuperar la fertilidad de los suelos agrícolas.



Por otro lado, debido al **contexto climático**, en los últimos años la provincia de Misiones viene sufriendo el incremento de temperaturas y la disminución de los niveles de lluvia y se espera que tanto las olas de calor como los períodos de sequía tengan lugar con una mayor frecuencia y con una mayor intensidad en los próximos años. La incorporación a los planteos productivos de bioestimulantes que incrementan la tolerancia de los cultivos frente a condiciones adversas como sequía o alta salinidad, puede contribuir a disminuir los impactos negativos del cambio climático.

Asimismo, el cambio climático puede favorecer al grado de contagio, la propagación y la gravedad de las **plagas agrícolas**. Es de destacar que existen plagas que afectan a los principales cultivos de la provincia que no pueden ser controladas por la vía de los insumos químicos aprobados por la autoridad sanitaria. Tal es el caso del Taladro o Tigre de la yerba mate (*Hedyphates betulinus*). Actualmente no existen productos químicos registrados para el control de este artrópodo en este cultivo en particular, y los bioinsumos registrados para el control de este tipo de plaga en otros cultivos, no resultan efectivos en la yerba mate. Otras plagas y enfermedades que también representan un problema productivo importante para los productores de yerba mate, son los lepidópteros -como la Marandová u Oruga Rabuda-, el Rulo o Psílido de la yerba mate, los ácaros -como el Ácaro del Bronceado, el Ácaro Rojo y el Ácaro Blanco-, la Tela y la Rama Negra -enfermedades causadas por hongos- y las hormigas cortadoras de hoja.

Por su parte, las hormigas y los pulgones constituyen uno de los principales problemas productivos de las plantaciones forestales destinadas a la producción de colofonia -una resina natural de color ámbar que se exporta para su uso en múltiples industrias-. Debido a que el uso de productos químicos alteraría las propiedades de la colofonia, éstos no se pueden aplicar para controlar las poblaciones de artrópodos plaga. Asimismo, la avispa *Sirex noctili* -conocida como avispa de los pinos- es una plaga que ataca y desarrolla su ciclo de vida en la madera de los árboles del género *Pinus* -denominados comúnmente como “pinos resinosos”-, la cual no se puede controlar empleando insumos químicos. Para el control de esta avispa se ha probado con éxito el uso de un nemátodo que actúa como enemigo natural de la avispa.

El desarrollo y la difusión de bioplaguicidas y enemigos naturales -basados en micro o macroorganismos autóctonos- efectivos contra las principales plagas que afectan a los cultivos de yerba mate y en las plantaciones forestales, representa una alternativa clave, que aprovecha -y a la vez contribuye a conservar- la biodiversidad de la provincia.

Como se mencionó en la sección 3.1, los mercados internacionales son cada vez más exigentes con respecto a los **límites máximos de residuos (LMR)** en los alimentos. Esto, sumado al reciente incremento del precio de los insumos químicos y a la erosión del suelo, conlleva a que cada vez más productores tradicionales de la provincia, demanden soluciones alternativas a los productos de síntesis química. Por su parte, el diferencial de precios entre los productos de la agricultura convencional y la orgánica -que en el caso de la yerba mate alcanza un 30%, según fuentes consultadas-, está llevando a que cada vez más productores se vuelquen hacia la certificación orgánica. Ambos tipos de producciones -tanto orgánica como tradicional- se encuentran



demandando cada vez más la generación de soluciones ambientalmente amigables, económicas, sostenibles y seguras para la salud de las personas, como los bioinsumos.

Por último, en materia de recursos biológicos, la biodiversidad que alberga la selva paranaense misionera requiere por un lado, alinear esfuerzos para conservarla debido a su potencial de valorización mediante el pago por servicios ambientales (tema abordado en el capítulo 3) y por el otro, ofrece un amplio espectro de recursos biomásicos con gran potencial para la obtención de productos de alto valor agregado (abordado en el capítulo 2) y bioinsumos. Estos últimos, a su vez, contribuyen a la conservación de la biodiversidad, puesto que su uso permite reducir la cantidad de agroquímicos empleados y así disminuir la pérdida de organismos no blanco, y a su vez, aportan micro y macroorganismos que regeneran la vida del suelo.

## 4.2 Capacidades instaladas en la provincia

### a. Capacidad productiva instalada

Debido a las características técnicas y regulatorias de los bioinsumos -descritas en la sección 2-, se generan condiciones para el desarrollo de mercados de nicho que no suelen ser de interés para grandes empresas o PyMEs nacionales. Este es el caso de los bioinsumos específicos para cultivos regionales, como la yerba mate y el té. Como se puede observar en la Figura 3, entre los biofertilizantes registrados prevalecen aquellos destinados para los cultivos de Soja (52%), Trigo (10%) y Maíz (10%), mientras que sólo un 0,2% corresponden a cultivos forestales.

Asimismo, de las 268 empresas que registraron bioinsumos en el SENASA solo una se encuentra radicada en la provincia de Misiones -la empresa **BIO.MI. S.A.**<sup>22</sup>, vinculada a la Biofábrica Misiones-. Sin embargo, la provincia se encuentra realizando esfuerzos para el desarrollo de un ecosistema empresarial en el sector.

La **Biofábrica Misiones** cuenta con un extenso recorrido en el desarrollo y transferencia de tecnologías en el campo de la micropropagación *in vitro*. Sin embargo, en los últimos comenzó a enfocarse también en el desarrollo de bioinsumos, logrando en 2019 habilitar la planta de biológicos ante el SENASA y en 2022 el registro comercial de un biofertilizante de desarrollo propio basado en cepas autóctonas del hongo *trichoderma* aplicable a cultivos frutihortícolas, tabaco y yerba mate.

Es importante señalar que la planta permite el escalado piloto no sólo de sus propios desarrollos, si no que está a disposición de las instituciones de ciencia y tecnología (CyT) de la provincia. Tal es así que la Biofábrica se encuentra participando junto a dos instituciones de CyT de la provincia en el desarrollo de un bioplaguicida fúngico para el control del Taladro de la yerba mate. En este proyecto, la Biofábrica conducirá el escaldo del

---

<sup>22</sup> Según información pública del SENASA.



producto desarrollado a escala laboratorio por el INTA. Además, los especialistas de la Biofábrica realizan actividades de capacitación con productores para la producción de fertilizantes orgánicos intra fina.

En el año 2021 la Biofábrica Misiones -desde su Escuela Superior de Biotecnología Agrícola y Ambiental (ESBAA)- lanzó su Diplomatura Superior en Bioinsumos con el objetivo de transmitir los conocimientos sobre producción y uso de bioinsumos. La diplomatura se orientó inicialmente a profesionales de ciencias agrarias en general y posteriormente a docentes de las Escuelas de la Familia Agrícola (EFAs) y a docentes del Instituto Enseñanza Agropecuaria (IEA).

Otro caso interesante es el de la empresa **Agro Sustentable S.A.**, que se originó en 2015 en la provincia de Buenos Aires y recientemente radicó su planta productiva en el Parque Industrial de la Innovación de Posadas, impulsada por el gobierno provincial en su compromiso por la conservación y valoración de la biodiversidad.

En la actualidad, la empresa se dedica a la producción y comercialización de un fertilizante orgánico, un biofertilizante basado en un consorcio microbiano y un herbicida conformado por componentes orgánicos y químicos. Además, ofrece el servicio de aplicación de bioinsumos mediante drones para los productores agrícolas de la provincia. Cabe destacar que el desarrollo del biofertilizante basado en un consorcio microbiano tuvo lugar en la empresa -en su propia área de I+D-, a partir de cepas aisladas por el INTA; mientras que el herbicida fue desarrollado a partir de un convenio con una empresa de la provincia de Tucumán. Estos productos cuentan con los registros provisorios ante el SENASA y se encuentran en vías de obtención de los permisos definitivos.

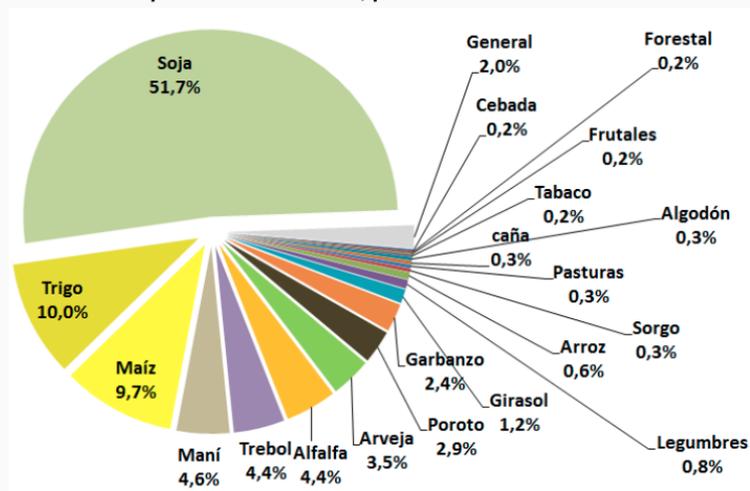
Sus bioinsumos son de base líquida, por lo cual requieren refrigeración para su almacenamiento, y la presentación de estos productos son sachets de entre 4,5 y 7 litros. Debido a que el almacenamiento inadecuado de los bioinsumos líquidos disminuye la viabilidad de los microorganismos presentes en estos productos, y a que, el fraccionamiento de los mismos incrementa las probabilidades de contaminación con otros microorganismos -disminuyendo así la efectividad e incrementando el riesgo-, la empresa se encuentra analizando los costos para evaluar la factibilidad de ofrecer un producto con una presentación de 1 L, más acorde a las necesidades de los pequeños productores, puesto que requieren menos tiempo de almacenamiento y menos instancias de fraccionamiento.

En un futuro cercano, la empresa proyecta contar con una amplia cartera de biofertilizantes y bioplaguicidas microbianos no sólo para los mercados de nicho regionales, sino también para los grandes productores de cultivos extensivos e incluso para exportar a Brasil y Paraguay.

**Figura 3.** Biofertilizantes registrados en Argentina por tipo de cultivo.

## Biofertilizantes en Argentina

### Biofertilizantes de producción nacional, por cultivo:



Fuente: SENASA.

Nota 1 : no se dispone de información de registros de bioplaguicidas por tipo de cultivo.

Nota 2: si bien en el gráfico no figura la yerba mate, el fertilizante biológico basado en *trichoderma* registrado por BIO.MI. S.A. se aplica a yerba mate, tabaco y a cultivos frutihortícolas.

Desde el punto de vista de la **adopción**, es importante señalar que los bioinsumos se insertan como un elemento clave en el marco del paradigma de **manejo integral**, de amplia aceptación entre los productores de Misiones. Este incluye la incorporación de **cubiertas verdes**, que permiten regenerar las condiciones microbiológicas, de infiltración y de fijación de nitrógeno del suelo y la **arborización**, orientada a disminuir el uso de herbicidas a partir de la generación de sombra para que no crezcan malezas y a proteger a los cultivos de las bajas temperaturas. En este contexto, los productores de la provincia -tanto orgánicos como convencionales-, tienen, en general, una buena percepción sobre los beneficios de la utilización sostenida de bioinsumos. Según las fuentes consultadas, muchos productores de la provincia que utilizan fertilizantes químicos sufrieron caídas de la producción en los últimos años, por lo que empezaron a incorporar abonos orgánicos en la búsqueda de remineralizar los suelos y estimular la actividad biológica para mejorar paulatinamente sus condiciones físicas y químicas.

A pesar de no contar con una oferta de bioinsumos comerciales registrados para los principales cultivos regionales<sup>23</sup>, en algunos casos se emplean bioinsumos registrados para otros cultivos y en otros casos, los propios productores agrícolas realizan la **producción de bioinsumos en la finca**.

<sup>23</sup> A excepción del fertilizante biológico registrado por BIO.MI. S.A.



En este sentido, tanto productores individuales como asociaciones y cooperativas de la provincia han incursionado en la **autoproducción de fertilizantes orgánicos**. Sin embargo, a los productores individuales -quienes aprenden a producir bioinsumos mediante distintas instancias de capacitación- les resulta difícil sostener la autoproducción en el tiempo debido a que no disponen de personal dedicado (el mismo productor es quien realiza la producción y, en general, no puede sostenerla por falta de tiempo). Es común que no dispongan de infraestructura y equipamiento adecuados para la producción, ni la capacidad para afrontar estas inversiones. En este sentido, el **modelo de asociación** entre productores individuales y/o cooperativas resulta más fructífero.

Bajo el modelo de asociativismo es factible montar biofábricas con una infraestructura que permite la producción eficiente y segura de bioinsumos, con la contratación de personal dedicado, lo cual a su vez contribuye a mantener -e incluso incrementar- el **empleo** durante todo el año. Vale la pena aclarar que la producción de yerba mate es estacional y tiene mayores requerimientos de mano de obra durante ciertos meses del año.

Entre las principales motivaciones que reúnen las asociaciones de productores para comenzar a producir sus propios bioinsumos se encuentran la **reducción de costos** (la producción de abonos a partir de materiales locales de bajo costo y/o gratuitos, reemplaza total o parcialmente a otros productos que se comercializan en el mercado, repercutiendo en el resultado económico y logrando una producción más sustentable); la instauración de un modelo de **economía circular** (para producir los bioinsumos se utilizan residuos, como excretas de animales, o descartes, como el palito de la yerba); la generación de **impacto local** (los bioinsumos que se adquieren en la zona generan la circulación local de recursos económicos en lugar de su salida del circuito provincial o municipal) y la generación de **empleo** con el **arraigo** de las nuevas generaciones (los/as hijos/as jóvenes de los productores asociados, se suelen integrar al esquema de gerenciamiento y administración de las biofábricas).

En este contexto, la **Cooperativa Caiyal** -integrada por unos 40 productores, principalmente de yerba mate- cuenta con una planta de elaboración de fertilizantes orgánicos para cultivos de yerba mate y té (productos que pueden encuadrar como **biopreparados**<sup>24</sup>, según la nueva normativa que se encuentra en elaboración en el SENASA). Entre sus productos se encuentran el bocashi -que incluye polvo de tosca para remineralizar los suelos- y el supermagro. La inversión necesaria para instalar la biofábrica rondó los USD 84 mil<sup>25</sup> y fue aportada en un 90% por un Proyecto de Inclusión Socio-Económica en Áreas Rurales (PISEAR), programa de la Dirección General de Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales (DIPROSE) del, actualmente, Ministerio de Economía de la Nación; y en un 10% por los socios de la cooperativa. Por el momento no se proyecta incursionar en el desarrollo y producción de bioinsumos basados en cepas de microorganismos

---

<sup>24</sup> Según la definición oficial de bioinsumos, elaborada por CABUA, así como la definición de bioinsumos adoptada en el presente trabajo, los biopreparados son un subconjunto dentro de los bioinsumos.

<sup>25</sup> Según el promedio anual para el 2022 del tipo de cambio mayorista del dólar, para un desembolso de 11 millones de pesos.



aislados, ya que esto implica otras capacidades y desafíos, los cuales se encuentran cubiertos por las instituciones científico-tecnológicas de la provincia.

Además, la cooperativa se encuentra trabajando fuertemente en la disminución del principal insumo químico que utilizan sus asociados, el glifosato, mediante procesos de arborización. Existe evidencia científica que indica que hasta un 60% de sombra disminuye considerablemente el crecimiento de las gramíneas sin afectar los rendimientos. Sin embargo, aún persiste la idea, entre gran parte de los productores, acerca de que cualquier porcentaje de sombra disminuye la productividad. Para ello, se realizan desde la cooperativa jornadas de capacitación y, en paralelo, se están desarrollando parcelas demostrativas, donde los productores que aún continúan utilizando glifosato podrán evidenciar que es posible producir sin utilizar el insumo químico sin perder productividad. De hecho, algunos productores de la cooperativa no utilizan dicho insumo desde hace más de una década.

Por su parte, la agrupación de productores **Somos Red**, integrada por 3 cooperativas y una serie de productores agrícolas individuales, surge con la misión de incubar proyectos para una transición hacia la producción agroecológica. Uno de sus ejes estratégicos es la gestión de residuos agrícolas y su transformación en bioinsumos para mejorar la salud del suelo y la productividad y para reducir los impactos negativos sobre el ambiente y sobre la salud de las personas del paquete tradicional de insumos químicos. Para ello, la red montó una biofábrica -la **Biofábrica Reverdecer**- que tiene una capacidad productiva de 40 tn por mes de fertilizantes orgánicos o biopreparados. Actualmente, se están elaborando para autoconsumo bioinsumos para productores de hortalizas, té y yerba mate de la red.

Los fondos para la infraestructura y para desarrollar la tecnología de producción se gestionaron a través de la Asociación Civil Ampliando Pueblo y el Proyecto de Uso Sustentable de la Biodiversidad (USUBI). Uno de sus productos, el súper abono Bokashi -que se encuentra en vías de registro- se elabora en una máquina volteadora autopropulsada única en el país, que fue desarrollada por graduados de la Facultad de Ingeniería de la UNaM. Los insumos para el preparado del bokashi son provistos por productores de la zona, quienes entregan estiércol vacuno y luego retiran abono listo para utilizar. También producen sulfocálcico, caldo ceniza y supermagro. En un futuro cercano proyectan contar con el bocashi y el caldo ceniza registrados en el SENASA, lo que les permitirá comercializarlos por fuera de la red.

Además, desde la red están promoviendo la incorporación de un 35% de sombra en los yerbales, mediante la introducción de plantas nativas. Para ello, cuenta con un vivero de árboles nativos. Esta estrategia, además de reducir la propagación de malezas -con la consecuente disminución de la cantidad de herbicidas a aplicar- aportan biodiversidad a las tierras agrícolas. Cabe destacar que uno de los principales controladores naturales del ácaro que causa el rulo de la yerba mate -una de las plagas que más afectan a este cultivo- son los pájaros, cuyo hábitat son los árboles nativos.

## **b. Capacidades científico-tecnológicas**



La provincia de Misiones cuenta con diversas instituciones que tienen entre sus objetivos el desarrollo y la difusión de bioinsumos para los principales cultivos de la provincia, a partir del aislamiento de cepas autóctonas. Una serie de instituciones se orientan a la investigación aplicada, abarcando desde los primeros estadios de investigación en laboratorio hasta la conducción de ensayos a campo, como La Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo del INTA, el Instituto de Biotecnología Misiones (INBIOMIS) y la Agencia Misionera de Innovación. Además, la provincia cuenta con capacidad para el escalado piloto-productivo de los desarrollos -en la Biofábrica Misiones- y la capacidad de financiar investigaciones y ensayos a campo -por el Instituto Nacional de la Yerba Mate-.

Estas instituciones de ciencia y tecnología (CyT) se encuentran trabajando activamente, mediante actividades de capacitación y extensionismo, para la instauración de gestión y manejo integrado en los sistemas productivos, donde se incentiva a los productores a utilizar cultivos de cobertura mediante la siembra de árboles nativos (para el caso donde no existe cobertura) y otras especies que sirvan de barrera. Para el caso donde ya existieran árboles con posibilidad de cobertura, se incentiva a no talarlos e integrar otros cultivos como ejemplo el de la yerba mate. Dentro de las estrategias integrales de manejo, promueven el uso y la autoproducción de bioinsumos.

La **Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo del INTA** (en adelante, INTA Montecarlo) se encuentra desarrollando biofertilizantes bacterianos para la estimulación del crecimiento del cultivo de yerba mate y bioplaguicidas fúngicos para el control de las principales plagas que afectan a este cultivo -como el Taladro y la Tela o el Rulo-, y, recientemente ha incursionado a nivel exploratorio en la plataforma de ARN de interferencia (ARNi). Algunas líneas se encuentran a nivel de investigación inicial, otras han superado la instancia de prueba de concepto en laboratorio, otras se hallan en la etapa de escalado con proyección de alcanzar próximamente los ensayos a campo y otras -como el nematodo- se encuentran ya aplicadas en el mercado. Asimismo, realiza actividades de capacitación y extensionismo que incentivan el manejo integrado por parte de los productores y desde la institución se trabaja en la capacitación de los productores agrícolas para la autoproducción de fertilizantes orgánicos.

En este marco, el INTA Montecarlo en conjunto con el Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM) y la Biofábrica Misiones, se encuentran desarrollando un bioinsumo específico para controlar el Taladro en yerba mate, basado en cepas de *Beauveria* aisladas del territorio provincial que ha superado la etapa de prueba de concepto en laboratorio con resultados favorables.

En la misma línea, la avispa de los pinos (*Sirex noctilio*), una plaga que ataca y desarrolla su ciclo de vida en la madera de los árboles del género *Pinus*<sup>26</sup> -denominados comúnmente como “pinos resinosos”-, no se puede controlar empleando insumos químicos. En nuestro país, en la década del '90, en función de la detección de la avispa de los pinos en las provincias de Misiones y Corrientes, se definieron distintas estrategias para el

---

<sup>26</sup> Esta plaga tiene su origen en Europa, donde no produce daños serios. Sin embargo, en todos los países donde ya existían plantaciones comerciales y se introdujeron pinos resinosos de Europa, la plaga causó pérdidas económicas considerables.



control de la plaga. Una de las estrategias clave para el control de esta avispa, fue la instalación en el INTA Montecarlo, de un laboratorio de cría del nematodo *B. Siricidicola*<sup>27</sup>, el enemigo natural más efectivo para controlar la población de este insecto plaga. Actualmente, las provincias de Misiones y Corrientes, han alcanzado niveles de plaga por debajo del umbral de daño económico y la producción actual del nematodo del INTA Montecarlo se localiza en otras provincias, ya sea mediante programas del SENASA o productores forestales privados que lo solicitan.

El **Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM)** se enfoca en el extensionismo y, si bien no realiza actividades de I+D por sí mismo, apoya estas actividades con financiamiento. Su servicio de extensión yerbatero, conformado por 13 ingenieros agrónomos y forestales, se enfoca en la recuperación de los suelos, el manejo sanitario, la reducción del uso de agroquímicos, la incorporación de árboles a sistemas productivos y la autoproducción de fertilizantes orgánicos, entre otras cosas. Respecto a los bioinsumos comerciales, aún no es factible recomendar formalmente su utilización, puesto que a la fecha no se cuenta con bioinsumos registrados para yerba mate. Cabe destacar que, en sus actividades de extensionismo, tampoco recomienda el uso de los pocos agroquímicos registrados para yerba mate, debido a que su plan estratégico propone promover la reducción del uso de estos insumos.

Como se mencionó previamente, el INYM se encuentra trabajando en colaboración con el INTA Montecarlo y la Biofábrica Misiones en el desarrollo de un bioplaguicida fúngico para el control del Taladro de la yerba mate. El aporte específico del INYM a este proyecto consiste en el financiamiento para la secuenciación de las cepas de *beauveria* aisladas y de los ensayos a campo.

El **Instituto de Biotecnología Misiones (INBIOMIS)** abarca todas las etapas del proceso de innovación, partiendo desde la investigación básica hasta vinculación y transferencia tecnológica, con foco en la aplicabilidad de sus desarrollos y la generación de empresas de base tecnológica (EBT). Entre sus líneas de trabajo se destacan el desarrollo de bioinsumos basados en cepas nativas de hongos, bacterias, cianobacterias y microalgas.

La institución dispone de bioinsumos transferidos a empresas de otras partes del país. Además, ofrecen servicios de aislamiento y caracterización genómica de microorganismos y cuenta con un cepario de 400 cepas de hongos, 200 bacterias y 60 microalgas. El instituto ha incursionado en una línea de investigación, la cual se encuentra en etapa inicial, basada en técnicas ómicas y de bioinformática, para la generación de enzimas que se podrían adicionar a los bioinsumos microbianos para que éstos requieran menos tiempo para comenzar a dar efectos. Además trabaja en distintas líneas de investigación para la generación de bioinsumos para la biorremediación de suelos contaminados con agroquímicos y antibióticos. También realiza actividades de extensión y capacitación de productores agrícolas en la producción de fertilizantes orgánicos.

---

<sup>27</sup> El laboratorio se puso en funcionamiento a principios de 1996 mediante las acciones conjuntas de los organismos estatales nacionales (INTA, SENASA, UNaM) y provinciales (Ministerio de Ecología de Misiones, Ministerio de Agricultura de Corrientes) involucrados en el tema, y contó además con el apoyo de empresas y asociaciones del sector forestal de la región.



La **Agencia Misionera de Innovación** cuenta con distintas líneas de investigación y desarrollo entre las que sobresalen la elaboración de medicamentos naturales obtenidos a partir de especies vegetales autóctonas. A partir del año 2015 la agencia incorporó una área de investigación en el campo de los bioinsumos. Dicha área, en un principio se enfocó en biofertilizantes fúngicos, pero luego se redireccionó hacia el desarrollo de bioinsecticidas basados en el hongo *Beauveria bassiana*, para el control de insectos en cultivos frutihortícolas y en yerba mate, de modo de complementar de manera más eficiente las capacidades existentes en las otras instituciones de CyT de la provincia.

A partir del hongo *Beauveria bassiana*, los investigadores de la agencia desarrollaron un producto cuya formulación podría ser protegida mediante una patente, y, por otro lado, se encuentran investigando la posibilidad de desarrollar otro bioinsumo que combine y potencie los efectos de extractos botánicos con el microorganismo en estudio.

Por su parte, la creación del **Instituto Misionero del Suelo** en el año 2020, incluye entre sus objetivos la conducción de estudios fisicoquímicos y microbiológicos del suelo que contribuyan a resolver la problemática de pérdida de productividad por la erosión de los suelos agrícolas de la provincia. Entre sus acciones proyectadas se encuentran la creación de un espacio para formar técnicos y productores en técnicas para la reversión de los procesos de degradación de los suelos y el montaje de un laboratorio del suelo. Sin embargo, el instituto aún no cuenta con una estructura aprobada, por lo cual no se encuentra en pleno funcionamiento.

En materia de formación, **Silicon Misiones** desarrolla junto a las EFAs el programa EFAs 4.0. Esta iniciativa busca dotar a las escuelas secundarias agrícolas de la provincia de instancias prácticas de capacitación para la correcta aplicación de bioinsumos en cultivos hortícolas y la evaluación de sus efectos usando como prueba piloto las huertas escolares. Además, el programa incluye la entrega de kits de biotecnología para realizar ejercicios experimentales, con el objetivo de despertar vocaciones científicas entre los estudiantes de las EFAs.

### c. Capacidades institucionales y gobernanza

El cambio de paradigma desde la producción agrícola convencional centrada en el uso intensivo de insumos químicos hacia la producción agroecológica, con el empleo de bioinsumos como una herramienta clave de la transición, se encuentra instalado en la agenda de la provincia. En este marco, Misiones es la primera provincia argentina en promulgar una **Ley de Promoción de Bioinsumos**, la cual fue aprobada el 22 de junio del corriente año y establece un marco regulatorio para promover la utilización de bioinsumos en la producción de la provincia. Además de fijar las pautas para el desarrollo y la producción, la ley establece la creación de un Registro Provincial de Productores de Bioinsumos, una herramienta que permitirá implementar programas destinados a fortalecer el sector a través del otorgamiento de créditos y otras políticas de incentivo.



Asimismo, en noviembre de 2022 por iniciativa del Ministerio del Agro y la Producción y Biofábrica Misiones, la provincia fue sede de las **Primeras Jornadas Provinciales de Bioinsumos Agrícolas**. Estas jornadas apuntan a poner en conocimiento el estado del arte de cada organismo dentro de sus competencias para la generación de redes de cooperación y la delineación en conjunto de políticas públicas destinadas al cambio de paradigma entre la agricultura convencional y la sostenible.

Por su parte, el **Ministerio de Agricultura Familiar** y el **Ministerio del Agro y la Producción** son actores claves para la promoción del uso de bioinsumos entre los productores. El **Ministerio de Agricultura Familiar** apoya a los pequeños productores locales mediante la adquisición de bioinsumos en la Biofábrica Misiones y su distribución en los establecimientos de la provincia. Además, sus técnicos realizan actividades de capacitación para la producción de fertilizantes orgánicos intra finca y se encuentran analizando las dificultades que los productores encuentran para elaborar bioinsumos e incluso para registrarlos con fines comerciales.

El **Ministerio del Agro y la Producción** de la provincia, por su parte, es la autoridad de aplicación de la Ley provincial de Promoción de Bioinsumos. Según el decreto provincial 1717 de 2023, dicho ministerio es el encargado de diseñar un marco regulatorio que proporcione las bases para la investigación, el desarrollo, la producción, la comercialización y la utilización de bioinsumos. Además, entre sus funciones se encuentra el diseño y operación de una base de datos que posibilite instrumentar un registro provincial de productores de bioinsumos y el diseño de un sistema de transición progresiva del cambio cultural de los sistemas productivos actuales implementados hacia métodos más amigables con el ambiente.

Asimismo, el Ministerio de Agro actúa de nexo entre las instituciones de la provincia y las instancias de gobierno nacionales. Para ello, cuenta con una unidad ejecutora para la presentación y rendición de proyectos, mediante la cual, la provincia presentó una serie de proyectos al Programa de Bioinsumos Agropecuarios Argentinos (PROBIAAR). Este programa -de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación-, busca promover mediante aportes no reembolsables de hasta \$50 millones por proyecto, el desarrollo, la producción, el procesamiento, el registro, la comercialización y el consumo de bioinsumos. En la primera convocatoria, la provincia presentó 13 proyectos por un total de \$ \$473.872.550.- con la participación de instituciones de CyT, cooperativas y asociaciones de productores, empresas desarrolladoras de bioinsumos, municipios y el parque tecnológico.

El aislamiento de cepas autóctonas -tanto de micro como de macroorganismos- para el desarrollo y comercialización de bioinsumos permite valorizar la biodiversidad, generando un retorno económico para la provincia -como propietaria de los recursos genéticos- tal como se establece en el **Convenio sobre la Diversidad Biológica**, instrumentado por el **Protocolo de Nagoya**. En este aspecto, la provincia fue pionera en el establecimiento de la normativa y de los circuitos administrativos para la implementación del protocolo. Junto a Mendoza, Buenos Aires y Santa Fe, Misiones es una de las 4 provincias que a la fecha han alineado su normativa con el Protocolo.

La autoridad de aplicación del Protocolo de Nagoya en la provincia, el **Instituto Misionero de Biodiversidad (IMIBIO)**, cuenta con un área de legales abocada exclusivamente a la implementación del protocolo y un área de evaluación técnica especializada pero no aboca 100% a esta actividad.

La otorgación de permisos para la colecta de muestras con fines de investigación se realiza de manera ágil, mediante un sistema *on line* y la otorgación del permiso demora aproximadamente entre uno y dos meses. Para la instrumentación de la distribución de los beneficios derivados de la explotación comercial de los recursos genéticos, se cuenta con un fondo específico creado por resolución con esta finalidad. Dicha resolución también establece los destinos posibles de estos fondos. Por el momento, el IMIBIO cuenta con dos casos de autorización para uso comercial, uno de los cuales ya ha alcanzado la etapa de monetización de las obligaciones contractuales. En ambos casos se analizaron los beneficios económicos y no económicos que se podían distribuir y se elaboraron los acuerdo en base a sus especificidades.

Si bien la otorgación de permisos y la elaboración de los contratos de distribución de los beneficios funciona de manera ágil, aún no se han implementado medidas de monitoreo y seguimiento sobre el cumplimiento de las autorizaciones de acceso otorgadas. Tampoco existen procedimientos establecidos para actuar frente a incumplimientos de los permisos o contratos emitidos o al uso no autorizado de recursos genéticos.

A modo de síntesis, en la Tabla 1 se enumeran los actores del ecosistema de bioinsumos relevados durante la realización del presente estudio.

**Tabla 1. Actores del ecosistema provincial de bioinsumos relevados**

Actor		Actividad principal en torno a bioinsumos
Sector productivo	Biofábrica Misiones	Empresa público-privada que desarrolla, produce -en medio sólido- y comercializa biofertilizantes. También utiliza enemigos naturales en sus cultivos en invernaderos y realiza el escalado piloto tanto de desarrollos propios de bioinsumos, como a través de convenios con instituciones de CyT.
	Agrosustentable	Empresa privada que desarrolla, produce -en medio líquido- y comercializa biofertilizantes y fertilizantes orgánicos en la provincia. Presta servicios de aplicación de bioinsumos mediante drones.
	Somos Red (Biofábrica Reverdecer)	Asociaciones de productores agrícolas que desarrollan, producen y utilizan fertilizantes orgánicos. Próximamente también comercializarán sus bioinsumos.
	Cooperativa Caiyal	
Centros de CyT	Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo del INTA	Desarrolla biofertilizantes microbianos, bioplaguicidas fúngicos y enemigos naturales -nematodos- para los principales cultivos de la provincia. Capacita a los productores agrícolas en la producción de fertilizantes orgánicos.



	Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM)	Financia investigación y desarrollo -incluyendo ensayos a campo- a las instituciones de CyT. Capacita a los productores agrícolas en la producción de fertilizantes orgánicos.
	El Instituto de Biotecnología Misiones (INBIOMIS)	Desarrolla biofertilizantes y bioplaguicidas basados en hongos, bacterias, cianobacterias y microalgas. En etapa de investigación, cuenta con una línea para la generación de bioinsumos que requieren menos tiempo para comenzar a dar efectos y líneas de investigación para la generación de bioinsumos para la biorremediación de suelos contaminados con agroquímicos y antibióticos. Cuenta con importantes ceparios de hongos, bacterias y microalgas. Capacita a los productores agrícolas en la producción de fertilizantes orgánicos.
	Agencia Misionera de Innovación	Desarrolla bioplaguicidas basados en microorganismos para las principales plagas de los cultivos de la provincia. Capacita a los productores agrícolas en la producción de fertilizantes orgánicos.
	Instituto Misionero del Suelo	Capacita a los productores agrícolas en la producción de fertilizantes orgánicos, diseña y coordina ensayos a campo para evaluar bioinsumos y tiene entre sus objetivos realizar estudios del suelo que incrementarán la demanda de bioinsumos.
	Biofábrica Misiones	Creó la Diplomatura Superior en Bioinsumos a partir de la cual capacita a profesionales y docentes de escuelas agrarias en producción y uso de bioinsumos agrícolas.
	Silicon Misiones	A partir del programa EFAs 4.0 sensibiliza a estudiantes de las escuelas agrícolas sobre los efectos de la aplicación de bioinsumos en el rendimiento de los cultivos.
Gobernanza	Instituto Misionero de Biodiversidad (IMIBIO)	Regula el acceso y la distribución de los beneficios derivados de la explotación comercial de los recursos genéticos de la provincia, que son fuente para el desarrollo de bioinsumos.
	Ministerio de Agricultura Familiar	Adquiere bioinsumos de la Biofábrica Misiones y los entrega a los pequeños productores, además los capacita para la producción de fertilizantes orgánicos.
	Ministerio del Agro y la Producción	Autoridad de aplicación de la Ley de Promoción de Bioinsumos. Cuenta con una unidad ejecutora para la presentación y rendición de proyectos para la promoción del desarrollo y uso de los bioinsumos.

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas realizadas e información secundaria.



## 5. Lineamientos de política pública para el desarrollo de los bioinsumos en Misiones

Luego de relevar y analizar los principales desafíos y oportunidades productivos, ambientales, de mercado y regulatorios que demandan la difusión del desarrollo y uso de bioinsumos en la provincia, así como de las capacidades empresariales, científico-tecnológicas y de gobernanza existentes en la provincia que puedan canalizar dichos desafíos y oportunidades, se identificaron algunas brechas, sobre las cuales se elaboró una serie de lineamientos de políticas públicas. A continuación se describen las brechas y debilidades encontradas para el despliegue de la plataforma de bioinsumos en la provincia y los lineamientos de política propuestos.

Sobre la **erosión de los suelos agrícolas** -que ocasiona una pérdida de la productividad- se encontró, por un lado, que el Instituto Misionero del Suelo tiene como objetivo estudiar y dimensionar esta problemática, lo cual permitirá sensibilizar sobre los beneficios de incorporar técnicas integrales de manejo sustentables, que incorporen la utilización de bioinsumos. Por otro lado, distintas instituciones de CyT, como INTA e INBIOMIS, se encuentran desarrollando biofertilizantes y fertilizantes orgánicos que pueden contribuir a regenerar "la vida" del suelo y con ella las propiedades biológicas, físicas y químicas de un suelo fértil. Estas instituciones, en general, alcanzan sin problemas la etapa de ensayos a campo.

Sin embargo, se observan escasos estudios locales sobre la microbiología del suelo. Más aún, el Instituto Misionero del Suelo aún no cuenta con una estructura que le permita alcanzar su pleno funcionamiento y desarrollar estos estudios. Asimismo, si bien existen muchos desarrollos en cartera, son pocos los biofertilizantes y fertilizantes orgánicos en el mercado.

Sobre las **principales plagas que afectan al cultivo de yerba mate**, se identificaron instituciones se encuentran en la búsqueda de soluciones biológicas. El INTA, el INBIOMIS y la Agencia Misionera de Innovación se encuentran desarrollando bioplaguicidas para controlar algunas de estas plagas. En el caso del Taladro de la yerba mate, existe un proyecto conjunto entre INTA, INYM y la Biofábrica Misiones. Sin embargo, se observa la falta de un circuito claro para el escalado productivo y la llegada al mercado de estos desarrollos, así como una falta de experiencia en la conformación de EBTs y poca vinculación con otras empresas más allá de la Biofábrica y algunas experiencias puntuales de transferencia fuera de la provincia.

Con respecto a la **creciente demanda de bioinsumos** -tanto por parte de productores orgánicos como tradicionales- se relevó que algunas asociaciones de productores, como Somos Red y Caiyal, se encuentran produciendo bioinsumos para autoconsumo; que los técnicos del INTA, INYM, INBIOMIS, Instituto Misionero del Suelo y del Ministerio de Agricultura Familiar, como parte de sus tareas de extensionismo, capacitan a los productores agrícolas en la autoproducción de fertilizantes orgánicos; y que existe una amplia oferta de desarrollo de bioinsumos no registrados en procesos de desarrollo orientados a cultivos regionales.

También se identificó que los productores agrícolas presentan limitaciones para acceder a las soluciones biológicas y a asistencia técnica especializada en agroecología, así como para la comercialización y registro de los bioinsumos producidos por ellos mismos. Esto se explica porque la mayor parte de los asesores se



encuentran formados en técnicas de producción convencionales -con uso intensivo de agroquímicos-. Además, la autoproducción es difícil de sostener en el tiempo por parte de los productores individuales debido a la falta de personal dedicado. Tanto estos productores individuales como las asociaciones y cooperativas, no siempre disponen de infraestructura y/o equipamiento adecuados para la producción de bioinsumos de forma segura y en la escala necesaria y la gestión inadecuada de los residuos agropecuarios dificulta el acceso a la materia prima para la autoproducción. Todos estos factores limitan en cierta medida la ampliación de la escala de autoproducción que hoy existe en la provincia.

Además, la provincia no cuenta con laboratorios certificados donde se puedan realizar los ensayos para el registro, lo cual representa una barrera a la hora de registrar bioinsumos, ya que los ensayos deben realizarse en otras provincias -por lo general en Buenos Aires- que cuentan con laboratorios certificados. Por último, se evidenció una escasez de alternativas 100% biológicas para el control de malezas y una falta de estudios de toxicidad sobre bioherbicidas existentes.

En cuanto a las **principales plagas que afectan la productividad de las plantaciones forestales**, se encontró que existen bioinsecticidas basados en hongos, como el desarrollado por la Agencia Misionera de Innovación, que pueden ayudar a controlar las poblaciones de estas plagas. Sin embargo, debido al comportamiento social de las hormigas -una de las principales plagas-, la aplicación del bioinsecticida no resulta del todo efectiva. Resulta necesario desarrollar estrategias de aplicación efectivas que combinen la aplicación del bioinsecticida en combinación con otras técnicas, como cebos y/o en combinación con otros productos.

Con respecto a las **condiciones climáticas más extremas**, que son consecuencia del cambio climático, como el incremento de la temperatura y la disminución de los niveles de lluvia, se relevaron diversos centros de CyT de la provincia que cuentan con capacidad para el desarrollo de bioestimulantes para incrementar la tolerancia de los cultivos frente al estrés abiótico. Sin embargo, no se relevaron desarrollos de bioinsumos específicos destinados a atender ese desafío.

Finalmente, sobre la **oportunidad que representa la biodiversidad** de la provincia, se encontró que diversos grupos de CyT han aislado cepas autóctonas de microorganismos para desarrollar bioinsumos eficaces para los principales cultivos de la región, pero se observa una escasez de estudios prospectivos basados en bioinformática y/o técnicas ómicas, que permitan explorar en mayor escala las posibilidades de desarrollos basados en los recursos genéticos disponibles en la biodiversidad del territorio provincial. Por otro lado, si bien la regulación del acceso y la distribución de los beneficios derivados del uso de recursos genéticos se lleva a cabo de manera eficaz en la provincia, aún no se han implementado acciones de control y monitoreo sobre los permisos otorgados y sobre el uso indebido y/o no autorizado de los mismos.

En función de las brechas encontradas entre los desafíos y oportunidades que demandan el despliegue del mercado de bioinsumos y las capacidades existentes en la provincia, se elaboraron una serie de lineamientos de política que surgieron del diálogo con los actores locales:



- 1) Promover líneas de financiamiento para:
  - El asociativismo entre las instituciones de CyT y el sector privado para la conducción de las etapas finales de desarrollo y transferencia de tecnología.
  - Capital semilla para la creación de *startups* locales dedicadas a la producción de aquellos bioinsumos desarrollados por el sector de CyT de la provincia. Debido a que la mayoría de los desarrollos de bioinsumos en cartera que pueden llegar al mercado mediante la creación de empresas, generarían un gran impacto a nivel local, pero sus posibilidades de globalización y sus niveles de innovación son de baja escala, es deseable que estos instrumentos contemplen menores exigencias de altura inventiva y globalización que algunas de las líneas existentes para la conformación de empresas de base tecnológica, como ser la línea EMPRETECNO EBT.
  - La ampliación de las capacidades productivas de bioinsumos -tanto en medio sólido como en medio líquido- de la Biofábrica Misiones, con la finalidad de incrementar la cantidad de desarrollos originados en las instituciones de CyT que llegan al mercado.
- 2) Con la finalidad de disminuir las barreras para el registro comercial de bioinsumos por parte de las PyMEs, surgieron las siguientes propuestas:
  - Evaluar la factibilidad de certificar laboratorios pertenecientes a las instituciones de CyT de la provincia para que puedan realizar los ensayos de laboratorio que se solicitan para el registro comercial de bioinsumos ante el SENASA, de modo que no sea necesario realizar estos ensayos fuera de la provincia.
  - Evaluar la posibilidad de descentralizar las funciones del SENASA para la planificación de ensayos a campo, para lo cual podrían participar los técnicos de la delegación provincial del organismo.
- 3) Para incrementar la cantidad de iniciativas de producción de bioinsumos intrafinca se planteó:
  - Establecer líneas de financiamiento para asociaciones y cooperativas de productores que sean específicas para el montaje de biofábricas intrafinca. Dichas inversiones son del orden de los USD 50 a 100 mil por proyecto<sup>28</sup>.
  - Promover mediante diversos incentivos (fiscales, capacitación, financiamiento) la gestión de los residuos agrícolas y ganaderos de modo que puedan ser utilizados por las iniciativas de producción de bioinsumos.
- 4) Para resolver la problemática de la pérdida de la productividad debida a la erosión de los suelos agrícolas:

---

<sup>28</sup> Según información aportada por las iniciativas existentes.



- Evaluar la posibilidad realizar estudios microbiológicos y fisicoquímicos del suelo de forma articulada con otras instituciones del país dedicadas al estudio del suelo -como la UBA y/o la UNQ- y/o de maximizar el funcionamiento del Instituto Misionero del Suelo,
- 5) Con el objetivo de cubrir los distintos espacios vacíos en materia de I+D, se identificaron las siguientes líneas de acción:
- Conducir estudios de evaluación de impacto ambiental y sobre la salud de las personas (toxicidad, efecto sobre especies no objetivo, etc.) de los herbicidas utilizados actualmente y financiar la investigación de alternativas biológicas de bajo riesgo e impacto ambiental.
  - Financiar el desarrollo de estrategias de aplicación efectiva para los bioinsecticidas destinados a controlar las poblaciones de hormigas en las plantaciones forestales.
  - Evaluar la pertinencia de direccionar esfuerzos de los centros de CyT hacia el desarrollo de bioestimulantes que incrementan la tolerancia a los distintos tipos de estrés abiótico (salinidad, sequía, etc.).
  - Evaluar la pertinencia de direccionar esfuerzos de los centros de CyT hacia la conducción de estudios prospectivos -basados en técnicas ómicas, bioinformática o equivalentes- que permitan escanear la biodiversidad disponible en mayor escala.
- 6) Evaluar la pertinencia de incrementar los recursos destinados para la regulación del acceso a los recursos genéticos, de modo de contar con las condiciones necesarias para implementar acciones de monitoreo y control.
- 7) Conformar una mesa técnica regional, la cual podría estar coordinada por el CFI, que reúna a los distintos actores del ecosistema de bioinsumos y evalúe los cuellos de botella para la llegada al mercado de cada uno de los desarrollos en cartera.

En la Tabla 2 se sintetizan los principales aspectos acerca de las capacidades, brechas y lineamientos de políticas propuestos para abordar los desafíos y oportunidades que demandan el desarrollo y la difusión de bioinsumos en la provincia de Misiones.

**Tabla 2. Capacidades, brechas y lineamientos de políticas para abordar los desafíos y oportunidades que demandan el desarrollo y difusión de bioinsumos**

Desafíos y Oportunidades	Sector	Capacidades de la provincia para canalizar los desafíos y oportunidades	Brechas entre desafíos/oportunidades y capacidades	Lineamiento de política
La erosión del suelo genera una drástica caída en la productividad.	Transversal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El Instituto Misionero del Suelo se propone estudiar y dimensionar esta problemática, pero aún no cuenta con una estructura que le permita su pleno funcionamiento.</li> <li>- Distintas instituciones de CyT, como INTA e IMBIOMIS, se encuentran desarrollando biofertilizantes y fertilizantes orgánicos que pueden contribuir a regenerar "la vida" del suelo y con ella las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo fértil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escasos estudios locales sobre la microbiología del suelo.</li> <li>- Si bien los desarrollos, en general, alcanzan sin problemas la etapa de ensayos a campo, son pocos los que llegan al mercado. Falta de un circuito claro para el escalado productivo y la llegada al mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar la posibilidad de trabajar de forma coordinada con otras instituciones del país dedicadas al estudio del suelo y/o de maximizar el funcionamiento del Instituto Misionero del Suelo.</li> <li>- Mesa técnica para evaluar los cuellos de botella de cada desarrollo para su llegada al mercado.</li> <li>- Financiar el asociativismo entre las instituciones de CyT y el sector privado.</li> </ul>
Las plagas como el Taladro o Tigre de la yerba mate ( <i>Hedyphates betulinus</i> ), la Oruga Rabuda, el Rulo de la yerba mate, los ácaros, la Tela, la Rama Negra y las hormigas cortadoras de hoja, representan un problema productivo	Yerba Mate	El INTA, el INBIOMIS y la Agencia Misionera de Innovación se encuentran desarrollando bioplaguicidas para controlar algunas de estas plagas. En el caso del Taladro, existe un proyecto conjunto entre INTA, INYM y la Biofábrica Misiones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de experiencia en conformación de EBTs y poca vinculación con empresas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capital semilla para la conformación de <i>startups</i> locales dedicadas a la producción de los bioinsumos desarrollados por el sector de CyT (con menores exigencias de altura inventiva y globalización que las líneas existentes).</li> <li>- Ampliar capacidades productivas de la Biofábrica Misiones.</li> </ul>

Desafíos y Oportunidades	Sector	Capacidades de la provincia para canalizar los desafíos y oportunidades	Brechas entre desafíos/oportunidades y capacidades	Lineamiento de política
significativo en el cultivo de la yerba mate.				
<p>Las exigencias de los mercados sobre LMR, la degradación de los suelos y el incremento del precio de los insumos químicos, aumentan la demanda de bioinsumos por parte de los productores tradicionales.</p> <p>El diferencial de precios entre los productos de la agricultura convencional y la orgánica, está llevando a que cada vez más productores se vuelquen hacia la certificación orgánica.</p>	Yerba Mate y Fruti-hortícolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algunas asociaciones de productores, como Somos Red y Caiyal, se encuentran produciendo bioinsumos para autoconsumo.</li> <li>- Los técnicos del INTA, INyM, InBioMis, Instituto Misionero del Suelo y del Ministerio de Agricultura Familiar, como parte de sus tareas de extensionismo, capacitan a los productores agrícolas en la autoproducción de fertilizantes orgánicos.</li> <li>- Existe una amplia oferta de desarrollo de bioinsumos en cartera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escasez de bioinsumos registrados para cultivos regionales.</li> <li>- La autoproducción es difícil de sostener en el tiempo, por parte de los productores individuales, debido a la falta de personal dedicado.</li> <li>- La oferta de asistencia técnica especializada en agroecología, así como para la comercialización y registro de los bioinsumos autoproducidos es escasa.</li> <li>- La provincia no cuenta con laboratorios certificados donde se puedan realizar los ensayos para el registro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar la posibilidad de descentralizar las funciones del SENASA para la planificación de ensayos a campo (donde podrían participar los técnicos de la provincia).</li> <li>- Promover la asociatividad de productores individuales para la autoproducción.</li> <li>- Promover la capacitación de asesores técnicos e ingenieros agrónomos en agroecología.</li> <li>- Evaluar la factibilidad de certificar laboratorios de las instituciones de CyT de la provincia para que puedan realizar los ensayos de laboratorio solicitados para el registro comercial de los bioinsumos.</li> </ul>



Desafíos y Oportunidades	Sector	Capacidades de la provincia para canalizar los desafíos y oportunidades	Brechas entre desafíos/oportunidades y capacidades	Lineamiento de política
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los productores agrícolas individuales e incluso las asociaciones no siempre disponen de infraestructura y/o equipamiento adecuados para la producción de bioinsumos de forma segura y en la escala necesaria.</li> <li>- La gestión inadecuada de los residuos agropecuarios, dificulta el acceso a la materia prima para la autoproducción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar la creación de líneas de financiamiento para el montaje de biofábricas intra finca.</li> <li>- Promover mediante incentivos (fiscales, capacitación, financiamiento) la gestión adecuada de los residuos agrícolas y ganaderos para que puedan utilizarse por las iniciativas de producción de bioinsumos.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escasez de alternativas biológicas para el control de malezas y falta de estudios de toxicidad sobre herbicidas existentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar estudios de evaluación de impacto (toxicidad, efecto sobre especies no objetivo, etc.) de los herbicidas actuales y financiar la investigación de alternativas biológicas de bajo impacto.</li> </ul>
Las hormigas y los pulgones generan un desafío productivo importante en las plantaciones forestales.	Forestal	Existen bioinsecticidas basados en hongos, como el desarrollado por la Agencia Misionera de Innovación, que pueden controlar las poblaciones de estas plagas.	Debido al comportamiento social de las hormigas, la aplicación del bioinsecticida no es del todo efectiva para este tipo de plagas.	Priorizar en el financiamiento el desarrollo de estrategias de aplicación efectiva para los bioinsecticidas.

Desafíos y Oportunidades	Sector	Capacidades de la provincia para canalizar los desafíos y oportunidades	Brechas entre desafíos/oportunidades y capacidades	Lineamiento de política
La avispa de los pinos ( <i>Sirex noctilio</i> ) causa daños económicos relevantes en las plantaciones de pinos resinosos.	Forestal	El INTA cuenta con un laboratorio de producción de nemátodos para el control de la población de este insecto plaga. Esta acción contribuyó a que las provincias de Misiones y Corrientes alcanzaran niveles de plaga por debajo del umbral de daño económico.	No se observa una brecha entre el desafío productivo y las capacidades existentes en el provincia.	-
El cambio climático genera condiciones adversas para el crecimiento y desarrollo vegetal.	Transversal	Diversos centros de CyT de la provincia cuentan con capacidad para el desarrollo de bioestimulantes destinados a incrementar la tolerancia de los cultivos frente al estrés abiótico (salinidad, sequía, etc.).	No se relevaron desarrollos de bioinsumos específicos para incrementar la tolerancia de los cultivos al estrés abiótico.	Evaluar la pertinencia de direccionar esfuerzos de los centros de CyT hacia el desarrollo de bioestimulantes que incrementan la tolerancia al estrés abiótico.
La biodiversidad de la provincia representa una gran oportunidad para el desarrollo de bioinsumos basados en micro y macroorganismos autóctonos, así como para la generación de beneficios económicos para la provincia.	Transversal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversos grupos de CyT aíslan cepas autóctonas de microorganismos para desarrollar bioinsumos eficaces para los cultivos de la región.</li> <li>- La regulación del acceso y la distribución de los beneficios derivados del uso de recursos genéticos (RRGG) se lleva a cabo de manera eficaz en la provincia por el IMIBIO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escasez de estudios prospectivos basados en bioinformática, técnicas ómicas o técnicas equivalentes, que permitan explorar en mayor escala la biodiversidad.</li> <li>- Aún no se han implementado acciones de control y monitoreo sobre los permisos otorgados y sobre el uso indebido y/o no autorizado de RRGG.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar la pertinencia de direccionar esfuerzos de los centros de CyT hacia la conducción de estudios prospectivos que permitan escanear la biodiversidad disponible en mayor escala.</li> <li>- Evaluar la pertinencia de incrementar los recursos destinados para la regulación del acceso a los RRGG, de modo de contar con las condiciones necesarias para implementar acciones de monitoreo y control.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas realizadas e información secundaria.





## Capítulo 2. Potencial de desarrollo de las biorrefinerías en Misiones

### 1. Introducción

La mayor urbanización y el aumento de la demanda de alimentos, energía y materiales han conducido a una sobreutilización de los recursos fósiles, profundizando la crisis ambiental. En este contexto, toma impulso el aprovechamiento de la biomasa existente para producir bienes y servicios a partir de la aplicación de conocimiento científico y con ello reducir progresivamente la dependencia de los productos derivados del petróleo. Esto implica también incorporar en los sistemas de producción la noción de circularidad y de esta manera contribuir a la sostenibilidad de los procesos productivos.

En ese marco, el sector forestal ofrece una oportunidad para el desarrollo de una estrategia bioeconómica en Argentina, puntualmente en la provincia de Misiones. En primer lugar, porque existe una biomasa utilizable derivada de los bosques y de los residuos de la actividad industrial cuyo uso se complementa con otros productos forestales. En segundo lugar, por el potencial que existe para la incorporación de conocimiento en los procesos productivos del sector, de manera de promover la diversificación de la oferta forestal. Las llamadas biorrefinerías forestales con foco en la elaboración de insumos químicos, como se presentará más adelante, son las que tienen el rol de aprovechar esa biomasa, agregando conocimiento, valor y sostenibilidad a la producción forestal.

La noción de circularidad en la cadena forestal no surgió recientemente. La mayoría de las fábricas de pulpa y papel, así como los aserraderos, utilizan subproductos que surgen de su propio proceso productivo para, por ejemplo, la producción de energía para autoabastecimiento. De esta manera, la industria forestal ya cuenta con pilares de circularidad ya que se aprovechan cantidades sustanciales de material que, de otro modo, irían a parar a los vertederos. Sin embargo, la biomasa forestal además de utilizarse en la generación de energía intrafirma, puede aprovecharse para fabricar una amplia gama de productos y materiales biobasados. Estos incluyen productos químicos de uso industrial, productos farmacéuticos, textiles, productos para el cuidado personal, entre otras muchas aplicaciones. Así, el uso de la biomasa presenta el potencial de generar retornos de mayor valor que cuando se usa principalmente para producir energía (Tamantini, S., et al 2021).

A lo largo de este capítulo se analiza el concepto de las biorrefinerías y el modo en que su incorporación a la cadena forestal misionera permitiría una diversificación no solo de los productos ofrecidos sino también de las industrias demandantes. Misiones cuenta con potencial para la instalación de estos establecimientos derivado de la disponibilidad de biomasa y la existencia de capacidades productivas y científicas. Adicionalmente, en Posadas, se está llevando adelante la instalación de la primera biorrefinería forestal del país bajo la forma del Centro Interinstitucional Regional Biorrefinerías del Norte Argentina (BioNA), lo que da cuenta de cierto avance en esta agenda.

La estructura del capítulo será la siguiente. En primer lugar se inicia con una definición conceptual de las



biorrefinerías y las principales formas de clasificación que existen. Luego se hará un panorama de la situación a nivel global, en donde se identificará los tipos de biorrefinerías que operan en el mundo para luego identificar los casos más interesantes de creación de biorrefinerías forestales, que es el foco del análisis. Luego se avanzará con un panorama local, identificando los justificativos para la implementación de biorrefinerías forestales. Por último, se presentará un análisis de la biorregión misionera, caracterizando los drivers que impulsan el desarrollo de biorrefinerías forestales y los cuales fueron en parte determinantes para la aparición del caso BioNA, el cual se analizará más adelante. Finalmente, se muestra una identificación de las brechas a sortear para el desarrollo de la plataforma de biorrefinerías en la provincia y sus respectivos lineamientos de políticas públicas para resolverlas.

## 2. Definición conceptual y clasificación

### 2.1 Concepto.

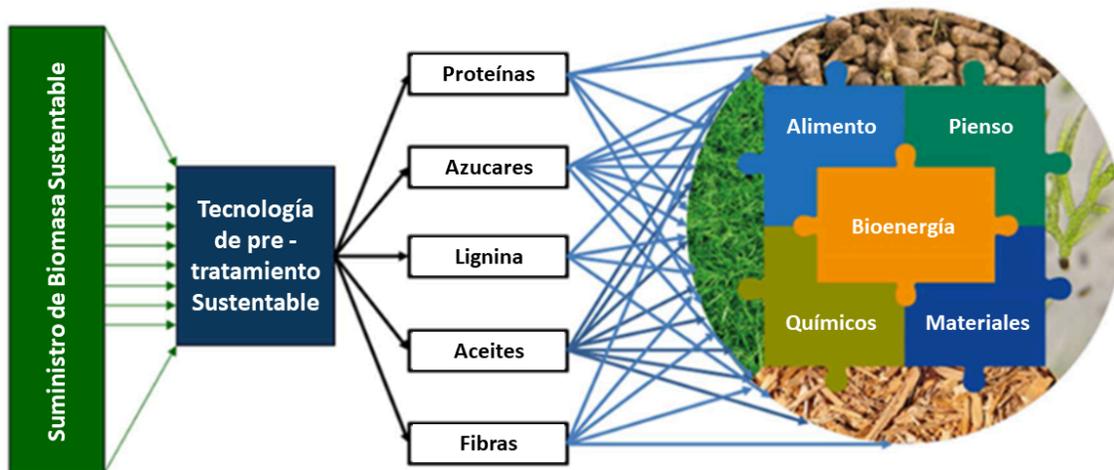
Si bien el término biorrefinerías se originó inicialmente como una analogía de las refinerías petroleras, en la actualidad adquiere nuevas dimensiones y se adapta a las condiciones imperantes de un mundo que enfrenta desafíos climáticos y busca la sostenibilidad de los sistemas productivos (Trigo et al, 2011).

Existen diversas definiciones de biorrefinerías<sup>29</sup>. La establecida por la Agencia Internacional de Energía (por su siglas en inglés, IEA) en 2009 fue la primera en ser adoptada ampliamente por la comunidad internacional, aunque ha experimentado ciertas modificaciones hasta la versión actualizada. Siguiendo IEA (2013) se define como “el procesamiento sostenible que involucra la transformación de biomasa en una variedad de productos comercializables y energía”<sup>30</sup>. A continuación se muestra un esquema simplificado del concepto de biorrefinerías (ver Figura 4).

**Figura 4.** Representación esquemática simplificada de biorrefinería.

<sup>29</sup> Para más detalle ver Trigo et al (2011)

<sup>30</sup> Se destacan ciertos términos que le confieren implicancias y alcances a la definición, tales como: “sostenibilidad” el cual refiere a que la biorrefinería tiene un beneficio económico, ambiental y social; “variedad” menciona la potencialidad a múltiples productos energéticos y no energéticos; “comercial” indica que debe haber un volumen de mercado actual o futuro a un precio rentable; y “productos” los cuales pueden ser alimentos aptos humanos o animales, productos químicos, materiales y bioenergía, este último puede ser térmica, eléctrica o un biocombustible (en forma de gas, líquido o sólido).



Fuente: traducción de IEA (2022).

## 2.2 Principales clasificaciones de las biorrefinerías

Así como existen una gran variedad de definiciones, también aparecen una diversidad de clasificaciones de las biorrefinerías, algunas de ellas complementarias. Una de las tipologías más utilizadas, es la que establece la IEA a través de cuatro tipos de clasificaciones <sup>31</sup>:

- 1) **Materias primas.** Esto refiere al tipo de materia prima que se utilizará en las biorrefinerías (ej. cultivo de cereales, oleaginosas, caña de azúcar, etc.).
- 2) **Procesos de conversión.** Responde al medio por el cual se procesa la materia prima para obtener la gama de productos biobasados buscados (ej. proceso de gasificación, pirólisis, combustión, etc.).
- 3) **Plataformas.** Las plataformas son productos intermedios que sirven de nexo de unión entre las materias primas y los productos finales comercializables. El concepto de plataforma es similar al utilizado en la industria petroquímica, donde el crudo de petróleo se fracciona en una gran cantidad de productos intermedios que se procesan posteriormente para obtener energía y productos químicos (ej. plataforma de azúcar C5/C6, biogás, lignina, etc.).
- 4) **Productos.** Este tipo de clasificación es en base al tipo de producto que se obtiene de las biorrefinerías. Estos pueden ser . biocombustible, biomaterial, alimento humano o animal, etc.

Otro criterio de clasificación se basa en la escala de producción, considerando las plantas en:

<sup>31</sup> Para más detalle del sistema de clasificación de biorrefinerías de IEA ver anexo cuadro 5



- 1) **Piloto:** Son aquellas instalaciones empleadas para poner a prueba nuevas tecnologías, con producciones que no superan las 50 toneladas.
- 2) **Demostrativas:** Estas plantas representan un paso intermedio luego de la validación de la tecnología. Aquí, las producciones oscilan entre 50 y 500 toneladas. Están diseñadas para demostrar la viabilidad en una fracción significativa de la futura escala comercial.
- 3) **Comerciales:** Estas instalaciones utilizan tecnologías maduras y operan a escala plena.

Además, es posible clasificar las biorrefinerías en tres **generaciones**, dependiendo si utilizan como materia prima un cultivo con destino para alimentación:

- 1) **Primera** generación: Implica el uso de materias primas de cultivos que compiten con destinos alimentarios, como por ejemplo cultivos de cereales, oleaginosas o caña de azúcar.
- 2) **Segunda** generación: Se basa en el aprovechamiento de cultivos que no están destinados a la alimentación, pero que se desarrollan en suelos fértiles que si compiten con los cultivos alimenticios, como podría ser el caso de cultivos forestales u otros lignocelulósicos.
- 3) **Tercera** generación: Se caracteriza por la utilización de cultivos innovadores que no compiten con fines alimentarios, como es el caso de la biomasa de algas unicelulares, ej. *Chlorella* spp.

Dentro de la biorrefinería de segunda generación se pueden encontrar a las forestales. Siguiendo un trabajo de Area (2019), las biorrefinerías forestales se pueden definir como aquellas que “hacen uso eficiente del potencial total de la materia prima y procesos del sector forestal, para la potenciación del valor añadido de los productos, por cooperación dentro y entre las cadenas de valor”. A fines de practicidad, en este trabajo se ponderará este “subtipo” de biorrefinería.

### 3. Relevancia y justificativo de las biorrefinerías forestales

El escenario mundial se caracteriza por un aumento en el crecimiento poblacional y una intensificación de los procesos de obtención de alimentos, agua, materiales y energía. La escasa disponibilidad de recursos y las formas de obtención de energía sustentada en combustibles fósiles, han conducido a un deterioro de los ecosistemas. En este contexto, las biorrefinerías emergen como el modelo industrial idóneo para atender estos desafíos.

Por otro lado, dado que los bosques son la principal fuente terrestre de recursos biológicos, se espera que gran parte de las necesidades para transitar hacia un modelo más sostenible con el ambiente sean satisfechas mediante la biomasa forestal (Hetemaki, L. y Hurmekoski, E; 2020). Las biorrefinerías forestales son los actores encargados de aprovechar la totalidad del árbol y de los residuos, para generar dentro de la cadena, además de los productos tradicionales forestales, una gama de productos químicos de alto valor agregado a partir del mismo recurso y que actúan como reemplazantes de otros bienes derivados de combustibles fósiles. Además, la biorrefinería genera mayor valor a la materia prima del sector forestal, en forma de productos clásicos, productos químicos y energía (Area, C., 2022).

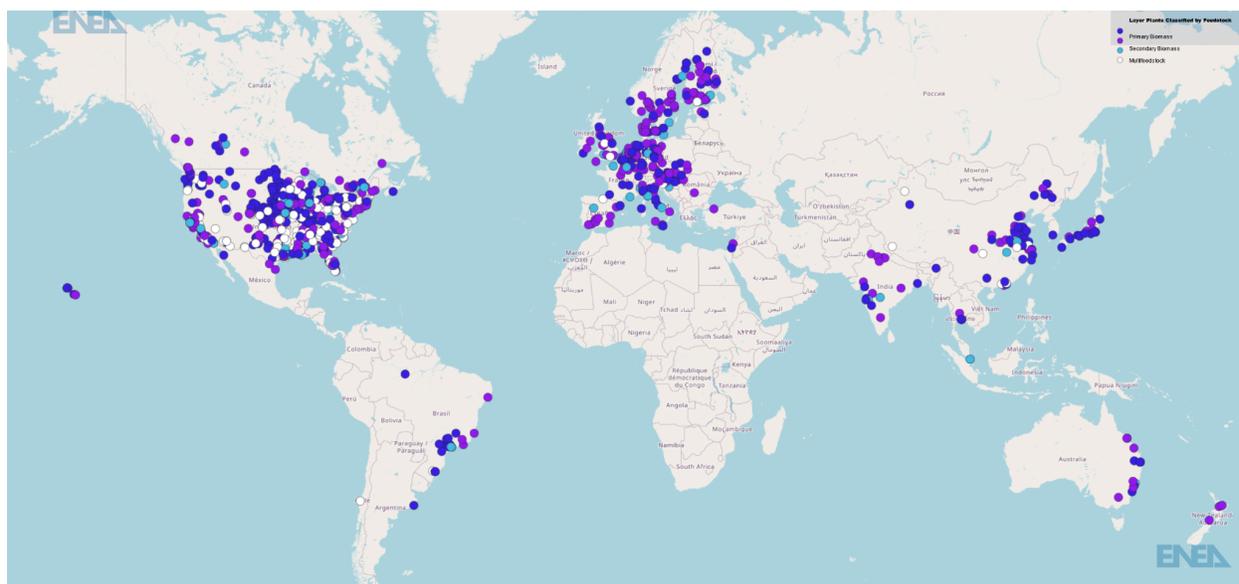


En este sentido, la industria global foresto-industrial ha dirigido su visión hacia la biorrefinería integrada (Devappa et al, 2015) cuyo mapeo se presentará a continuación (sección 3.1)

### 3.1 Panorama global y experiencias internacionales

Se encuentran georreferenciadas actualmente 1.190 biorrefinerías en todo el mundo (ver mapa 1), según el proyecto “‘Biorrefinando en una futura BioEconomía’ en el trienio 2016-2018” (*‘Biorefining in a future BioEconomy’ in the triennium 2016-2018*).

**Mapa 1.** Geolocalización de biorrefinerías a nivel global.



Fuente: ENEA.

Nota: Código de colores: **Azul:** Primera generación; **Violeta:** Segunda generación; **Celeste:** multipropósito; **Blanco:** no determinado.

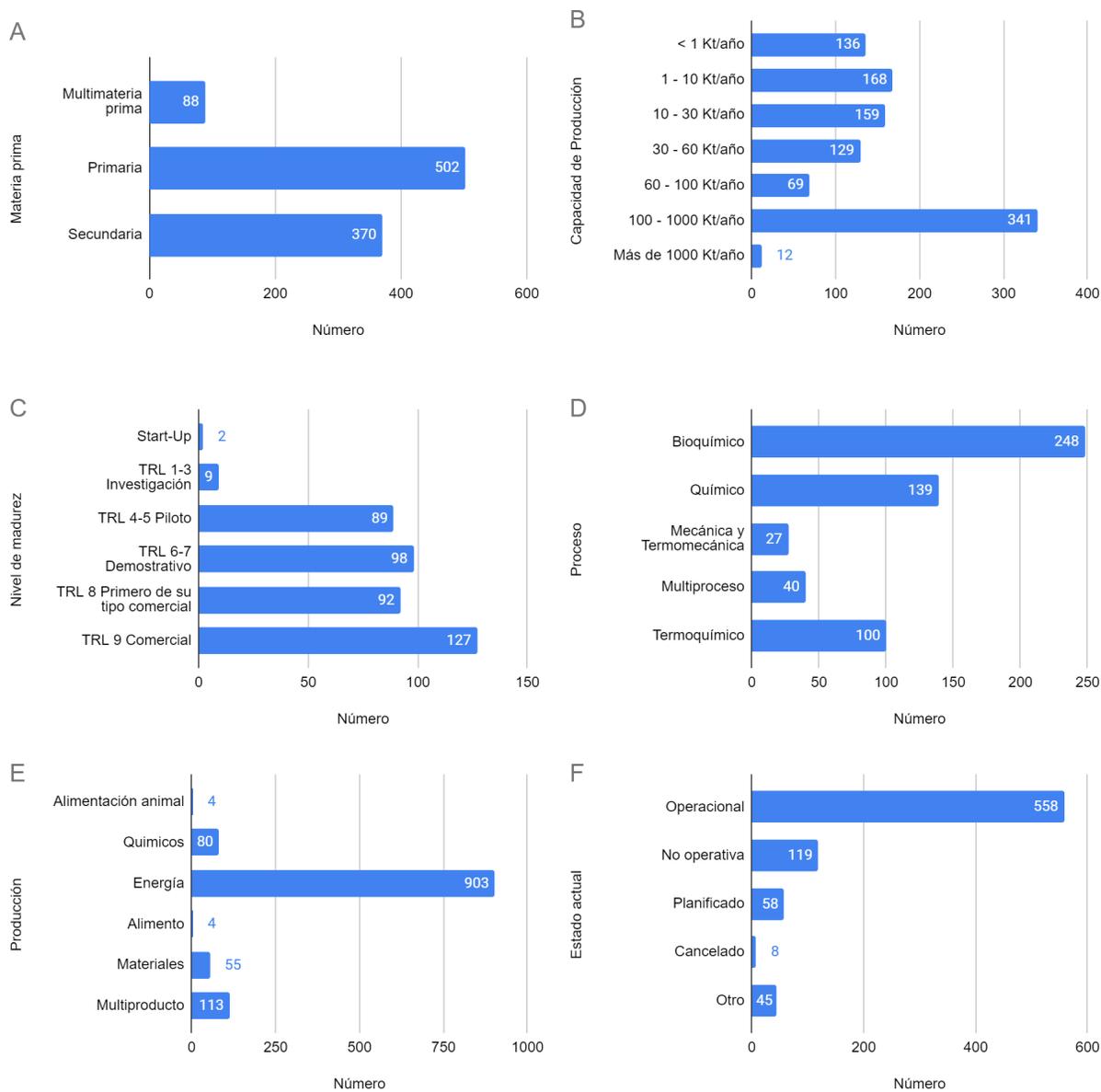
En la figura 5 se puede observar que la gran mayoría de las biorrefinerías mapeadas se encuentran actualmente en funcionamiento, siendo su principal producción orientada hacia la generación de energía (903 biorrefinerías sobre un total de 1190), seguido en menor medida la elaboración multiproducto (113) que hace referencia a plantas con la capacidad de adaptar procesos a distintas materias primas o productos finales. Por otro lado, el proceso de transformación bioquímica es una tecnología presente en el 44,6% de las instalaciones caracterizadas, lo que refiere al uso de microorganismos o componentes de ellos tales como las enzimas.

En cuanto a su nivel de desarrollo, se destaca que la mayoría de ellas han alcanzado una etapa comercial de



madurez, seguidas por aquellas en etapas demostrativas y piloto. Es relevante señalar que la capacidad de producción en un rango comprendido entre 100 y 1000 toneladas por año resulta en un 30% de los casos. En términos de la materia prima empleada, la distribución de las plantas se divide de la siguiente manera: un 52.3% utiliza materias primas de primera generación, un 38.5% se basa en materias primas de segunda generación, mientras que un 9.2% son de naturaleza multipropósito.

**Figura 5.** Perfil de las biorrefinerías a nivel mundial





Fuente: elaboración propia con base en datos de IEA (2022).

Referencias: Sub-figuras A-F. a) Distribución de materias primas; b) Capacidad de producción; c) Nivel de madurez; d) Proceso dominante; e) Producción principal y f) Estado actual de operación.

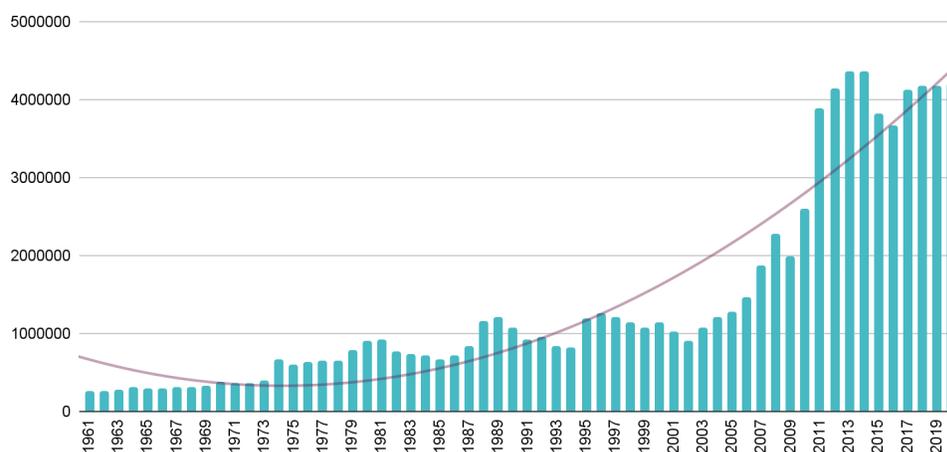
### 3.1.1. Mercado global de biorrefinerías con foco en biorrefinerías forestales

El mercado global de los productos de las biorrefinerías se encuentra en crecimiento, alcanzando los USD 142 billones en 2022. Se prevé un crecimiento del 8,2% interanual en el próximo quinquenio, en torno a los USD 210 billones en 2027 (MarketsandMarkets, 2022).

Al indagar en los distintos productos que pueden surgir a partir de las biorrefinerías forestales, se observan escenarios prometedores en lo que respecta al escalado comercial para algunos segmentos como el de los bioplásticos a partir de madera. Si bien la producción de plásticos y fibras textiles a partir de la madera presentan una participación marginal en el mercado mundial inferior al 1% del total (European Bioplastics, 2022), ambos evidenciaron un importante dinamismo en los últimos años y tienen proyecciones de crecimiento alentadoras en los próximos años. Por caso, entre 2019 y 2022 la producción de bioplásticos a partir de biomasa forestal de segunda y tercera generación casi se duplicó, alcanzando las 4.3 millones en 2022 (FAO, 2022).

En el caso de las fibras textiles se estima que cerca del 80% de la producción de pulpa de disolución tiene como destino la elaboración de fibras textiles (Borregard, 2019, citado en A. Maarit I. Kallio, 2021). La demanda de esta pulpa ha presentado una tendencia creciente en los últimos 20 años que en parte se explica porque las empresas relacionadas al diseño de moda y textil se encuentran adoptando en sus planes estratégicos prácticas productivas más sostenibles, incorporando fibras textiles biodegradables (ver figura 6).

**Figura 6.** Exportaciones globales de pulpa de disolución en miles de dólares (1961-2020)





Fuente: elaboración propia con base en datos de FAO

Otro producto biobasado de las biorrefinerías forestales con una demanda cada vez más importante es la vainillina. La vainilla es uno de los aromas más utilizados en diversas industrias como la de alimentos, bebidas y de cuidado personal y solo el 0,5% de la demanda mundial proviene de la semilla natural de la planta. Según el último informe anual de la empresa Borregaard (2021), principal actor de este mercado, se espera que el mercado de la biovainillina se expanda en los próximos años, en parte por la menor provisión de vainillina sintética y etil vainillina por parte de la industria petroquímica china.

### 3.1.2. Experiencias de biorrefinerías forestales

Tanto los países más avanzados con vasta dotación de biomasa y tradición en la industria forestal y en el procesamiento en plantas de celulosa y papel, han desarrollado bioproductos y biomateriales innovadores como parte de su estrategia de diversificación. Este es el caso de Canadá y Estados Unidos, en América del Norte, de Brasil en Latinoamérica, y de los países nórdicos en Europa.

En **Canadá**, la principal estrategia seguida por el sector para la instalación de biorrefinerías de segunda generación ha sido la integración en empresas establecidas de industrias tradicionales, permitiendo una ampliación de las actividades y la creación de una fuente adicional de rentabilidad (Mabee et al, 2005). En este sentido, el 70% de las biorrefinerías instaladas en el país provienen de la diversificación de plantas de pulpa celulósica, papel u otros productos de madera (Area, 2019).

En **América Latina**, en **Brasil** opera Suzano SA, empresa líder en la producción mundial de celulosa de eucalipto, que ofrece una cartera de productos tradicionales e innovadores que comercializa con marca propia y para terceros en un centenar de países. Dentro de los bioproductos y biomateriales cuenta con una línea de productos en base a lignina -Suzano Ecolig, un biomaterial con múltiples aplicaciones industriales. Asimismo tiene participación en diferentes empresas como la finlandesa Spinnova (producción de telas a partir de fibras de madera), la canadiense Celluforce (líder en la producción comercial de nanocelulosa) y en Ensyn Corporation. Fibria fue otra pastera brasileña que en 2018 se fusionó con Suzano y la cual incursionó en la diversificación a través de biorrefinerías forestales. La estrategia de Fibria fue parcialmente distinta a la de Suzano a la hora de tener contacto con actividades de biorrefinerías, ya que la primera se apoyó fuertemente en biorrefinerías líderes a nivel global de Canadá y Finlandia. Esto le permitió contar con las tecnologías de manera más rápida. Por el contrario, Suzano ha elegido un camino diferente al haber sido más lento y haber optado por la investigación y el desarrollo (Area, 2019).

En **Europa**, por su parte, se encuentran los casos más significativos relacionados con las biorrefinerías forestales integradas de gran escala (Area, 2019). A modo de ejemplo, Borregaard es una de las biorrefinerías integradas más avanzadas del mundo con base en Noruega que posee tres segmentos de negocio: biosoluciones, biovainillina y biomateriales.

La mayoría de las biorrefinerías forestales del mundo surgen de la producción de pulpas celulósicas, mediante



el aprovechamiento de licor residual para la producción de lignina técnica y los residuos de biomasa para producir bioenergía. Adicionalmente, la producción de bioproductos y biomateriales es algo más innovador en el mercado y por el momento se encuentran en escala demostrativa.

Como se analizará más adelante, en la provincia de Misiones se está avanzando con este tipo de biorrefinerías, pudiendo llegar a posicionarse como pionera en Argentina.

### 3.2 Panorama nacional

La cadena foresto-industrial argentina genera gran cantidad de residuos con potencial para ser valorizados. Se estima que como resultado del rendimiento de los aserraderos, cercano al 50%, se generan 2 millones de toneladas al año de residuos. Si a esto se le suma los residuos generados en las podas, raleo y de la tala rasa, se alcanzan volúmenes mayores a 5 millones de toneladas (PEFyFI, 2019).

Cabe destacar que existen ciertos avances en el manejo y aprovechamiento de los residuos por parte de los aserraderos, dado que en su gran mayoría se destinan a la comercialización (cerca del 34% de los desechos generados), a la producción de chips de madera (25%) y para la elaboración de energía para autoabastecimiento (8,6%) (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2022). De ese total de ventas, una parte importante se vende para la producción de energía a calderas de la región, entre ellas Papelera Misiones (que la utiliza para autoabastecimiento) y Pindó (que vende a la red eléctrica nacional) (ver anexo para más información sobre la producción de energía a partir de biomasa). Sin embargo, todavía hay más de una cuarta porción de estos subproductos que no son utilizados y terminan en vertederos o bien son quemados a cielo abierto.

A partir del uso de residuos, las biorrefinerías forestales pueden producir una gama de productos bioderivados mediante los cuales se podría avanzar con una estrategia de sustitución de importaciones en Argentina (puntualmente para el rubro de químicos) como así también producir para el mercado internacional de azúcares (xilitol), ácidos carboxílicos (utilizados en la industria cosmética, para la fabricación de herbicidas o como plastificantes), ácido acético y ácido láctico (utilizados para diferentes procesos de conservantes en la industria alimenticia), butanol, alcohol isobutílico, entre otros, según lo relevado por actores de la provincia. Se destaca el ácido levulínico, derivado de la biomasa forestal y con aplicaciones en plásticos, disolventes, combustibles, en la industria farmacéutica y principalmente, como un sustituto del petróleo en todas sus formas (Mora, A., 2023; Trigo, et al; 2013; Area, 2019)<sup>32</sup>.

---

<sup>32</sup> En los párrafos anteriores se mostraron algunos datos sobre el valor de mercado de algunos de estos productos. En lo que respecta a la magnitud del efecto de la sustitución de importaciones, según datos del Observatorio de Complejidad Económica (OCE), en 2021 Argentina importó USD 126,2 millones en concepto de ácidos carboxílicos (fundamentalmente de China), de los cuales USD 3,7 millones corresponden a ácidos lácticos, sus sales y ésteres; USD 2,3 millones en vanillin y USD 6,8 millones en ácido acético. Cabe resaltar que el impacto podría ser aún mayor teniendo en cuenta que estos químicos pueden utilizarse para la elaboración de otros bienes finales ligados a la industria petroquímica y de alimentos y bebidas, por ejemplo.



## 4. Las biorrefinerías forestales en Misiones

### 4.1. Capacidades locales

Misiones cuenta con importantes ventajas comparativas en el sector forestal que permiten disponer de una amplia biomasa aprovechable, que son acompañadas por capacidades productivas y científico tecnológicas. Estos factores podrían traccionar el establecimiento de biorrefinerías que contribuyan a la sostenibilidad de la cadena foresto-industrial y al mismo tiempo que actúen como posibles proveedoras de insumos y materiales de origen biológico para diversas industrias.

En efecto, en la provincia se está llevando a cabo la instalación de la primera biorrefinería forestal con foco en la provisión de insumos químicos del país bajo el proyecto **Biorrefinerías del Norte Argentina (BioNA)**. No obstante, esta se encuentra en etapa madurativa con ciertos interrogantes respecto al escalado comercial. A continuación se presenta una descripción de los drivers que impulsarían el desarrollo de las biorrefinerías forestales en la provincia para luego profundizar en el caso de BioNA. El potencial de desarrollo de las biorrefinerías en Misiones se pueden resumir en tres pilares: disponibilidad de biomasa, capacidades productivas y capacidades científicas-tecnológicas

#### *a. Disponibilidad de biomasa*

Uno de los primeros factores que hacen de Misiones una provincia con potencial para el desarrollo de biorrefinerías forestales es la existencia de una biomasa en abundancia tanto en su materia prima bruta como en su forma de subproductos.

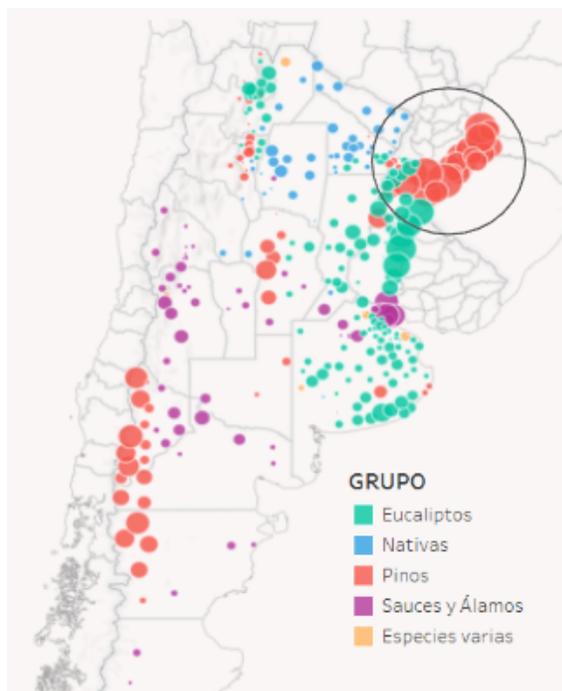
En primer lugar, la provincia es uno de los principales reservorios de bosques implantados de Argentina con una superficie cultivada de alrededor de 417 mil hectáreas (33% de la superficie total nacional). Junto con Corrientes (445 mil hectáreas y una participación del 35%), Entre Ríos (129 mil ha; 10%) y Buenos Aires (80 mil; 6%) aglomeran la mayor parte de la superficie plantada nacional (ver mapa 2).

La elevada participación de los bosques implantados misioneros se asocia a la presencia de una ventaja comparativa para la plantación de bosques, particularmente en coníferas (pinos), lo que queda materializado en el rápido crecimiento del árbol en relación a otras regiones altamente forestales<sup>33</sup>.

---

<sup>33</sup> Se estima que los turnos de corte de árbol son de entre 9 a 15 años en promedio, mientras que en los países nórdicos (tradicionalmente países forestales), por ejemplo, es de 30 a 45 años (MINCyT, 2013; Ministerio de Agroindustria, sf)

**Mapa 2.** Plantaciones forestales en Argentina en hectáreas y por especie.



Fuente: Elaboración propia en base a la Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación

En segundo término, y como se mencionó anteriormente, la actividad forestal genera una gran cantidad de subproductos no valorizados por la industria. Se estima que por cada extracción solo se aprovecha comercialmente un 30% del árbol. Al 70% restante de la biomasa producida en plantaciones no se le asigna una valoración económica y la mayoría de los residuos son quemados, lo que supone barreras para mejorar la sostenibilidad dentro de la cadena forestal (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, 2013). Adicionalmente, y teniendo en cuenta que los aserraderos no están operando al 100% de su capacidad instalada, la generación de residuos podría hasta triplicarse en volumen suponiendo constante el rendimiento, según estimaciones propias con base en datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

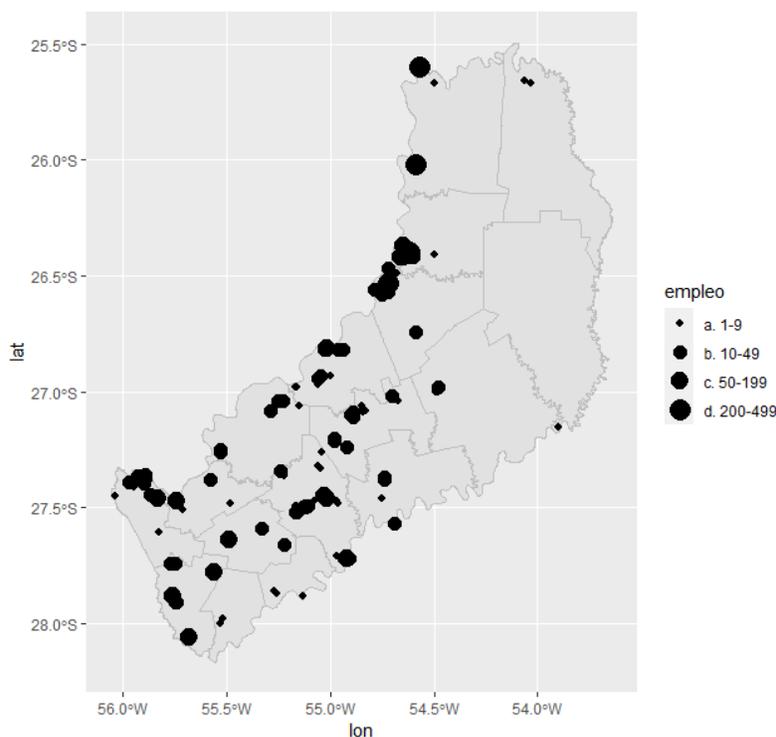
### ***b. Capacidades productivas ligadas a la foresto-industria***

Misiones cuenta con un entramado empresarial de gran densidad en materia de aserraderos: cerca del 28% (316 firmas) de los establecimientos que utilizan madera de bosques implantados se localizan en dicha provincia, siendo esta participación la más alta del país. Una característica de la distribución regional de los aserraderos es su alta dispersión sobre todo en el cordón superior sobre el río Paraná y centro de la provincia (ver mapa 3).



El partido de Oberá (9,5% del total de aserraderos misioneros), Caingúas (4,2%) y Libertador General San Martín (4%) concentran la mayor cantidad de estos establecimientos. Sin embargo, en términos de empleo los departamentos con mayor participación son Eldorado (18,8%) e Iguazú (15,3%), dando cuenta que en la región conviven firmas de distintos tamaños, lo que también se materializa en capacidades tecnológicas heterogéneas y diversos grados de acceso a servicios de infraestructura y asistencia técnica, generalmente concentrados en las firmas de mayor tamaño (CEPAL, 2022).

**Mapa 3.** Distribución de los aserraderos de bosques implantados en la provincia de Misiones (2021).



Fuente: Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo.

La baja proximidad entre los aserraderos podría implicar un desafío a la hora de instalar una biorrefinería que aproveche sus subproductos. La reducción de los costos operativos de las biorrefinerías es clave para mejorar la competitividad y así poder competir con las refinerías tradicionales, generando un interés adicional en utilizar los residuos de los aserraderos (baratos y abundantes). Sin embargo, al encontrarse dispersos a lo largo de toda la provincia implica una mayor presión en la estructura de costos asociados al transporte y la logística. Es por ello que, a la hora de pensar en un escalado comercial de las biorrefinerías, es imperante tener presente la distribución geográfica de los aserraderos e identificar posibles clústeres (sobre este punto se retomará en la siguiente sección).



En lo que respecta al sector de celulosa, en Misiones se localizan algunas de las principales empresas del país. Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (2020), en 2020 se registraron en el país 7 fabricantes de celulosa, de las cuales solo una (Arauco, localizada en Misiones) produce exclusivamente para la venta al mercado. El resto es para autoabastecimiento en la elaboración de papel. En Misiones se localizan dos de las empresas más importante de celulosa, una es la ya mencionada Arauco y la otra es Papel Misionero<sup>34</sup>. Una característica de estas firmas es su tamaño, dado que pertenecen a grupos empresarios importantes como es el Grupo Arauco y el Grupo Arcor (este última es dueña de Papel Misionero) y su elevado grado de integración productiva (ver anexo para más detalle).

Debido a la presencia de estos grandes actores, la provincia de Misiones posee al menos la mitad del origen de las fibras celulósicas consumidas en el país (MAGyP, 2021; Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo, 2016). Misiones es además una de las pocas jurisdicciones que logró insertarse en la cadena global de valor forestal con un producto de alto valor agregado como es la pasta celulósica: del total de las exportaciones forestales de Misiones, la pasta celulósica representa más del 90% aproximadamente.

### ***c. Capacidades científicas***

Misiones presenta una base de conocimiento sólida, teniendo en cuenta que allí se concentra gran parte de los científicos y becarios asociados a la foresto industrial del país (entre el 14 y el 20% con un total estimado de 259 personas en 2016, según el ex Ministerio de Hacienda y Finanzas de la Nación). La Universidad Nacional de Misiones (UNAM) ocupa un lugar destacado, con dependencias en los partidos de Oberá, Posadas, Eldorado y San Pedro.

Otro actor de relevancia es el **Instituto de Materiales de Misiones (IMAM)**, organismo dependiente del CONICET y la UNAM, ubicado en Posadas. El IMAM tiene por objetivos promover el desarrollo en áreas relacionadas con la ciencia y tecnología de materiales, generar y optimizar procesos para obtener nuevos materiales y mejorar las propiedades de los existentes, y generar conocimiento científico y tecnológico para extender la aplicación de materiales a nuevos usos.

El IMAM tiene incidencia en temas vinculados con las biorrefinerías particularmente a través del Programa de Celulosa y Papel (PROCyP), el cual cuenta con más de cuarenta años de vigencia (fue el primer programa de investigación dentro de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales) y cuyo objetivo principal es realizar investigación relacionada con la industria de celulosa y papel y biorrefinerías. En el grupo del PROCYP-IMAM trabajan unas 20 personas (becarios, investigadores y personal técnico). Una particularidad del grupo de investigación es que empezaron trabajando con temas de celulosa y papel y volcaron sus trabajos hacia biorrefinerías, siguiendo las tendencias internacionales.

---

<sup>34</sup> Cabe destacar que, en Misiones, también operaba una tercera planta de celulosa llamada Pulpa Celulósica Piray. La empresa sobresalía por producir pulpa kraft y también pulpa química a partir de celulosa de madera de eucalipto, la cual exportaba como pulpa para disolver (Conicet, 2020).



Uno de los aportes más prometedores del IMAM y el PROCyP es el liderazgo asumido en el proyecto de creación de la primera biorrefinería forestal del país, que se enmarca en el proyecto Centro Regional de Biorrefinerías del Norte Argentino (BioNA) y tiene por objetivo explorar las posibilidades de sustitución de los productos refinados a base de petróleo por aquellos derivados de biomasa como los biocombustibles y biomateriales que se pueden obtener de los residuos de la actividad foresto-industrial, entre otros. El proyecto se va a materializar en 2 sedes principales de trabajo, una en la provincia de Misiones y otra en Tucumán, con un centro que va a integrar las capacidades de las plantas piloto del INTI, la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, la Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiológicos, ambas de Tucumán, y el Instituto de Materiales, de Misiones.

El **Instituto de Biotecnología Misiones (InBioMis)**, dedica esfuerzos en materia de investigación tanto de base, como aplicada. Realiza transferencia de conocimiento, brinda servicios a terceros y fomenta la incubación de empresas de base tecnológica (EBT) con foco en biotecnología aplicada sobre diversos sectores (agroprocesos, alimentos, energías renovables y otros). Actualmente, INbioMis cuenta con 27 doctores tanto de CONICET como de la UNAM y con una unidad de biocombustible de especial interés para aquellas biorrefinerías que trabajan sobre plataformas de azúcar C6 (cultivos de azúcar y lignocelulósicos) para el aprovechamiento industrial del bloque común ‘celulosa’. Realizan esfuerzos en materia de mejoras de producción de celulasas (enzimas capaces de cortar la celulosa hasta la unidad glucosa); en la obtención de azúcares fermentables a partir de aserrín de pino; pruebas en el aprovechamiento del licor de maíz como medio de cultivo para la obtención de lacasa; evaluación del complejo secretor enzimático en cepas de *Trichoderma*; entre otros.

Otro proyecto a mencionar es el de “Producción misionera de bioetanol a partir de residuos agroindustriales regionales”, financiado por la **Agencia Misionera de Innovación**, en el cual se busca producir bioetanol a partir del bagazo de caña de azúcar, un residuo de la extracción de azúcar, mediante sacarificación y fermentación simultánea utilizando enzimas de hongos aislados en Misiones, específicamente el *Aspergillus niger* del Laboratorio de Biotecnología Molecular (LBM) del Instituto de Biotecnología Misiones (InBioMis). El resultado que se persigue es la obtención de bioetanol a partir de residuos de las industrias azucareras y almidoneras locales, lo que implica una nueva línea de proceso más sostenible al reducir el uso de reactivos químicos y emplear enzimas biodegradables.

#### **4.2. El caso BioNa en Misiones: la primera experiencia de biorrefinerías forestales en Argentina**

Tras una década del lanzamiento del Plan Argentina Innovadora 2020, en donde se puso por primera vez en agenda la importancia del desarrollo de biorrefinerías (ver recuadro 1), surge el Centro Interinstitucional Regional BioNA. Se trata del proyecto más avanzado para la instalación de la primera biorrefinería de segunda generación para la elaboración de insumos químicos.



**BioNA** aparece en el marco del programa de Centros Interinstitucionales en Temas Estratégicos (CITES), promovido por la Secretaría de Articulación Científico-Tecnológica del MINCYT con el fin de impulsar una agenda de desarrollo en base a los recursos biológicos y las capacidades científico-tecnológicas disponibles en el territorio. En la fundación del centro se integran cuatro instituciones del sistema nacional de innovación con presencia en la región: el CONICET, el INTI, la UNaM y la UNT. Por ser considerado altamente estratégico, este proyecto cuenta con financiamiento del MINCYT en el marco de “Construir Ciencia”, un programa que apunta a fortalecer la infraestructura dedicada a CyT dentro del sistema nacional de innovación.

BioNA propone la construcción de **dos plantas piloto** para la fabricación de productos, materiales y energía a partir de recursos biológicos, las que estarán radicadas en las provincias de **Misiones** y **Tucumán**. Además, el proyecto contempla el aprovechamiento de la biomasa disponible en cada región. En el caso de Misiones, la biorrefinería se instalará en la ciudad de **Posadas**, en el campus universitario, y aprovechará los residuos y desechos provenientes de la industria forestal. Asimismo, contempla la formación de recursos humanos y la transferencia de desarrollos al sector productivo.

El proyecto BioNA en Misiones, el cual ya dispone del **primer tramo** de financiación para la instalación edilicia, apunta a la revalorización de subproductos de otros eslabones de la cadena forestal con al menos cuatro **impactos** en el sector:

- Mejorar la **rentabilidad** de los subproductos generados en la actividad primaria y en la primera transformación, superando la retribución esperada por los generadores de esos recursos.
- **Comercializar** todos los subproductos generados, manteniendo el precio y liberando los stocks que se pueden acumular por no tener cómo comercializarlos y que comúnmente terminan siendo quemados para evitar problemas ambientales.
- Maximizar el **aprovechamiento integral** de los recursos de la naturaleza, con un consiguiente impacto ambiental.
- Obtener un abanico de **productos, materiales y energía** a partir de materia prima biológica. En el caso de la utilización de recursos lignocelulósicos las denominadas biorrefinerías de segunda generación evitan la competencia por los recursos entre estos derivados y los alimentos.

### Recuadro 1. Recorrido de políticas públicas con foco en biorrefinerías

En 2011, Argentina dio su primer paso en políticas públicas centradas en Biorrefinerías bajo el Plan Argentina Innovadora 2020. El plan tenía como objetivo impulsar el desarrollo inclusivo y la generación de valor en la producción nacional mediante la ciencia, tecnología e innovación (CTI). Entre los sectores estratégicos delineados, la agroindustria destacó, representando cerca del 25% de la industria manufacturera, el 40% de las exportaciones y con una producción valorada en unos 177 mil millones de pesos, generando alrededor de 600 mil empleos en todo el país.



El Plan se enfocó en crear Núcleos Socio Productivos Estratégicos (NSPE) al combinar biotecnología, nanotecnología y TIC con demandas productivas y sociales en áreas específicas del territorio. Estos NSPE fueron la unidad de intervención clave en las políticas del Ministerio para el sector de Agroindustria.

El resultado consistió en la generación de dos documentos de políticas públicas: “Biorrefinerías: bioenergía, polímeros y compuestos químicos” (2011) y un plan operativo de dicho trabajo.

Los objetivos del NSPE Biorrefinerías consistieron en: 1) Fomentar proyectos de investigación para el desarrollo de nuevos bioproductos y procesos industriales. 2) Promover la instalación de biorrefinerías a escala piloto en las distintas regiones productivas del país. 3) Propiciar el acceso de los actores públicos y privados locales al estado del arte internacional en la materia mediante la investigación colaborativa. 4) Instalar la temática de la Bioeconomía en la agenda pública. 5) Formar recursos humanos en la cantidad y con el nivel de formación requeridos, en diferentes campos de especialización y con respaldo internacional.

El objetivo de BioNa en Misiones se centra en llevar a una escala piloto aquellas innovaciones estudiadas en escala laboratorio (biomateriales y bioproductos derivados de los residuos forestales). Se pretende así tener mayores precisiones sobre aquellos productos con mayor potencial para el escalado comercial y de los cuales se puedan realizar transferencias a otras empresas ya sea para que realicen producción a escala y comercialicen o bien lo adopten en sus propios procesos productivos. En este sentido, BioNa en Misiones mantiene contacto con actores del mundo forestal como las pasteras prestando algunos servicios tecnológicos.

## 5. Brechas y lineamientos de política pública

En la provincia, se identificaron cinco brechas que surgen entre el aprovechamiento de capacidades existentes en la provincia y el alcance de oportunidades de las biorrefinerías, que podrían resolverse mediante la implementación de determinadas políticas públicas. Cada una de estas brechas pueden ser entendidas dentro de un proceso secuencial y de maduración de las biorrefinerías en Misiones, en el cual la superación de una de ellas contribuye y es un paso para superar otras. En ese marco, la falta de estudios de mercado y regulatorios son la primera y principal brecha para la proliferación de biorrefinerías en la provincia. A partir de ella se derivan otras “secundarias” las cuales no implican que su resolución sea menos importante sino que responden a otro estadio del desarrollo de biorefinerías, como es la disponibilidad de materia prima o el acceso a la energía. A continuación se detallan bajo esta lógica secuencial las distintas brechas.

BioNA constituye un primer e importante puntapié para el desarrollo de biorrefinerías en Misiones. La puesta en marcha de BioNA permitiría procesar subproductos forestales y obtener una gama amplia de productos biológicos con aplicación en diferentes industrias. Teniendo en cuenta que se trata de productos innovadores y nuevos para el mercado, en los cuales la incertidumbre disminuye el atractivo de inversión, se torna necesario definir una estrategia de especialización para generar mejoras en la calidad y productividad. Esta identificación de productos tiene que ir acompañada por un mapeo de posibles actores adoptantes, los cuales



pueden pertenecer a la actividad forestal u otras industrias. Asimismo, el conocimiento de los procesos regulatorios resulta relevante para acceder a ciertos mercados como el de cosmética y de alimentos y bebidas. En esa línea, los diferentes actores entrevistados reconocieron que **no existen aún estudios económicos y de mercado** sobre los distintos productos que conviene desarrollarse en Misiones ni tampoco están identificados los potenciales adoptantes. No obstante, desde la UNAM se prevé llevar a cabo estos trabajos con participación del Centro Federal de Inversiones (CFI).

La segunda brecha se centra en la carencia de incentivos que impulsen el **involucramiento por parte del sector privado** en iniciativas de biorrefinación. Si bien parte de estos desincentivos se relacionan con la falta de estudios de mercado, también existen otras vacancias de información asociadas a la materia prima. Como se mencionó en secciones anteriores, es necesario que las biorrefinerías aprovechen materia prima concentrada geográficamente para reducir costos y poder competir con los productos y materiales derivados de combustibles fósiles. Esas materias primas son fundamentalmente los subproductos forestales de aserrado, los cuales se encuentran en cantidades abundantes, pero dispersas en la provincia. Sin embargo, actualmente no se cuenta con información certera, precisa y centralizada sobre la localización y cantidad disponible de estos residuos que permitan realizar estudios de factibilidad económica de las biorrefinerías. La información disponible corresponde a aserraderos registrados, no existiendo para aquellos informales y de menor tamaño en los cuales predominan prácticas de manejo de residuos poco sostenibles con el ambiente (por ejemplo, mediante la quema). La identificación de “*clústers*” o formas asociativas de aserraderos resulta clave para definir la instalación geográfica de las biorrefinerías. Es importante destacar que existen iniciativas que van en esta dirección y que podrían ofrecer valiosas lecciones, así como aprovechar canales de difusión ya establecidos, como el ejemplo del Censo de Aserraderos realizado por la provincia en 2022.

Una tercera brecha se relaciona con el **acceso a la energía y el costo asociado**. Según actores de la provincia, las biorrefinerías se caracterizan por tener procesos de energía intensiva y, dependiendo del tipo de planta y su escala, los costos asociados suelen ser elevados (Clauser, N. 2019). Al mismo tiempo subrayan que el acceso a la misma en Misiones es limitado. Este escenario plantea la necesidad de diseñar estrategias para la reducción de los requerimientos energéticos por parte de las biorrefinerías y la recuperación de energía para reducir la demanda y el costo de la misma. La recuperación de energía es un aspecto muy crítico dentro de la planta para mejorar la eficiencia energética de los recursos. En la provincia existen algunas iniciativas que contribuirían a resolver este cuello de botella para que en el mediano y largo plazo la instalación de biorrefinerías no resulte obstaculizada. Algunos actores entrevistados hicieron alusión al desarrollo de 14 parques solares, de los cuales 3 estarían en proceso de construcción. Del mismo modo, en 2023, se adjudicaron a la provincia 5 proyectos para inyectar energía a la red nacional (ver recuadro anexo). Según los mismos entrevistados, se trató de la primera convocatoria pública lanzada en más de cinco años, desde que se anunció la última ronda del Programa Renovar, lo que da cuenta de un avance importante de esta agenda.

Por otro lado, el **financiamiento** aparece como otro elemento crítico para el desarrollo de esta plataforma. Los costos de capital asociados a las biorrefinerías son elevados, especialmente en el caso de las instalaciones nuevas (*greenfield*), donde la falta de infraestructura existente significa que todos los aspectos del proyecto



deben construirse desde cero. En este sentido, uno de los principales desafíos radica en la captación de capital para la instalación de biorrefinerías. Del trabajo de campo surge que es difícil encontrar inversores privados que estén dispuestos a invertir en tecnologías que no han sido probadas a escala comercial. En este sentido, el proyecto de BioNa en Misiones cumple un rol fundamental. Dar un marco de previsibilidad y sostenimiento a las inversiones de este proyecto aparece entonces como un paso importante para profundizar la plataforma de biorrefinerías en la provincia.

Finalmente, existe una brecha asociada a la falta de conocimiento de actores productivos del potencial económico de sus subproductos. Esta vacancia no solo se vislumbra en el sector forestal, sino en otras actividades presentes en Misiones. Como consecuencia de ello, no se encuentran difundidas las prácticas de manejo sostenible de los subproductos, lo que a su vez genera una baja o inadecuada calidad de la materia prima para la fabricación de insumos químicos. Esta brecha resultaría un problema en el mediano/largo plazo, en particular si requiere una mayor escala.

A partir de la caracterización del sector forestal en Misiones, integrando las oportunidades relacionadas con la valorización de la biomasa y finalmente por medio de las capacidades científicas-técnicas de la provincia, la tabla 3 resume los lineamientos de política para afrontar las brechas mencionadas anteriormente. En principio, para avanzar en la resolución del desconocimiento de nichos de mercados derivado de las biorrefinerías se propone generar estudios de factibilidad tecnológica y económica, con simetría de escala para desarrollar un portafolio accesible de unidades de negocio listas y con aptitud competitiva.

Respecto a la carencia de incentivos que impulsen el involucramiento por parte del sector privado en iniciativas de biorefinación se propone:

- Generar mapeos de actores y biomasa, caracterizando la biomasa disponible, para tener una noción de las regiones con mayor potencial para instalar una biorrefinería en pos de reducir los costos logísticos.
- Promover la asociación de aserraderos para generar economías de escala en el aprovechamiento de subproductos e identificar clúster de aserraderos y otras figuras de cooperativismo existentes y potenciales. Esta política radica en el hecho de que son los aserraderos los actores principales en la generación de subproductos forestales y una asociación de los mismos permitiría en principio contar con la biomasa necesaria y en segunda instancia sentaría las bases para motivar a dichos actores a la implementación de biorrefinerías.
- Generar plantas de baja escala con tecnología madura en valorización biomásica, tomando como referencia la planta de BioNa. El objetivo apunta a tratar de valorizar otros subproductos que pueden llegar a generarse en la provincia ya sea que tengan como origen al sector productivo o no (residuos por podas municipales, por ejemplo).

Asociado a las complicaciones derivadas con el acceso a energía que presenta la provincia podría pensarse en diseñar estudios del tipo prospectivos para la reducción de los requerimientos energéticos y la recuperación de energía para reducir la demanda y el costo de la misma dentro de las biorrefinerías con diversos tipos de



escala.

En relación a los altos requerimientos de capital relacionados a la valorización de la biomasa se propone desarrollar líneas de financiamiento para:

- Impulsar desarrollos productivos de valorización biomásica industrial.
- Adoptar aquellos desarrollos productivos de valorización biomásica ya gestados por el sector científico-técnico (agilizar transferencia tecnológica)

Finalmente, respecto a la falta de conocimiento de actores productivos del potencial económico de sus subproductos se sugiere:

- Sensibilizar a productores de las oportunidades de negocio a partir de la transformación de la biomasa en nuevos productos a través de charlas y reuniones informativas.
- Promover capacitaciones en aserraderos, a través de la implantación de tecnologías de gestión para la obtención de la materia prima.

**Tabla 3. Capacidades, brechas y lineamientos de políticas para abordar los desafíos y oportunidades que demandan el desarrollo de las biorrefinerías**

Desafíos y Oportunidades	Capacidades de la provincia para canalizar los desafíos y oportunidades	Brechas entre desafíos/oportunidades y capacidades	Lineamiento de política
<ul style="list-style-type: none"> <li>Modernización de cadenas productivas, mediante incorporación de productos innovadores; demanda creciente.</li> </ul>	<p>La planta modelo multipropósito BioNA en colaboración con el CFI</p>	<p>Desconocimiento de los nichos de mercado derivados de las biorrefinerías. Carencia de estudios que visibilicen el potencial económico de la biorefinación.</p>	<p>Generar estudios de factibilidad tecnológica y económica, con simetría de escala para desarrollar un portafolio accesible de unidades de negocio listas y con aptitud competitiva.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actores pertenecientes al mundo forestal y agroalimentario con porte o potencial para iniciar actividades de biorefinación.</li> <li>Cámaras empresariales e institutos tecnológicos con conocimiento territorial de la biomasa en la provincia.</li> </ul>	<p>Carencia de incentivos que impulsen el involucramiento por parte del sector privado en iniciativas de biorefinación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generar mapeos de actores y biomasa, caracterizando la biomasa disponible.</li> <li>Promover la asociación de aserraderos para generar economías de escala en el aprovechamiento de subproductos e identificar clúster de aserraderos y otras figuras de cooperativismo existentes y potenciales.</li> <li>Generar plantas de baja escala con tecnología madura en valorización biomásica.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organismos gubernamentales que buscan ampliar y diversificar la oferta energética de la provincia (Secretaría de Energía de la provincia).</li> <li>• Experiencia de actores empresariales en la generación de energía a través de biomasa ya sea para autoabastecimiento o inyección a red eléctrica nacional.</li> </ul>	<p>Limitaciones en el acceso al suministro energético en la provincia (las actividades de biorefinación son intensivas en energía)</p>	<p>Diseñar estudios del tipo prospectivos para la reducción de los requerimientos energéticos y la recuperación de energía para reducir la demanda y el costo de la misma dentro de las biorrefinerías con diversos tipos de escala.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de CyT especializado (UNAM, PROCyP) y con trayectoria en actividades de biorefinación.</li> <li>• La planta modelo multipropósito BioNA y sus estudios de factibilidad tecno-económicos.</li> <li>• Industrias presentes en la provincia generadoras de subproductos.</li> </ul>	<p>Altos requerimientos de capital relacionados a la valorización de la biomasa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar líneas de financiamiento para:             <ul style="list-style-type: none"> <li>-Impulsar desarrollos productivos de valorización biomásica industrial.</li> <li>-Adoptar aquellos desarrollos productivos de valorización biomásica ya gestados por el sector científico-técnico (agilizar transferencia tecnológica)</li> </ul> </li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>• Industrias presentes en la provincia generadoras de subproductos.</li><li>• Cámaras empresariales con conocimientos de las capacidades empresariales</li></ul>	Falta de conocimiento de actores productivos del potencial económico de sus subproductos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sensibilizar a productores de las oportunidades de negocio a partir de la transformación de la biomasa en nuevos productos a través de distintas modalidades.</li><li>• Promover capacitaciones en aserraderos, a través de la implantación de tecnologías de gestión para la obtención de la materia prima</li></ul>
--	--	---	---

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas realizadas e información secundaria.



## Sección 3. Potencial de desarrollo de los pagos por servicios ambientales en Misiones<sup>35</sup>

### 1. Introducción

**América Latina ha sido pionera en establecer esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA)** financiados o implementados, en gran medida, por los gobiernos nacionales (CODS, 2020). Se destacan las experiencias de Costa Rica, México y Perú en la puesta en marcha de PSA orientados mayormente a la protección de los bosques, la promoción de la agricultura sostenible y el tratamiento de cuestiones relacionadas con la biodiversidad y los recursos hídricos.

En nuestro país, la provincia de **Misiones**, reconocida por su rica biodiversidad y sus extensas áreas de bosques, fue uno de los primeros estados subnacionales en impulsar un **programa de PSA como parte de su estrategia de conservación y uso sostenible de los bosques nativos**. Tras 30 años de políticas públicas orientadas al cuidado y desarrollo del ambiente sobre la base de un marco institucional y normativo, la provincia busca capitalizar estos esfuerzos mediante el desarrollo de instrumentos orientados al mercado internacional de carbono voluntario.

El objetivo de este capítulo es identificar los principales desafíos para la potenciación y fortalecimiento de la plataforma de servicios ecosistémicos en la provincia de Misiones. Para ello, se comienza con una breve definición de los Servicios Ambientales (SA) y la importancia de su valoración económica<sup>36</sup>. Luego se presentan algunas experiencias de países que han avanzado en la agenda de PSA que pueden servir de enseñanzas para las provincias argentinas. Finalmente, se analiza el caso de Misiones, identificando las acciones que está impulsando el gobierno provincial, las capacidades existentes para desarrollarlas y los objetivos trazados. Finalmente, se plantean una serie de lineamientos de política asociados a las oportunidades y desafíos que enfrenta a fin de potenciar esta plataforma como parte de su estrategia de desarrollo productivo en equilibrio con el ambiente.

### 2. Breve caracterización de los servicios ambientales

#### 2.1 Conceptos

Los **ecosistemas** y la **biodiversidad** son conceptos estrechamente vinculados. Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y el entorno no vivo, que interactúan como una unidad funcional y en el cual los seres humanos son una parte integral (MEA, 2003).

<sup>35</sup> Agradecemos los aportes de Victoria Arias Mahiques (Fundar)

<sup>36</sup> En este documento se usarán servicios ecosistémicos y servicios ambientales como sinónimos.



La biodiversidad es definida por El Convenio sobre la Diversidad Biológica<sup>37</sup> como *“la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de los ecosistemas<sup>38</sup>”*.

La **pérdida de biodiversidad** constituye uno de los **principales desafíos ambientales que enfrenta la humanidad**. Por caso, según datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en la actualidad se encuentran en peligro de extinción aproximadamente 5.200 especies de animales. Si se las diferencia por clase, están en peligro el 11% de las aves, el 20% de los reptiles, el 34% de los peces y 25% de los anfibios y mamíferos. La crisis ambiental en muchos casos es severa y hay evidencia de que afecta al desarrollo de países y sociedades, tanto ricos, como pobres. Y las consecuencias ambientales negativas suelen afectar más a las personas más pobres que dependen directamente de los recursos naturales para su supervivencia (PNUMA, 2014).

El concepto de SA es un avance significativo en la comprensión y valoración de la naturaleza y sus interacciones con la sociedad. Surgió del movimiento ambientalista de Estados Unidos en la década de 1970 (Daily 1997) y es el resultado de un proceso creciente de concepción de la naturaleza como un conjunto de sistemas integrados (Odum 1989).

Los **servicios ambientales** abarcan todos los beneficios que las sociedades humanas obtienen de los ecosistemas. Estos incluyen: i) los bienes o recursos naturales como el agua o los alimentos, ii) los procesos ecosistémicos que regulan las condiciones en los que los humanos habitan como la regulación del clima o de la erosión, iii) la contribución de los ecosistemas a experiencias que benefician directa o indirectamente a las sociedades, como el sentido de pertenencia o la recreación, y iv) los procesos ecológicos básicos que permiten que se provean los anteriores. El concepto de SA además considera el beneficio que distintos actores o sectores de la sociedad reciben de los ecosistemas, así como las complejas interacciones tanto positivas como negativas entre servicios y entre actores o sectores de la sociedad (MEA, 2003).

Se estima que más de la mitad del PIB mundial depende en gran parte de los servicios ambientales. El sector forestal aporta más de USD 1,52 billones al PIB mundial y emplea a 33 millones de personas (FAO, 2022). Según FAO (2022), **más de la mitad del producto interno bruto mundial** (84,4 billones de USD en 2020) **depende** en forma alta (31 billones de USD al año) o moderada (13 billones de USD al año) de los **servicios ecosistémicos**, en particular de los que proporcionan los **bosques**. En esta línea, en los últimos tiempos se evidencia una **mayor concientización** de la importancia que reviste su cuidado, acompañada por diferentes **políticas e incentivos orientados a la conservación<sup>39</sup> de la biodiversidad**, al uso sustentable de la misma y la aplicación más eficiente de los programas de financiamiento existentes. En

<sup>37</sup> Tratado internacional adoptado en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992.

<sup>38</sup> Naciones Unidas 1992: Artículo 2.

<sup>39</sup> Conservación es la protección, preservación, manejo o restauración de ambientes naturales y las comunidades ecológicas que los habitan.



ese marco, resulta importante el aprovechamiento de las distintas fuentes de financiamiento —gobierno nacional, sector privado y asistencia oficial para el desarrollo— y se están formulando nuevos enfoques (FAO, 2022).

En las últimas décadas diferentes investigaciones sobre el funcionamiento de los bosques aportan evidencia de que éstos poseen un rol fundamental para la humanidad y el planeta. No obstante, el valor económico de los servicios que brindan no se refleja debidamente en las consideraciones de mercado. En consecuencia, los bosques quedan infravalorados y, con frecuencia, esto conlleva a su degradación o conversión a otros usos de la tierra. Los programas de PSA pretenden corregir estas fallas de mercado mediante incentivos económicos apropiados que direccionen la transferencia de recursos financieros de los beneficiarios de los SA a quienes lo ofrecen (FAO, 2014).

La **valoración económica de los SA** es un enfoque que busca el reconocimiento de la importancia de los ecosistemas y de los servicios que proveen para el bienestar de las sociedades, asignándoles para ello un valor monetario (Costanza et al. 1997, Groot et al. 2002, Daily et al. 2009). Es una herramienta que está siendo adoptada en muchos países de AL como Costa Rica, Perú y México. Sin embargo, es importante considerar que la valoración depende de los intereses y los valores de quienes lo asignan (Farber et. al, 2002). Existen diferentes criterios de valoración de dichos servicios: directo, indirecto, de opción, de existencia y cultural.

Dicha valoración ha sido sujeto de controversias. Hay quienes argumentan que asignar un valor monetario a la naturaleza puede subestimar su importancia intrínseca y promover su explotación. Por otro lado, existen otros que consideran que es relevante para la toma de decisiones informadas sobre la gestión sostenible de los recursos naturales y para la creación de conciencia sobre la importancia de los ecosistemas. La perspectiva adoptada en este documento va en esta última dirección, sin dejar de lado la necesidad de integrar las necesidades de los distintos actores de la sociedad en estas valoraciones (Lattera et. al, 2011).

## 2.2 Principales clasificaciones de los esquemas de PSA

En términos operativos, los esquemas de funcionamiento de los PSA determina que quienes se benefician de los servicios del ecosistema paguen de manera directa y contractual a quienes manejan la tierra para garantizar la conservación y restauración de los ecosistemas y, en consecuencia, la provisión de SA (Wunder et al. 2007). De esta forma se vinculan a los oferentes y demandantes de estos servicios mediante determinadas regulaciones que garanticen que: i) los generadores cobren por los SA, ii) los beneficiarios reciban los SA por los que pagan, y iii) exista una fiscalización independiente para ambas partes.



Una forma de clasificar a los PSA es por su formato de pago. Estos pueden tomar las siguientes formas:<sup>40</sup>

- Pagos públicos: por ejemplo, pagos del gobierno federal, estatal y local;
- Transacciones voluntarias: por ejemplo, la venta de créditos de compensación forestal en el mercado voluntario del carbono;
- Transacciones orientadas por el cumplimiento: por ejemplo, programas de pagos creados en respuesta a regulaciones gubernamentales
- Pagos combinados donde se agrupan distintas fuentes de financiación para hacer frente a los pagos.

Otra forma de clasificarlos es a través de los distintos tipos de mercados de PSA, que pueden estar determinados en función del alcance geográfico, la composición de la demanda y el nivel de organización:

- **Mercados para el recurso hídrico:** por lo general son locales, la demanda está representada por los beneficiarios aguas abajo, fácilmente identificables y, por lo general, organizados.
- **Mercados de biodiversidad:** pueden ser locales, nacionales o internacionales, aunque los compradores en su mayoría son globales. La demanda está caracterizada por una gran cantidad de beneficiarios (dado que puede medirse la biodiversidad según diversidad genética, de especies y de ecosistemas) relativamente poco organizados.
- **Mercados de captura de carbono:** El mercado de carbono es uno de varios instrumentos de precio al carbono (ej. impuesto al carbono) que se pueden implementar para controlar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Tiene como objetivo darle un precio a las externalidades ambientales negativas que generan las emisiones al producir un bien, un servicio o una actividad. Es un sistema de comercio a través del cual los gobiernos, empresas o individuos pueden comprar y vender permisos de emisión o créditos de carbono para compensar sus emisiones de una manera costo efectiva (Secretaría de Cambio Climático, Desarrollo Sostenible e Innovación, 2023). En este sentido, son de carácter global y competitivos dada la cantidad de oferentes y opciones de inversión que poseen los beneficiarios. Este mercado de captura de carbono está sujeto en gran medida a las reglas que establece el Protocolo de Kyoto, y su desarrollo se encuentra en rápida expansión. No obstante, las condiciones de acceso al mercado de captura de carbono y la necesidad de tener economías de escala para reducir costos de transacción determinan un sesgo en la participación de esquemas de PSA hacia usuarios de terrenos grandes, o a la necesidad de asociación de colonos.

---

<sup>40</sup> FAO (2014) citado en [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-45572016000200043&script=sci\\_arttext\\_plus&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-45572016000200043&script=sci_arttext_plus&tlng=es)



- **Mercados asociados a belleza escénica:** pueden ser nacionales e internacionales. La demanda está constituida por empresas de ecoturismo y agroturismo, y también por particulares. Son los mercados menos desarrollados y enfrentan muchas restricciones, en particular la falta de voluntad de pago de las empresas turísticas (Landell-Mills y Porras 2002).
- **Mercado de servicios “en paquete”:** los servicios en paquete (Mayrand y Paquin 2004) se generan cuando en una misma área se ofrecen diferentes servicios. Esos servicios se comercializan de manera fusionada (i.e., sin distinguir los servicios incluidos) o en “menú” (es decir, los beneficiarios compran servicios específicos, mientras que los usuarios venden diversos servicios a distintos compradores).

### 3. Relevancia y justificativo de los PSA

#### 3.1 Panorama global y las experiencias internacionales de Costa Rica, México y Perú.

En las últimas décadas se registró un importante crecimiento de los programas de PSA, que intercambian valor por prácticas de gestión de la tierra destinadas a proporcionar o garantizar servicios ecosistémicos, con más de 550 programas activos en todo el mundo y un estimado de entre USD 36 y 42 mil millones en transacciones anuales (Salzman et. al, 2018). Estos programas varían ampliamente en su diseño, alcance y objetivos, encontrándose en varias regiones y países.

Dentro de estos, una parte importante están orientados a los mercados de carbono, que presentan importantes perspectivas de crecimiento en los próximos años asociados a los compromisos de neutralidad con respecto a las emisiones de carbono y las decisiones adoptadas en el marco del Acuerdo de París sobre el cambio climático. Uno de los principales mecanismos financieros es el de Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y la Degradación de los bosques (REDD+<sup>41</sup>), que busca la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la deforestación y degradación de los bosques, así como la conservación, el manejo sustentable y el incremento de los almacenes de carbono en los bosques. Corresponde aclarar que el mecanismo REDD+ es un enfoque no-comercial a través del cual el país puede recibir financiamiento (donación) sin transferir resultados de mitigación, los cuales están registrados en el Registro Nacional REDD+ (Secretaría de Cambio Climático, Desarrollo Sostenible e Innovación, 2023).

Los pagos de REDD+ basados en los resultados están evolucionando para velar por la obtención de resultados en el ámbito de la mitigación del cambio climático con integridad ambiental y una distribución

---

<sup>41</sup> Los REDD+ son programas de las Naciones Unidas para la Reducción de las Emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación de los bosques a fin de generar un aumento de las reservas de carbono a través de la restauración y gestión sostenible de los bosques. El (+) es para reconocer otros esfuerzos por mantener el bosque, como la gestión forestal sostenible, la conservación y el aumento de las reservas de carbono forestal.



adecuada de los beneficios. La conjugación de estos pagos, como la posible venta de compensaciones de las emisiones de carbono, podrían aumentar el atractivo financiero de las tres vías forestales: detener la deforestación y conservar los bosques; restaurar las tierras degradadas y ampliar la agroforestería; y utilizar los bosques de manera sostenible y crear cadenas de valor verdes. La financiación para el clima puede emplearse para movilizar más capital del sector privado, reforzar los instrumentos normativos nacionales y respaldar los pagos basados en los resultados.

La experiencia latinoamericana en PSA no ha sido uniforme ni homogénea. En la región, son evidentes las diferencias en la forma como los PSA se conceptualizan, en su diseño institucional y en el grado de madurez en su implementación (CODS, 2020). Dentro de América Latina, Costa Rica, México<sup>42</sup> y Perú, han sido pioneros en la implementación de programas por servicios ambientales, orientándose mayormente a la protección de los bosques, la promoción de la agricultura sostenible y el tratamiento de cuestiones relacionadas con la biodiversidad y los recursos hídricos.

El programa de **Costa Rica** ha sido considerado un modelo ejemplar a nivel mundial en la promoción de la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales a través de incentivos económicos para los propietarios de tierras que contribuyen a la protección de los ecosistemas y la provisión de servicios ecosistémicos<sup>43</sup>. Durante la década de 1990, experimentó un cambio en el sector ambiental, caracterizado por un impulso en la legislación que favorece la conservación y protección de los recursos naturales, la creación de instituciones que remozan el sector y un cambio significativo en la forma en que la sociedad percibe el manejo, la conservación y el desarrollo sostenible de los recursos naturales.

El país cuenta con un programa de PSA que consiste en un reconocimiento financiero por parte del Estado, a través del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), a los propietarios y poseedores de bosque y plantaciones forestales por los servicios ambientales que éstos proveen y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del ambiente. El Programa por Pago de Servicios Ambientales, como mecanismo de financiamiento para el manejo, la conservación y el desarrollo sostenible de los recursos del bosque y de la biodiversidad, se sostiene en cuatro pilares fundamentales: institucionalidad, marco legal, financiamiento y monitoreo y evaluación. El éxito del programa responde a varios factores tales como el fuerte compromiso gubernamental, la participación activa de la sociedad civil, la colaboración con organizaciones no gubernamentales y la integración de valores culturales y sociales en los esquemas de pago.

En **México**, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) implementó en 2003 una serie de incentivos económicos a los propietarios de terrenos forestales orientados a conservar de manera activa los bosques, selvas, zonas áridas y manglares del país mediante la implementación de buenas prácticas de manejo. El programa denominado Pago por Servicios Ambientales promueve acciones integrales para la conservación

---

<sup>42</sup> Costa Rica, en 1997, fue el primer país en el mundo en establecer un esquema nacional de PSA y junto con el caso mexicano (2003) son dos de los esquemas más grandes a nivel mundial sumando, en conjunto, casi cinco millones de hectáreas de bosque protegidas (CODS, 2020).

<sup>43</sup> Ley Forestal N.º. 7575



de los ecosistemas forestales, el fortalecimiento del capital social y el desarrollo económico sustentable, mediante la ejecución de actividades productivas amigables con el ambiente, como el ecoturismo, la apicultura, las ecotecias y los viveros comunitarios, entre otras actividades, las cuales procuran en el mediano y largo plazo la generación de los servicios ambientales necesarios para el bienestar de la sociedad y favorecen la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático. El programa cuenta con tres esquemas de apoyo: i) PSA, ii) Mecanismos Locales de PSA a través de Fondos Concurrentes (MLPSA-FC) y iii) Fondo Patrimonial de Biodiversidad (FPB). Cada uno tiene sus propias características en cuanto a fuentes de financiamiento, áreas de atención y temporalidad que permiten la participación de diversos actores a través de diferentes formas de colaboración y financiamiento que tienen el objetivo de vincular a las personas usuarias con las proveedoras de servicios ambientales.

En **Perú**, a partir de 2016, se estableció el marco regulatorio para promover, regular y supervisar los Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos<sup>44</sup> (MERESE), que se derivan de acuerdos voluntarios que establecen acciones de conservación, recuperación y uso sostenible para asegurar la permanencia de los ecosistemas. Los MERESE son esquemas, herramientas, instrumentos e incentivos para generar, canalizar, transferir e invertir recursos económicos, financieros y no financieros, en los que se establece un acuerdo entre contribuyentes y retribuyentes al servicio ecosistémico. Están orientados a la conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes de los servicios ecosistémicos. Sobre este marco regulatorio, el Estado desarrolló políticas públicas y lineamientos para facilitar la inversión pública en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos, y para estos últimos priorizó aquellos servicios que afectan directamente a la población: regulación hídrica (asociado a la provisión de agua para los diferentes usos), y control de erosión del suelo (asociado a sedimentos y deslizamientos). Los MERESE incluyen los siguientes servicios ecosistémicos: regulación hídrica; mantenimiento de la biodiversidad; secuestro y almacenamiento de carbono; belleza paisajística; control de la erosión de suelos; provisión de recursos genéticos; regulación de la calidad del aire; regulación del clima; polinización; regulación de riesgos naturales; recreación y ecoturismo; ciclo de nutrientes; y formación de suelos.

La revisión de experiencias internacionales en materia de PSA, con los casos de Costa Rica, México y Perú da cuenta de casos exitosos en materia de los PSA como instrumentos de política. Si bien existen numerosas iniciativas de PSA, es importante aclarar que los avances, la implementación y la efectividad de los programas pueden variar según factores como la gobernanza local, la inversión financiera, el compromiso de la comunidad y los desafíos ambientales específicos de cada país.

### 3.2 Panorama nacional

---

<sup>44</sup> Ley N° 30215 DECRETO SUPREMO N° 009-2016-MINAM



En Argentina, la promulgación de la **Ley 26.331** de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos en 2007 también conocida como la **Ley de Bosques**, marcó un hito importante en términos de legislación ambiental, siendo la primera y única normativa que establece el concepto de servicios ambientales.

La ley define en su artículo 5 a los servicios ambientales como aquellos “beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas del bosque nativo, necesarios para el concierto y supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para mejorar y asegurar la calidad de vida de los habitantes de la Nación beneficiados por los bosques nativos”. Asimismo, menciona seis servicios ambientales: la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de la calidad del suelo y del agua, la captura de emisiones de gases de efecto invernadero, la contribución a la diversidad y belleza del paisaje, y la salvaguarda de la identidad cultural.

El objetivo principal de la ley de bosques, expresado en su artículo 1, radica en *"enriquecer, restaurar, conservar, aprovechar y gestionar de manera sostenible los servicios ambientales proporcionados por los bosques"*. Para ello introduce dos instrumentos claves:

1. El mandato para las provincias de realizar un **Ordenamiento Territorial de Bosque Nativo<sup>45</sup> (OTBN)** en cada uno de sus territorios<sup>46</sup>, que tenga en cuenta los criterios de sustentabilidad y las categorías de conservación<sup>47</sup>.
2. La creación del **Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de los Bosques Nativos (FNECBN)**. Este último busca fortalecer a las autoridades nacionales y provinciales de aplicación y para apoyar económicamente a los tenedores de bosques en la implementación de esquemas de manejo forestal sostenible.

La ley establece que el **FNECBN** deberá contar anualmente con **asignaciones no menores a 0,3% del presupuesto nacional y de 2% de las retenciones a las exportaciones de productos primarios** de los sectores **agrícola, ganadero y forestal**. Dicho fondo es **administrado** por el Fondo Fiduciario para la protección de los Bosques Nativos (FOBOSQUE), creado por el entonces Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable y el Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE), y su **distribución** se realiza

---

<sup>45</sup> Se considera bosques nativos a los ecosistemas forestales naturales compuestos predominantemente por especies arbóreas nativas maduras, con diversas especies de flora y fauna asociadas, en conjunto con el medio que las rodea —suelo, subsuelo, atmósfera, clima, recursos hídricos—, conformando una trama interdependiente con características propias y múltiples funciones, que en su estado natural le otorgan al sistema una condición de equilibrio dinámico y que brinda diversos servicios ambientales a la sociedad, además de los diversos recursos naturales con posibilidad de utilización económica. Se encuentran comprendidos en la definición tanto los bosques nativos de origen primario, donde no intervino el hombre, como aquellos de origen secundario formados luego de un desmonte, así como aquellos resultantes de una recomposición o restauración voluntarias. (art. 2. Ley N° 26.331)

<sup>46</sup> Las provincias tienen el dominio originario de los recursos del ecosistema forestal nativo.

<sup>47</sup> La categoría I (rojo) corresponde a sectores de muy alto valor de conservación, que no deben transformarse. Su uso queda limitado a ser hábitat de comunidades indígenas y ser objeto de investigación científica; la categoría II (amarillo) corresponde a sectores de mediano valor de conservación, cuyo uso queda limitado a aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica; y la categoría III (verde) a sectores de bajo valor de conservación, que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad.



anualmente entre las provincias que concreten su Plan de Ordenamiento Territorial<sup>48</sup>.

El 70% de los fondos que le correspondan a cada provincia será destinado para compensar a los titulares de las tierras en cuya superficie se conservan o se desarrollen planes de aprovechamiento sostenible del bosque nativo de acuerdo a sus categorías de conservación. El 30% restante será destinado a las autoridades de aplicación de cada jurisdicción, con el objeto de crear una red de monitoreo y sistemas de información de sus bosques nativos, como así también brindar asistencia técnica y financiera para pequeños productores, comunidades indígenas o campesinas.

En suma, la ley de bosques estableció los **Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos** y sentó las bases para la institucionalización del concepto de servicios ambientales en el país, convirtiéndose en el **primer y único dispositivo legal nacional** que implementa un **mecanismo de compensación por servicios ambientales**. La ley define y menciona alguno de los servicios ecosistémicos que brindan los bosques, aunque no de forma exhaustiva ni avanza en su cuantificación (Bochetto et. al. 2020).

Por su parte, el **capítulo de financiamiento para la transición del Segundo Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático**<sup>49</sup> (Resolución 146/2023 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible) reconoce la importancia de los mercados de carbono como instrumento adicional para acceder a financiamiento climático para la adaptación y la mitigación climáticas a nivel nacional y subnacional, en un contexto de responsabilidades comunes pero diferenciadas.

En la actualidad **no existen guías metodológicas a nivel nacional para valorizar los servicios ambientales** por lo que rigen los mecanismos de retribución y compensación (bonos, certificaciones, certificados de créditos de carbono y certificados de gestión ambiental) emitidos por las entidades calificadas con reconocimientos internacionales. Es importante mencionar que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación se encuentra desarrollando una **estrategia nacional para el uso de los mercados de carbono** y generando insumos técnicos para planificar una posible estructura y posterior operatividad del Artículo 6 del Acuerdo de París<sup>50</sup>. En este sentido, **el país carece en la actualidad de un mercado regulado o de cumplimiento** en el cual la autoridad nacional deba intervenir de manera directa o brindar algún tipo de autorización, con lo cual **la opción para programas y proyectos es el mercado voluntario de carbono**.

Por último, un ejemplo de implementación de un esquema de financiación de proyectos y programas de mitigación y adaptación al cambio climático es el **Fondo Verde para el Clima**<sup>51</sup>, que fue ejecutado por el

<sup>48</sup> Entre 2010 y 2022 se transfirieron fondos a las provincias por 9.187 millones de pesos.

<sup>49</sup> <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/380000-384999/382506/res146-1.pdf>

<sup>50</sup> El Artículo 6 del Acuerdo de París se refiere a los mecanismos de cooperación entre las partes para lograr los objetivos del acuerdo en relación con la promoción de la cooperación, mecanismos de mercado, reducción de emisiones y contabilidad y transparencia.

<sup>51</sup> El Fondo Verde del Clima (FVC) fue creado en 2010 por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) con el objetivo de contribuir de manera significativa y ambiciosa a las metas impuestas por la comunidad internacional



Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible junto a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

El **financiamiento de USD 82 millones obtenidos por el país** es el resultado de la implementación de medidas, políticas y acciones tendientes a reducir las emisiones causadas por la deforestación y la degradación de bosques, previo cumplimiento de los requisitos establecidos por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para el pago basado por resultados correspondientes al período 2014-2016. La reducción de emisiones comprobadas superó las 165 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente producto de la deforestación evitada en las regiones del Parque Chaqueño, la Selva Tucumano Boliviana, el Espinal y la Selva Misionera. En 2022 se aprobó el plan operativo anual, el presupuesto y el marco de resultados de la iniciativa. Se firmaron los convenios de colaboración técnica para la implementación del proyecto por las 23 provincias involucradas.

#### 4. Potencialidad de los PSA en Misiones

La provincia de **Misiones** cuenta con **recursos naturales** y **capacidades institucionales y científicas** para impulsar una **agenda orientada a la conservación de la biodiversidad y la valoración de los servicios ambientales**. La selva paranaense posee una vasta dotación de recursos biológicos y especies propias de la región, siendo uno de los principales reductos de biodiversidad del país y un importante sumidero de carbono.

El **compromiso** de la provincia con el ambiente se ve reflejado en el vasto **marco normativo y en la existencia de dos ministerios** que impulsan esta agenda – Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables y el Ministerio de Cambio Climático –, que son los responsables de **formular políticas, regulaciones y estrategias** que promuevan la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales y los ecosistema y buscan garantizar un equilibrio en el desarrollo económico y la preservación del ambiente. Asimismo, se encuentra presente una institución científico-tecnológica como el **IMiBio**, creada por ley provincial para **poner en valor la biodiversidad de Misiones**. IMiBio junto con otros actores del sistema científico-tecnológico proporcionan conocimientos, herramientas y soluciones que permiten una gestión más eficiente y sostenible de los servicios ecosistémicos y el desarrollo de prácticas productivas que puedan ser sustentables, que puedan introducir mejoras en la biodiversidad o al menos no la alteren.

##### 4.1. Capacidades locales

- **Disponibilidad de recursos naturales y biodiversidad**

---

para combatir el cambio climático. El FVC financia proyectos y programas de mitigación y adaptación al cambio climático, del sector público y/o privado, que promuevan un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima. Las Entidades Acreditadas (instituciones nacionales, regionales o internacionales que hayan sido acreditadas por el FVC) pueden remitir para su consideración propuestas de financiamiento de programas y proyectos. Dichas propuestas deben tener la “no objeción” de la Autoridad Nacional Designada de cada país. [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/d\\_programas\\_proyectos/climatico/verde/Preguntas\\_frecuentes\\_FVC.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/d_programas_proyectos/climatico/verde/Preguntas_frecuentes_FVC.pdf)



**Misiones** posee **1.402.121 hectáreas de bosque nativo**, que ocupan el **35% del territorio de la provincia**. Pese a que esa superficie representa sólo el **2,6% del total nacional**<sup>52</sup>, allí se concentra la **mayor biodiversidad del país**.

El 98% del bosque nativo se encuentra en la **selva paranaense**, que es uno de los bosques prístinos más grandes que quedan en el mundo y que corresponde a la **totalidad de bosque atlántico** que se encuentra en Argentina. La selva alberga el 52% de la biodiversidad del país con más de 150 especies de mamíferos; 564 especies de aves; 260 especies de peces de agua dulce; 116 especies de reptiles; 68 especies de anfibios; y miles de especies de plantas y hongos. Por los altos niveles de diversidad biológica y sus numerosas especies endémicas (específicas de esta región) es un punto caliente de la biodiversidad<sup>53</sup> según la Organización medioambiental Conservación Internacional.

La selva paranaense forma parte del llamado Corredor Verde, uno de los pocos corredores ecológicos que existen en el país<sup>54</sup>, que atraviesa 22 municipios y está conformado por diferentes áreas naturales protegidas (Parques Provinciales Yacuí, Urugua-í, Esmeralda, Moconá, Salta Encantado y el Valle de Cuña Pirú, Parque Nacional Iguazú y Reserva de Biosfera Yabotí). Fue creado por Ley XVI N° 60 en 1999 (antes Ley N° 3.631) con el objetivo de establecer un equilibrio entre las actividades agroforestales y el mantenimiento de los bosques nativos, salvaguardando la fauna y la flora, ya que varias de sus especies corren riesgo de extinguirse. Abarca diversos paisajes que incluyen áreas protegidas, propiedades privadas de usos diversos, colonias agrícolas con variadas situaciones socioeconómicas, comunidades aborígenes y también áreas de conflictos de uso y tenencia de la tierra.

La presencia de 103 zonas protegidas<sup>55</sup> que cubren un tercio del territorio provincial, integrando la categoría roja (de alto valor de conservación, que no deben transformarse) de la Ley Ley Provincial XVI-105 de Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos, posicionan a Misiones a la vanguardia en materia de protección ambiental en Argentina<sup>56</sup> y convierten a este territorio en la Amazonía de nuestro país. Estos espacios de resguardo están divididos en parques provinciales, monumentos naturales, reservas privadas, paisajes protegidos, reservas ícticas y la reserva Biósfera Yabotí que cuenta con un reconocimiento internacional. La provincia prevé ampliar su red de espacios naturales protegidos, con el claro objetivo de preservar los recursos hídricos, la selva y la biodiversidad.

<sup>52</sup> Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, Argentina cuenta con 53.654.545 hectáreas de bosque nativo acreditados en el OTBN. Esto representa el 19,2% de la superficie continental del país, el 6,5% del bosque nativo de Sudamérica y el 1,4% del bosque nativo en el mundo (MAyDS, 2020). La distribución de la superficie de bosque nativo dentro de Argentina está explicada en casi un 60% por cinco provincias: Salta, Santiago del Estero, Chaco, Formosa y La Rioja.

<sup>53</sup> Para ser considerada hotspot un área debe cumplir con dos criterios: contener al menos 1,500 especies de plantas vasculares que no se encuentran en ningún otro lugar de la Tierra (conocidas como especies endémicas) y haber perdido al menos el 70% de su vegetación nativa primaria.

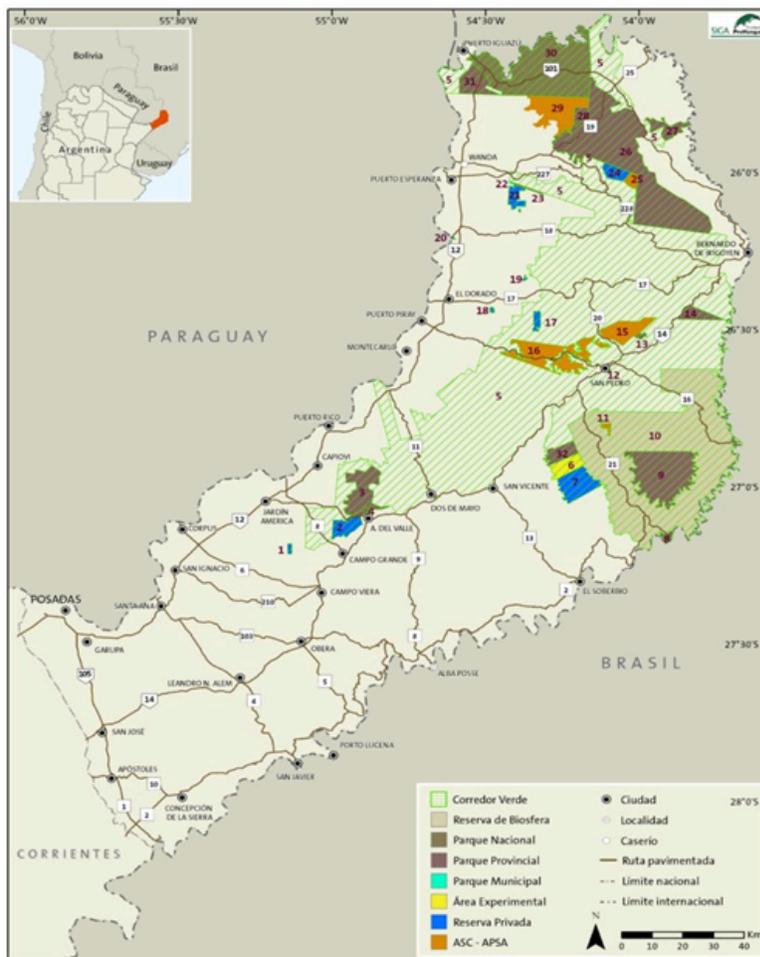
<sup>54</sup> Otros corredores ecológicos son Alto Bermejo, el Andino Norpatagónico y los del Gran Chaco Argentino.

<sup>55</sup> A octubre de 2023.

<sup>56</sup> En el NOA, Salta tiene 31 reservas y en Cuyo, Mendoza suma 22. En la Patagonia, Santa Cruz tiene 42 reservas y Buenos Aires suma 48 en la región pampeana. En el Nea, además de las mencionadas para Misiones, Chaco cuenta con 18 y Formosa con 16, mientras que Corrientes cuenta con 14. Jujuy es la única provincia con mayor porcentaje de territorio en reserva, con 41%, mientras que Misiones abarca el 30% de la superficie resguardada. <https://ciam.ambiente.gob.ar/repositorio.php?tid=6#>

Asimismo, en términos de dotación de recursos forestales nativos, posee 1,6 millones de hectáreas, lo que representa el 3% del total del país y el 54% de la superficie provincial. De la superficie forestal mencionada, solo el 27% puede utilizarse para desarrollar actividades productivas, de acuerdo a lo establecido por Ley Provincial XVI-105 de Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos.

**Mapa 4:** Corredor Verde y Áreas Naturales Protegidas



Fuente: Fundación ProYungas y Arauco (bosqueatlantico.org).

- **Capacidades institucionales**

La política de valorización de la biodiversidad de Misiones se refleja en la presencia de instituciones orientadas para tal fin y en una vasta normativa ambiental. A nivel institucional, fue la primera en el país en contar con un **Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables**, cuya creación data del año



1984. Más recientemente, en 2020, se convirtió en el primer Estado subnacional en América Latina en crear un **Ministerio de Cambio Climático**<sup>57</sup>. Un año después se creó el Gabinete Provincial de Cambio Climático (decreto provincial 157/21) coordinado por el secretario de estado de cambio climático e integrado por los titulares de los Ministerios de Ecología y Recursos Naturales Renovables; del Agro y la Producción; de Industria; de Hacienda Finanzas, Obras y Servicios Públicos, la Secretaría de Estado de Energía; de Agricultura Familiar; de Cambio Climático y los directivos de los organismos provinciales como el Instituto Misionero de Biodiversidad y el Instituto Forestal Provincial.

La asignación presupuestaria de ambos ministerios no supera el 0,5% del total provincial. El Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables posee el 0,43% del presupuesto provincial en 2023<sup>58</sup>, del cual el 36,2% corresponde al IMiBio, el 15,7% a la Subsecretaría de Ordenamiento Territorial, el 5,8% a la Subsecretaría de Ecología y Desarrollo Sustentable y el restante 1,9% a la Unidad Especial de Gestión del Corredor Verde de Misiones. Por su parte, la Secretaría de Estado de Cambio Climático tiene apenas el 0,02% del presupuesto provincial.

Además, Misiones presenta un vasto marco normativo orientado a la protección y conservación de la biodiversidad y los recursos naturales, cuya autoridad de aplicación es en gran parte de los casos el Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, que ratifica el compromiso y la visión ambientalista de la provincia. Entre las principales normativas se pueden mencionar la Ley XVI-7 de Bosques, Ley XVI-11 de Conservación de la fauna silvestre, la Ley XVI-47 de Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológicas y sus componentes, la Ley XVI-53- de Bosques protectores y fajas ecológicas, la Ley XVI-60 de Área integral de conservación y desarrollo sustentable Corredor Verde de la provincia de Misiones, entre otras (anexo 9).

- **Capacidades científicas**

Constituyen el complejo científico-tecnológico de la provincia los centros de investigación y los organismos de promoción científica y tecnológica que, junto con las universidades, realizan investigaciones, difusión de tecnología y promoción científica en relación con la investigación básica y aplicada. Las capacidades científicas constituyen el núcleo para poner en valor la biodiversidad, promover y apoyar la creación de diferentes tipos de políticas e instrumentos legales para regular el uso de los bienes y servicios que ofrece la biodiversidad.

Misiones cuenta con universidades de gestión pública la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) y la Universidad Nacional del Alto Uruguay (UNAU), de gestión privada la Universidad Gastón Dachary, y dos sedes de universidades de otros puntos del país (Universidad Católica de Santa Fe y Universidad de la

---

<sup>57</sup> Secretaría de Estado de Cambio Climático, Ley provincial I -172.

<sup>58</sup> <https://presupuesto.hacienda.gob.ar/>



Cuenca del Plata). Entre la oferta académica con carreras técnicas, de grado y posgrado afines a la temática ambiental se destaca la UNAM con la licenciatura en Conservación y Desarrollo Ecorregional, la especialización en Biología de la Conservación y el Doctorado en Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Renovables<sup>59</sup>

La **Facultad de Ciencias Forestales (FCF)** y la **Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN)** de la UNAM brindan asistencia técnica y desarrollan cursos grado, posgrado y de extensión universitaria orientados a la conservación de la biodiversidad y valoración de los servicios ambientales. Por caso, la FCF además de colaborar y asesorar en la elaboración de la estrategia de la valorización de servicios ecosistémicos, realizan mapas de degradación mediante imágenes satelitales que resultan de utilidad para cuantificar la biomasa forestal y determinar la fijación de carbono.

Asimismo, la provincia cuenta con el **Instituto de Biología Subtropical (IBS)**, que es una unidad ejecutora de investigaciones científicas y tecnológicas que depende de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Posee dos sedes, una en Posadas, que funciona en dependencias de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, y la otra en Puerto Iguazú, que está relacionada académicamente a la Facultad de Ciencias Forestales.

Como se mencionó, otro actor relevante es el **IMiBio**, que impulsa una agenda orientada a Identificar servicios ecosistémicos de la provincia y cuantificar su aporte a la fijación de carbono, lo que contribuye a identificar los vínculos entre la biodiversidad, la salud de los ecosistemas y los beneficios que proporcionan a la sociedad. Asimismo, desde esta institución se busca promover prácticas productivas sustentables que generen biodiversidad y una mejora en la productividad.

## 4.2. Principales iniciativas de PSA impulsadas por Misiones

En nuestro país, la provincia de Misiones ha sido pionera en impulsar un programa jurisdiccional orientado a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes de la deforestación y degradación de los bosques nativos, en el marco de su estrategia de conservación y uso sostenible de este recurso natural renovable.

La **Ley XVI-103 de Pagos por Servicios Ambientales** sancionada en 2009 constituye el paraguas normativo de cualquier iniciativa de PSA que se busque desplegar en la provincia. Esta ley define los

---

<sup>59</sup> Otras relacionadas de la UNaM son la licenciatura universitaria en Producción Agropecuaria, tec. univ. en Sist. de Información Geográfica y Teledetección, tec. univ. en Gestión y Mantenimiento Foresto Industrial, ing. Forestal, ing. en Industrias de la Madera, lic. en Genética, bioquímica, maestría en Ciencias Forestales, en Ciencia y Tec. de los Materiales Fibrosos y especializaciones en Desarrollo Territorial Rural. En el caso de la UNaU se puede mencionar la tecnicatura Univ. en Desarrollo Agropecuario (UNaU),



servicios ambientales generados por los bosques nativos e implantados y deja abierta la posibilidad de incorporar otros SA previa autorización de la autoridad aplicación<sup>60</sup>. Corresponde aclarar que esta ley se enmarca en las directrices establecidas en las leyes nacionales de Bosques y de Presupuestos Mínimos y las leyes provinciales de bosques (Ley XVI-7), de Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (Ley XVI-105), entre otras.

Asimismo, en la **reglamentación de la ley** se establece la implementación de un **Sistema de Pago por Servicios Ambientales** cuyos fondos pueden provenir de las **compensaciones del FNECBN, convenios con entes privados nacionales y/o internacionales públicos o privados, y otros fondos que prevean pagos por servicios ambientales**. Los beneficiarios de este sistema de pago deben estar inscriptos en el Registro Provincial Único de Proveedores, Servicios Ambientales, Beneficiarios y Certificados de provisión de servicios ambientales<sup>61</sup>.

El programa jurisdiccional denominado **Programa de Beneficios por Servicios Ambientales ECO2**, que empezó a delinearse en 2016, se encuentra actualmente en proceso de diseño operativo para su posterior implementación. El programa tiene por objetivo la obtención de recursos financieros del **mercado internacional voluntario de carbono** mediante la **emisión de créditos de carbono**.

El diseño del programa se basa en la metodología REDD+ Jurisdiccional Anidado (JNR), que utiliza el Estándar de Carbono Verificado (VCS por sus siglas en inglés) para aprobar y supervisar el cumplimiento de metodologías técnicas, garantizando la integridad técnica, ambiental y social de los programas y proyectos. Dicho estándar es administrado por la organización internacional Verra, responsable de verificar los créditos de carbono por las emisiones evitadas debido a la deforestación y degradación de los bosques nativos.

Como se mencionó el mecanismo REDD+ es una herramienta de CMNUCC para reducir las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en función de la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono. Los requisitos para implementar el mecanismo REDD+ son cuatro:

- Plan de Acción de Bosques y Cambio Climático: en el caso de Misiones es la estrategia provincial REDD+ constituida por acciones, políticas y actividades que buscan reducir la degradación y deforestación de los bosques.
- Nivel de Referencia de Emisiones Forestales y su correspondiente reporte de evaluación
- Sistema de Monitoreo de Bosques Nativos

---

<sup>60</sup> La inclusión de otros SA implica la realización de convenios de asistencia técnica interdisciplinaria con organismos gubernamentales y no gubernamentales, científicos y/o académicos para la valoración monetaria y no monetaria de los SA.

<sup>61</sup> El registro está dividido en los cuatro rubros mencionados que son independientes entre sí.

- Sistema de Información del Salvaguardas REDD+ (SIS): se debe demostrar la participación efectiva de los agentes de interés (comunidades originarias, comunidades locales y propietarios de bosques nativos).

El programa consta de siete etapas, tal como se presenta en la figura 6. Actualmente se encuentra en proceso de elaboración del documento de descripción del programa sobre la base de los requisitos del mecanismo REDD+ mencionados anteriormente. Una vez finalizada esta etapa el gobierno de la provincia tiene previsto la presentación simultánea ante Verra del documento de descripción del programa (incluye la metodología de cálculo de emisiones y el plan de monitoreo) y del informe de monitoreo (presenta un cuantificación de las reducciones realmente logradas). Luego Verra inicia una consulta pública durante 60 días, que una vez finalizada, empieza el proceso de auditoría para certificar. Por último, se registra el programa en Verra y se emiten las unidades de carbono verificadas (VCU) para su posterior comercialización.

**Figura 6:** Etapas del Programa ECO2



Fuente: Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables de la provincia de Misiones

La empresa que se encargará de comercializar los créditos de carbonos (certificados equivalentes a una tonelada de dióxido de carbono) es la multinacional suiza **Mercuria Energy Trading**, empresa dedicada a comercializar diversos productos energéticos a escala global<sup>62</sup> con la cual la provincia firmó un acuerdo de cooperación y compra y venta de créditos de carbono a fines de 2021, en el marco de la **Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP26)**. Este acuerdo fue promulgado por el gobierno provincial mediante el decreto 2530/2021.

Los **ingresos obtenidos** de la **venta de créditos de carbono** en el **mercado voluntario de carbono internacional** se destinarán a financiar actividades alineadas con la Estrategia Provincial REDD+, teniendo **dos principales destinos:**

<sup>62</sup> Según información de la propia empresa, se prevén inversiones por USD 500 millones en nuevos negocios de soluciones basadas en la naturaleza en el mundo, buscando con ello aumentar su participación en el mercado de las compensaciones voluntarias de carbono. Asimismo, la empresa brinda soporte para la presentación de los requisitos de monitoreo, informes y verificación (MRV) así como orientación sobre el seguimiento y la presentación de informes de compensaciones de carbono para garantizar el cumplimiento de los requisitos reglamentarios.



- **Implementación de pagos por servicios ambientales a los propietarios y cuidadores de los bosques**, brindándoles incentivos económicos para que eviten la deforestación y realicen prácticas de manejo sostenible. En otras palabras, los **propietarios de tierras reciben pagos por la conservación y el mantenimiento de los bosques**, así como **por la implementación de prácticas de uso de la tierra que reduzcan las emisiones de carbono**. Debido a su carácter jurisdiccional contempla toda la superficie provincial, habilitando la participación de pequeños productores que poseen bosques nativos y que no tienen recursos para participar en un programa de características similares por el costo que ello implicaría (por ejemplo, en materia de certificaciones).
- **Financiamiento de programas vinculados con la conservación de la selva misionera, el sostenimiento de la agricultura familiar y el desarrollo de la industria del conocimiento, el emprendimiento y las startups**. Para ello, la provincia ha buscado la participación activa de las comunidades locales y los pueblos originarios en el diseño e implementación de los proyectos REDD+, reconociendo su papel como guardianes tradicionales de los bosques y promoviendo la gobernanza participativa.

Los fondos serán **administrados** por un **fideicomiso** establecido por una institución financiera regulada por el Banco Central de la República Argentina, que se encargará de **distribuir los recursos** según un **mecanismo de distribución de beneficios** acordado con todas las partes interesadas.

Es importante señalar que para la implementación de este programa la provincia requiere de la validación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación en relación con la metodología de medición (qué recursos naturales se incluyen en la contabilización) y la definición de la línea de base, siendo ambos relevantes en términos de la cantidad de créditos a emitir. La **aprobación técnica del gobierno nacional** constituirá un **requisito por parte de las certificadoras** – en este caso Verra – al momento de presentar el documento con la descripción del programa y el informe de monitoreo.

En el marco de este programa y otras iniciativas que pudieran impulsarse a futuro, se ha implementado una mesa técnica conformada por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y el gobierno de la provincia para colaborar en el desarrollo del programa y asegurar la coherencia entre las políticas REDD+ provinciales y nacionales. Dicha mesa, formalizada mediante un convenio firmado en septiembre del 2022 por el gobernador y el ministro de ambiente de la nación, tendrá una vigencia de tres años y permitirá que la provincia pueda avanzar con acuerdos como el que actualmente mantiene con la empresa Mercuria Energy Trading sin que se duplique la contabilización de los créditos a nivel nacional. Asimismo, este convenio contempla la formación de técnicos especialistas de los ministerios de Ecología y Recursos Naturales Renovables, de Hacienda y de la Secretaría de Cambio Climático de Misiones. Asimismo, mediante el Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) se prevé poner a disposición de las demás jurisdicciones provinciales la información del Programa ECO2 para que éstas puedan desarrollar sus propios programas.



Adicionalmente, existen otras iniciativas en desarrollo de menor alcance que el Programa ECO2. Se trata de **proyectos boutique** que están siendo impulsados por el **Ministerio del Cambio Climático** como el objeto de avanzar en la **monetización de los servicios ecosistémicos** tales como **bonos asociados a la biodiversidad, certificados de tratamiento de residuos** y desarrollo de una metodología para la medición de captura de carbono a partir de la aplicación de revestimiento *cool roof*<sup>63</sup>.

- **Bono asociado a la biodiversidad:** se está desarrollando una **prueba piloto en el Parque Provincial Esmeralda en la Reserva de Yabotí**. Para ello, la provincia se encuentra trabajando junto con la empresa Allcot, que se especializa en la comercialización de servicios ambientales y es la contraparte que asiste en el desarrollo de los instrumentos financieros. Otras instituciones que están colaborando con este proyecto son IMIBIO, UNAM y los colegios de profesionales.
- **Certificados de tratamientos de residuos:** se busca avanzar en **certificaciones de emisiones basadas en tecnología**. Las certificaciones de emisiones basadas en tecnología son un conjunto de estándares y regulaciones que se aplican a productos, vehículos, equipos y sistemas para medir y controlar las emisiones de GEI y otros contaminantes. Estas certificaciones garantizan que los productos y tecnologías cumplan con los requisitos ambientales y contribuyan a la reducción de la contaminación y el cambio climático. El proyecto que impulsa la provincia busca **monetizar el desarrollo de una tecnología** que transforme el gas metano generado por la planta moderna de relleno sanitario que posee la provincia en carbono.
- **Metodología para la medición de captura de carbono a partir de la implementación de revestimientos *cool roof*.** La prueba piloto fue realizada en el barrio de Itaembe Guazú por la start up Reno de Reno Nevada - EE.UU, a la cual el gobierno provincial le cedió una nave en el Parque Industrial de Posadas. Para el desarrollo de esta metodología se encuentran trabajando los equipos del Ministerio de Cambio Climático, la Universidad de Nevada en Reno y la Universidad de Los Ángeles (UCLA).

Finalmente, desde una perspectiva más amplia a la de PSA, pero vinculada a los servicios ambientales, el **IMiBio** se encuentra trabajando en dos grandes ejes. Por un lado, la realización de un **mapeo de la diversidad biológica de la provincia**, identificando qué servicios ecosistémicos genera y cuanto aportan en términos de captura de carbono. Se busca establecer cuánto captura de carbono una hectárea de bosque nativo entre material leñoso, suelo, microorganismos, etc. Por el otro, el Instituto realiza un trabajo en el territorio con los productores para evaluar cuánto valor añade a la biodiversidad la implementación de un determinado sistema productivo. Están realizando algunas pruebas en chacras de El Soberbio y San Vicente. Complementariamente, realiza un trabajo de difusión y concientización sobre la importancia de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos mediante talleres, seminarios y simposios.

---

<sup>63</sup> Este tipo de revestimientos poseen capacidad para reflejar la radiación solar incidente y, simultáneamente, emiten energía térmica en el infrarrojo, es decir, tienen una alta reflectancia solar y una alta emisividad térmica.



## **Recuadro 2: Antecedente de un programa de PSA en la provincia**

En el marco del proyecto **"Incentivos para la Conservación de Servicios Ecosistémicos de Importancia Global"**<sup>64</sup> del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables de Misiones implementó en 2017 **un esquema de pago por servicio hídrico en la Cuenca del Arroyo Ramón, cerca de la ciudad de Oberá**, contando para ello con el apoyo del Ministerio de Ambiente de la Nación y el INTA.

El programa del PNUD aportó financiamiento para el diseño y evaluación del mecanismo de compensación implementado por la provincia que implicó la firmas de actas acuerdo entre el Ministerio de Ecología y de RNR de Misiones, el Municipio de Campo Ramón, la Cooperativa Eléctrica Limitada de Oberá (CELO), la Fundación Bosques Nativos Argentinos para la Biodiversidad, el INTA y los colonos de la cuenca del Arroyo Ramón para que perciban diferentes tipos de compensaciones por el mantenimiento de los bosques nativos de sus chacras que lindan con el Arroyo Ramón, la restauración del bosque protector del arroyo, así como por la implementación de buenas prácticas productivas, tendientes a mejorar la calidad y cantidad de agua que proveen como servicio ambiental a la cuenca del Arroyo.

Los compromisos suscritos por las partes se extendieron por un plazo de cinco años. Las instituciones involucradas asumieron diferentes compromisos: CELO a reducir los valores de la energía eléctrica para los colonos; INTA a brindar capacitación en buenas prácticas productivas, Fundación Bosques Nativos Argentinos para la Biodiversidad a proveer plantines de especies nativas, el Municipio de Campo Ramón a realizar obras orientadas a mejorar los caminos y el Ministerio de Ecología de la provincia al monitoreo del cumplimiento y avances del proyecto.

En resumen, el proyecto permitió implementar un esquema privado de pagos para los servicios relacionados con el agua, y un mecanismo de compensación entre productores de la cuenca del Arroyo Ramón y la Cooperativa Eléctrica de Oberá.

## **5. Desafíos y lineamientos de política pública**

Misiones se encuentra frente a la oportunidad de dar un paso hacia la monetización de los servicios ambientales generados por los bosques nativos mediante la implementación de un mecanismo concreto de PSA. Esto es resultado de una política sostenida durante más de 30 años orientada a la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales asociados, que toma mayor relevancia en un contexto internacional y local marcados por una creciente conciencia sobre la degradación de los ecosistemas y la

<sup>64</sup><https://ecologia.misiones.gov.ar/proyecto-incentivos-para-la-conservacion-de-servicios-ecosistemicos-de-importancia-global/>



necesidad de encontrar formas sostenibles de equilibrar el desarrollo humano con la conservación ambiental.

El Programa de **Pagos por Servicios Ambientales ECO2**, que se encuentra en proceso de diseño operativo, constituye un instrumento para captar fondos del mercado internacional de carbono voluntario mediante la emisión de créditos. La articulación con el gobierno nacional resulta clave en pos de avanzar en la implementación de dicho programa, lo que implica **consensuar la metodología** para la medición de la captura de carbono proveniente de los bosques y la definición de la línea de base. El aval del Ministerio de Medio Ambiente de Nación constituye una exigencia por parte de las certificadoras para garantizar que este cumpla con los estándares internacionales. Para ello, sería apropiado que la mesa diálogo provincia-nación que tiene un plazo de duración de 3 años (finales de 2025), quede institucionalizada para consensuar la metodología del Programa ECO2, promover el diseño e implementación de otros esquemas de pagos por servicios ambientales y el fortalecimiento de las capacidades institucionales y técnicas provinciales.

El desarrollo de este programa también requiere de la **coordinación de una multiplicidad de actores**, entre ellos organismos gubernamentales nacionales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y provinciales con participación en la temática (Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Cambio Climático y el Ministerio de Hacienda, Finanzas y Obras y Servicios Públicos), sector privado (certificadoras y productores), academia (Universidad Nacional de Misiones), organizaciones y empresas internacionales (Verra y Mercuria Trading) .

Asimismo, como se ha mencionado en el documento, existen otras iniciativas en curso impulsadas el gobierno provincial, algunas encabezadas por Ministerio de Cambio Climático como los **proyectos boutique**, que contribuyen a posicionar a Misiones como una pionera en el diseño de estrategias que buscan valorizar y monetizar los servicios ambientales generados por diferentes recursos biológicos. El escaso presupuesto tanto de este Ministerio como el de Ecología y Recursos Naturales Renovables constituye una limitante para promover e impulsar el pago por SA, teniendo en cuenta que implica menos financiamiento para la conservación y restauración de ecosistemas, menos incentivos para los propietarios de tierras y comunidades locales, menos recursos para campañas de educación, concientización y sensibilización acerca de la relevancia de los SA, menor capacidad para cumplir con los objetivos de conservación, entre otros.

En un sentido más amplio, la **valorización de los servicios ambientales** requiere de una **mayor participación del sector académico y científico tecnológico de la provincia** (especialmente, UNaM y IMIBio). Estos pueden tener un rol fundamental en la generación de conocimientos, herramientas y tecnologías necesarias para entender, medir y asignar valor a estos servicios, lo que a su vez ayuda en la toma de decisiones informadas y en la gestión sostenible de los recursos naturales. Las instancias de participación son varias, incluyendo el desarrollo de metodologías de evaluación, el monitoreo y



seguimiento de los ecosistemas y sus servicios ambientales, metodologías para la valoración económica de los SA, comunicación y divulgación científica, asistencia técnica, entre otras.

En resumen, la plataforma de pago de servicios ambientales se encuentra en proceso de desarrollo en la provincia de Misiones. En ese marco la visibilización de esta agenda resulta clave a fin de potenciar su desarrollo y marcar un antecedente a nivel subnacional, que pueda ser replicado por otras provincias. La tabla 4 presenta en forma resumida los desafíos y oportunidades asociados a la plataforma, las capacidades existentes, las brechas o limitantes identificados y los posibles lineamientos de política que surgieron a partir del diálogo con los diferentes actores.



**Tabla 4. Capacidades, brechas y lineamientos de políticas para abordar los desafíos y oportunidades que demandan el desarrollo de pagos por servicios ambientales**

Desafíos / Oportunidades	Capacidades de la provincia para canalizar los desafíos y oportunidades	Brechas entre desafíos/oportunidades y capacidades	Lineamientos de política
<p>Potencial valorización y pago de los servicios ambientales asociados a la biodiversidad de Misiones</p> <p>Creciente conciencia sobre la degradación de los ecosistemas y la necesidad de encontrar formas sostenibles de equilibrar el desarrollo económico con la conservación ambiental</p>	<p>Alberga uno de los principales reductos de biodiversidad de Argentina, la selva paranaense, que representa más de la mitad de la biodiversidad del país</p> <p>Presencia del Corredor Verde, que busca establecer un equilibrio entre las actividades agroforestales y el mantenimiento de los bosques nativos, salvaguardando la fauna y la flora.</p> <p>Existencia de 103 zonas protegidas que cubren un tercio del territorio provincial.</p>	<p>No existen guías metodológicas a nivel nacional para valorizar los servicios ambientales por lo que rigen los mecanismos de retribución y compensación emitidos por las entidades calificadas con reconocimientos internacionales.</p> <p>Limitados recursos financieros de la provincia para sostener las diferentes acciones orientadas a la conservación y preservación del ambiente provincial.</p>	<p>Acordar metodología con el gobierno nacional para avanzar en la implementación del Programa por Servicios Ambientales ECO2</p> <p>Definir una agenda a nivel nacional y subnacional orientada a la valorización de otros servicios ecosistémicos por fuera de la captura de carbono asociada a los bosques.</p> <p>Continuar más allá de 2025 la mesa de diálogo entre nación y la provincia para asegurar la coherencia entre las políticas REDD+ provinciales y nacionales e promover la formación de técnicos especialistas</p>
	<p>Presencia de un marco institucional que impulsa la agenda de biodiversidad y servicios ambientales: primera provincia del país con un Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables y primer estado</p>	<p>Bajo conocimiento del sector privado y poca participación del sector académico y científico-tecnológico de los diferentes programas impulsados por el gobierno, en particular el Programa de Pago por Servicios</p>	<p>Impulsar campañas de sensibilización sobre la agenda de PSA que incluyan al sector privado y la academia.</p>



	subnacional en América Latina en crear un Ministerio de Cambio Climático.	Ambientales.	
	Presencia de capacidades científicas en las universidades (UNAM) y centros de investigación (IMiBio, IBS y CONICET) para poner en valor la biodiversidad, promover y apoyar la creación de diferentes tipos de políticas e instrumentos legales para regular el uso de los bienes y servicios asociados.	Limitada dotación de recursos humanos calificados y multidisciplinarios a nivel provincial para impulsar esta agenda	Impulsar la formación y especialización en PSA para graduados de las carreras afines. Esto contribuiría a proporcionar las herramientas, metodologías y conocimientos necesarios para la valoración de SA.

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas realizadas e información secundaria.



## Bibliografía

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. (2020), “Bioeconomía del Norte Argentino: situación actual, potencialidades y futuros posibles”. Proyecto Bioeconomía Argentina: Construyendo un Futuro Inteligente y Sustentable para el Norte Argentino 2030, MINCYT - INTA-INTI-UNNE-UNSa-UNSE. Documento de Trabajo.

Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación - CIECTI (2019), “Lineamientos estratégicos para la política de CTI. Misiones”.

CODS (2020). Pagos por servicios ambientales y objetivos de desarrollo sostenible en América Latina: ¿hacia dónde deben orientarse?. Bogotá, Colombia. CODS N°6, julio 2020. ISSN 2665-6655.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) / Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo de la Argentina / Ministerio del Agro y la Producción del gobierno de Misiones (2022), “Lineamientos para el desarrollo productivo basado en el conocimiento, la biodiversidad y el valor agregado agroindustrial en la provincia de Misiones”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/147, LC/BUE/TS.2022/12), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Comisión Europea (2017) Bioeconomy development in EU regions.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R. et al (1997). El valor de los servicios ecosistémicos y el capital natural del mundo. *Naturaleza* 387, 253–260.

Daily, G. (ed.). (1997). Introduction: What are ecosystem services. Island Press, Washington, D.C.

Daily, G., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P., Mooney, H., Pejchar, L., Ricketts, T., Salzman, J., Shallenberger, R. (2009). Ecosystem Services in Decision Making: Time to Deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 7. 21-28. 10.1890/080025.

FAO (2014). 22º periodo de sesiones del Comité Forestal. Roma- Italia 23-27 de junio de 2014, Pago por servicios ecosistémicos forestales y financiación forestal. COFO/2014/4.5. Roma, FAO.

FAO. (2022). El estado de los bosques del mundo 2022. Vías forestales hacia la recuperación verde y la creación de economías inclusivas, resilientes y sostenibles. Roma, FAO.

Farber, Stephen & Costanza, Robert & Wilson, Matthew. (2002). Economic and Ecological Concepts for Valuing Ecosystem Services. *Ecological Economics*. 41. 375-392. 10.1016/S0921-8009(02)00088-5.

Groot, R., Wilson, M., y Boumans, R. (2002). A Typology for the Classification Description and Valuation of



Ecosystem Functions, Goods and Services. *Ecol Econ.* 41. 10.1016/S0921-8009(02)00089-7.

Landell-Mills, N. y L. Porras. (2002). *Silver Bullet or Fool's Gold? A Global Review of Markets for Forest Environmental Services and Their Impact on the Poor.* IIED, Londres, UK.

Laterra, P., Jobbagy E.G., y Paruelo J.M. (2011). *Valoración de Servicios Ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial.* Argentina - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Lottici, M.V., Guarás, M.D, Hoppstock, J. y Galperín, C. (2013). *Los pagos por servicios ambientales y su posible relación con los subsidios agrícolas: el caso de la Unión Europea.* Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de Argentina. Centro de Economía Internacional / Publicaciones.

Mayrand K. y Paquin. M. (2004). *Payments for Environmental Services: A Survey and Assessment of Current Schemes.* Unisfera International Centre for the Commission of Environmental Cooperation of North America, Montreal

Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2003). *Ecosystems and Human Well-being: a Framework for Assessment.* Millennium. Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, D.C. EE.UU.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDS). *Monitoreo de la superficie de bosque nativo de la República Argentina - Año 2021.* Regiones forestales Bosque Andino Patagónico, Espinal, Monte, Parque Chaqueño, Selva Paranaense y Yungas. Buenos Aires, Argentina: Dirección Nacional de Bosques, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, 2021.

Odum, E.P. (1989). *Ecology and our endangered life support system.* Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts. EE.UU.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2014). *Informe anual del PNUMA 2013.* Núm. de trabajo: DCP/1802/NA. ISBN: 978-92-807-3389-1.

Secretaría de Cambio Climático, Desarrollo Sostenible e Innovación (2023). *Mercados de Carbono, Preguntas frecuentes. Versión 2 | Abril de 2023.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina.

Salzman, J. et al. (2018). *The global status and trends of Payments for Ecosystem Services Nature Sustainability, Vol. 1, Marzo 2018, p.p. 136-144.*

Wunder S., Wertz-Kanounnikoff S. y Moreno-Sanchez R. (2007). *Pago por servicios ambientales: una nueva forma de conservar la biodiversidad.* *Gaceta Ecológica número especial 84-85 (2007): 39-52 D.R.* Instituto Nacional de Ecología, México.



### **Experiencias internacionales**

Perú - MERECE <https://servicioecosistemas.minam.gob.pe/contenido/38>

Costa Rica - FONAFIFO <https://www.fonafifo.go.cr/es/servicios/pago-de-servicios-ambientales/>

México - CONAFOR <https://www.gob.mx/conafor>

<https://www.gob.mx/conafor/articulos/pago-por-servicios-ambientales-incentivos-economicos-para-la-conservacion-de-los-ecosistemas>

### **Leyes nacionales y provinciales**

Ley Nacional 26.331 de Presupuestos Mínimos de Conservación de Bosques Nativos.

Ley Provincial XVI N° 60 en 1999 (antes Ley N° 3.631).

Ley Provincial XVI-103 de Pagos por Servicios Ambientales.

Ley Provincial XVI-105 de Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos.

Ley provincial I-172. Secretaria de Estado de Cambio Climático.

Decreto N°157/21. Gabinete Provincial de Cambio Climático.

## Anexos

### Anexo 1. Entrevistas realizadas

Sector	Institución
Instituto Misionero del Suelo (Ministerio del Agro y la Producción)	Público
Ministro de Ecología y Recursos Naturales Renovables	Público
Ministro de Cambio Climático	Público
Ministra de Agricultura Familiar	Público
Biofábrica	Público
Instituto de Materiales de Misiones (IMAM)	Público
Agencia Misionera de Innovación	Público
APICOFOM (actores de la cadena foresto industrial)	Privado
Agrosustentable	Privado
Biofábrica Reverdecer - Somos red	Privado
Inbiomis (FCEQyN, UNAM)	CyT
INTA Montecarlo	CyT
Facultad de Cs Forestales (UNAM)	CyT
CERFOAR Sistema Argentino de Certificación Forestal	Privado
IMIBIO	Público
INYM	Privado
Cooperativa Caiyal	Privado
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Público
Verra	Privado

## Anexo 2. Participantes en el taller realizado el 4 de octubre de 2023 en Misiones, Posadas.

Institución	Participante
APICOFOM	Cristian Lamiau
Agencia Misionera de Innovación	Dra. Silvia Lopez
Biofábrica	Juan Serventi
Biofábrica	Liz. Veronica Rodriguez
Biofábrica	Liz. Emiliano Alzaqa
Biofábrica	Inq. Axel Niklas
Biofábrica	Dra. Daniela Kubiak
Biofábrica	Carina Buttner
Biofábrica/Ministerio del Agro y de la Producción - Subsecretaría de Desarrollo y Producción Vegetal	Luciana Imbrogno
Facultad de Cs Forestales (UNAM)	Inq. Silvia Korth
IMIBIO	Cra. Silvana Cima
IMIBIO	Astrid Baetke
Independiente	Diego Teza
Instituto de Materiales de Misiones (IMAM)	Dra. Cristina Area
Instituto Misionero del Suelo (Ministerio del Agro y la Producción)	Guillermo Reutemann
INTA Montecarlo	Inq. Edqar Eskiviski
INYM	Inq. Veronica Scalerandi
INYM	Inq. Denis Bochert
INYM	Inq. Marcos Ribiszen
Mercuria	Inq. Pamela Dfaz
Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables	Florencia Abranchuk
Ministerio de Agricultura Familiar	Marta Ferreira
Ministerio de Agricultura Familiar	Inq. Emanuel Gonzalez
Ministerio de Cambio Climático	Gervasio Malaqrída
Ministerio de Cambio Climático	Liz. Veronica Teza
Ministerio de Cambio Climático	Gustavo Azziminti
Ministerio del Aqro - Subsec. Prod. Vegetal	Inq. Analfa Manqo
Ministerio del Aqro - Subsec Prod. Vegetal	Téc. Griselda Capli
Secretaria de Estado de Cambio Climático	Franco Cabrera
UNAM-CONICET	Dr. Nicolas Clauser

### Anexo 3. Clasificación de las biorrefinerías.

**Cuadro A1.** Sistema de clasificación de biorrefinerías (año 2013)<sup>65</sup>.

1. Materias primas	2. Procesos		3. Plataformas	4. Productos	
Materias primas dedicadas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivos de azúcar</li> <li>• Cultivos de almidón</li> <li>• Cultivos lignocelulósicos</li> <li>• Cultivos oleaginosos</li> <li>• Hierbas</li> <li>• Biomasa marina</li> </ul> Residuos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basados en aceite</li> <li>• Lignocelulósicos</li> <li>• Orgánicos y otros</li> </ul>	Procesos termoquímicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustión</li> <li>• Gasificación</li> <li>• Procesamiento hidrotermal</li> <li>• Pirólisis</li> <li>• Supercrítico</li> </ul> Procesos mecánicos/físicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extracción</li> <li>• Separación de fibras</li> <li>• Fraccionamiento Mecánico</li> <li>• Presión/disrupción</li> <li>• Pretratamiento</li> <li>• Separación</li> </ul>	Procesos químicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos catalíticos</li> <li>• Despulpas</li> <li>• Esterificación</li> <li>• Hidrogenación</li> <li>• Hidrólisis</li> <li>• Metanización</li> <li>• Reformado con vapor</li> <li>• Electrólisis del agua</li> <li>• Cambio de gas residual</li> </ul> Procesos bioquímicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fermentación</li> <li>• Digestión anaerobia</li> <li>• Conversión aeróbica</li> <li>• Procesos enzimáticos</li> </ul>	Azúcares C5 Azúcares C6 Aceites Biogás Gas de síntesis Hidrógeno Jugo orgánico Pirólisis líquida Lignina Electricidad y calor	Productos energéticos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiésel</li> <li>• Bioetanol</li> <li>• Biometano</li> <li>• Biocombustibles sintéticos</li> <li>• Electricidad y calor</li> </ul>	Productos materiales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimento humano</li> <li>• Alimento animal</li> <li>• Fertilizante</li> <li>• Glicerina</li> <li>• Biomateriales</li> <li>• Productos químicos y bloques de construcción</li> <li>• Polímeros y resinas</li> <li>• Biohidrógeno</li> </ul>

<sup>65</sup> Cabe resaltar que en el año 2022, salió a la luz el estudio titulado "Perspectivas de Biorrefinerías de la UE para 2030" (EU Biorefinery Outlook to 2030). Este trabajo presentó un esquema de clasificación revisado y evolucionado a partir de su predecesor del año 2013. El propósito principal de esta actualización era proporcionar un marco para orientar las políticas de bioeconomía de la Unión Europea en la realización y avance de biorrefinerías químicas y de materiales sostenibles. Estas biorrefinerías tienen como objetivo la producción de productos de alta innovación y valor, todos ellos basados en componentes biológicos. Dicho esquema no se muestra en el presente trabajo debido a su complejidad, lo cual podría dificultar la comprensión del contenido principal.



Fuente: traducido de IEA.



## Anexo 4. Panorama nacional de la bioenergía

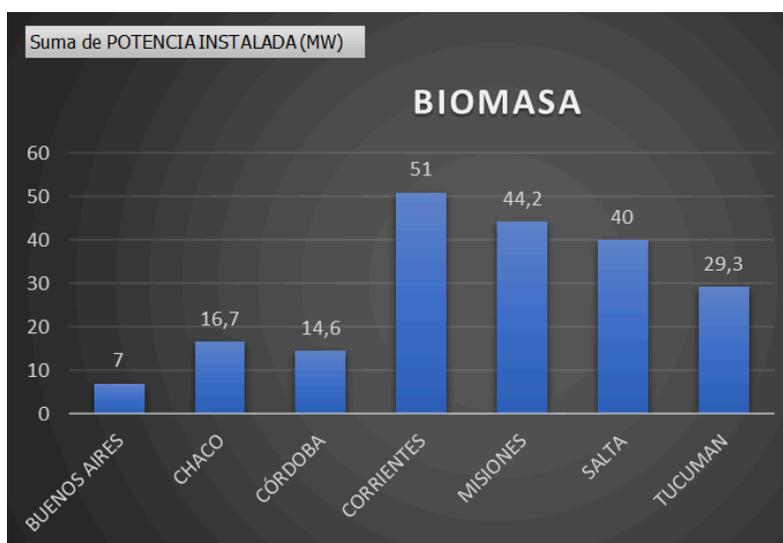
En el año 2015, a través de la Ley nacional 27.191, denominada “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica”, se perseguía el objetivo de lograr que, para el año 2025, el 20% de la composición de la matriz energética de Argentina estuviera compuesta por fuentes renovables.

En 2002, las energías renovables sólo representaban un 0,5% del total de la matriz energética, pero para finales de 2020, alcanzaron un valor aproximado de un 12% y recientemente el 19 de febrero de 2023 se alcanzó un hito al alcanzar un 32.2% (Ministerio de Economía de la Nación, 2023). A finales del primer trimestre de 2023, Argentina había implementado exitosamente 196<sup>66</sup> proyectos operativos con una potencia total de más de 5 GW (5.201 MW) en su matriz energética. Cabe aclarar que los datos anteriormente mencionados corresponden a la sumatoria de tecnologías renovables las cuales incluyen a la energía solar, eólica y pequeños aprovechamientos hidroeléctricos.

### a. Biomasa

La biomasa a nivel Nacional aporta 202,8 MW (3.8% de la matriz renovable) de potencia a la red a través de 15 plantas distribuidas en todo el país. En la región NEA se encuentran 7 plantas, las cuales combinadas producen 111,9 MW lo que equivale al 55.1% de la potencia inyectada a la red a través del uso de la biomasa.

**Figura A1.** Potencia instalada de biomasa a nivel provincial



Elaboración propia en base al Ministerio de Economía de la Nación.

<sup>66</sup> Al 9 mayo de 2023, se listan un total de 199 plantas de energía renovable, según datos del Ministerio de Economía de la Nación.

Desglosando los datos se obtiene que Corrientes provee 51 MW (2 plantas: 46% NEA; 25% Total), Misiones 42,2 MW (3 plantas: 39% NEA; 22% Total) y Chaco 3 16,7 MW (2 plantas: 15% NEA; 8% Total). Para mayor detalle, se puede observar el cuadro A2.

**Cuadro A2.** Plantas ubicadas en la región NEA (2023)

ID OFERTA	ORIGEN	TECNOLOGÍA	NOMBRE DEL PROYECTO	POTENCIA INSTALADA (MW)	PROVINCIA
BM-01	RENOVAR RONDA 1	BIOMASA	C.T. GENERACIÓN BIOMASA SANTA ROSA	15	CORRIENTES
BM-05	RENOVAR RONDA 1	BIOMASA	C.T. PINDÓ ECO-ENERGÍA	3,2	MISIONES
BM-409	RENOVAR RONDA 2	BIOMASA	C.T. BIOMASA UNITAN	6,7	CHACO
BM-414	RENOVAR RONDA 2	BIOMASA	C.T. LA ESCONDIDA	10	CHACO
BM-417	RENOVAR RONDA 2	BIOMASA	C.T. BM MM BIOENERGIA	3	MISIONES
BM-202-02	RESOLUCIÓN 108/2011	BIOMASA	C.T. GARRUCHOS	36	CORRIENTES
SPT-BM-01	SPOT	BIOMASA	C.T. A.P. PTO PIRAY	38	MISIONES

Elaboración propia en base al Ministerio de Economía de la Nación.

### b. Biogás

En el marco del plan de modernización del relleno municipal de Fachinal y a través del proyecto GEF ARG 16/G23 del Min. Ambiente, se destinó una inversión de 58 millones de pesos para la instalación de un sistema de captación y aprovechamiento de biogás (gases del relleno sanitario), con el fin de inyectar energía eléctrica a la red de distribución del Municipio de Fachinal.

En 2022, al inaugurarse el primer módulo de generación, se lograría una capacidad de generación eléctrica cercana a los 120 kVA, producto de la reconversión del metano a dióxido de carbono el cual tiene un impacto ambiental menor<sup>67</sup>.

El relleno captará hasta 2026 un estimado de 2.5 millones de toneladas de residuos en 15 celdas. Se estima que se produzca un promedio de 19.000 m<sup>3</sup>/día de biogás hasta que suceda el agotamiento del material biológico entrado el año 2040. Como dimensionamiento, se podría reconvertir 746.729 kWh/mes de electricidad, suficientes para alimentar 3.734 hogares rurales.

<sup>67</sup> El dióxido de carbono tiene un impacto en el calentamiento global 20 veces menor que el metano, cuando se considera su papel como gas de efecto invernadero.





## Anexo 5. Breve caracterización de las empresas Arauco y Papel Misionero

**Arauco S.A.** La fabricante de celulosa misionera Arauco pertenece al grupo empresarial Arauco, de capitales chilenos, y se localiza en la localidad de Puerto Piray. Es la única empresa que elabora celulosa con una capacidad de producción de 350 mil ADt<sup>68</sup>, la más alta del país (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2022). Además, se consolida como la única vendedora de celulosa en el mercado local, dado que el resto de las fabricantes produce pasta celulósica para consumo propio. De esta manera, las exportaciones del país de celulosa se explican en su gran mayoría por Arauco, estimándose en un valor anual cercano a los USD 120 millones<sup>69</sup>. La empresa se encuentra altamente integrada contando con cerca de 255 mil hectáreas de bosques en Misiones (mitad implantada y mitad nativo), cerca de la mitad del equivalente a la superficie de árboles implantados en la provincia.

**Papel Misionero S.A.** Con una capacidad de producción de 108 mil ADt de celulosa, la firma ubicada en el departamento Libertador General San Martín se posiciona como la cuarta empresa con mayor capacidad instalada. Se trata de una empresa de capitales nacionales perteneciente al Grupo Arcor, especializada en la industria alimenticia. Una cuarta parte de su producción se usa para la elaboración de envases y embalajes para responder a la propia demanda del Grupo Arcor y sus productos de confitería, mientras que el resto se vende a terceros. A diferencia de Arauco, el 100% de su capacidad productiva tiene como destino el mercado interno. Asimismo, Papel Misionero S.A. presenta mayores redes de aprovisionamiento: más de la mitad del abastecimiento de rollizos es por vía de terceros, mientras que sólo una cuarta parte se obtiene por plantaciones propias.

---

<sup>68</sup> La producción de pulpa se mide en ADt (Air Dry metric ton, por sus siglas en inglés). Esta es la unidad de medida en que se comercializa la celulosa.

<sup>69</sup> Estas estimaciones son propias y surgen en base a datos de INDEC.

## Anexo 6. Licitaciones de proyectos energéticos en la provincia de Misiones

En línea con sus compromisos en el Acuerdo de París y los objetivos establecidos por la Ley 27.191, Argentina está buscando dar mayor peso a las energías renovables dentro de su matriz energética hasta cubrir para el 2025 el 20% de su demanda de energía local con estas fuentes. Bajo este objetivo, la Secretaría de Energía de la Nación ha llevado a cabo la adjudicación conocida como 'RenMDI', en 2023, a través de la cual 204 ofertas técnicas fueron evaluadas en conjunto con CAMMESA y 98 de ellas fueron adjudicadas a través de la Resolución 609/2023 publicada en el Boletín Oficial.

Poniendo el foco en Misiones, la provincia logró obtener 5 proyectos, de los cuales 2 de ellos se enmarcaron bajo el Renglón 1 (proyectos aplicables de “Generación Renovable para sustituir Generación Forzada”; con tecnologías solar fotovoltaica (SFV), SFV con almacenamiento (SFVA), eólica con almacenamiento (EOLA) y biomasa (BM); con un objetivo de 500 MW en Regiones, Provincias, Corredores con Generación Forzada) y 3 proyectos bajo Renglón 2 (proyectos aplicables de ‘Diversificación’; con tecnologías de BM, biogás (BG), y biogás de relleno sanitario (BRS) y pequeño aprovechamiento hidroeléctrico (PAH); con un objetivo de 120 MW, con cupos por tecnología y un tope en la cantidad de proyectos. La tabla a continuación detalla los proyectos adjudicados para la provincia de Misiones.

Empresa	Ubicación	Tecnología	Proyecto	Ofertas Adjudicadas	MW	PO u\$s/MWh
Windearth Patagonia S.R.L.	Aristóbulo del Valle	Solar Fovovoltaica	PS ARISTÓBULO - WINDEARTH PATAGONIA	Renglón 1	9.9	85.0
Coop. Alto Uruguay de Electricidad	25 de Mayo	Biomasa	CTBM 25 DE MAYO - COOP ALTO URUGUAY DE ELEC	Renglón 1	3.0	146.0
Biomass Crop S.A	El Dorado	Biogás	CTBG BIOELÉCTRICA ELDORADO - BIOMASS CROP	Renglón 2	1.0	189.7
EST. DON GUILLERMO SRL	El Dorado	Biomasa	CTBM EDG BIOENERGIA - EST DON GUILLERMO	Renglón 2	3.0	145.9
TOLL MADERAS S.R.L.	El Dorado	Biomasa	CTBM TOLL BIOENERGIA - TOLL MADERAS	Renglón 2	3.0	145.9

Fuente: elaboración propia en base a la Res. 609/2023, Secretaría de Energía.



Los tiempos estipulados para la aprobación comercial abarcan un lapso de entre tres años (Renglón 1) y cuatro años (Renglón 2) a partir de la fecha de firma.

## **Anexo 7. Estructura básica de PSA**

Aunque existe una amplia gama de modelos de PSA, la mayoría presenta un diseño estructural básico que, siguiendo la explicación de Laterra et al (2001), consiste en tres mecanismos: de financiamiento, de pago y de administración

- A. un mecanismo de financiamiento: recauda y maneja los fondos de los beneficiarios. El objetivo fundamental del componente es asegurar un flujo continuo y estable de ingresos para la sustentabilidad financiera del sistema de PSA a largo plazo. Los beneficiarios de los SE pueden ser locales (e.g., usuarios de agua de una comunidad en una cuenca hídrica), nacionales (e.g., Estados, organismos no gubernamentales (ONGs) nacionales, compañías privadas) o internacionales (e.g., gobiernos de países del Protocolo de Kyoto, ONGs internacionales, compañías privadas).
- B. un mecanismo de pago: consiste en un mecanismo para entregar los fondos a los proveedores que generan los SA. En este caso, las transacciones con los proveedores por lo común se manejan a través de un contrato. Por lo general, los contratos se establecen por un determinado período de tiempo y pueden ser renovables. En los contratos se suelen estipular las obligaciones de los usuarios de implementar ciertas prácticas o de incorporar determinados tipos de usos de la tierra, y se acuerda el modelo de pago. La instrumentación del mecanismo de pago a través de un contrato requiere de la implementación de un sistema de monitoreo para constatar su observancia y poder acreditar al usuario para recibir el pago.
- C. un mecanismo de administración (Pagiola y Platais 2002). Es una estructura organizativa que supervisa el funcionamiento del sistema de PSA en su conjunto. Esta estructura organizativa puede estar representada por entidades estatales a nivel local, o nivel nacional. La estructura organizativa también puede estar constituida por ONGs nacionales e internacionales tales como organizaciones de conservación y desarrollo o asociaciones comunitarias o de productores. El mecanismo de administración especifica qué actividades y usos del suelo son elegibles para el pago, evalúa el efecto de las prácticas y los usos de la tierra en la generación de SA, implementa el monitoreo para certificar cumplimiento del contrato con los usuarios, define el nivel de pago y efectúa los ajustes a las actividades y los niveles de pago.



## Anexo 8. Experiencias comparadas: Costa Rica y su programa de PSA

En Costa Rica el programa de PSA consiste en un reconocimiento financiero por parte del Estado, a través del Fonafifo, a los propietarios y poseedores de bosque y plantaciones forestales por los servicios ambientales que éstos proveen y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del ambiente. De conformidad con la Ley Forestal N.º. 7575, Costa Rica reconoce los siguientes servicios ambientales:

- Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción).
- Protección de la biodiversidad para su conservación y uso sostenible, científico y farmacéutico, de investigación y de mejoramiento genético, así como para la protección de ecosistemas y formas de vida.
- Protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico.
- Belleza escénica natural para fines turísticos y científicos.

La característica más importante de este Programa es que cambió el concepto tradicional de "subsidio" o "incentivo", por el de "reconocimiento económico" por los servicios ambientales que provee el bosque, lo cual a su vez contribuye a aumentar su valor ecológico, social y

El Programa por Pago de Servicios Ambientales (PPSA) , como mecanismo de financiamiento para el manejo, la conservación y el desarrollo sostenible de los recursos del bosque y de la biodiversidad, se sostiene en cuatro pilares fundamentales: Institucionalidad, Marco Legal, Financiamiento y Monitoreo y Evaluación.

- Institucionalidad: El PPSA ha facilitado y promovido, desde sus inicios, la inclusión de diferentes actores con intereses en el desarrollo del sector forestal costarricense. De esta manera, se permitió la adopción de un esquema financiero novedoso, donde se integran diversas instituciones, entre ellas: el SINAC, el Fonafifo, la Oficina Nacional Forestal (ONF), los Regentes Forestales, el Colegio de Ingenieros Agrónomos, cooperativas, centros agrícolas cantonales, organizaciones no gubernamentales del sector y los(as) beneficiarios (as) en general. El Fonafifo es el eje financiero del PPSA.
- Marco legal: Durante la década de 1990, Costa Rica experimentó un cambio en el área ambiental, con una legislación que favorece la conservación y protección de los recursos naturales, la creación de instituciones que fortalecen el sector y un cambio significativo en la forma en que la sociedad percibe el manejo, la conservación y el desarrollo sostenible de los recursos naturales. Las iniciativas mundiales de principios y mediados de esa década, tales como la Cumbre y la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, la Agenda 21, las convenciones internacionales sobre cambio climático, la Lucha Contra la Desertificación y Diversidad Biológica, el Protocolo de Kyoto, los Principios Forestales y, más recientemente, las Metas del Milenio y la Cumbre de Johannesburgo, han incidido en la definición de la ruta que el país ha decidido seguir. Asimismo, en Costa Rica se incluyeron las previsiones legales necesarias para salvaguardar el derecho de todos los habitantes al disfrute de un ambiente sano y equilibrado y se ratificaron varios convenios subregionales, tales



como el Convenio Regional para el Manejo y Conservación de los Ecosistemas Naturales Forestales y Desarrollo de Plantaciones Forestales, además de la promulgación de nuevas leyes, tales como: Ley Forestal No. 7575, Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, Ley Orgánica del Ambiente, Ley de Conservación de Suelos y Ley de Biodiversidad, las cuales, en conjunto, constituyen el marco dentro del cual se realiza la ejecución del Programa de PSA. También, el marco legal vigente establece el ámbito de aplicación y reconocimiento de los servicios ambientales, las fuentes de financiamiento y el mecanismo de gobierno del FONAFIFO, de esta manera se garantiza la sostenibilidad institucional del citado Programa.

- **Financiamiento:** Inicialmente, la principal fuente de financiamiento del Programa por Pago de Servicios Ambientales (PPSA) consistió en destinar un tercio de los recursos generados por el impuesto de consumo a los combustibles, de conformidad con el artículo 69 de la Ley 7575. Posteriormente, este impuesto fue modificado por la Ley de Simplificación Tributaria, creándose el impuesto único a los combustibles, del cual un 3,5% es destinado PPSA. Esta determinación refleja una clara visión del legislador, al establecer una fuente de financiamiento que garantice la sostenibilidad del Programa. El mismo marco legal vigente (Ley Forestal) establece en su artículo 47, otras fuentes potenciales de recursos para fortalecer los programas que desarrolla la institución, tales como: Aportes financieros recibidos del Estado, mediante presupuestos ordinarios y extraordinarios de la República u otros mecanismos. Donaciones o créditos que reciba de organismos nacionales e internacionales. Créditos que el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal obtenga, así como recursos captados mediante la emisión y colocación de títulos de crédito. Adicionalmente el FONAFIFO ha propiciado la participación de entes internacionales como el Banco Mundial y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, por medio del Proyecto Ecomercados y del Gobierno Alemán, a través del KfW que aporta recursos para el Programa Forestal Huetar Norte.
- **Monitoreo y evaluación:** El FONAFIFO diseñó un esquema de monitoreo y evaluación apoyado por moderna tecnología y personal calificado. A través de esta herramienta, se realizan las labores necesarias para garantizar que los recursos invertidos se empleen eficientemente y lleguen a quienes efectivamente brindan los servicios ambientales. Este monitoreo se realiza mediante varias actividades: la visita del personal del Área PSA y de las Oficinas Regionales a fincas sometidas al PSA, la revisión de informes de regencias aportados por los Regentes Forestales, las auditorías a las que es sujeto el FONAFIFO y el Programa PSA, acompañado del SIG y SIAP como herramientas en el seguimiento y monitoreo, que permite, en conjunto con la plataforma informática, manejar toda la información de los contratos PSA, combinando diferentes elementos, tales como criterios técnicos, aspectos legales, geográficos y financieros, de esta manera, se brinda la transparencia y el respaldo del Programa de PSA.



## **Anexo 9. Normativa de conservación y preservación del ambiente de Misiones**

Ley XVI-7 - LEY DE BOSQUES

Ley XVI-8 - LEY DE PESCA

Ley XVI-11 - LEY DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE

Ley XVI-158 - LEY DE AGUAS

Ley VIII-11 – RÉGIMEN DE RADICACIÓN Y HABILITACIÓN INDUSTRIAL

Ley XVI -29 – ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Ley Nº XVI-31 - LEY DE AGROTÓXICOS

Ley XVI-35 – LEY DE IMPACTO AMBIENTAL

Ley XVI-47 – CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y SUS COMPONENTES

Ley XVI-53– BOSQUES PROTECTORES Y FAJAS ECOLÓGICAS

Ley XVI-60 – ÁREA INTEGRAL DE CONSERVACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE CORREDOR VERDE DE LA PROVINCIA DE MISIONES

Ley XVI-63 – ADHESIÓN A LA LEY NACIONAL 24.051 DE RESIDUOS PELIGROSOS

LEY XVI- 80 – DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Ley XVI-81 – LEY DE INFORMACIÓN AMBIENTAL

