

PROYECTO "BIOECONOMÍA ARGENTINA: CONSTRUYENDO UN FUTURO  
INTELIGENTE Y SUSTENTABLE PARA EL NORTE ARGENTINO 2030"

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA - INTA  
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL - INTI  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE - UNNE  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA - UNSa  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO - UNSE

**BIOECONOMÍA DEL NORTE ARGENTINO:  
SITUACIÓN ACTUAL, POTENCIALIDADES Y FUTUROS POSIBLES**

DOCUMENTO DE TRABAJO



Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



Instituto  
Nacional  
de Tecnología  
Industrial



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DEL NORDESTE



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE SALTA



UNSE  
Universidad Nacional  
de Santiago del Estero

Ministerio de Ciencia,  
Tecnología e Innovación

Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca

Ministerio de  
Desarrollo Productivo



Argentina

Buenos Aires

Diciembre 2020

**BIOECONOMÍA DEL NORTE ARGENTINO:  
SITUACIÓN ACTUAL, POTENCIALIDADES Y FUTUROS POSIBLES**

-----

**DOCUMENTO DE TRABAJO**

Citar este documento como: 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. (diciembre, 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. Buenos Aires.

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (MINCYT)

CONSORCIO:

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA)

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL (INTI)

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE (UNNE)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA (UNSa)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO (UNSE)

*El contenido del presente documento de trabajo es responsabilidad de sus autores y no compromete la posición u opinión del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación o de las Instituciones integrantes del Consorcio.*

## PROYECTO “BIOECONOMÍA ARGENTINA: CONSTRUYENDO UN FUTURO INTELIGENTE Y SUSTENTABLE PARA EL NORTE ARGENTINO 2030”

---

### **Comité Institucional**

- *Diego GAUNA (INTA)* – [gauna.diego@inta.gob.ar](mailto:gauna.diego@inta.gob.ar)
- *María Ángeles CAPPÀ (INTI)* - [mcappa@inti.gob.ar](mailto:mcappa@inti.gob.ar)
- *Juan Pablo Roux (UNNE)* - [juanpablo.roux@comunidad.unne.edu.ar](mailto:juanpablo.roux@comunidad.unne.edu.ar)
- *Mirta DAZ (UNSa)* – [mirtadaz@gmail.com](mailto:mirtadaz@gmail.com)
- *María DIAZ (UNSE)* – [mariadiaz.unse@gmail.com](mailto:mariadiaz.unse@gmail.com)

### **Dirección**

- Director: *Roberto BOCCHETTO (INTA)* - [bocchetto.roberto@inta.gob.ar](mailto:bocchetto.roberto@inta.gob.ar)

### **Coordinación de Áreas Estratégicas**

- Senior en Prospectiva: *Diego GAUNA (INTA)*- [gauna.diego@inta.gob.ar](mailto:gauna.diego@inta.gob.ar)
- Senior en Metodología Prospectiva: *Mercedes PATROUILLEAU (INTA)* - [patrouilleau.mm@inta.gob.ar](mailto:patrouilleau.mm@inta.gob.ar)
- Senior en Análisis Económico-social, Ambiental y Político-institucional: *Gonzalo BRAVO (INTA)* - [bravo.gonzalo@inta.gob.ar](mailto:bravo.gonzalo@inta.gob.ar)
- Senior en Biomasa: *Martín REARTE (INTI)* - [mrearte@inti.gob.ar](mailto:mrearte@inti.gob.ar)
- Senior en Alimentos y Bebidas: *Claudia GONZALEZ (INTA)*- [gonzalez.claudia@inta.gob.ar](mailto:gonzalez.claudia@inta.gob.ar)
- Senior en Biorrefinerías: *Liliana MOLINA TIRADO (INTI)* - [lmolina@inti.gob.ar](mailto:lmolina@inti.gob.ar)
- Senior en Bioenergía: *Jorge HILBERT (INTA)*- [hilbert.jorge@inta.gob.ar](mailto:hilbert.jorge@inta.gob.ar)
- Senior en Bioproductos: *Patricia EISENBERG (INTI)*- [peisenberg@inti.gob.ar](mailto:peisenberg@inti.gob.ar)
- Senior en Bioinsumos: *Roberto LECUONA (INTA)*- [lecuona.roberto@inta.gob.ar](mailto:lecuona.roberto@inta.gob.ar)

### **Expertos**

#### *Prospectiva*

- *Silvina PAPAGNO (INTA)* – Prospectiva territorial
- *Diego Sebastián TARABORELLI (INTA)* – Diagnóstico prospectivo

#### *Análisis Económico-social, Ambiental y Político-institucional*

- *Jorge MORANDI (INTA)* – Economía y Sociología Agraria
- *Luis ALMIRÓN (UNNE)* – Economía Agraria
- *Miguel SARMIENTO (UNSE)* – Economía Ambiental

#### *Biomasa*

- *Arturo BUSSO (UNNE)* – Energías renovables y transformación de la biomasa
- *Silvina MANRIQUE (UNSa)* – Energías renovables y aprovechamiento de la biomasa

#### *Alimentos y Bebidas*

- *Sergio VAUDAGNA (INTA-CIA)* – Tecnología de alimentos
- *Ramiro Martín CASOLIBA (INTI)* – Ingeniería en alimentos
- *Gladiis Isabel REBAK (UNNE)* – Tecnología de alimentos
- *Pablo Maldonado VARGAS (UNNE)* – Producción bubalina
- *Myriam VILLAREAL (UNSE)* – Ingeniería en alimentos

#### *Bioenergía*

- *Luis VERA (UNNE)* – Energías renovables
- *Judith FRANCO (UNSa)* – Energías renovables
- *Miguel Ángel CONDORI (UNSa)* – Energías renovables y no convencionales
- *Jorge MARIOTTI (FORINDER)* – Biomasa y bioenergía

#### *Biorrefinería*

- *María Ángeles CAPPÀ (INTI)* – Biotecnología y alimentos
- *Manuel César SAAVEDRA (UNNE)* – Economía ambiental

#### *Bioproductos*

- *Alejandro SAAVEDRA (INTA)* – Agroindustria
- *Germán PASETTI (INTI)* – Economía cadenas de valor
- *Mirta DAZ (UNSa)* – Transformación de la biomasa

#### *Bioinsumos*

- *Sara CÁCERES (INTA)* – Bioinsumos
- *María Cándida IGLESIAS (UNNE)* – Gestión ambiental y bioinsumos
- *Amalia María Eugenia ROMERO (UNNE)* – Bioinsumos y microbiología agrícola

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente documento de trabajo refleja un esfuerzo colectivo de las instituciones integrantes del Consorcio y de diferentes actores que contribuyeron en cada una de las etapas del estudio. Se agradece especialmente a los actores internacionales, nacionales y regionales que participaron en las entrevistas en profundidad, a las empresas relevadas para caracterizar el perfil de la estructura productiva, a los representantes del mundo académico, político, empresario y de organizaciones no gubernamentales que participaron como asistentes en las Jornadas Regionales realizadas en Corrientes y Salta en noviembre de 2019, a los equipos de trabajo regionales, cuerpo técnico y administrativo de las diferentes unidades de INTA, INTI y Universidades integrantes del Consorcio que participaron en diferentes instancias del proyecto, al Centro de Investigación en Economía y Prospectiva de INTA por ser la sede núcleo del proyecto y a las autoridades de las instituciones integrantes del Consorcio por su apoyo en la realización y culminación de este proyecto, como también, a la Dirección Nacional de Estudios de la Subsecretaría de Estudios y Prospectiva del MINCyT por acompañar las diferentes fases de este trabajo.

## Tabla de contenido

<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>28</b>
<b>II. ENCUADRE Y CONTEXTO.....</b>	<b>31</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>31</b>
<b>2. Lecciones globales: “benchmarking político” .....</b>	<b>31</b>
2.1. Introducción .....	31
2.2. Diferentes visiones .....	32
2.3. Iniciativas globales .....	34
2.4. Reflexiones finales: lecciones aprendidas y desafíos.....	40
Bibliografía.....	44
<b>3. Marco conceptual .....</b>	<b>48</b>
3.1. Los ejes estructurantes .....	48
3.2. Los senderos críticos .....	51
Bibliografía .....	57
<b>4. Contexto económico-social, ambiental y político institucional .....</b>	<b>58</b>
4.1. Factores condicionantes .....	58
4.2. Capacidades potenciales .....	63
4.3. Problemas predominantes .....	65
4.4. Principales tendencias que impactan en la bioeconomía regional.....	69
Bibliografía .....	71
<b>III. ÁREAS ESTRATÉGICAS TECNO-PRODUCTIVAS .....</b>	<b>74</b>
1. Introducción .....	74
2. Alimentos y bebidas .....	74
2.1. Encuadre conceptual.....	74
2.2. Inserción en el contexto mundial.....	75
2.3. Situación actual .....	76
2.4. Capacidades productivas, tecnológicas y de innovación potenciales.....	84
2.5. Problemas y oportunidades .....	103
2.6. Conclusiones.....	118
Bibliografía .....	120
3. Biomasa .....	124
3.1. Encuadre conceptual y de los recursos biomásicos .....	124
3.2. Inserción en el contexto mundial y nacional.....	127

3.3. Situación actual .....	131
3.4. Capacidades productivas, tecnológicas y de innovación potenciales.....	134
3.5. Problemas predominantes que inhiben o retardan la producción de biomasa	139
3.6. Principales tendencias que impactan el desarrollo de la biomasa .....	140
3.7. La bioeconomía y los recursos biomásicos en el territorio .....	142
3.8. Conclusiones.....	144
Bibliografía .....	146
4. Biorrefinería.....	147
4.1. Marco de referencia .....	147
4.2. Evolución de las biorrefinerías en el contexto mundial .....	153
4.3. Capacidades de las plataformas de biorrefinería.....	157
4.4. Potencialidad de las plataformas .....	162
4.5. Situación actual .....	166
4.6. Desafíos y tendencias.....	171
4.7. Actores relevantes.....	173
4.8. Conclusiones.....	176
Bibliografía .....	176
5. Bioenergía.....	178
5.1. Marco de referencia .....	178
5.2. Inserción en el contexto mundial.....	179
5.3. Situación actual .....	180
5.4. Capacidades productivas, tecnológicas y de innovación potenciales.....	191
5.5. Problemas y oportunidades .....	198
5.6. Conclusiones.....	201
Bibliografía .....	202
6. Bioproductos .....	205
6.1. Encuadre general .....	205
6.2. Inserción en el contexto mundial.....	205
6.3. Situación actual .....	208
6.4. Capacidades productivas, tecnológicas y de innovación potenciales.....	217
6.5. Problemas y oportunidades .....	219
6.6. Conclusiones.....	224
Bibliografía .....	224
7. Bioinsumos .....	226

7.1. Encuadre conceptual, institucional y técnico.....	226
7.2. Inserción en el contexto mundial.....	229
7.3. Variables y factores que definen el estado del arte a nivel nacional.....	232
7.4. Capacidades productivas y tecnológicas disponibles y potenciales .....	234
7.5. Factores que condicionan el desarrollo y uso de bioinsumos .....	244
7.6. Tendencias .....	246
7.7. Actores regionales del sector de CyT y empresariado .....	248
7.8. Conclusiones.....	249
Bibliografía .....	250
<b>IV. ELEMENTOS BÁSICOS Y FUTUROS POSIBLES .....</b>	<b>255</b>
1. Introducción .....	255
2. Perfil de la estructura productiva.....	255
2.1. Introducción .....	255
2.2. Los tipos de empresa de la Región Norte .....	256
2.3. Criterios para repensar la bioeconomía regional.....	257
2.4. Imaginario para las políticas públicas .....	263
3. Estructura científico-tecnológica .....	264
3.1. Introducción .....	264
3.2. Componentes del sistema.....	265
3.3. Conclusiones.....	284
4. Marcos regulatorios .....	285
4.1. Introducción .....	285
4.2. Alimentos y bebidas .....	286
4.3. Biomasa .....	288
4.4. Bioenergía .....	291
4.5. Bioproductos .....	293
5. Bosquejos de escenarios .....	301
5.1. Introducción .....	301
5.2. Encuadre metodológico .....	301
5.3. Etapas del estudio .....	302
Bibliografía .....	347
6. Aportes para delinear la estrategia.....	350
6.1. Introducción .....	350
6.2. Lecciones de índole político-institucional .....	351

6.3. Vectores estructurales .....	353
6.4. Hacia una Agenda de I+D+i .....	357
<b>ANEXO.....</b>	<b>362</b>
Anexo 1. El Proyecto.....	362
Anexo 2. Estimación de la producción de biomasa en la Región Norte.....	367
Anexo 3. Plataformas de biorrefinería .....	371
Anexo 4. Empresas relacionadas con la bioeconomía del Norte argentino.....	381
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>383</b>



## **RESUMEN EJECUTIVO**

### **Introducción**

El Proyecto: “Bioeconomía argentina: Construyendo un futuro inteligente y sustentable para el Norte argentino 2030”, ha sido ejecutado a partir de junio 2018 por el Consorcio que integra el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (NTA), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), la Universidad Nacional de Salta (unas) y la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). El proyecto surge de la convocatoria emitida en mayo de 2017 por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - MINCyT, contando con el financiamiento del Banco Mundial (Préstamo BIRF N° 8634/AR).

El estudio se planteó como principal objetivo el desarrollo de un diagnóstico y ejercicio de prospectiva sobre la Bioeconomía del Norte argentino, identificando tendencias, futuros posibles y áreas de intervención del gobierno nacional y territorial en el ámbito de la ciencia, tecnología e innovación (CTI). La esencia de este emprendimiento parte de pensar la bioeconomía dentro de una estrategia de bioindustrialización, como un instrumento central para el desarrollo regional de la Argentina, enmarcado en un proyecto nacional comprometido con la cohesión social y territorial.

En esta publicación se documenta el trabajo realizado por el proyecto con el propósito de plantear la situación actual, potencialidades y futuros posibles de la bioeconomía del Norte argentino. Se espera que sirva para difundir y vigorizar la importancia institucional de la bioeconomía como instrumento estratégico del desarrollo regional y territorial. Se pretende, a su vez, movilizar el ámbito político-institucional con el propósito de acordar la imagen del futuro deseable y la estrategia para alcanzarlo, estableciendo una agenda de I+D+i y plan de acción. Estos instrumentos deberían contribuir a impulsar el desarrollo de la industrialización biológica en el Norte argentino como parte central de la política industrial. Al mismo tiempo, daría lugar a impulsar el fortalecimiento de una plataforma interinstitucional e interdisciplinaria que sustente las políticas públicas, el sistema de gobernanza y los marcos regulatorios que promuevan el desarrollo de la bioeconomía regional.

Este resumen ejecutivo cubre los principales componentes y campos temáticos del proyecto en una secuencia que parte del encuadre y contexto general, seguido por el análisis de las áreas estratégicas tecno-productivas y por último, el relevamiento de elementos estructurales y futuros posibles, terminando por plantear aportes para delinear la estrategia que fortalezca el desarrollo de la bioeconomía del Norte argentino.

## Encuadre y contexto

### Lecciones globales

Se exploró el estado actual de las políticas de bioeconomía a nivel mundial e identificaron experiencias exitosas con el propósito de extraer lecciones y aprendizajes que faciliten establecer prioridades, tareas y metas orientadoras para el desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino.

Los objetivos de las políticas y programas nacionales tienen sus matices conforme el nivel de desarrollo. En las políticas implementadas por los países desarrollados (de la OECD, Japón y América del Norte) el crecimiento económico y la desigualdad social no son cuestiones prioritarias y brindan espacio para incorporar los desafíos ambientales. Por su parte, las prioridades políticas de los países en desarrollo están atravesadas por la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria.

Con la fotografía global de las iniciativas de bioeconomía, se analizan las trayectorias de tres países con características y ambiciones, *a priori* distintas. Se repasan las experiencias de un país desarrollado, Alemania, con una matriz económica estructurada en torno de industrias tecnológicas de punta y con avances concretos en el enverdecimiento de su economía; un país recientemente industrializado con importantes recursos de biomasa (Malasia), que constituye un importante eslabón en las cadenas globales y con importantes fuentes de biodiversidad; y, por último, un país latinoamericano, Colombia, con el objetivo de promover la industrialización y el agregado de valor de los recursos naturales exportados.

Del análisis de los tres casos es posible señalar que algunas políticas se han diseñado sin tener en cuenta las limitaciones locales (y los tiempos lógicos), de manera que se incrementaron las dificultades para su implementación. Además, en los tres casos hay planes y políticas relacionados con la bioeconomía, pero con resultados escasos en materia de investigación y con bajo impacto en términos económicos. En la mayoría de los casos se verifica la falta de conexión entre las políticas y los actores en los que recae el desarrollo de las acciones que hacen viable su ejecución.

Las experiencias analizadas señalan que la investigación *per se* no es suficiente para el desarrollo de la bioeconomía. Junto con el desarrollo científico es necesario que haya una efectiva aplicación de la tecnología en los sistemas de producción. En ese sentido se destaca la persistencia de bajos incentivos para la creación de empresas en los países en desarrollo, cuya promoción y financiación recae en el Estado.

Por lo visto, el estudio, el esquema y los tiempos de promoción hacia la bioeconomía de Alemania constituyen un “modelo” a seguir. Asimismo, si bien es posible extraer experiencias innovadoras, las brechas con los países en desarrollo son notorias, argumento que no necesita mayor profundización. Por lo tanto, se considera que las experiencias de los países en desarrollo constituyen mejores fuentes de aprendizaje para

la extracción de experiencias y lecciones concretas. Los casos de Colombia y Malasia ejemplifican la falta de políticas sustentables de carácter transversal y la dificultad de promover políticas con un alcance que supere las restricciones sectoriales. Cuestión que es propia de la mayoría de los países en desarrollo, sobre todo a escala sub-nacional, donde las heterogeneidades y asimetrías regionales imponen que los elementos centrales de la bioeconomía sean presentados con distinto grado de jerarquía.

Se concluye que la transición bioeconómica de los países en desarrollo se encuentra fuertemente condicionada por la forma en la que se han insertado en el mercado internacional, como países productores-exportadores de materias primas. Las sucesivas crisis económicas que han transitado los países con matrices económicas primarizadas ponen de relieve los costos de esta estrategia para el logro de un desarrollo sostenible. En este sentido, para estos países, el principal obstáculo en la transición hacia la bioeconomía gira en torno de ciertos desequilibrios estructurales, que terminan por condicionar los eventuales cambios de estrategia para el desarrollo.

### Marco conceptual

La bioeconomía abarca la producción y transformación de los recursos biológicos renovables. Comprende la interacción con los factores económicos, sociales, ambientales y político-institucionales, convergiendo en un territorio con dinámica presente y visión futura.

El foco del estudio es puesto en el potencial de la base biológica y las capacidades de investigación, desarrollo e innovación vinculadas a la bioeconomía, capaces de impulsar el desarrollo del Norte argentino. La atención se centra en la producción sustentable de alimentos y bebidas, como también, en la transformación de diferentes tipos de biomasa a través del desarrollo de biorrefinerías para la producción de bioenergía y bioproductos, incluyendo los bioinsumos utilizados en las diferentes fases de transformación productiva.

### Los ejes estructurantes

El pleno desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino requiere tomar en consideración aspectos que la relacionan con el desarrollo nacional, las limitantes estructurales al desarrollo regional y las implicancias de la actual expansión de la frontera agrícola.

### *La estrategia de desarrollo nacional*

El país debe contar con una bioindustria integrada desde el punto de vista productivo, social y territorial. Será el fundamento para afrontar la transformación de la estructura productiva y la innovación tecnológica/institucional explorando y poniendo en uso las potencialidades de la base biológica regional con fuerte impacto en el agregado de valor como eje de sustentación del desarrollo nacional.

### *Las restricciones estructurales del desarrollo regional*

La viabilidad del desarrollo bioindustrial reside fundamentalmente en la disponibilidad de infraestructura y logística que facilite el acceso amplio y la explotación sustentable de su base biológica buscando reequilibrar las oportunidades de inversión, producción, generación de empleo y niveles de calidad de vida, contribuyendo a modificar el patrón asimétrico de acumulación regional.

### *La expansión de la frontera agrícola*

La reciente expansión de la frontera agrícola en el Norte argentino basada en el modelo sojero puede adscribirse a la bioeconomía en su concepción más moderna por estar asociado a las tecnologías disruptivas emergentes. Pero en su dinámica actual es un modelo no sustentable en el largo plazo desde el punto de vista social y ambiental. Por esa razón, el debate no radica tanto en la potencialidad y viabilidad de la bioeconomía en esta región sino en el aporte que puede generar para alcanzar un desarrollo con inclusión, equidad social y sostenibilidad ambiental en el largo plazo.

### *Los senderos críticos*

El desarrollo de la bioindustrialización en el Norte argentino pasa a ser un instrumento del cambio estructural. Implica la articulación de la transformación productiva, con la política industrial, poniendo foco en el sistema bioindustrial que enmarca el proceso de industrialización sustentable de la base biológica. Deberá echar raíces en el desarrollo regional/territorial y en las políticas de Estado e institucionalidad que legitimen su inserción en el desarrollo nacional.

### *El cambio estructural y la transformación productiva*

La integración de ambos procesos interpela la inflexibilidad del perfil exportador y patrón productivo industrial vigente en el país donde el crecimiento de la economía está dependiendo de la magnitud del saldo comercial de productos primarios. La baja eficiencia del sector industrial (MOI+MOA) en términos de valor neto exportable (US\$/tn) domina la restricción externa y es el principal obstáculo al crecimiento de la inversión, la productividad y el empleo, como también, el disparador de las instancias de *default* de la actividad económica, en particular, cuando se busca un desarrollo soberano, con inclusión social y distribución del ingreso.

### *La política industrial y la bioindustria*

La política industrial tendrá que construir ventajas competitivas dinámicas (mientras se usufructúa de las ventajas naturales heredadas o adquiridas) apoyada en la construcción político-institucional de la convergencia territorial campo-industria. Será el paso necesario para fortalecer y consolidar un sistema bioindustrial y científico-tecnológico, como componente central de la estrategia de desarrollo nacional y regional.

### *La industrialización sustentable de la base biológica*

La complejización de la matriz productiva por la incorporación continua de conocimientos para generar mayor valor de transformación que posibilite la inserción y el control de eslabones más avanzados de la cadena de valor de la bioeconomía, implica el uso sustentable de los recursos naturales y el ambiente enfatizando en una agricultura de procesos y/o mayor incorporación de sistemas agroecológicos, buscando la exploración/explotación de todas las capacidades de la base biológica. Dando lugar a su vez, a conservar/ampliar la riqueza de la biodiversidad y aumentar la resiliencia al cambio climático y la descarbonización del ambiente en línea con la mayor parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

### *La visión regional y territorial*

En la articulación de la política regional con la estrategia de desarrollo nacional juega un rol fundamental la política industrial promoviendo una transformación estructural que impulse y fortalezca la cohesión social y territorial. Dentro de esta lógica el sistema bioindustrial tiene que ser planificado desde las dinámicas, potencialidades y necesidades de las regiones y los territorios que deberán contar con las capacidades físicas y humanas para utilizar sustentablemente todo su potencial productivo, garantizando la calidad y nivel de vida de su base social. Pero inexcusablemente, tendrán que asumir la responsabilidad de aportar al país aumentos de producción y valor agregado de calidad que posibilite alcanzar saldos exportables con generación de divisas que resuelvan las amenazas de la restricción externa y los equilibrios macroeconómicos. La interacción país/región/territorio es un acuerdo colectivo bidireccional de compromiso mutuo que constituye la principal alianza estratégica de una política de Estado para el desarrollo nacional e industrial.

### *Las políticas de Estado y una nueva institucionalidad*

El presente encuadre pone foco en la necesidad de mejorar las capacidades estatales (pública y privada) y los procesos de gestión pública para contribuir al diseño de políticas de Estado y una institucionalidad que re-instaure el campo científico-tecnológico en una posición central del organigrama de gobierno. Debería tener un rol protagónico en liberar la potencialidad e impulsar la transformación estructural del sistema bioindustrial en todo el territorio nacional con el propósito de satisfacer los requerimientos de la demanda interna y generar una oferta con el mayor valor agregado y exportable posible como reaseguro de los objetivos del desarrollo nacional y regional.

### Contexto económico-social, ambiental y político institucional

La bioeconomía del Norte argentino se inserta en un contexto mundial caracterizado por los crecientes esfuerzos para promover modelos productivos compatibles con los objetivos de desarrollo sustentable y a la vez, en un escenario atravesado por la implementación de barreras que afectan el flujo comercial de bienes a escala global.

Los principales factores que condicionan el desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino tienen que ver con la existencia de un escenario regional caracterizado por la expansión de la actividad agropecuaria en los últimos 40 años. Este proceso, asociado a un profundo cambio de uso del suelo, ha provocado la deforestación y degradación de importantes masas forestales, alterando la provisión de variados servicios ecosistémicos. Los efectos negativos sobre los ecosistemas se acentúan con la adopción de prácticas basadas en un uso masivo de agroquímicos. A su vez, la difusión de modelos agropecuarios de gran escala acelera la disminución del número de productores y el aumento del tamaño promedio de las explotaciones acentuando el proceso de concentración que caracteriza a la estructura agraria regional.

Paralelamente, las potencialidades del Norte argentino para el desarrollo de la bioeconomía regional están relacionadas con la dotación de importantes y diversos recursos biomásicos directos e indirectos. Se rescata la presencia de un conglomerado sucroalcoholero que además de generar electricidad y producir biocombustibles, constituye el germen de futuras biorrefinerías integradas. Acompaña la persistencia de una densa trama territorial de agricultura familiar con capacidades para revalorizar las especies alimenticias y medicinales nativas y la producción agroecológica. También se destaca, el potencial del sector pyme para la industrialización de baja escala con valoración tanto de la calidad como de materias primas específicas; por ejemplo, el extrusado-prensado de soja que abre la posibilidad de nuevos desarrollos.

Entre los principales problemas que afectan la expresión de estas potencialidades se identifica: i. los límites naturales que encuentra una eventual expansión horizontal que debería operar sobre ambientes frágiles y ecosistemas de alta captura de carbono, ii. las deficiencias en la gestión pública de los ordenamientos territoriales provinciales de bosques nativos, iii. el impacto ambiental de la producción de bioetanol por la generación del residuo vinaza, iv. las fluctuaciones del precio del etanol afectando la rentabilidad del negocio, v. el elevado costo de transporte debido a una insuficiente infraestructura productiva, vi. la escasez de políticas públicas y de marcos regulatorios previsibles que promuevan desarrollos bioeconómicos y, vii. la densidad de las capacidades institucionales de investigación pública que tanto en su interior como en la vinculación con las empresas tiene aún un amplio margen para constituir un fuerte entramado que genere las sinergias requeridas para el desarrollo estratégico de innovaciones.

Finalmente, la gradual diversificación de la matriz energética nacional con una participación creciente de fuentes renovables, las perspectivas de una evolución ascendente de los precios internacionales de biocombustibles aunque acompañada por un incierto panorama de barreras al comercio internacional, una promisoriosa dinámica de los mercados de bioinsumos y bioproductos y el rol creciente que la bioeconomía puede cumplir en las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático para alcanzar los compromisos de la Agenda 2030, conforman un conjunto de tendencias que impactarán el desarrollo de la bioindustrialización en el Norte argentino.

## Áreas estratégicas tecno-productivas

En este marco de referencia, el estudio buscó respetar la secuencia de maduración de los procesos de transformación productiva como se han dado en los territorios, articulando los sistemas de producción con las cadenas de valor que conlleva en la actualidad al concepto de las biorrefinerías de pequeña y gran escala, como instrumentos del procesamiento general de la biomasa. O sea, se presenta el sector agropecuario y agroindustrial centrados principalmente en la producción y transformación de alimentos para avanzar a la bioindustria a través del procesamiento de la biomasa en la obtención de bioenergía y bioproductos. Se sigue así el escalamiento de menor a mayor valor agregado, donde se involucran también los alimentos de segunda transformación. En ese proceso y en la fase actual de la bioeconomía los bioinsumos actúan como facilitadores de la producción agropecuaria, agroalimentaria, agroindustrial y agroenergética.

### Alimentos y bebidas

El Norte argentino presenta grandes posibilidades de desarrollo, apoyado en parte por ciertas cadenas de valor que poseen la capacidad potencial para impulsar la industria de alimentos en la región. Las cadenas seleccionadas para el estudio fueron: ganadera, apícola, acuícola, hortícola, cítricos, frutos tropicales y finos, olivícola, vitícola, legumbres, nogal, cultivos industriales, cereales, aromáticas y turismo gastronómico.

Las cadenas seleccionadas presentan ciertos problemas, algunos comunes y otros específicos, que requieren atención para su total desarrollo, y paralelamente coexisten tendencias actuales y oportunidades que las favorecen. La mayoría de las provincias de la región cuentan con capacidades tecno-productivas instaladas siendo muchas importantes para la industria actual, o al menos poseen un conocimiento de las tecnologías que permitiría adaptarlas y adoptarlas con relativa facilidad. Estas capacidades son más significativas a nivel de producción primaria y más ineficiente a nivel de desarrollo industrial. Por otro lado, los gobiernos provinciales han llevado adelante medidas de fomento/estímulo para el desarrollo del sector que facilita el proceso de desarrollo productivo.

La tendencia actual en la producción de alimentos basa su desarrollo no solo en mejorar la calidad e incrementar el volumen de la materia prima, sino también en promover la industria de los alimentos mediante el agregado de valor. Teniendo en consideración este eje, y habiendo analizado las potencialidades de las distintas provincias que conforman el Norte argentino, si bien se constata la capacidad de dar un salto cualitativo para lograr el desarrollo de su bioeconomía, se requieren ciertos cambios y apoyo gubernamental.

Se relevan diferencias entre las regiones del NEA y del NOA. Algunas de estas diferencias están relacionadas con la base de recursos naturales, pero otras se asocian más al conocimiento técnico y científico, o a la calidad del apoyo gubernamental para impulsar determinadas cadenas. Estas diferencias no son insondables y pueden ser revertidas con relativa facilidad si realmente se prioriza el desarrollo de la bioeconomía regional. Sin

embargo, esta decisión no debería extenderse en el tiempo porque la adquisición de capacidades técnicas a nivel local y la reversión de ciertas problemáticas requieren un período prolongado.

En líneas generales ambas regiones poseen materias primas cuya producción en mayor o menor medida está en un estado de avance importante, aunque algunas requieren un mayor desarrollo tecnológico e impulso para obtener productos de calidad industrial, si se pretende avanzar en la transformación de las cadenas productivas.

Las oportunidades de la mayoría de las cadenas priorizadas en la región se asocian con una importante posibilidad de contribuir al desarrollo de la economía circular. Esto implica el aprovechamiento de los residuos de la producción agrícola, pecuaria y de plantas procesadoras para la obtención de productos con valor agregado como el biogás, bioetanol y otros subproductos, o con otros destinos industriales, por ejemplo, como medio de cultivo para la producción de ayudas e ingredientes alimentarios, por nombrar algunos. Además, las condiciones climáticas y ambientales son favorables para la producción de productos diferenciados y de alta calidad. Existe mano de obra local capacitada en la mayoría de las cadenas, aunque con ciertas dificultades para lograr su disponibilidad; diferentes iniciativas de políticas públicas han favorecido en este aspecto a algunas de las cadenas (agrupaciones, cámaras, asociativismo, mesas específicas, etc.) pero aún son insuficientes. Se dispone de diferentes estrategias para el agregado de valor, cuyos conocimientos (especialmente las tecnologías avanzadas y emergentes) se concentran en los grandes centros industriales, aunque están disponibles para el conjunto de la población científica y técnica de todo el país.

Los problemas más significativos están asociados a la necesidad de robustecer la infraestructura productiva y de transporte/vial (camino, drenajes, comunicación) que agilicen la distribución y favorezca la comercialización, a las escasas estrategias de *marketing* para posicionar los productos regionales, al insuficiente financiamiento o a la dificultad para acceder a este recurso, como también, a la necesidad de una mejor coordinación entre la academia, los productores y los organismos gubernamentales de ciencia y técnica, con la finalidad de organizar un sistema tecno-productivo “integrado” asociado al concepto de bioeconomía y economía circular en el marco del desarrollo regional.

### Biomasa

Argentina presenta un marcado perfil agropecuario, con diversas cadenas productivas que tienen un impacto directo o indirecto en el stock dinámico de biomasa. Esta biomasa no se aprovecha íntegramente, pero es la base de plataformas tecnológicas que pueden generar nuevos modelos de negocios e impulsar la bioeconomía. Esta diversidad biomásica aún requiere de un mapeo inteligente e integral.

La enorme disponibilidad de biomasa, en particular en el Norte argentino, se asocia a las necesidades ambientales y energéticas actuales que crecen en forma continua.



Actualmente empresas agro-forestal-industriales y gobernanzas locales han tomado conciencia de la importancia de la valorización del recurso biomásico, dando lugar a desarrollos tecnológicos para optimizar su cuantificación, gestión, preservación y valorización post consumo.

Es sabido en el sector que la biomasa tiene dos grandes puntos débiles de orden estructural, a saber, la logística y las condiciones de conservación que hacen a su calidad, sumada a la falta de caracterización complementaria de su gran diversidad (biomasa residual del agro, de la industria, de la sociedad, etc.). Mientras que, en el orden tecnológico, se releva la falta de inversiones para el desarrollo de mejores sistemas de gestión y valorización de nuevas plataformas.

Este cuadro presenta una enorme oportunidad para desarrollar un ordenamiento acorde a las necesidades del país mediante marcos normativos, legislativos y procedimentales que impulsen los emprendimientos bioeconómicos correctamente orientados. Así mismo, mediante este ordenamiento se puede aspirar a mercados internacionales que interaccionen e impulsen el crecimiento de la región.

Luego de mapear el perfil productivo de las provincias del NOA y el NEA se denota una ausencia de información clara, unificada y accesible del uso completo de las cadenas involucradas en la industrialización de la biomasa de acuerdo a la caracterización propuesta (agrícola, forestal, pecuaria, industrial y urbana). Por esta razón, se busca marcar lineamientos para vincular cada actividad a los tipos de biomasa factibles de aprovechar en cada provincia desde su génesis, considerando los sistemas de gestión involucrados en su generación. De este trabajo se desprende que la mayoría de los modelos agropecuarios, forestales, industriales y los urbanos no cuentan con herramientas accesibles para la valorización del recurso biomásico que constituye el *“input”* para las plataformas de biorrefinería, bioenergía u otras.

Para que estas herramientas sean de una aplicación al territorio se necesita una unificación de criterios en cuanto a las definiciones normativas y legales, como así también, en el sistema científico-tecnológico para poder interactuar con otras regiones fuera del área de estudio.

Adicionalmente es importante considerar los cambios de paradigmas en la producción agropecuaria como los cultivos genéticamente modificados que pueden alterar el mapa agrícola asociado a determinada región y se debe tener en cuenta el cambio climático dado que ha generado grandes oscilaciones en la producción y el comportamiento de importantes cultivos en los últimos años. Esta situación debe preverse con el desarrollo de mejores sistemas de gestión del riesgo agroclimático, particularmente para proteger y resguardar a los sectores asociados a la agricultura familiar. Otro factor determinante del desarrollo bioeconómico es la infraestructura que hace a la logística de su recurso básico particularmente en grandes volúmenes. Por esta razón, se requiere una estrategia

de aprovechamiento distribuido, ponderando la industrialización lo más cercana a su generación, en particular para las centrales de generación de energía eléctrica.

En cuanto al desarrollo del concepto de stock biomásico, el país ha comenzado el camino de normalización logrando una clasificación preliminar en la Norma IRAM 17.225 (2019) impulsada por el INTI y diversas instituciones científico-tecnológicas. Para consolidar este desarrollo es necesario complementar esta nueva visión normativa con diferentes sectores industriales, como el metalmecánico, energético, etc. e integrar el potencial de las TIC generando mayor impulso al mapeo dinámico de la oferta y demanda distribuida del recurso biomásico, utilizando además, otras ventajas que faciliten las nuevas tecnologías emergentes.

### Biorrefinería

Las regiones NOA y NEA presentan materias primas biológicas disponibles *per se* o resultantes de otros procesos y actividades productivas, para la obtención de productos de mayor valor agregado. Existen evidencias productivas y demostrativas de las distintas valorizaciones, principalmente la energética, y casos concretos de políticas públicas que fueron aprovechadas en el territorio diversificando la actividad productiva de algunas empresas, la mayoría de gran escala.

Poniendo atención a la potencialidad del desarrollo de las plataformas de biorrefinería por provincia, se deduce que aquellas que presentan mayor desarrollo productivo y/o abundancia y diversidad de biomásas son las mejor posicionadas para fortalecer dichas plataformas en el corto plazo. Las biomásas disponibles en los territorios analizados presentan técnicamente la oportunidad de transformarse en una numerosa cantidad de productos y materias primas a utilizar en otros procesos productivos que hoy en día se están importando. Sin embargo, en orden de garantizar la eficiencia de los procesos y la calidad requerida de los productos, es necesario el cumplimiento de protocolos de ensayos y pruebas a escala piloto con el fin de adaptarlos a las biomásas generadas y disponibles en el territorio nacional.

Las capacidades presentes en los territorios tanto en términos de biomasa (distintas calidades y cantidades dispersas) como la presencia de centros de investigación dedicados a las biomásas particulares de la región, en la mayoría de los casos con buena vinculación al sector productivo, abren una oportunidad para dar respuesta a los obstáculos tecnológicos provenientes de los procesos y las calidades que requieren los mercados.

En proyectos de gran escala, la logística de la biomasa es el gran desafío a superar, dado que influye notablemente en los costos fijos del emprendimiento. Los generadores de biomasa “aislados” en términos logísticos, la diversidad de las biomásas dispersas en los territorios, y presentes en estadios anuales, conlleva a que la potencialidad productiva se encuentre en la baja escala con la necesidad de alcanzar bioproductos de alto valor agregado. Esto significa, en una gran cantidad de casos, la estandarización de los procesos

y aseguramiento de calidad de los productos y además la necesidad de vinculación entre los distintos actores públicos y privados, políticos (nacionales y regionales) y tecnológicos de manera de concretar en casos exitosos la capacidad tecnológica existente, frente a las demandas actuales y latentes. En términos comerciales también es necesario la apertura de nuevos mercados para los productos de alto valor agregado.

Igualmente, es necesario trabajar fuertemente en políticas a largo plazo para el desarrollo de biorrefinerías de pequeña escala basadas en normativas flexibles al avance científico-tecnológico que habiliten la puesta en marcha de proyectos en el corto plazo y, el análisis prospectivo y económico para el trazo de una planificación en políticas de incentivo acorde a cada provincia en particular. Las políticas llevadas a cabo por el MINCyT han generado capacidad provincial en cada una de las cadenas productivas que, sumado a capacidades nacionales como las del INTI e INTA y otros organismos tecnológicos, resultan en una oportunidad para ser vinculadas bajo una política de desarrollo bioindustrial en los territorios del Norte argentino.

### Bioenergía

La Región Norte presenta ventajas comparativas respecto a los factores que inciden sobre la disponibilidad de biomasa excedente para ser destinada a recursos bioenergéticos.

La producción y uso de bioenergía tiene dos aspectos a atender: uso directo de la biomasa para generación energética y, transformación de la biomasa en bioenergía y coproductos. La primera alternativa contempla toda transformación directa y simple de biomasa en forma de combustión quedando como elemento residual las cenizas que pueden constituirse en un coproducto. La segunda transformación implica el desarrollo de biorrefinerías en las cuales se generan una diversidad de productos diferenciales que atienden a mercados que responden a lógicas y dinámicas variables con diferentes grados de desarrollo y aplicación.

El uso directo está relacionado con la falta de disponibilidad del recurso energético en el lugar o con incentivos de orden político mediante tarifas que dan rentabilidad a este tipo de uso. La situación está directamente relacionada con la rentabilidad del vector energético producido (eléctrico o térmico); el nivel de ingresos es acotado y por ende el potencial de desarrollo regional es comparativamente reducido.

En el caso de las biorrefinerías su rentabilidad y sustentabilidad depende del armado del conjunto de productos ofrecidos, sus mercados y precios. El éxito en este caso está dado por la sumatoria de rentabilidades individuales obtenidas. Su análisis implica una mayor complejidad requiriendo un abordaje sistémico y sitio específico. No obstante, el potencial de desarrollo local es superior, con generación de empleo de alta calidad y mejor nivel de ingresos.

El mercado internacional se caracteriza por un marco regulatorio cambiante a lo largo del tiempo y está orientado a limitar la provisión de vectores bioenergéticos o a condicionar su ingreso al establecer demandas ambientales crecientes.

Los mercados regionales y nacionales están fuertemente regulados por el Estado. Las modificaciones a lo largo del tiempo y el no cumplimiento de las regulaciones de mercado condicionan el desarrollo y la subsistencia de empresas que han incursionado en área bioenergética.

Existen actividades agropecuarias y forestales en la región que permiten superar limitantes que normalmente se encuentran en la cosecha, densificación, transporte y almacenamiento de la biomasa con fines bioenergéticos.

El desarrollo de aprovechamientos más complejos en biorrefinerías está acotado y limitado a los tamaños y posibilidades de mercado para los diferentes tipos de productos generados. Por lo general los mercados locales no son suficientemente importantes y se requiere incursionar en aquellos más alejados incrementando los costos logísticos de colocación.

El cumplimiento de los objetivos de desarrollo sustentable ODS, sumado a los acuerdos internacionales de reducción de gases efecto invernadero (GEI) pueden ayudar a dar mayor impulso al desarrollo de diferentes tipos de biocombustibles en la región.

El grado de desarrollo tecnológico a pesar de tener diferencias entre el NOA y el NEA y aún en su interior, resulta adecuado, no presentándose fuertes limitaciones. Las carencias pueden ser cubiertas por la importación de partes y componentes en una primera etapa hasta lograr el desarrollo de proveedores locales.

La valorización de los impactos del desarrollo de la bioenergía es una temática compleja ya que los efectos entre productos y coproductos se mezclan y es imposible separarlos al estar ligadas sus producciones.

Existen en ambas regiones empresas y emprendimientos de bioenergía a escala comercial desarrollados y con una importante experiencia acumulada a lo largo de los años de funcionamiento. Esa situación permite detectar tanto desarrolladores como proveedores locales de máquinas y componentes.

La implementación de incentivos y políticas promocionales a nivel nacional han mostrado que la región responde mediante el desarrollo y puesta en marcha de diversos emprendimientos que aprovechan las ventajas de competitividad locales. Las posibilidades de desarrollo actual y potencial abarcan todos los vectores posibles de bioenergía (sólidos, líquidos y gaseosos), así como sus productos en forma eléctrica, térmica o mecánica.

## Bioproductos

En este estudio se han analizado los casos particulares de los bioplásticos, biolubricantes y biofibras. La situación de partida para el análisis es similar en los tres bioproductos seleccionados. El mercado global está cambiando a partir de dos circunstancias específicas. Primero, los consumidores están modificando sus preferencias hacia productos biobasados y ambientalmente sustentables. La oferta también está cambiando desde una economía basada en el petróleo y sus derivados, a una orientada por el aprovechamiento de los recursos renovables. De igual forma se va alineando en la circularidad en el uso de los insumos, obteniendo así una mayor eficiencia en términos productivos y ambientales. Segundo, las políticas gubernamentales son parte de este proceso y se vuelven cada vez más restrictivas con el uso y fabricación de productos que dañen el medio ambiente.

Considerando las condiciones edáficas y climáticas del Norte argentino, la capacidad instalada en cuanto a desarrollo tecnológico y el *know how* científico-técnico de los sectores primarios, se abren oportunidades para desarrollar nuevos productos biobasados y mercados que impulsarían el crecimiento económico.

Nacen así, sectores y actividades nuevas con dinámicas distintas a las conocidas, basadas en el conocimiento intensivo e interdisciplinario. Estos sectores y productos están conformando “nuevos mercados” que necesitan ser acompañados por el Estado en su desarrollo, funcionamiento y regulación.

La participación en el mercado de los bioproductos a nivel mundial es baja, en particular, en el caso de Argentina. No obstante, en el mundo el consumo de productos ecológicos, reciclados y biobasados está creciendo en los últimos años a tasa creciente y se espera que la tendencia se mantenga. Es necesario tener presente que los costos de producción de los productos no biobasados siguen siendo (en términos generales) sensiblemente menores que los similares biobasados.

Por su parte los gobiernos de las principales economías del mundo están imponiendo cada vez con más frecuencia, “barreras ambientales” o eco-restricciones tanto a procesos productivos al interior de los países como también a los productos que se comercializan. A través de normas y reglamentos técnicos establecen nuevas condiciones que afectan la oferta y demanda de bienes y servicios, reorientando así las condiciones de intercambio; en algunos casos creando nuevos mercados, y en todos los casos adaptando regulaciones a las nuevas realidades.

Considerando las tendencias globales de producción y consumo, el Norte argentino atento a su dotación intrínseca de recursos naturales y humanos tiene condiciones básicas para impulsar la obtención de biomateriales. El Estado deberá tener un rol central, desde la definición de las condiciones necesarias para la creación y/o adecuación de los nuevos mercados y su regulación, como también en la creación de condiciones básicas (legales, de competencia, crediticias, cambiarias, científicas, de incentivos, entre

otras) para hacer posible las inversiones necesarias, públicas (principalmente infraestructura) y privadas (dirigidas al proceso productivo).

### Bioinsumos

El empleo de los bioinsumos, con micro y macroorganismos, ha tenido un gran impulso en la última década y un creciente interés a nivel mundial en los últimos años debido, principalmente, a que el mercado internacional exige productos ambientalmente sustentables y más seguros para la salud. Las proyecciones de ventas estiman un crecimiento constante, lo que demuestra el interés en la temática de bioinsumos agropecuarios y agroindustriales

En el NOA y NEA argentino existen capacidades desde el sector de ciencia y tecnología en aspectos básicos y aplicados de ciertos bioinsumos, con una variedad de sistemas productivos, cultivos y plagas que pueden hacer factible el desarrollo de biofertilizantes, bioinsecticidas, biofunguicidas, entre otros.

Hay escaso interés empresarial para continuar con las etapas del desarrollo de bioinsumos para alcanzar finalmente su comercialización. Esto se puede explicar por diversos aspectos, entre ellos, políticas públicas poco activas para incentivar desarrollos y usos en campo. Sin embargo, los avances tecnológicos junto con la concientización para el consumo de productos orgánicos, diferenciados o con menor uso de agroquímicos a nivel mundial y en este caso, a nivel regional, están aumentando e impulsando así la demanda de bioinsumos.

La Argentina en general y la región Norte en especial aún no han aprovechado la manifiesta importancia que la UE le está dando a los bioinsumos, apoyados por un fuerte cuestionamiento hacia el uso de agroquímicos para la producción de alimentos bajo normas de seguridad y sustentabilidad agropecuaria a largo plazo. Aquí se abren paso productos biológicos, formados por componentes naturales como microorganismos (bacterias, hongos, virus, protozoos), extractos de plantas, sustancias orgánicas, etc. Para nuestras latitudes, esto es importante no solo como ejemplo de lo que se puede hacer internamente y regionalmente sino también, para los posibles productos a ser exportados donde los requisitos de inocuidad agroalimentaria tendrán un peso relevante para abrir o cerrar mercados internacionales.

Es un gran desafío nacional poder disponer de incentivos estatales para el desarrollo y producción de bioinsumos y así favorecer el registro y comercialización por el sector privado. Es sumamente importante el aporte del sector científico-tecnológico para las investigaciones necesarias que conduzcan al sólido establecimiento de una cultura más sustentable en la protección y producción vegetal, así como en otros sectores productivos donde los bioinsumos pueden ser empleados.

Se debe recordar que los servicios ecosistémicos son los beneficios que la sociedad obtiene del funcionamiento de los ecosistemas. El uso de los distintos tipos de

bioinsumos en el sector agropecuario contribuirá al mantenimiento de estos beneficios, con impacto ecológico y económico que favorecerá al manejo de los RRNN, la conservación de la biodiversidad, la viabilidad socioeconómica local y regional, así como la producción sustentable de materias primas, alimentos, fibras y combustible.

### **Elementos básicos y futuros posibles**

#### Perfil de la estructura productiva

La caracterización del mapa productivo del Norte argentino se basa en 126 empresas relevadas en el estudio. Constituye una primera aproximación taxonómica que pretende aportar elementos para la definición de políticas públicas que fomenten y validen la bioeconomía como vector para el desarrollo regional.

La tipología que se propone considera la diversidad de características, situaciones y fenómenos que comparten algún común denominador evidente y que puede identificarse como un modelo diferenciado. Los criterios para la construcción de los tipos de empresa incluyen las siguientes dimensiones: 1) modo de producción, 2) grado de transformación de la biomasa, 3) destino de la producción (mercados), y 4) origen del capital y su impacto regional (en términos sociales).

A través de la complejidad de los modelos de producción se puede observar: el nivel de integración dentro del complejo productivo, las estrategias de inserción comercial y la tecnología incorporada. Con estos criterios será posible dar cuenta del nivel tecnológico de las empresas establecidas en la región y su forma de relacionarse con el resto de los actores del complejo productivo. El segundo criterio predefinido es aquel que se vincula con el grado de transformación industrial de la biomasa, desde los procesamientos mínimos hasta aquellos que implican una modificación en la composición físico-química de los productos. El tercer criterio indaga en los orígenes del capital y su articulación con el medio social, entendido como elemento central para el desarrollo regional. En este sentido, se establecieron tres tipos de empresas, las extra-regionales (nacionales o extranjeras), las regionales y las locales. El cuarto y último criterio se refiere al destino de la producción, según sea: principalmente orientada al mercado de exportación, centrada en el mercado interno nacional o dentro del espacio regional.

La articulación de las dimensiones y los criterios mencionados arrojaron una serie de tipos de empresas que, dentro del heterogéneo y asimétrico mapa regional, plantean diferentes proyecciones económicas, cuentan con diferente peso político y presentan demandas sectoriales/político institucionales específicas.

Se concluye que la transición hacia la bioeconomía, como paradigma de desarrollo, al igual que lo ocurrido en otras experiencias históricas, requiere de diversas intervenciones de políticas públicas específicas según el tipo de actor, en este caso las empresas bioeconómicas, a través de las diferentes escalas espaciales.

Dentro del grupo que responde al modo básico de articulación de los criterios centrales de tipificación, se han identificado una serie de situaciones de demandas en término político/institucional. Así, la empresa extra-regional, de complejidad alta y orientada a la exportación, prioriza: el plan económico de largo plazo, tipo de cambio alto, negociación de políticas para-arancelarias, régimen tributario previsible y marcos regulatorios consistentes; la empresa regional de complejidad media y orientada al mercado nacional demanda: la generación de instrumentos de políticas acorde a una estrategia provincial, coordinación interinstitucional, segmentación de políticas por estrato productivo, facilidad de acceso a la tecnología; y, la empresa local, de baja complejidad y orientada al mercado local requiere: la modificación del código alimentario, reglamentación de la Agricultura Familiar, adaptación de salas para elaboración de alimentos, sellos y certificaciones y, regularización de tierras.

### Estructura científico-tecnológica

La expansión de la bioeconomía se asienta en la disponibilidad de abundantes fuentes de biomasa, una estructura productiva y empresarial con capacidad potencial y resiliencia para encarar la industrialización biológica, como también una institucionalidad público-privada que articulando e integrando el sector gubernamental, la sociedad civil organizada y el sistema científico-tecnológico diseñen e implementen una estrategia intensiva en conocimientos e innovación para el desarrollo regional y nacional, comprometidos con el crecimiento económico, la sustentabilidad ambiental y una sociedad más igualitaria.

Dentro de este encuadramiento la estructura científico-tecnológica se convierte en un factor crítico para aportar conocimientos de las ciencias básicas, aplicadas y de las ingenierías con vistas a sustentar, potenciar e instrumentar la expansión y fortalecimiento de la bioeconomía regional. El Norte Grande dispone de una amplia y densa estructura científico-tecnológica, como también de educación y formación profesional que constituye una invaluable base de partida para consolidar las capacidades que requiere una estrategia de industrialización biológica basada en marcos de cooperación y coordinación entre las instituciones y organismos arraigados y consustanciados con el territorio.

El sistema institucional de I+D+i del Norte argentino tiene conformada su base sobre 5 institutos y organismos tecnológicos, entre ellos, el INTA y el INTI que son actores importantes de despliegue territorial en áreas de aplicación tanto vinculadas a la producción de biomasa como a su transformación y agregado de valor, a la par del aporte histórico de la EEAOC al desarrollo del NOA. Esta acción de los entes tecnológicos en la región es complementada a su vez por organismos de fiscalización, control y certificación como el SENASA y el IRAM. Por su parte, si bien los institutos del CONICET localizados en la Región Norte comprenden apenas el 10 % de las unidades totales distribuidas en el país, los centros científicos tecnológicos NOA Sur con 22 institutos, Nordeste con 10 y Salta-Jujuy con 9 unidades constituyen una base institucional de envergadura. A su vez, mantienen interacción con las 13 Universidades Nacionales del Norte Grande Argentino



(UNNGA) que están integradas por convenio con fines de cooperación científico-tecnológica; esta avanzada académica se complementa con 6 universidades privadas. En su conjunto las unidades del CONICET y las entidades universitarias cubren todos los ámbitos provinciales.

De esta forma, se ha consolidado una amplia y densa estructura científico-tecnológica, de educación y formación profesional e infraestructura de I+D en ingeniería y ciencias básicas, producción agropecuaria, biociencias, bioindustrias, ambiente, salud humana, salud animal y otras disciplinas afines. Es la base que aún dispone de un amplio margen en su interior, como también, en la vinculación con las empresas para construir un fuerte entramado que genere las sinergias requeridas por una estrategia de industrialización biológica basada en marcos de cooperación y coordinación entre las instituciones y organismos públicos y privados arraigados y consustanciados con el territorio, en articulación con el sistema nacional de CTI.

Este potencial académico y científico-tecnológico abre todas las posibilidades para diseñar un plan estratégico para el desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino sustentado en conocimientos e innovación, inducido por formas de organización en redes, cadenas y plataformas de valor, así como, en procesos de economía circular de base biológica. Este encuadre dará lugar a adecuar la legislación, marcos regulatorios, requerimientos de calidad e inocuidad y bioseguridad vinculados al desarrollo de la bioeconomía regional. Por su parte, facilitará fortalecer los sistemas de transferencia y vinculación tecnológica en el ámbito productivo e institucional que posibiliten organizar y crear nuevas formas de consorcios público-privados que articulen e integren todas las capacidades disponibles sobre cada uno de los principales ecosistemas regionales. De esta forma, se podrán elaborar proyectos e identificar instrumentos de financiamiento que resuelvan los principales desafíos del desarrollo regional. Cabera a las ciencias sociales contribuir a promover los cambios institucionales y establecer las políticas que encuadren el proceso de bioindustrialización dentro de un proyecto de desarrollo nacional que busca un equilibrio regional más federal e igualitario.

### Marcos regulatorios

El estudio procura explorar el marco normativo existente en cada una de las áreas estratégicas tecno-productivas, con excepción de biorrefinería y bioinsumos que no cuentan con legislación específica.

#### Alimentos y bebidas

La existencia de sistemas nacionales de control de los alimentos es condición esencial para proteger la salud y seguridad de los consumidores, así como la sanidad animal y la protección vegetal. En ese sentido, el nuevo contexto mundial del comercio de alimentos determina que tanto los países importadores como los exportadores deben reforzar sus sistemas de control de alimentos, adoptar y hacer cumplir estrategias de control basadas en el riesgo. En general, la preocupación sobre la inocuidad de los alimentos se ha

focalizado en los riesgos microbiológicos, los residuos de agentes fitosanitarios, los contaminantes químicos (incluidas las toxinas de origen biológico como las micotoxinas), la utilización inadecuada de los aditivos alimentarios, los alérgenos alimentarios y la adulteración de los alimentos. Si se plantean diferencias en las definiciones en el área de alimentos, estas deberán ser abordadas por el *Codex Alimentarius* (FAO, Organización Mundial de la Salud-OMS).

#### Biomasa

En el marco legislativo, la Argentina no cuenta aún con una legislación unificada para la definición y uso de la biomasa dado que es un recurso variable, heterogéneo, transversal a diferentes sectores productivos y es la materia prima para los procesos productivos que integran el mapa bioeconómico. La Ley N° 26.093 (2006) “Régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentables de biocombustibles” es la primera iniciativa hacia un marco regulatorio de una actividad industrial basada en la producción de biomasa. Diferentes modificatorias conducen a la Ley N° 27.191 (2015) que busca aumentar la participación de las energías renovables en la matriz energética nacional. Esta Ley promueve la diversificación tecnológica y geográfica a través de la creación del Fondo Fiduciario para el Desarrollo de Energías Renovables (FODER). Este marco regulatorio ha dado lugar a la creación del “Programa para la promoción de la energía derivada de la biomasa” (PROBIOMASA).

#### Bioenergía

Un conjunto de reglamentaciones se ha sucedido a partir de la Ley N° 26.093 (2006) para promover el desarrollo del mercado local de biocombustibles. No obstante, se observa cambios continuos en las fórmulas de determinación de precios, así como en porcentajes de corte, división por materias primas y tamaño de plantas, donde en líneas generales la incertidumbre ha sido la regla, con perjuicio mayor para las economías regionales, debilitando la base productiva que resulta crítica para promover la agregación de valor y el desarrollo de la bioeconomía en el país. A esto se agrega el gran desafío de analizar y demostrar la sustentabilidad de los sistemas productivos de los biocombustibles para exportación. Más recientemente la Ley N° 27.191 (2015) ha dado lugar a la promoción de energías renovables en la matriz energética argentina. En esta Ley se enmarca el programa RenovAr que tiene diferentes beneficios e incentivos. Algunas provincias de la Región Norte han sido precursoras en impulsar el desarrollo de las energías renovables.

#### Bioproductos

Las crecientes regulaciones de índole global sobre aspectos ambientales afectan positivamente la generación de bioproductos. Estas fueron creadas principalmente por Estados Unidos y la Unión Europea, siendo aplicables tanto para el mercado interno como el internacional. Las regulaciones abren oportunidades para el Norte argentino al ingresar tierras aptas para cultivo -principalmente- de oleaginosas y caña de azúcar, transformándolos en bioproductos con alto agregado de valor. El análisis de la industria

plástica en Argentina permite establecer que la madurez, actualización tecnológica y la inversión del sector son adecuadas para incorporar los bioplásticos como materia prima, en la fabricación de plásticos biobasados. Por su parte, el reemplazo de aceites de base petroquímica por productos biodegradables es una de las formas de reducir efectos adversos causados por el uso de lubricantes en los ecosistemas. Con ciertas limitaciones en las exigencias de calidad, el Norte argentino está preparado para elaborar estrategias en el diseño, desarrollo y exportación de productos diferenciados de la industria textil.

### Bosquejo de escenarios

Se plantean 7 etapas para la construcción de los bosquejos de escenarios de la Bioeconomía en el Norte argentino: 1) Definición del objeto, foco, horizonte temporal y dimensiones críticas del estudio; 2) Identificación de las variables/temas/actores/procesos más relevantes por áreas estratégicas y transversales, con primer listado de candidatas a fuerzas impulsoras; 3) Evaluación de fuerzas impulsoras en términos de importancia e incertidumbre y clasificación en tendencias pesadas e incertidumbres críticas; 4) Validación y enriquecimiento de los resultados en los talleres regionales NEA-NOA y elaboración del listado preliminar de fuerzas impulsoras e interrogantes estratégicos; 5) Lista definitiva y breve caracterización de las tendencias pesadas y fuerzas impulsoras seleccionadas; 6) Elaboración final de los bosquejos de escenarios; y, 7) Evaluación de los bosquejos de escenarios en términos de las dimensiones críticas del estudio. En cada etapa del estudio se aplicaron diferentes técnicas y herramientas del análisis prospectivo y la realización de talleres participativos.

Se seleccionaron 10 fuerzas impulsoras que son consideradas determinantes para el futuro de la bioeconomía en el Norte argentino: dinámica de la economía global, naturaleza de los acuerdos comerciales, contexto macroeconómico nacional y regional, infraestructura para el desarrollo del Norte argentino, política nacional agroindustrial, legislación y/o estrategia nacional para la promoción de la bioeconomía, estándares y certificación de productos biobasados, sistemas de innovación, ordenamiento territorial y lógicas históricas predominantes. Estas fuerzas impulsoras se combinan con las principales megatendencias globales para delinear los bosquejos de escenarios.

La construcción de los bosquejos de escenarios se realizó bajo la lógica de arquetipos. La estructura básica consiste en la caracterización de cuatro arquetipos bien diferenciados: Continuidad, Nuevos Equilibrios, Colapso y Transformación. Cada bosquejo de escenario cuenta con una imagen de futuro (la foto del final) y una narrativa (la trama que lleva a la foto del final). La irrupción de la pandemia de COVID-19 y el contexto político-institucional en el nivel nacional y regional que modela la respuesta del país y la región a la nueva realidad de la agricultura y la bioeconomía son dos variables centrales en el análisis. Se construyen 5 imágenes de futuro, dado que el arquetipo de nuevos equilibrios asume dos variantes, de acuerdo a los supuestos sobre la naturaleza de la política industrial y la estrategia de desarrollo del país.

El *Escenario de Continuidad* refleja el péndulo de la economía argentina, atravesado por la lógica del *stop and go*. Este movimiento pendular pone de manifiesto la pugna permanente entre dos estrategias de desarrollo económico: una basada en las ventajas comparativas históricas de Argentina y en el potencial del modelo agroexportador, y la otra que promueve mayores niveles de transformación de la producción primaria y la industrialización del país. La imagen de futuro de este escenario refleja que la bioeconomía no logra consolidarse como estrategia de desarrollo en el Norte argentino. Sólo algunas industrias asociadas a la bioeconomía de la primera generación sobreviven. Los Estados provinciales no tienen la fuerza suficiente para crear ecosistemas de innovación locales dinámicos y se observa mayor fragilidad ambiental y reducción en la provisión de servicios ecosistémicos. Los actores históricamente predominantes en la región mantienen y/o potencian su influencia en las cadenas de valor regionales y se mantienen o exacerban los desequilibrios regionales/territoriales existentes. Se mantienen brechas significativas entre el trabajo formal e informal y no se observan mejoras sustanciales en procesos de inclusión social.

El *Escenario de Nuevos Equilibrios I* asume que la intervención del Estado es considerada esencial para apuntalar una nueva estrategia y modelo de gobernanza basada en la agro-bioindustria, dentro de un proceso político-institucional que impulsa la industrialización general del país y mayor inserción en los mercados internacionales. Se produce un crecimiento en la bioeconomía de primera generación y se sientan las bases para una segunda y tercera generación, en el contexto de una política industrial nacional que apuntala una estrategia de desarrollo basada en la industrialización de base biológica. Aumenta la densidad y el entramado de los ecosistemas de innovación locales, de la mano de un Estado que prioriza e impulsa líneas de investigación y desarrollo relacionadas a la agro-bioindustria en asociación con las empresas más importantes de la región. Emergen nuevos conflictos socioambientales producto de la expansión de la agro-bioindustria regional. El efecto sobre los desequilibrios regionales/territoriales existentes es ambiguo, dependiendo de la localización, el tipo de inversiones y la forma organizacional de la nueva agro-bioindustria del Norte argentino.

El *Escenario de Nuevos Equilibrios II* se inserta en un modelo de desarrollo que privilegia la eficiencia económica y donde la sustentabilidad ambiental está delimitada por los compromisos nacionales de reducción de emisiones y los compromisos globales que asuma Argentina en el mercado internacional. En este escenario la bioeconomía como instrumento del desarrollo regional en el norte del país tiene un alcance muy limitado, sólo impulsado por algunos desarrollos orientados al sector primario y sin la existencia de una política industrial y/o políticas públicas específicas que apuntalen el crecimiento de la agro-bioindustria regional. El sector primario gana peso relativo, con incrementos significativos en los niveles de producción de los cultivos tradicionales. La inversión estatal en ciencia básica y en procesos de investigación y desarrollo es muy acotada, comprometiendo la densidad y el entramado de la ciencia y tecnología en la región. La expansión de la frontera agropecuaria agudiza los conflictos socioambientales y la

provisión de servicios ecosistémicos se ve reducida por la falta de políticas destinadas a tal fin. Se incrementan los niveles de productividad del sector primario y los niveles de concentración de la producción, generando que una proporción de pequeños y medianos productores agropecuarios y/o agricultores familiares dejen de ser competitivos y abandonen la actividad agropecuaria.

En el *Escenario de Colapso*, se asume que la prolongación de la pandemia lleva a profundizar el rol asistencialista del Estado Nacional y los estados provinciales. No queda margen para diseñar políticas industriales que promuevan una transformación estructural de la economía argentina. La bioeconomía como instrumento del desarrollo regional no se materializa y la falta de políticas hacia el sector genera la desaparición de la mayoría de las empresas vinculadas a la bioeconomía regional, a excepción de casos aislados de éxito, asociados a mercados externos de nicho. Asimismo, se observa una desarticulación y pérdida de densidad del sistema de innovación regional y una descapitalización y debilitamiento de la infraestructura regional. Se compromete significativamente la seguridad alimentaria en múltiples dimensiones, especialmente en las áreas más vulnerables del Norte argentino y los pequeños y medianos productores y de la agricultura familiar sufren un proceso de descapitalización que amenaza su supervivencia.

En el *Escenario de Transformación* se instala un modelo de industrialización fuertemente integrado en todos sus sectores que abastece satisfactoriamente el mercado interno y la exportación y donde la agenda de sustentabilidad ambiental ocupa un lugar central. La explotación sustentable de los recursos biológicos pasa a ser un vector estratégico para el aumento del valor agregado y del saldo neto exportable, promoviendo un equilibrio entre las actividades tradicionales y emergentes. En este escenario Argentina avanza hacia un sector agropecuario neutral en carbono en el 2040. La expansión de la frontera agropecuaria es casi nula y se plantea la recuperación de territorios desmontados hacia la prestación de servicios ecosistémicos. Una nueva política industrial supera la histórica antinomia campo-industria, de la mano de plataformas de biorrefinería de diferentes tipos de escala y amplia aplicación industrial de las ciencias biológicas, plasmada en los procesos de economía circular que el sistema productivo y científico-tecnológico regional ha ido experimentando y adaptando en la última década. Esto permite la aparición y consolidación de nuevos actores en la bioeconomía del Norte argentino que desafían progresivamente la preeminencia de las lógicas históricas predominantes. La reconfiguración del sistema de innovación a nivel nacional genera masa crítica de recursos y capacidades a nivel regional orientadas a las problemáticas propias del Norte argentino. Asimismo, la ejecución de planes nacionales de infraestructura comienza a revertir el proceso histórico de descapitalización y abandono de la infraestructura para el desarrollo regional.

## Aportes para delinear la estrategia

Los bosquejos de escenarios representan en gran medida el conjunto de futuros posibles y verosímiles para pensar la bioeconomía del Norte argentino. A partir de este cuadro del futuro, se elaborarán algunos aportes que faciliten en su momento delinear una estrategia para impulsar la industrialización biológica regional desde una visión nacional.

Con ese propósito, se abordan tres cometidos, primero, obtener algunas lecciones que sirvan como señales de orden político-institucional para el diseño de la estrategia; segundo, identificar los elementos estructurales que más condicionan el escenario deseado; y tercero, contribuir al análisis de temas claves para la elaboración de una agenda de I+D+I que promueva el desarrollo de la bioeconomía regional.

### Lecciones de índole político-institucional

En definitiva, el país tiene en el largo plazo dos escenarios apuesta: el de colapso “no deseado” o el de transformación que puede asociarse a la imagen del futuro “deseado”. Los otros escenarios constituyen estaciones intermedias del escenario apuesta según la prevalencia o cambio de determinados factores estructurales: la continuidad del proceso de *stop and go* sustentado por la grieta político-institucional o la convergencia agro e industria en una estrategia de transformación de la matriz productiva con base en los recursos renovables.

Surge como hipótesis básica de este análisis que el contexto mundial acelera o retrasa el desempeño de la economía y el desarrollo nacional pero el factor determinante del éxito o fracaso del país está en su capacidad de consolidar un proyecto de desarrollo nacional que garantice la seguridad/soberanía alimentaria, sea inclusivo y federal, satisfaga el mercado interno, genere empleo digno y el mayor valor neto exportable, con sustentabilidad ambiental. De esta forma, el futuro de la bioeconomía del Norte argentino no podrá analizarse independientemente del proyecto de país y, en particular, del rol que se asigne al Estado y a las políticas públicas.

### Impulsores estructurales

Se logró identificar algunos ejes de carácter estructural que, dentro del marco político-institucional compatible con el escenario deseado, serán determinantes en la construcción de la estrategia.

### Componentes del contexto

*Aprovechar las potencialidades de la Integración regional:* La riqueza en recursos naturales y biomásica de los países integrantes del MERCOSUR es una de las principales razones para establecer una mayor articulación y coordinación de esfuerzos tanto en el área tecno-productiva como en el acceso a los mercados internacionales.

*Implementar una política económica funcional a la transformación productiva:* Se necesita una política macroeconómica que ensanche la economía y genere políticas

diferenciales que aporten a la transformación de la matriz productiva y a un desarrollo regional equilibrado.

*Garantizar la gobernanza y voluntad política:* Al ser la bioeconomía una fuerza transformadora requiere un Estado instituyente que asegure el marco de la gobernanza, conductor de la institucionalidad y hacedor de las políticas públicas que impulsan un proyecto nacional para la industrialización biológica, la sustentabilidad ambiental, la inclusión y la equidad social.

*Impulsar el ordenamiento territorial y fortalecer la infraestructura básica:* No se puede buscar un desarrollo con inclusión económica y social sin transformar estructuralmente el mapa de organización territorial actual que posibilite reequilibrar las oportunidades de inversión, producción, generación de empleo y niveles de calidad de vida en el ámbito regional. El potencial de la bioeconomía está en las regiones.

*Asegurar la descarbonización de la economía:* La sociedad va en la búsqueda de sustituir la producción de recursos fósiles por el empleo de recursos renovables. En la actualidad la necesidad de esta sustitución se fundamenta en la protección de la salud del ser humano y del propio planeta.

#### *El foco de la estrategia*

Se abre la oportunidad para integrar el pensamiento y la acción en el ámbito político-institucional del Norte argentino poniendo foco en la innovación tecnológica, organizacional e institucional del Sistema Agro-bioindustrial en convergencia con los cometidos y alcance del desarrollo regional/territorial. En consecuencia, la industrialización biológica basada en una bioeconomía circular pasa a ser un componente estratégico del desarrollo regional/territorial. Implica fortalecer las formas institucionales que integren las capacidades públicas y privadas, como también, los procesos de gestión pública, en el marco de la política de desarrollo nacional e industrial.

#### Hacia una Agenda de I+D+i

Las consultas e intercambios generados en las diferentes instancias de ejecución del proyecto, en particular, en las entrevistas y las Jornadas Regionales dejaron planteadas áreas de trabajo, tecnologías críticas, necesidad de estudios e ideas-proyecto para solucionar problemas existentes y también para anticiparse a demandas futuras del desarrollo de la bioeconomía en la región. Con este marco de referencia, se efectuó un relevamiento de demandas y requerimientos que se perciben en las áreas estratégicas tecno-productivas del proyecto que pueden servir para ir diseñando la Agenda de I+D+i que a futuro deberá integrar un Plan de Acción para el desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino.

## I. INTRODUCCIÓN

El Consorcio integrado por el INTA, el INTI, la UNNE, la UNSa y la UNSE tuvo a su cargo la ejecución del Proyecto: “Bioeconomía argentina: Construyendo un futuro inteligente y sustentable para el Norte argentino 2030”, correspondiente a la convocatoria emitida en mayo de 2017 por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva – MINCyT, contando con el financiamiento del Banco Mundial (Préstamo BIRF N° 8634/AR).

El estudio se planteó como principal objetivo el desarrollo de un diagnóstico y ejercicio de prospectiva sobre la Bioeconomía del Norte argentino, identificando tendencias, futuros posibles y áreas de intervención del gobierno nacional y territorial en el ámbito de la ciencia, tecnología e innovación (CTI). La esencia de este emprendimiento parte de pensar la bioeconomía, dentro de una estrategia de bioindustrialización, como un instrumento central para el desarrollo regional de la Argentina, asentado en un proyecto nacional con cohesión social y territorial.

La firma del contrato se llevó a cabo en junio de 2018 dando inicio oficial a la ejecución del Proyecto, con una previsión en el cumplimiento de su agenda de financiamiento que garantizaba la continuidad y cumplimiento de las dos etapas de trabajo programadas. La primera, comprendía la realización de un “*benchmarking*”, diagnóstico prospectivo, mapa de actores y organización productiva de la bioeconomía regional, identificando complementariamente tecnologías críticas y escenarios exploratorios. La segunda, se proponía elaborar una imagen del futuro deseable y trayectorias posibles, así como, plantear una agenda de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación), y un plan de acción a cuatro años para impulsar el desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino. No obstante, atento a los recortes presupuestarios debido a la crisis económico-financiera imperante en el país y por razones ajenas al Consorcio el proyecto sólo dispuso de financiamiento para ejecutar la primera etapa.

La estrategia operativa consistió en utilizar la información secundaria disponible, complementada por consultas a expertos del equipo de trabajo del proyecto y a un círculo restringido de actores más cercanos al ámbito institucional del Consorcio. En una segunda instancia se realizaron 70 entrevistas a los principales actores territoriales abarcando aspectos generales del presente y futuro de la bioeconomía regional, así como, de su organización tecno-productiva. Para validar los avances realizados y profundizar aspectos claves para el desarrollo de la bioeconomía regional en noviembre de 2019 se realizaron dos Jornadas Regionales. La primera tuvo lugar en el NEA, en la ciudad de Corrientes. La segunda se llevó a cabo en el NOA, en la ciudad de Salta. Participaron de estas jornadas 160 actores territoriales comprometidos con el presente y futuro de la bioeconomía regional. Las jornadas permitieron compartir los avances realizados y validar el diagnóstico sobre la bioeconomía del Norte argentino. Al mismo tiempo, se trabajaron tres aspectos claves para poder construir futuros posibles: la tipología de actores vinculados a las actividades de la bioeconomía regional, las tecnologías críticas asociadas al desarrollo de la bioeconomía y la identificación de las



principales fuerzas impulsoras o factores de cambio, con el propósito de diseñar esbozos de escenarios.

Estas informaciones y conocimientos dejan preparado el camino para diseñar un futuro posible, establecer la estrategia para alcanzarlo y facilitar el diseño de la política pública asentada en la agenda de I+D+i y un plan de acción acordado con la base político-institucional de la región.

Los contenidos básicos, estrategia y plan de trabajo del proyecto se amplían en el Anexo 1.

La organización del proyecto se basó en un Equipo de Trabajo integrado por el Comité Institucional y el Equipo Técnico compuesto por el Director y los Coordinadores de Áreas Estratégicas con sus respectivos Expertos provenientes de las instituciones que componen el Consorcio.

Todas las actividades más operativas de esta primera parte del proyecto incluido el relevamiento de información a través de los diferentes medios de consulta comenzaron en junio de 2018 y fueron terminadas de cumplimentar a fines de diciembre de 2019. Tomando en cuenta este período de ejecución, la información utilizada por el proyecto tiene como base de referencia el año 2017. En consecuencia, la incidencia y efectos de la pandemia de COVID-19 no pudieron ser tenidas en cuenta en las diferentes etapas de consulta y, por tanto, en el marco de análisis del documento. No obstante, la dimensión e implicancias de este fenómeno mundial fueron tomadas en cuenta al final en la construcción de los escenarios y conclusiones del estudio. El proyecto utilizó el año 2020 para completar el análisis, elaborar y realizar diferentes revisiones de este documento de trabajo.

La presente publicación expone el trabajo realizado en la primera etapa del proyecto con el propósito de plantear la situación actual, potencialidades y futuros posibles de la bioeconomía del Norte argentino. Este documento intenta exponer y compartir el proceso del trabajo realizado, propósito que justifica su extensión. De igual forma, expone ante sus lectores la riqueza interdisciplinaria y heterogeneidad de miradas de los integrantes del equipo de trabajo, buscando responder a la visión, objetivos y sentido del proceso colectivo construido.

Se espera que este documento de trabajo sirva para difundir y vigorizar la importancia institucional de la bioeconomía como instrumento estratégico para el desarrollo regional y territorial. Sería importante que, a su vez, movilice el ámbito político-institucional para acordar la imagen del futuro deseable y la estrategia para alcanzarlo, estableciendo una agenda de I+D+i y plan de acción tendiente a promover el desarrollo de la industrialización biológica en el Norte argentino como instrumento central de la política industrial. Al mismo tiempo, debería dar lugar a impulsar el fortalecimiento de una plataforma interinstitucional e interdisciplinaria que sustente las políticas públicas, el

sistema de gobernanza y los marcos regulatorios que dinamicen el desarrollo de la bioeconomía regional.

Este documento consta de tres partes. En la primera, titulada encuadre y contexto, se presenta como referencia global un estudio comparativo sobre estrategias nacionales de bioeconomía, el marco conceptual del proyecto y un análisis del contexto económico-social, ambiental y político-institucional de la bioeconomía del Norte argentino. En la segunda, se realiza el diagnóstico de las áreas estratégicas tecno-productivas planteadas por el proyecto: alimentos y bebidas, biomasa, biorrefinería, bioenergía, bioproductos y bioinsumos. En la tercera, se ausculta la base estructural recabando el perfil de la organización productiva y de la estructura científico-tecnológica para pasar a inventariar los marcos regulatorios vigentes que encuadran el funcionamiento de las áreas tecno-productivas. A seguir, se ensaya el relevamiento de las fuerzas impulsoras y se identifican los interrogantes estratégicos que dan sustento al bosquejo de escenarios posibles. Por último, se generan algunos aportes para delinear la estrategia que orientará el fortalecimiento de la bioeconomía del Norte argentino.

## II. ENCUADRE Y CONTEXTO

### 1. Introducción

Esta primera parte del documento brinda como referencia el encuadre generado por las lecciones globales del “benchmarking” político y el marco conceptual que elaboró el proyecto para orientar su visión e implementación, como también, se analiza el contexto económico-social, ambiental y político-institucional poniendo foco en los factores condicionantes, capacidades potenciales, problemas predominantes y principales tendencias que impactan la bioeconomía del Norte argentino.

### 2. Lecciones globales: “benchmarking político”\*

#### 2.1. Introducción

El presente capítulo explora el estado actual de las estrategias de bioeconomía a nivel mundial con el fin de identificar los casos de excelencia y extraer experiencias y aprendizajes útiles para la definición de prioridades, tareas y metas que contribuyan a la promoción de la bioeconomía en el Norte argentino. La meta explícita de las páginas que siguen no es abrir nuevos derroteros teóricos ni verificar hipótesis, sino trazar un mapa de opciones disponibles sobre políticas impulsadas a nivel nacional y regional.

Como herramienta metodológica, el *benchmarking* constituye un proceso de aprendizaje continuo (a largo plazo) que debe ser realizado de manera sistemática para identificar y analizar las prácticas y los métodos de otros actores nacionales y/o internacionales (Spendolini, 1992). Si bien el método surge de la búsqueda de eficiencia en la esfera privada a mediados de los años sesenta (caso Kodak), herramientas similares han sido utilizadas para la definición de estrategias estatales desde fines del siglo XIX.<sup>1</sup>

La ponderación del *benchmarking* dentro de la práctica política radica, fundamentalmente, en el fracaso de los argumentos teóricos para resolver problemas reales que, por un lado, se basan en asertos y mensajes generales que no pueden comprobarse en la práctica y, por el otro, que no consideran los contextos históricos, culturales, económicos y sociales específicos (Cleary, 2006). Por lo tanto, el denominado *benchmarking* político (Fagerberg, 2001) se articula con un nuevo estilo de hacer política, a través del cual se observan y comparan los procesos de decisión considerados de alto impacto, ponderando el aprendizaje de manera tal que facilite la innovación e institucionalización de prácticas determinadas. En función de ello, un *benchmarking* político debe exceder los aspectos formales de las políticas para comparar el diseño, el producto y los actores detrás de cada una, enfatizando los procesos históricos y los conflictos de interés que condujeron a dicho resultado.

---

\* Elaborado por Diego Taraborrelli (INTA) y Silvina Papagno (INTA).

<sup>1</sup> Caso emblemático en este sentido ha sido, el envío de delegados japoneses a occidente para observar, aprender y sentar las bases de un Estado moderno en Japón.

Como andamiaje metodológico para el *benchmarking* de políticas de bioeconomía se considera esencial integrar y articular los aportes de la política comparada con los estudios de políticas públicas, como espacio interdisciplinario que estructure las dimensiones cultural, social, política y económica. Asimismo, ante la propuesta de integrar aportes de distintas disciplinas, el planteo metodológico no pierde de vista las diferencias existentes entre la comparación de políticas públicas, como ejercicio heurístico, y la comparación propuesta desde un estudio de este tipo, siendo que incorpora en su propia práctica el ejercicio de aprendizaje para el proceso de formulación e implementación de las políticas. Por lo tanto, en términos metodológicos, no solo se trata de realizar observaciones de buenas prácticas, sino que se busca hilar más fino para estudiar las experiencias de otros países sobre cuestiones específicas, con el fin de trasladarlas *mutatis mutandis* al Norte argentino, considerando las propias características multidimensionales identificadas en el diagnóstico regional (garantizando mayores niveles de gobernabilidad y evitando cometer errores ya superados por otros en la arena política).

El estudio se estructura del siguiente modo: en primer lugar, se presentan unas breves notas conceptuales, posteriormente se ofrece una síntesis de las iniciativas políticas sobre bioeconomía en todo el mundo y, finalmente, se elaboran unas breves reflexiones.

## 2.2. Diferentes visiones

Desde hace casi una década la bioeconomía se ha consolidado dentro de la taxonomía de los nuevos discursos que toman al desarrollo sustentable como punto de partida. Según quien la utilice y bajo qué contexto lo haga, la misma estará haciendo referencia a ciertos aspectos más que a otros. Como es esperable, cada definición es tentativa en función de las particularidades productivas de cada región/país/sector y de la propia evolución que ha evidenciado la aplicación de procesos biológicos a los ámbitos industriales. En ese marco Bugge *et al.* (2016), a través de un análisis bibliométrico y la revisión de literatura académica, agrupan la polisemia de la bioeconomía en torno de tres tipos ideales.

La visión biotecnológica que enfatiza la importancia de la investigación biotecnológica y su aplicación y comercialización en diferentes sectores. Desde allí el objetivo principal en esta visión se orienta al crecimiento económico y la creación de empleo, cuya priorización se realiza por sobre la sustentabilidad y el cambio climático. En esa línea, los efectos colaterales de la biotecnología son por lo general, ignorados. Dado que prioriza el campo científico como clave del desarrollo, esta visión propone una mirada geo-espacial de alcance global, donde se desarrollen vínculos entre grandes firmas biotecnológicas, pequeñas firmas y capitales de riesgo.

La visión de los biorecursos pone el foco sobre el equilibrio entre la sustentabilidad medioambiental y el crecimiento económico. En esta línea la investigación, el desarrollo y la experimentación de las materias primas de sectores como la agricultura, forestal y bioenergía (así como en nuevas cadenas de valor), se articula con el procesamiento y la producción de nuevos productos. Mientras que la visión biotecnológica parte de las

aplicaciones potenciales de la ciencia, la visión de los biorecursos enfatiza los aspectos potenciales del upgrading y la conversión de materiales de base biológica. Así entendida, la bioeconomía emerge como un nuevo paradigma tecno-productivo y como motor presumible de una nueva revolución industrial (en términos neoschumpeterianos). En las líneas de argumentación asociadas a esta acepción, ocupan un lugar destacado disciplinas y actividades como la ingeniería genética, el secuenciamiento de ADN, la manipulación de biomoléculas, la biotecnología, la transgénesis, empresas de base tecnológica, capitales de riesgo y patentes, entre otras. Esta ha sido la acepción de bioeconomía que se ha vuelto hegemónica en los últimos años y constituye el corpus semántico y conceptual de la mayoría de los documentos públicos y de los consultores que promueven este enfoque, deudores de informes redactados por organismos como el USDA, la UE y la OECD.

La visión bioecológica es la que subraya la importancia de los procesos ecológicos para optimizar el uso de energía y nutrientes, promover la biodiversidad y evitar el monocultivo y la degradación del suelo. Esta visión parte de los lineamientos originales de Georgescu-Roegen (Carpintero, 2006), en muchos aspectos se articula con la economía ecológica y política. Mientras que las dos visiones anteriores se enfocan en la tecnología, ésta enfatiza el potencial de la economía circular del territorio, al tiempo que integra procesos y sistemas. Si bien los adherentes a este tipo de posiciones no necesariamente son anti tecnológicos, muchos piensan que las ventajas de la tecnología son difíciles de cuestionar, pero sostienen que es imperioso reflexionar más a fondo acerca de sus aplicaciones y de sus consecuencias sobre las generaciones venideras.

En las estrategias gubernamentales del 40 % de los países analizados en el estudio “Sinopsis de las estrategias nacionales alrededor del mundo”, elaborado por el Consejo alemán de Biotecnología (2015), se observa que alguna de estas tres definiciones de bioeconomía ha sido utilizada. Asimismo, solo un tercio de dichos documentos integran una definición explícita de bioeconomía que, en líneas generales, son cercanas a las visiones biotecnológicas o de biorecursos expuestas. Esto señala que la bioeconomía difiere tanto en los objetivos como en las direcciones definidas, donde las características económico-productivas se tornan preponderantes.

Asimismo, más allá de la discusión conceptual y normativa sobre la bioeconomía, los análisis sobre este tema adolecen de la ausencia de datos empíricos que muestren qué combinación de herramientas de política pública ha sido exitosa en la implantación de una transición bioeconómica de manera transversal y comprehensiva con los modelos de desarrollo nacionales (FAO, 2018).

En este estudio de *benchmarking* se considera como estrategias de bioeconomía, a las iniciativas públicas relacionadas con este enfoque, el crecimiento verde, la economía biobasada y las bioindustrias. El agrupamiento responde a los fines argumentales del estudio y considera de manera similar el alcance y los criterios de cada iniciativa.

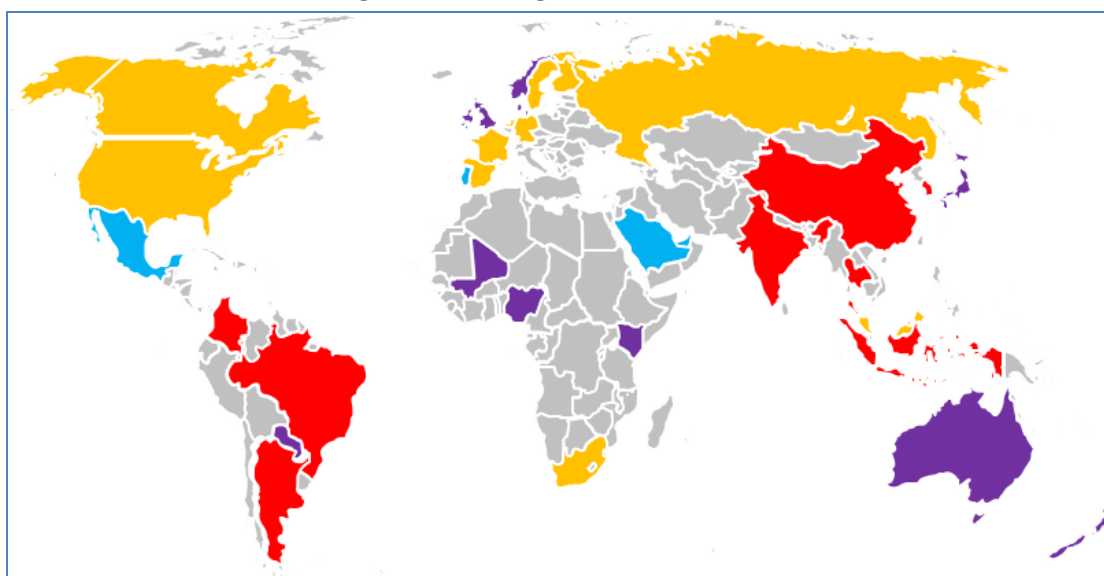
A continuación, se presentan, de manera general, los programas implementados a nivel internacional, recopilados y sistematizados en base a información secundaria.

### 2.3. Iniciativas globales

En la última década la bioeconomía emergió como un componente vital de la economía política, a través de la cual se promueve el crecimiento económico y la innovación tecnológica, la sustentabilidad ecológica y la inclusión social.

La Figura 1 identifica las iniciativas públicas en bioeconomía. En amarillo se señala a los países con estrategias nacionales, en rojo los países con planes nacionales e iniciativas a futuro en el tema, en azul los países que promueven planes o estrategias de investigación e innovación que abordan temáticas afines a la bioeconomía. Por último, en violeta, se observan los países con programas sectoriales en biotecnología, bioenergía y/o biomasa.

**Figura 1. Estrategias de bioeconomía**



*Fuente:* Elaboración propia en base a Bisang y Anlló, 2016.

Se han relevado 33 países de cinco continentes, de los cuales se identificaron 68 políticas públicas (entre planes, programas y proyectos). Si bien inicialmente la revisión se orientó a la identificación de políticas de alcance regional-sub-nacional, ha sido notorio que el 95 % de las políticas parten de instancias nacionales, integrando estrategias de cambio estructural. Las estrategias de bioeconomía han sido adoptadas tanto por países de altos ingresos con un importante desarrollo de sectores industriales y tecnológicos (pero con poca disponibilidad de biomasa); como por un significativo número de países de ingreso bajo y medio que ven este enfoque como una estrategia para alcanzar los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). En ese sentido, en los países de ingreso bajo, pero con amplia disponibilidad de biomasa y/o sectores primarios bien desarrollados, la bioeconomía es considerada la dovela central de los procesos de industrialización y desarrollo económico inclusivo (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Prioridades de la bioeconomía en función de la disponibilidad de biomasa**

Países con amplia disponibilidad de biomasa y/o sectores primarios desarrollados	Países con disponibilidad de biomasa limitada
-Desarrollo económico e industrialización. -Objetivos económicos, sociales y ambientales. -Agregado de valor y generación de excedentes agrícolas. -Manufacturas bio-basadas.	-Bioquímica y bio-farmacia. -Logística y nuevos modelos de negocio. -Sistemas y materiales de alta tecnología. -Industrias creativas e innovadoras.

Fuente: Basado en FAO, 2018.

En general, las iniciativas analizadas se enfocan en tres áreas claves: i. la promoción de políticas de innovación que incorporen valor a las redes de productos basados en lo “Bio” y que minimicen la generación de desechos; ii. el establecimiento de buena gobernanza que reduzcan los conflictos entre las consignas sociales y los intereses privados en el uso de los recursos; y, iii. el avance y fortalecimiento del diálogo y la cooperación internacional.

En el Cuadro 2 se sintetizan algunas de las estrategias de bioeconomía y las políticas adoptadas por distintos países.

**Cuadro 2. Estrategias de bioeconomía por países**

	Nombre de la política	Objetivo principal	Actor principal	Área estratégica
<b>Argentina</b>	Programa de Fomento de la Bioeconomía (Res. 58/18 Minagri)	Incrementar la producción de bioenergía	Mincyt – Minagro y Ministerio de Energía	Agregado de valor y mitigación del cambio climático
<b>Australia</b>	Building a Bioeconomy in South Australia 2011-2015	Utilización de experiencia local en ciencias biológicas para el desarrollo de nuevos mercados	Sector privado	Estrategias de innovación
<b>Brasil</b>	Política de desarrollo de la biotecnología 2007-2012	Promover el ambiente para la innovación biotecnológica	Comité Nacional de Biotecnología	Innovaciones en salud, agro e industria para el incremento de las exportaciones
<b>Corea del Sur</b>	Low Carbon, Green Growth Strategy (2008)	Desarrollo de innovaciones y tecnologías verdes	Ministerio de Ciencia, TIC y planificación futura	Bioenergía, biotecnología, materiales biobasados y químicos

<b>España</b>	Estrategia Española de Bioeconomía. Horizonte 2030	Mejorar la competitividad y sustentabilidad de empresas españolas	Ministerio de Economía/ Ministerio de Agricultura/Ministerio de Medio Ambiente	Sostenibilidad social y ambiental y en la innovación tecnológica
<b>Finlandia</b>	The Finnish Bioeconomy Strategy - Sustainable growth from bioeconomy	Crecimiento económico sustentable	Ministerio de Empleo y de Economía	Industria forestal/Industria biotecnológica
<b>India</b>	Biotechnology Development and Innovation Strategy (2007)	Modernización del Sistema de Innovación Nacional - SIN	Ministerio de Ciencia y Tecnología	Amplio espectro de aplicaciones biotecnológicas
<b>Sudáfrica</b>	South Africa Bioeconomy Strategy (2013)	Promoción de la transición hacia la bioeconomía	Departamento de Ciencia y Tecnología y otros	Departamentos de Comercio e Industria, Salud, Agricultura, Forestal y Pesca
<b>Uruguay</b>	Uruguay Agro Inteligente 2010 – 2015	Intensificación productiva con sostenibilidad	Ministerio de Agricultura	Desarrollo rural, competitividad, adaptación y mitigación del cambio climático
<b>USA</b>	National Bioeconomy Blueprint (2012)	Fortalecer la investigación en biociencias	Casa Blanca	Desarrollo de bioproductos y biomateriales

En 2012 el Consejo de la Unión Europea (UE) presentó una estrategia para orientar su economía hacia un uso mayor y más sostenible de los recursos renovables. La estrategia de la UE, firmada en Bruselas en febrero del 2012, fue titulada “La innovación al servicio del crecimiento sostenible: una bioeconomía para Europa”. La estrategia se basó en tres cuestiones fundamentales: el desarrollo tecnológico, la cooperación internacional y el mercado. En dicho marco se incentivó que los Estados nacionales de la Unión desarrollen y adopten estrategias propias, en torno de tres áreas de acción fundamentales (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Áreas de acción fundamentales según la UE**

La inversión en investigación para la creación de nuevas tecnologías y procesos para la bioeconomía	El estímulo para una cooperación más estrecha entre los tomadores de decisiones y las partes interesadas	El fomento de los mercados y la competitividad en los sectores de la bioeconomía
---	--	--



La UE tomó el concepto de la “economía circular” desarrollado por *think thanks* constituidos por académicos e industriales y, en 2015, la Comisión Europea lanzó la meta y el Plan de la “Unión Europea para la Economía Circular” (UE, 2015). El Plan incluye un conjunto de normas para los procesos industriales y, especialmente, para el tratamiento de residuos. Desde entonces, los conceptos de bioeconomía y de “economía circular” comienzan a visualizarse como complementarios e inter-relacionados. Desde ese marco, la idea general que postula la UE señala que, aunque los combustibles fósiles hayan sido el motor que permitió el desarrollo de la economía moderna durante los dos últimos siglos, ha llegado el momento de “...enterrar la era de los combustibles fósiles porque son el origen de graves problemas climáticos, medioambientales y de la humanidad en su conjunto...”.

En la práctica y con el objetivo de aprovechar al máximo el potencial de la bioeconomía en Europa se promueve la utilización de tecnologías innovadoras para transformar los residuos biológicos en productos ecológicos. Alrededor de un total de 40 proyectos aprobados en torno a “Horizon 2020” y de la convocatoria “Bio-Based Industries Joint Technology Initiative” se identificaron que aportan a la economía circular y la bioeconomía, con un total de inversión de la UE de €157 millones, representando un 38 % del presupuesto de la UE para todo el “Horizon 2020 Societal Challenge 2” y el “BBI projects” en el período 2014-2016. El informe de revisión de la estrategia europea (EC, 2017), sostiene que uno de los aportes más significativos de todas las iniciativas vinculadas a la bioeconomía en la UE ha sido la contribución al desarrollo de clústers y de redes de clústers para integrar biorrefinerías a través de los diferentes países, apoyando el desarrollo de cadenas de suministro y de logística para un uso en “cascada” de los recursos y de los residuos de la biomasa (EC, 2017).

A diferencia de la UE, donde las iniciativas nacionales de bioeconomía se establecieron en diálogo con la OECD, en el resto del mundo las políticas correspondieron a estrategias impulsadas desde los gobiernos nacionales, en algunos casos con pretensiones de proyección supranacional-regional. En América Latina y el Caribe (ALC), la bioeconomía ha ganado importancia durante la última década como marco de referencia para el diseño e implementación de políticas de desarrollo productivo e innovación. Sobre todo, ante la necesidad de transitar a formas de producción en las que se minimice la generación de desechos y el uso de combustibles fósiles.

En el proceso de desarrollo de la bioeconomía, América Latina ocupa un lugar preponderante al ser una de las mayores reservas de biomasa a escala mundial y una gran productora de biocombustibles. Sin embargo, y a pesar de la importancia del tema en algunos países como Argentina, Brasil y Colombia, no existe en la región una visión precisa y establecida sobre la importancia y el alcance de la bioeconomía. Desde la CEPAL, a través del documento “Bioeconomía en América Latina y el Caribe: Contexto global y regional y perspectivas”, se ha señalado que la bioeconomía de ALC tiene un doble objetivo:

- i. a nivel global, la región aportará a los balances de alimentos, fibras y energía, y a los bienes públicos ambientales;
- ii. a nivel regional, es una fuente nueva de oportunidades para un crecimiento (más equitativo a través de la producción agrícola mejorada, la biomasa y la posibilidad de generación de empleo.

El análisis de bibliografía sugiere que solo Argentina, Brasil y Colombia dieron pasos en concreto para la promoción de la bioeconomía. Brasil juega un papel central a nivel regional (y global), a través de la producción y transformación en gran escala de la biomasa en combustibles (biodiésel y bioetanol). Las biorrefinerías brasileñas producen también, aunque en pequeños volúmenes, electricidad, bioplásticos y biopolímeros, con fuerte apoyo del Estado brasileño mediante iniciativas nacionales (Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, 2007), instituciones públicas (Comitê Nacional de Biotecnologia, CNB) y centros de investigación parcialmente dedicados al estudio de la bioeconomía (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa).

África es el continente más pobre del planeta. Su PBI representa tan solo el 2,6 % del total mundial y el 57 % de la población padece hambre (FAO, 2012). Asimismo, el continente es el líder mundial en la generación de energía a través de la quema de biomasa.<sup>2</sup> En ese sentido, y a raíz de la crisis energética de principios del siglo veintiuno, desde los programas de ayuda de los organismos internacionales se promovieron iniciativas en torno a temas centrales para el desarrollo de la agenda bioeconómica del continente (bioenergía y biotecnología). Tanto es así que, a nivel continental, se identificaron numerosos planes de eficiencia energética a través del procesamiento de la biomasa, para la generación de nuevas fuentes de energía sustentables que permitan incrementar la productividad de ciertos sectores.

A nivel de bloques regionales, la Unión Africana (fundada en 2001 y que integra a 55 países del continente) avanza con el desarrollo biotecnológico y las políticas de bioseguridad. En África del Este (Kenya, Uganda y Tanzania) se han adoptado políticas de biotecnología. Otras organizaciones no gubernamentales como USAID, SIDA o la Fundación Gates han financiado la instalación de proyectos en el área biotecnológica. En África del Sur, Sudáfrica tiene una estrategia nacional de bioeconomía. Recientemente, Namibia también la incorporó a sus estrategias de investigación. África del norte (Egipto) está avanzada en términos de investigación sobre el área de las biociencias y la biotecnología. La Comunidad Económica de África Occidental (quince países entre los que se encuentran Nigeria, Senegal y Costa de Marfil) promociona el desarrollo de bioenergía utilizando la *Jatropha*, un arbusto que no compite directamente con los alimentos cuyo fruto contiene aceites y otros subproductos para conseguir energía renovable. Del mismo modo, esta alternativa ha sido incorporada por Nigeria, Mali y Senegal en las estrategias

---

<sup>2</sup> Se realiza de manera ineficiente, a través de la quema de residuos naturales (madera, semillas o estiércol). Por ejemplo, del total de la energía consumida de Uganda, el 95 % proviene de la biomasa, porcentaje muy elevado también se muestra en Burundi (94 %), Somalia (87 %), Etiopía (86 %) y Sudán (84 %) (Banco Mundial, 2013).

de reconversión de su matriz energética hacia los biocombustibles (Gumartini, 2009; German Bioeconomy Council, 2015).

En Asia, al igual que en los países africanos, la biomasa en forma de madera y residuos agropecuarios es la forma más común para la generación de energía, cocinar y calefaccionar. De manera similar, la mayoría de países dentro de estos bloques se encuentran en zonas rurales. La institucionalidad de la bioeconomía se relaciona directamente con las características de la matriz económica. En ese sentido, el heterogéneo grado de industrialización entre los países del bloque, se refleja en el tipo de iniciativa promovida. La mayoría de los países fomenta fuertemente el desarrollo de la biotecnología. En Malasia, Corea del Sur, India, Japón y China hay políticas de innovación relacionadas con la bioeconomía, la biotecnología y la bioindustria. En el caso de India, aparece directamente relacionada con la industria farmacéutica, pero en Japón y China se relacionaría más a los procesos productivos (German Bioeconomy Council, 2015).

En contraste, Australia y Nueva Zelanda se concentran en el crecimiento económico y la agregación de valor en sus industrias primarias. Tanto es así que la mayoría de las iniciativas se orientan a conducir la mejora de la eficiencia y competitividad del sector privado. Por último, Indonesia se concentra en las cadenas agrícolas con el propósito de repensar su matriz energética.

Se observa que las tres acepciones de bioeconomía referidas inicialmente han aparecido en la mayoría de los casos relevados articuladas directamente con la noción biotecnológica. Independientemente de la formulación taxativa (o no) del concepto de bioeconomía, el total de las iniciativas políticas pone el foco en el desarrollo, el agregado de valor y la mejora de la competitividad en la matriz económica nacional, respecto de las siguientes áreas: bioenergía, conservación y mitigación del cambio climático, mejora de las capacidades en I+D, desarrollo de energía y biomateriales a partir de biomasa y potenciación de la biotecnología agrícola.

El relevamiento permite apreciar que, en la práctica, los objetivos principales de las políticas y programas nacionales de los países en desarrollo se concentran en la aceleración del crecimiento económico y la disminución de la pobreza, donde las metas ambientales si bien están formalmente mencionadas, en la práctica suelen ser postergadas, pese a las sugerencias y recomendaciones de los Organismos Multilaterales (Quiliconi y Peixoto, 2014). Ello permite enfatizar que, al momento de analizar las políticas de promoción de la bioeconomía, se debe discernir entre las metas de aquellas iniciativas implementadas por los países desarrollados de la OECD, Japón y América del Norte -donde el crecimiento económico ha logrado elevados estándares y la desigualdad social no es una cuestión prioritaria de la agenda- con las de los países en desarrollo, donde las prioridades políticas se ven atravesadas por la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria.

#### 2.4. Reflexiones finales: lecciones aprendidas y desafíos

El ejercicio realizado sirve para identificar someras similitudes y diferencias de las políticas en bioeconomía de países que, *prima facie* no tienen mucho en común. Por un lado, presentan trayectorias históricas distintas, que terminan por definir las particularidades de la bioeconomía dentro de sus estilos particulares de desarrollo. Por el otro, deja traslucir diferencias en las matrices económicas y la profundidad de los cambios estructurales en sus esquemas institucionales y sus sistemas científico-tecnológicos. Desde allí es posible inferir que algunas políticas se han diseñado sin tener en cuenta las limitaciones locales (y los tiempos lógicos), incrementando las dificultades de su implementación (i.e. llegada de Inversión Extranjera Directa-IED en Malasia).

Tal como fuera señalado, hay diversos planes y políticas relacionados con la bioeconomía, pero con resultados escasos en materia de investigación y bajo impacto económico. Se verifica la falta de conexión entre los planes y las políticas con los actores en los cuales recae el desarrollo de las acciones que hacen viable su ejecución. Este punto tiene sus matices según cada caso. En Alemania las principales barreras identificadas se vinculan a la dilación en los tiempos de la transferencia de tecnología, en general por fallas de la articulación inter y transdisciplinar del sistema nacional. En los otros casos, aparecen cuestiones relacionadas a la carencia de inversión privada, la falta de continuidad intergubernamental, la escasez de capacidades científicas, etc. Asimismo, es válido resaltar los instrumentos y las acciones implementados por los países en desarrollo, como es la promoción de inversiones privadas a través de agencias del Estado y las empresas públicas.

La existencia de un marco institucional es un punto a favor, pero la variedad de entidades relacionadas con el tema genera conflictos por concurrencia de funciones y liderazgos. En ese sentido, incluso en el caso líder alemán, se busca mejorar el mecanismo de especialización de roles, tanto de las entidades públicas como de las organizaciones que pueden aportar al desarrollo de la bioeconomía. Alemania cuenta con centros de investigación públicos y privados distribuidos de manera homogénea a lo largo y ancho del territorio nacional, a diferencia de muchos países en desarrollo, cuyas capacidades de CTI se ubican en sus ciudades primates, dificultando la articulación territorial de las instituciones.

Las experiencias analizadas señalan que la investigación por sí misma no es suficiente para el desarrollo de la bioeconomía. Es necesario que haya una efectiva aplicación de la investigación científica a los sistemas de producción. Allí el Estado es la principal fuente de financiamiento, tanto en los países desarrollados como en aquellos que aun transitan la senda del desarrollo:

- En Malasia, entre 2016 y 2020, el Bioeconomy Transformation Programme (BTP) garantiza una inversión total y acumulativa de 18.2 billones de RM (4.500 millones de dólares).

- En Colombia, la inversión pública estuvo destinada a la promoción y generación de capacidades y marcos institucionales, no solo de las entidades gubernamentales sino también en los sectores financiero, científico y de la sociedad civil. Ejemplo es el incremento de los presupuestos de CTI.
- A nivel presupuestario entre 2010 y 2017, el Gobierno Federal de Alemania invirtió alrededor de 2.400 millones de euros en I+D para el desarrollo de la bioeconomía. Según el Consejo Alemán de Bioeconomía, la estrategia debería promover una mayor participación de los usuarios, de las instituciones financieras y los grupos sociales a fin de apoyar la transición a una economía biobasada.

La diferencia central radica que en los países desarrollados el sector privado industrial invierte en aplicaciones relacionadas a la bioeconomía con aportes propios, en tanto que en los países en desarrollo los bajos incentivos que se registran para la creación de empresas constituyen una de las principales dificultades para la consolidación de este enfoque.

Pensando en el caso alemán, hay dos argumentos principales que explican el desarrollo de la bioeconomía. El primero es de carácter económico y radica en el potente núcleo de empresas multinacionales en los sectores químico, farmacéutico, de energía alternativa y mejoramiento vegetal. Dichas empresas realizan desarrollos científicos básicos en sus laboratorios centrales, que posteriormente comercializan en países con menores capacidades científicas, pero con mayores recursos naturales como Malasia, Colombia y Argentina. Del mismo modo, Alemania se presenta a nivel internacional como un semillero de empresas de base tecnológica, provenientes del elaborado ecosistema de innovación (con mecanismos financieros claros y cercanos para los emprendedores).

El segundo argumento es de carácter político y gira en torno a la posición de Alemania en la jerarquía internacional dentro del sistema mundial, desde donde define los objetivos bio-económicos como parte de su estrategia de inserción global: existe un fuerte incentivo por parte de diferentes áreas de política tecnológica, industrial y energética, clima y medioambiente e investigación y desarrollo. Para el caso de los países en desarrollo, los objetivos nacionales apuntan a realizar un upgrading tecnológico y lograr cierta convergencia económica a través de la agregación de valor de sus productos primarios.

Ambos argumentos permiten concluir que, si bien el esquema y los tiempos de promoción hacia la bioeconomía en Alemania constituyen un modelo a seguir, sus características estructurales hacen que las experiencias innovadoras no puedan ser extrapolables a los países en desarrollo. En ese sentido, se considera que las experiencias normativas e institucionales de los países en desarrollo, analizadas en este estudio de *benchmarking*, se ubican como las mejores fuentes de aprendizaje para la extracción de experiencias y aprendizajes concretos para la promoción y desarrollo de la bioeconomía argentina.

En ese marco, pensar el desarrollo de la Región Norte frente a las experiencias exploradas de los países emergentes y desarrollados implica tener en consideración las asimetrías regionales y los desequilibrios o divergencias existentes entre sus pilares fundamentales (crecimiento económico, medioambiente e inclusión social):

- El crecimiento económico se presenta en la región como la herramienta principal para la reducción de la pobreza y la inclusión social. Dado que las inversiones extranjeras constituyen una de las principales fuentes de ingreso de capital, al plantearse la competencia por estos recursos los países en desarrollo necesitan tratar la regulación ambiental como un bien transable.
- La promoción de políticas medioambientales tiene un impacto directo en las industrias extractivas. En este esquema, cuando se contribuye a la conservación del medio ambiente, se afecta al ingreso de divisas por IED y por exportaciones de commodities, con implicancias directas en el financiamiento de las políticas sociales.
- Mediante el recorte de las políticas redistributivas, los países de la región pueden elevar las exigencias en cuanto al tipo de IED y el respeto de los estándares ambientales, pero a costa de reducir estas políticas que para muchos gobiernos es uno de los rasgos distintivos de su gestión. Por lo analizado en los estudios de caso, este tipo de situación se torna en algunos casos políticamente inviable y no recomendable.

El principal obstáculo para la transición bioeconómica de la Argentina gira en torno de dichos desequilibrios, que terminan resultando en una estrategia condicionada por la exportación de recursos naturales, con externalidades negativas para el medioambiente y buena parte de la sociedad, pero lo suficientemente efectiva en la captura de la liquidez necesaria para la distribución entre los sectores postergados, mediante una efectiva garantía de los derechos básicos.

En ese sentido, se considera que para superar el desequilibrado corsé hace falta un delicado esquema en el que vectores de cambio a nivel internacional como nacional se amalgamen para conformar coaliciones que apoyen a la bioeconomía como herramienta hacia un cambio estructural sustentable (Cuadro 4).

Identificar estrategias para hacer la transición hacia un estilo de desarrollo más verde e inclusivo a través de la bioeconomía, requiere hacer frente a los factores estructurales tanto a nivel nacional como internacional. En función de cómo se relacionen estos vectores irán variando las opciones de política. Asimismo, el *benchmarking* permite concluir con la consideración de algunos principios comunes:

- Ver a la bioeconomía como un medio y no como un fin en sí mismo. Las políticas de bioeconomía deberían ser consideradas un medio para asegurar el crecimiento económico con inclusión social y no como un obstáculo a los actuales patrones de desarrollo.

**Cuadro 4. Vectores de cambio para la bioeconomía**

Vectores de cambio internacional	Vectores de cambio en el nivel nacional
Profundidad y extensión de compromisos internacionales en las negociaciones de cambio climático.	Capacidad de países latinoamericanos para implementar un patrón de gestión de los recursos naturales que sea sustentable tanto en términos ambientales como socialmente inclusivos.
Grado de desarrollo de los mercados de consumidores en los países desarrollados.	Formación y consolidación de las organizaciones de la sociedad civil de la región que incluya actores económicos capaces de percibir oportunidades en la transición hacia la bioeconomía.
Grado de desarrollo y diseminación de las tecnologías verdes (¿quién controla la bioeconomía?).	Políticas de Estado para generar acuerdos público-público y público-privado que permitan el desarrollo bioindustrial y la obtención de productos con sustentabilidad ambiental.

- Fortalecer las instituciones nacionales para desarrollar instrumentos específicos de políticas sectoriales que se enraízan luego con programas comprehensivos.
- Generar mayor coordinación entre agencias de gobierno que permita la creación de un sistema de indicadores de bioeconomía confiable.
- Promover políticas de inversión en ciencia y técnica con base biológica y mecanismos de transferencia de tecnología y capacidades.
- Promover la eficiencia energética, así como el uso congruente de los recursos y la eliminación de subsidios distorsivos.
- Reconstruir el capital natural como activo económico fundamental para impedir la pérdida de diversidad biológica y de servicios de los ecosistemas que hoy no son lo suficientemente reconocidos por los acuerdos internacionales.
- Resolver problemas, como la infraestructura inadecuada, la falta de capital humano, la débil calidad institucional, la incertidumbre normativa y las barreras a la innovación que no permiten desarrollar el potencial de las nuevas tecnologías.
- Generar esquemas de medición y evaluación horizontales (modelos econométricos o variables seleccionadas) de la contribución de la bioeconomía a la economía nacional.

Es importante insistir en que no existe una única fórmula ni una combinación de políticas que conduzcan al Valhalla de la bioeconomía. Aún ningún país ha logrado recorrer dicho sendero de manera coherente y sistemática. En el mismo sentido, el estudio realizado da cuenta que, si bien existe una serie de políticas y arreglos institucionales útiles para promover la transición bio-económica, el modelo que se adopte dependerá del grado de desarrollo de la CTI, del capital humano y natural, así como del marco normativo y de política pública específico de cada país.

## Bibliografía

- Advance Queensland. (2016). *Queensland Biofutures. 10-year Roadmap and Action Plan*. Department of State Development, Queensland, Australia.
- Arujanan, M. y Singaram, M. (2017). The Biotechnology and Bioeconomy Landscape in Malaysia. *New Biotechnology* 40, Part A, 52-59. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.06.004>.
- Banco Mundial. (2013). *Colaboración público-privada puede ayudar a África a ser competitiva a nivel mundial*. Recuperado de <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/05/09/public-private-collaboration-can-make-africa-globally-competitive>.
- Betancur Giraldo, C.M. (2017). *Bioeconomía y sectores potenciales en Colombia*. Directora Biointropic. 21 de noviembre. Disponible en <http://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/comite/sesion%206/BIOECONOM%C3%8DA%20Y%20SECTORES%20POTENCIALES%20EN%20COLOMBIA%2005122017.pdf>.
- Betancur Giraldo, C.M. (2018). *Misión de Crecimiento Verde la bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia: avance del estudio*. Directora Biointropic. Bogotá, 22 de mayo. Disponible en <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/comite/Sesion%2011/Estudio%20Avance%20Bioeconomia%2022052018.pdf>.
- BioEconomy Malaysia. (2015). *Bioeconomy transformation programme: enriching the Nation, securing the future*. Annual Report.
- Bioeconomy Council. (2015). *Bioeconomy Policies (Part II) Synopsis of National strategies around the world: a report from the German Bioeconomy Council*.
- BIONTROPIC. (2018). *Estudio sobre la bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia N° 1240667 Anexo 2. Alcance del concepto de bioeconomía para Colombia*.
- BIONTROPIC. (2018). *Estudio sobre la bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia N° 1240667 Anexo 4. Análisis de estudios previos y las políticas relacionadas*.
- BIONTROPIC. (2018). *Estudio sobre la bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia N° 1240667 Anexo 5. Análisis de la biodiversidad*.
- BIONTROPIC. (2018). *Estudio sobre la bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia N° 1240667 Fase 1. Priorización de los sectores estratégicos de bioeconomía para Colombia*.
- Bisang, R. y Anlló, G. (2015). Bioeconomía, una ventana al desarrollo de América Latina. *Revista Integración & Comercio*, 19 (39), septiembre, 154-162. Recuperado de <http://www19.iadb.org/intal/icom/notas/39-24/>
- Bugge, M.; Hansen, T. y Klitkou, A. (2016). What is the bioeconomy? A review of the literature. *Sustainability*, 8 (7), 691. <https://doi.org/10.3390/su8070691>



- Bulcourn P. y Cardozo, N. (2008). ¿Por qué comparar políticas públicas? *Documentos de trabajo de política comparada* (3), octubre. Recuperado de [http://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1252898778.politica\\_comparada\\_a\\_0.pdf](http://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1252898778.politica_comparada_a_0.pdf).
- Carpintero, O. (2006). *La bioeconomía de Georgescu Roegen*. Montesinos. *sobre su aplicación en el sector público de América Latina. Sistema Regional de Información de Buenas Prácticas en América Latina*. Recuperado de [http://www.top.org.ar/textos\\_recomendados.aspx](http://www.top.org.ar/textos_recomendados.aspx).
- D'Hondt, K.; Jimenez-Sanchez, G. y Philp, J. (2015). Reconciling food and industrial needs for an asian bioeconomy: the enabling power of genomics and biotechnology. *Asian Biotechnology and Development Review*, 17 (2), 85-130.
- De Besi, M. y Mc Cormick, K. (2015). Towards a bioeconomy in Europe: national, regional and industrial strategies. *Sustainability* 7(8), 10461-10478; doi: 10.3390/su70810461. <https://doi.org/10.3390/su70810461>.
- De León, P. (1997). Una revisión del proceso de las políticas: de Lasswell a Sabatier. *Gestión y políticas públicas*, VI (1). 1er semestre, pp 5-17. <http://hdl.handle.net/11651/3184>.
- Departamento Nacional de Planeación de Colombia. (2017). *Diagnóstico de crecimiento verde: análisis macroeconómico y evaluación del potencial de crecimiento verde*. Bogotá, Colombia.
- Department of Agriculture, Fisheries and Forestry (DAFF). (2012). *Annual Report 2011-12*. Canberra, Gobierno de Australia. Recuperado de [www.daff.gov.au/about/annualreport/2011-12](http://www.daff.gov.au/about/annualreport/2011-12).
- Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible. Comité Especial Interinstitucional Comisión de Ordenamiento Territorial. (2014). *Bases para la formulación de la Política General de Ordenamiento Territorial: texto para discusión, insumo para el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*.
- Fagerberg, J. (2003). Posibilidades del "benchmarking" (análisis comparativo) como herramienta para el aprendizaje político. *The IPTS Report*, (71), febrero, 14-20. Instituto de Prospectiva Tecnológica (IPTS). Recuperado de <http://www.jrc.es/home/report/spanish/articles/vol71/TEC1S716.htm>. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/bab4a791-e54c-4740-a1ea-e6a47c8cf8>.
- FAO. (2018). *Assessing the contribution of Bioeconomy to countries's economy*. FAO, Rome.
- Federal Ministry of Education and Research; National Research Strategy. (2011). *Bioeconomy 2030*. Recuperado de [https://www.pflanzenforschung.de/files/4514/7886/1937/German\\_bioeconomy\\_Strategy\\_2030.pdf](https://www.pflanzenforschung.de/files/4514/7886/1937/German_bioeconomy_Strategy_2030.pdf).
- Federal Ministry of Food and Agriculture. (2014). *National Policy Strategy on Bioeconomy*. Recuperado de

- [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/NatPolicyStrategyBioeconomy.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/NatPolicyStrategyBioeconomy.pdf?__blob=publicationFile).
- German Bioeconomy Council. (2015). *Bioeconomy policy. Synopsis of National Strategies around the world*. Recuperado de [http://biooekonomierat.de/en/publications/?tx\\_rsmpublications\\_pi1%5B%40widget\\_0%5D%5BcurrentPage%5D=2&cHash=f9e4c3c687ffa13b6f9d1f368a56536f](http://biooekonomierat.de/en/publications/?tx_rsmpublications_pi1%5B%40widget_0%5D%5BcurrentPage%5D=2&cHash=f9e4c3c687ffa13b6f9d1f368a56536f)
- Gumartini, T. (2009). Biomass Energy in The Asia-Pacific Region: current status, trends and future setting. *Asia-Pacific Forestry Sector Outlook Study II. APFSOS II/WP/2009/26*. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-am621e.pdf>.
- Henry, G. (2017). El enfoque de la bioeconomía como visión de desarrollo: una oportunidad para Colombia y el sector palmero. *Revista Palmas*. Bogotá (Colombia), 38(3) 70 - 75, julio - septiembre.
- Henry, G.; Hodson, E.; Aramendis, R.; Trigo, E. y Rankin, S. (2017). *La bioeconomía: motor de desarrollo integral para Colombia*. Cali: CIAT. Recuperado de [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/90548/La\\_bioeconom%C3%ADa\\_motor\\_de\\_desarrollo\\_integral\\_para\\_Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/90548/La_bioeconom%C3%ADa_motor_de_desarrollo_integral_para_Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Henry, G.; Pahun, J. y Trigo, E. (2014). La Bioeconomía en América Latina: oportunidades de desarrollo e implicaciones de política e investigación. *FACES*, 20(42-43), 125-141.
- Kamal, N. y Dir, Z. (2015). Accelerating the growth of Bioeconomy in Malaysia. *Journal of Commercial Biotechnology*, 21(2), 43-56. <https://doi.org/10.5912/jcb686>.
- Kozel, A. y Taraborrelli, D. (2018). *Los nuevos discursos sobre el desarrollo y los futuros en América Latina*. Mimeo.
- Lee, D. H. (2016). Bio-based economies in Asia: Economic analysis of development of bio-based industry in China, India, Japan, Korea, Malaysia and Taiwan. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(7), 4333–4346. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.10.048>.
- Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial*. (2011). Colombia.
- McKay, J. (2004). Water institutional reforms in Australia. *Water Policy* 7, 35-52. <https://d3pcsg2wj9izr.cloudfront.net/files/5302/articles/9969/WaterinstitutionalreformsinAustralia.pdf>.
- Mena, M. (2001). Southeast Asia: gearing up for the Bio-Economy Wave. *Frost & Sullivan Market Insight*, October.
- OECD. (2009). *The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda*. International Futures Programme. París: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264056886-en.OECD>.
- OECD. (2009). *The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda*. Recuperado de <http://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/thebioeconomyto2030designingapolicyagenda.htm>.

- Quiliconi, C. y Peixoto, J. (2014). *Los desafíos del crecimiento sustentable con inclusión en América Latina*. Buenos Aires: Teseo, LATN, IDRC.
- Rodríguez, A. (2015). La bioeconomía: oportunidades y desafíos para el desarrollo rural, agrícola y agroindustrial en América Latina y el Caribe. *Boletín FAO-IICA-CEPAL*. Recuperado de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Rodríguez, A.; Mondaini, A.; Hitschfeld, M. (2017). Bioeconomía en América Latina y el Caribe. Contexto global y regional y perspectivas. *Serie desarrollo productivo* 215, noviembre. CEPAL.
- Rojas, S.; Suárez Uribe, R.; Castellanos, O. y Stalin Rojas, J. (2001). Desarrollo conceptual del *benchmarking* y consideraciones de aplicación práctica - Caso: empresas con procesos biotecnológicos. *Innovar: Revista de ciencias administrativas y sociales*, (17), 98-108.
- Sanders, O.; Goesch, T. y Hughes, N. (2010). Adaptación a la escasez del agua. *Issues Insights*, 10.5. Departamento de Agricultura, Pesca y Silvicultura.
- Schedler, A. (2004). La relevancia pública de la política comparada. *Postdata* 10.
- Spendolini, M. J. (1992). The *Benchmarking* Process. *Compensation & Benefits Review: The Journal of Total Compensation Strategies*, 24(5), 21.
- Spendolini, M.; Fridel, D. y Workman, J. (1999). *Benchmarking: devising best practices from others*. *Graphic arts monthly*, 71(10), 58–62.
- Staffas, L.; Gustavsson, M. y McCormick, K. (2013). Strategies and Policies for the Bioeconomy and Bio-Based Economy: an analysis of official national approaches. *Sustainability*, 5.
- Studer I. (2014). Casos de éxito de economía verde en países desarrollados: lecciones para América Latina. En C. Quiliconi y J. Peixoto. (comps.). *Los desafíos del crecimiento sustentable con inclusión en América Latina*. Buenos Aires: Teseo, LATN, IDRC.
- Rodríguez, A.G. (2017). *The bioeconomy in Latin America and the Caribbean from a WEF Nexus perspective*. Agricultural Development Unit/DPPM. Presentación. Green Latin America, Rio de Janeiro.
- UE. (2012). *La innovación al servicio del crecimiento sostenible: una bioeconomía para Europa*. Bruselas. Recuperado de <http://sostenibilidadyprogreso.org/files/entradas/la-innovacion-al-servicio-del-crecimiento-sostenible-una-bioeconomia-para-europa.pdf>.
- UE. (2014). *Horizon 2020*. Recuperado de <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/>
- UE. (2015). *Hacia una economía circular*. Bruselas. Recuperado de [https://ec.europa.eu/commission/priorities/jobs-growth-and-investment/towards-circular-economy\\_es#documents](https://ec.europa.eu/commission/priorities/jobs-growth-and-investment/towards-circular-economy_es#documents).

### **3. Marco conceptual\***

La bioeconomía como enfoque y la industrialización biológica como proceso deberán ser instrumentos del desarrollo. Este estudio construye su marco conceptual a la luz de este mandato, cruzando transversalmente elementos de las visiones analizadas e ideas-fuerza elaboradas por el proyecto en ejecución, bajo el ideario de una concepción económica, social, ambiental y político-institucional de la ciencia, tecnología e innovación.

La bioeconomía abarca la producción y transformación de los recursos biológicos renovables. Incluye los procesos tecnológicos, productivos, de transformación y también las cadenas de valor que se integran en la industrialización biológica. Comprende la interacción con los factores económicos, sociales, ambientales y político-institucionales, convergiendo en un territorio con dinámica presente y visión futura. En este caso el objeto de estudio es la bioeconomía del Norte argentino que comprende las provincias de Salta, Jujuy, Catamarca, La Rioja, Tucumán y Santiago del Estero (Región Noroeste – NOA) y, Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones (Región Noreste – NEA).

El foco es puesto en el potencial de la base biológica y las capacidades de investigación, desarrollo e innovación vinculadas a la bioeconomía, capaces de impulsar el desarrollo del Norte argentino. La atención se centra en la producción sustentable de alimentos y bebidas, como también, en la transformación de diferentes tipos de biomasa a través del desarrollo de biorrefinerías para la producción de bioenergía y bioproductos, incluyendo los bioinsumos utilizados en las diferentes fases de transformación.

#### **3.1. Los ejes estructurantes**

El pleno desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino requiere tomar en consideración aspectos que la relacionan con el desarrollo nacional, las limitantes estructurales al desarrollo regional y las implicancias de la actual expansión de la frontera agrícola.

##### **La estrategia de desarrollo nacional**

El desarrollo implica crecimiento sustentable con inclusión social y distribución del ingreso que posibilite consolidar condiciones básicas, calidad y nivel de vida de la sociedad en un marco de justicia social y gobernabilidad democrática. A esto se refiere la cohesión social y territorial que es condición esencial para compartir un proyecto de desarrollo nacional de largo plazo. A su vez, la integración regional (supranacional) debería servir para potenciar la inserción del proyecto nacional en el proceso de globalización tecnológica y reordenamiento geopolítico en marcha a nivel mundial.

En la Argentina la búsqueda del desarrollo se tradujo en un camino dificultoso, de marchas y contramarchas, debido a la alternancia de visiones que plantearon disímiles estrategias de transformación productiva asociadas, en particular, al debate sobre la industrialización en el desarrollo nacional, jugando un rol central la controversia campo-

---

\* Elaborado por Roberto Bocchetto (INTA).

industria. Por el contrario, se necesita la convergencia campo e industria a través de una estrategia unificada de transformación de la base productiva renovable.

El desarrollo del país requiere fortalecer la industria<sup>3</sup> como motor de la innovación y del cambio estructural. En esa estrategia la bioindustria deberá constituir un componente central de la política industrial (Schteingart y Coatz, 2015).

El cambio estructural es un proceso dinámico que implica la transformación de la matriz productiva incorporando las ventajas competitivas dinámicas con sostenibilidad ambiental, la generación de empleo de calidad y la redistribución de la riqueza/ingreso que viabilizan la inclusión y equidad social dentro de un equilibrio en el desarrollo interregional del país. Implica la construcción de institucionalidad y un Estado activo e instituyente que implementa políticas en el orden geo-político, macroeconómico, tecno-productivo, ambiental y social para alcanzar esas metas de desarrollo.

En ese marco, el país debe contar con una bioindustria integrada desde el punto de vista productivo, social y territorial. Será el fundamento para afrontar la transformación de la estructura productiva y la innovación tecnológica/institucional explorando y poniendo en uso las potencialidades de la base biológica regional con fuerte impacto en el agregado de valor como eje de sustentación del desarrollo nacional.

#### *Las restricciones estructurales del desarrollo regional*

La estructura de la producción agraria/agroindustrial por regiones está directamente relacionada con la distribución de los recursos naturales en el país y su aptitud para el uso agrícola y ganadero, como así también, con las condiciones de productividad y estructura de costos. En estrecha interrelación con estos factores productivos se generó históricamente un desarrollo social y espacial que define el mapa de desigualdades regionales, con epicentro en el Norte argentino.

La carencia de estrategias que hicieran viable y sustentable el uso de la dotación de recursos naturales extra-pampeanos unido a la mayor distancia a los puertos estableció patrones desiguales de desarrollo. Estos estándares se fueron agravando en el tiempo, con la ausencia -salvo en algunos períodos - de políticas de promoción e inversión en infraestructura y logística, en particular, el transporte, que compensaran los mayores costos y dieran lugar a procesos de desarrollo económico y social. Muestra de este desequilibrio es que el 73 % del valor agregado de la agroindustria argentina se genera en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y Entre Ríos.

A diferencia de lo que sucede en economías maduras con mayor grado de desarrollo, la estructura productiva argentina y en particular la extra-pampeana aún padece

---

<sup>3</sup> El desarrollo del país requiere construir una política de Estado para la industria. Esta política implica decisiones que definan una trayectoria de largo plazo coherente con la transformación de las ventajas comparativas, promoviendo saltos cualitativos que impliquen desafiar estas ventajas y buscar nuevos senderos que deberán ser sustentados por las políticas de gobierno. Hay que explorar la adopción de nuevos procesos y actividades con un mayor nivel de transformación para crear ventajas competitivas dinámicas.

considerables niveles de desarticulación entre sectores, cadenas de valor y presencia de conglomerados productivos aislados que, mostrando aún altos niveles de innovación, no han podido articularse y complementarse a través de una densa red de encadenamientos productivos debido a la carencia de infraestructura y logística.

Por tanto, un elemento clave en la industrialización del Norte argentino es el sistema de conectividad condicionado por la infraestructura que consolidó el modelo de inserción del país en el contexto internacional, especialmente a partir de su rol como proveedor de bienes primarios agropecuarios y energéticos. La Argentina tiene un déficit muy significativo de infraestructura básica ligada a la actividad productiva, comparado con otros países competidores.

La viabilidad del desarrollo bioindustrial reside fundamentalmente en la disponibilidad de infraestructura y logística que facilite el acceso amplio y la explotación sustentable de su base biológica buscando reequilibrar las oportunidades de inversión, producción, generación de empleo y niveles de calidad de vida en el ámbito regional. De ahí la importancia de planes y programas dirigidos al Norte Grande que contribuyan a modificar el patrón asimétrico de acumulación regional (García Delgado y Cao, 2015).

#### *La expansión de la frontera agrícola*

A finales de la década de 1990, la estructura productiva del Norte argentino basada en el aporte de los complejos agroindustriales, la producción de pequeña escala (minifundista, campesina, indígena) y la empresa forestal del Nordeste, redefinió su tradicional composición tras el auge de la soja. Esta transformación productiva transfirió a un importante segmento de la agricultura regional el dinamismo del agronegocio pampeano. De esta forma, se profundizó la tendencia a la agriculturización, acompañada también por el aumento de la ganadería bovina, traducida tanto en términos horizontales (ampliación de la frontera agropecuaria) como en sentido vertical (intensificación agrícola e integración de eslabones agroindustriales), generando un importante salto cuantitativo y cualitativo de la producción agroindustrial.

Este proceso se ha dado en forma asimétrica respondiendo casi exclusivamente al fenómeno de la sojización en base a la reducción de actividades tradicionales (cultivos y pecuaria), pastizales, bosques y montes naturales, resintiendo la diversificación productiva. En estas zonas el avance de la soja implicó una deforestación significativa, pérdida de biodiversidad y la entrada en producción de tierras vírgenes, pero ecológicamente frágiles. No sólo se vio afectada la sostenibilidad productiva, sino también el campo social, impactando con mayor intensidad a productores chicos y medianos.

Esta transformación agroindustrial del Norte argentino basada en el modelo sojero puede adscribirse a la bioeconomía en su concepción más moderna por estar asociado a las tecnologías disruptivas emergentes. Pero en su dinámica actual es un modelo no sustentable en el largo plazo desde el punto de vista social y ambiental. Por esa razón, el

debate no radica tanto en la potencialidad y viabilidad de la bioeconomía en esta región sino en el aporte que puede generar para alcanzar un desarrollo con inclusión, equidad social y sostenibilidad ambiental en el largo plazo<sup>4</sup>.

La industrialización de los recursos biológicos debe consolidarse como instrumento de la estrategia de desarrollo<sup>5</sup> y no como conquista sectorial. Producir mayor valor agregado expandiendo el uso sustentable de la riqueza biológica implica crear ventajas competitivas dinámicas en el ámbito espacial, a partir de una matriz productiva integradora de las potencialidades regionales. Contribuirá a resolver las asimetrías regionales económicas, sociales e institucionales que prevalecen en el desarrollo nacional. En el caso del Norte argentino requiere modificar la estrategia del patrón de acumulación regional actual y consolidar una agricultura industrial intensiva que aprovecha y pone en uso sustentablemente el rico potencial de sus recursos biomásicos.

### 3.2. Los senderos críticos

La estrategia de desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino requiere ser instrumento del cambio estructural. Implicará la articulación de la transformación productiva, con la política industrial, poniendo foco en el sistema bioindustrial y el proceso de industrialización sustentable de la base biológica. Deberá echar raíces en el desarrollo regional/territorial y en las políticas de Estado e institucionalidad que legitimen su inserción en el desarrollo nacional<sup>6</sup>.

#### *El cambio estructural y la transformación productiva*

El país no pudo implantar el cambio estructural como estrategia central del proyecto nacional de desarrollo. El factor más limitante del cambio estructural es la transformación de la matriz productiva y refocalización del sistema de CTI para superar el déficit en el comercio internacional de manufacturas de origen industrial (MOI) y el bajo valor exportable de las manufacturas de origen agropecuario (MOA). Acompaña este cometido, el autoabastecimiento energético y la expansión estratégica del sector de servicios, en particular, el que recalca en la economía del conocimiento y la industria 4.0.

El cambio tecno-productivo experimentado por el agro en el último cuarto de siglo ha tenido un impacto sustancial en la producción y productividad de las principales

---

<sup>4</sup> “Las principales limitaciones parecen estar en el actual nivel de comprensión de los procesos socio-económicos asociados al surgimiento y desarrollo de los nuevos sectores, de sus implicancias y costos y de las políticas e instituciones necesarias que faciliten una transición equitativa a la sociedad” (MINCYT, 2015).

<sup>5</sup> La OCDE reconoce que la bioeconomía ofrece soluciones tecnológicas para muchos de los desafíos que enfrenta el mundo, pero alcanzar su potencial requerirá apropiadas políticas nacionales, regionales y en ciertos casos globales (OECD, 2009). El reto es que la bioeconomía esté al servicio de la cohesión social y territorial.

<sup>6</sup> Este enfoque que busca analizar la bioeconomía como instrumento del desarrollo, está en línea con la mirada holística de la Comisión Europea al ponderar el rol que juega la producción de base biológica en la transición de la economía lineal a la economía circular: “La articulación entre la bioeconomía, la economía circular y los productos/procesos de base biológica debe ser establecida a lo largo de la agricultura, la industria, las regiones, el ambiente, el clima, el comercio, la energía y las políticas de innovación” (Grupo de Expertos de la Comisión Europea, 2017).

*commodities* agropecuarias (Bisang *et al.*, 2009). Estos logros se consolidaron con precios elevados de las materias primas y un proceso de especialización productiva y exportable montado en el modelo sojero que, a su vez, afectó la sustentabilidad ambiental, social y territorial. Si bien este cambio movilizó transformaciones en la industria de alimentos y energía no ha modificado en su esencia el modelo de producción concentrado en *commodities*.

En consecuencia, la forma de organización e intercambio de la producción primaria termina siendo el determinante de la estrategia de industrialización del agro, asociada a las ventajas comparativas estáticas de orden natural. No se avanza en el encadenamiento hacia una mayor diversificación y diferenciación de la producción, que comprometa etapas más avanzadas de la bioindustrialización. Y, en su aspecto más marcante, se restringe la retroalimentación hacia la fase primaria desde etapas superadoras de la transformación productiva demandando los insumos biomásicos que aseguren alto valor agregado aguas arriba.

Dentro de este cuadro, el nuevo contexto económico mundial y la revolución científica y tecnológica interpelan la inflexibilidad del perfil exportador y patrón productivo industrial vigente en el país donde el crecimiento de la economía está dependiendo de la magnitud del saldo comercial de productos primarios. La baja eficiencia del sector industrial (MOI+MOA) en términos de valor exportable (US\$/tn) domina la restricción externa y es el principal obstáculo al crecimiento de la inversión, la productividad y el empleo, como también, el disparador de las instancias de *default* de la actividad económica, en particular, cuando se busca un desarrollo soberano, con inclusión social y distribución del ingreso.

#### La política industrial y la bioindustria

La política industrial<sup>7</sup> tendrá que construir ventajas competitivas dinámicas (mientras se usufructúa de las ventajas naturales heredadas o adquiridas) apoyada en un sistema científico-tecnológico que supere los desafíos del cambio estructural y se instale en la frontera del conocimiento. Aquí juega un rol importante la construcción político-institucional de la convergencia territorial campo-industria interpellando la permanencia de una visión reduccionista y polarizada de carácter sectorial para fortalecer y consolidar un sistema bioindustrial como componente central de la estrategia de desarrollo nacional y regional con cohesión social y territorial.

La integración entre la industria y nuestra base biológica en función de los objetivos de desarrollo nacional requiere una política de bio-industrialización, un sistema de CTI y una institucionalidad proveedora de las capacidades y marcos regulatorios para afrontar este

---

<sup>7</sup> La política industrial es el conjunto de orientaciones, regulaciones y medidas del Estado para organizar y transformar la estructura y formas de producción del país a nivel primario, secundario y servicios. Condiciona la construcción y dinámica de las ventajas competitivas, el acervo tecnológico, la estructura del capital (infraestructura), las instituciones y capacidades necesarias para el desarrollo industrial (Padilla Pérez y Alvarado Vargas, 2014).



desafío. Esta política deberá prestar especial atención a la diversificación sustentable (referida a la biodiversidad y el medio ambiente) de la matriz productiva y de los mercados de exportación y a la transformación estructural e inserción territorial de la agroindustria asociado a la mayor participación de capital nacional. A su vez, tendrá que impulsar la viabilización del sector de las medianas y pequeñas empresas agropecuarias y agroindustriales, donde la agricultura familiar no sólo juega un rol importante en las crisis alimentarias, sino que cumple una función central permanente en la política alimentaria nacional.

#### *La industrialización sustentable de la base biológica*

La transformación sustentable de la matriz productiva debe basarse en la utilización de recursos y elaboración de productos renovables, que aseguren en forma dinámica un alto saldo y valor exportable, la generación de empleo y el abastecimiento del mercado interno. La desconcentración productiva, expansión territorial y la diversificación e integración de la matriz productiva agropecuaria y agroindustrial deberá conjugarse con el acceso y la potencialidad del comercio nacional e internacional.

El uso sustentable de los recursos naturales y el ambiente implicará enfatizar en una agricultura de procesos y/o mayor incorporación de sistemas agroecológicos, buscando la exploración/explotación de todas las capacidades de la base biológica. Dando lugar a su vez, a conservar/ampliar la riqueza de la biodiversidad y aumentar la resiliencia al cambio climático y la descarbonización del ambiente en línea con la mayor parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Los productos de base biológica no sólo son un instrumento para mantener el carbón fósil en el suelo sino también para reducir emisiones o aún disminuir el CO<sub>2</sub> en la atmósfera, creando una economía resiliente al clima<sup>8</sup>.

Existe una clara y directa articulación entre la economía de base biológica y la sustentabilidad ambiental. Esta simbiosis requiere complementar el análisis de la rentabilidad económica con el estudio de las huellas ambientales durante el ciclo de vida de un producto, servicio u organización en los procesos de generación de valor. El desafío prioritario es generar alimentos, energía y biomateriales con menos recursos y reducción del impacto global en los ecosistemas. La eco-eficiencia en las prácticas productivas bioindustriales a toda escala (empresa, cadena o territorio) constituye una condición estratégica para la sostenibilidad de los procesos que conducen a un desarrollo sustentable y la mitigación y adaptación al cambio climático. Habrá que dar respuesta a las exigencias de estándares y certificaciones, en particular, de los mercados de

---

<sup>8</sup> El marco político para la bioeconomía entre otros aspectos se inscribe en el compromiso a nivel mundial de reducir la emisión de GEI (Gases con Efecto Invernadero) a un 85-90 % hacia 2050 tomando como base los niveles de 1990. Este compromiso implica una reducción aproximada de la emisión de GEI del 40 % para 2030.

exportación, como también, acceder al financiamiento verde<sup>9</sup>.

La industrialización biológica implica la complejización de la matriz productiva por la incorporación continua de conocimientos para generar mayor valor de transformación que posibilite la inserción y el control de eslabones más avanzados de la cadena de valor de la bioeconomía. Significa ampliar la visión institucional focalizada en los alcances de las cadenas tradicionales ancladas en la agroindustria alimentaria<sup>10</sup> y la producción de biocombustibles, para vincular en forma integrada y sostenible el uso de diferentes tipos de biomasa a través de las plataformas de biorrefinería (de gran o pequeña escala). Estas plataformas pueden ser caracterizadas por sus productos intermedios basados en: lignocelulosa, azúcares, aceites vegetales y otros lípidos, proteínas, biogás y gas de síntesis, dando lugar a la producción de alimentos procesados, bioenergías, diversa variedad de productos químicos y biomateriales, incluyendo el uso y transformación de la biomasa y residuos relacionados con la producción acuícola, como también, productos del sector de la salud, mediante la utilización de diferente tipo de equipamientos y tecnologías<sup>11</sup>.

En la actualidad gran parte de la biomasa va a energía, pero los coproductos que se generan de esa transformación siguen escalando hacia arriba buscando generar productos de mayor valor asegurándole sustentabilidad económica y ambiental a todo el sistema. Si la producción se basa solo en energía la matriz se torna muy débil<sup>12</sup>. En líneas generales, la bioenergía se constituye en la iniciadora y facilitadora de una transición a la economía circular ligada a la bioeconomía. Por eso, la industria de la biomasa tiene que ser flexible, en la búsqueda permanente de agregado de valor. Las fases superadoras impulsan el crecimiento de la biomasa disponible a partir de tecnologías disruptivas y nuevas industrias, proyectando la frontera de posibilidades de producción, a través de las biorrefinerías que generan un sinnúmero de productos derivados de la transformación física, química o biológica de la biomasa que fue sometida a un proceso de transformación / industrialización.

De esta forma, la bioeconomía abarca e integra los procesos transversales de la industrialización verde a partir del uso y transformación de la biomasa natural o residual diseminada en el ámbito territorial urbano-rural. Las biorrefinerías a través de procesos en cascada crean nuevas rutas y dan lugar a utilizar los propios residuos y desperdicios, siendo un instrumento que habilita y potencia la economía circular (Gaffey y Sanders,

---

<sup>9</sup> En los últimos años se ha consolidado la evaluación de impacto ambiental, bajo la denominación de huellas ambientales (carbono, hídrica, etc.) dentro del marco metodológico sistémico de Análisis de Ciclo de Vida – ACV (Hilbert y Schein, 2018).

<sup>10</sup> No obstante, el incremento de productividad en la agricultura es crucial para enfrentar la escasez de tierra cultivable o la creciente necesidad de biomasa para la generación de bioproductos o el secuestro de carbono.

<sup>11</sup> Comprende otros procedimientos de las biociencias, como, por ejemplo, nanoplataformas para generación de vacunas, distribución de principios activos y otros productos del sector de la salud, con alto valor agregado.

<sup>12</sup> Una de las principales dificultades es tener la capacidad para entender y relevar la futura disponibilidad y flujos de biomasa y el cambio en sus patrones de uso a nivel de regiones y territorios.

2018), asociada a la pertenencia del territorio. En este ámbito, no solo se materializa la convergencia tecnológica que sustenta la producción renovable, sino que también se sistematiza la convergencia entre la industrialización biológica y el desarrollo territorial, donde juegan un rol fundamental las pequeñas y medianas empresas agropecuarias, agroindustriales y las biofábricas de pequeña escala (Gaffey y Sanders, 2018). Este enfoque conduce a redefinir el espacio de acción urbano-rural, adaptar el concepto de territorio y readecuar el alcance del ordenamiento territorial. En definitiva, requiere sin lugar a dudas reconstruir el objeto de estudio e intervención predominante en el ámbito científico-tecnológico y político-institucional público-privado que disoció histórica y políticamente el campo y la industria.

### La visión regional y territorial

Es imposible buscar un desarrollo con inclusión económica y social a nivel nacional sin transformar estructuralmente el mapa de organización territorial actual que posibilite reequilibrar las oportunidades de inversión, producción, generación de empleo y niveles de calidad de vida en el ámbito regional. En la articulación de la política regional con la estrategia de desarrollo nacional juega un rol fundamental el protagonismo que asume la política industrial promoviendo una transformación estructural que sea funcional a la cohesión social y territorial.

El nuevo umbral de industrialización del país que implica el fortalecimiento de la inclusión y la consolidación de un sistema bioindustrial tiene que ser planificado desde las dinámicas, potencialidades y necesidades de las regiones y los territorios. Dentro de este eje ordenador del desarrollo nacional, la expansión territorial de la transformación productiva agroindustrial depende inexorablemente de una política de ordenamiento territorial asociada al monitoreo de los recursos naturales y de los factores de degradación y contaminación ambiental, como también, de infraestructura productiva (transporte, almacenamiento, energía, riego y drenaje) y social (educación, salud y vivienda), integradas a las comunicaciones y el financiamiento. La política regional/territorial articulada a los esfuerzos de integración regional (supranacional) posibilitará ampliar capacidades y escala de producción e inserción internacional, en el ámbito multipolar del poder mundial.

Este ordenamiento estructural deberá ser complementado con la construcción de ventajas competitivas dinámicas en las economías territoriales viabilizando aglomerados y encadenamientos productivos con ejes de integración a nivel sub y supra-regional. La generación de alternativas de uso y valorización de la producción local, basada en la disponibilidad de biomasa y en el valor agregado en origen (VAO), posibilitarán el crecimiento del mercado interno y la inserción en mercados de exportación como requerimiento básico para avanzar hacia la cohesión territorial. Dado que más allá de agregar valor a la economía regional, es fuente para atraer inversiones y crear empleo.

Las regiones y territorios deberán contar con las capacidades físicas y humanas para utilizar sustentablemente todo su potencial productivo, garantizando la calidad y nivel de

vida de su base social. Pero inexcusablemente, por su parte, tendrán que asumir la responsabilidad de aportar al país aumentos de producción y valor agregado de calidad que posibilite alcanzar saldos exportables con generación de divisas que resuelvan las amenazas de la restricción externa y contribuya a implementar la estrategia nacional. La interacción país/región/territorio es un acuerdo colectivo bidireccional de compromiso mutuo que constituye la principal alianza estratégica de una política de Estado para el desarrollo nacional e industrial.

### *Las políticas de Estado y una nueva institucionalidad*

El cambio estructural requiere consolidar un Estado activo, regulador y articulador de la sociedad que utiliza la planificación, la gestión y las políticas públicas como instrumento central para impulsar la transformación productiva, la inclusión social y re-distribución de la riqueza/ingreso. Implica fortalecer las formas institucionales que mejoren las capacidades estatales (pública y privada) y los procesos de gestión pública en el marco de una política integrada de desarrollo nacional e industrial.

El presente encuadre pone foco en la necesidad de contribuir al diseño de políticas de Estado y una institucionalidad que re-instaure el campo científico-tecnológico en una posición central del organigrama de gobierno. Debería tener un rol protagónico en liberar la potencialidad e impulsar la transformación estructural del sistema bioindustrial en todo el territorio nacional con el propósito de satisfacer los requerimientos de la demanda interna y generar una oferta con el mayor valor agregado y exportable posible como reaseguro de los objetivos de desarrollo.

Los desafíos globales del avance tecnológico, la transformación estructural y la profundidad de la crisis económica, alimentaria, social y político-institucional que permeó el país en los últimos años requiere construir políticas públicas de CyT a partir de ámbitos de coordinación que integren las áreas ministeriales competentes, como también, los campos de acción y pertinencia de las organizaciones públicas que tienen la mayor responsabilidad en aportar las soluciones requeridas por el desarrollo tecnológico del país.

Para orientar la estructuración del sistema de CTI, con foco en el campo de la industrialización biológica tendría que pensarse en una nueva estrategia de organización y gestión institucional integradora y articuladora de las capacidades físicas y humanas del INTA, INTI, CONICET, universidades y sector privado, como condición necesaria para consolidar un sistema bioindustrial rural-urbano de avanzada, fortalecido por plataformas regionales público-privadas de CTI (locales y supranacionales, ej., Cono Sur). La integración y articulación debería dar lugar a la creación de convenios y programas que plasmen la interinstitucionalidad y la multi/transdisciplinaridad que requiere la síntesis biológica, como también, la capacitación y perfeccionamiento que consoliden ámbitos institucionales de excelencia con capacidad para fortalecer y acelerar la prospectiva e innovación de la producción e industrialización de base biológica.

Será esencial que la nueva institucionalidad se construya a partir de una apropiación colectiva del campo de estudio e intervención: el sistema bioindustrial, en el aspecto tecnológico, económico, social, ambiental y político-institucional, asociado con las políticas públicas que, a su vez, orienten las prioridades de los componentes programáticos. El sistema habrá de consolidarse vinculando e integrando el campo público-privado en el nivel científico-tecnológico, socio-productivo, del gobierno y la sociedad civil para garantizar una política de Estado que ponga esta vía de industrialización al servicio del desarrollo territorial, regional y nacional.

### Bibliografía

- Bisang, R., Anlló, G. y Campi, M. (2009). Cambio de paradigma, revolución biológica y realidad local. *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*. Tomo LXIII, 393-409. Buenos Aires.
- Bisang, R. y Trigo, E. (2018). *Bioeconomía argentina: modelos de negocios para una nueva matriz productiva*. Buenos Aires: Bolsa de Cereales, Ministerio de Agroindustria, Grupo Bioeconomía.
- Bocchetto, R., Ghezan, G., Obschatko, E., Corradini, E., Basco, C., Pizarro, J., Ferreyra, C. y Nocetti, J. (2015). *Desarrollo, industrialización y convergencia campo-industria: bases para una estrategia y agenda de política pública*. Buenos Aires: MAGyP – SAGyP.
- Brixner, C., Isaac, P., Mochi, S., Ozono, M. y Yoguel, G. (2019). *Industria 4.0: ¿Intensificación del paradigma TIC o nuevo paradigma tecno-organizacional?* CIECTI Documento de Trabajo N° 17. CABA. Recuperado de [http://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2019/10/DT17\\_Industria-4.0.pdf](http://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2019/10/DT17_Industria-4.0.pdf) [www.bio-based.eu/nova-papers](http://www.bio-based.eu/nova-papers) . [www.nova-institut.eu](http://www.nova-institut.eu)
- Carus, M. and Dammer, L. (2018). *The “Circular Bioeconomy” – Concepts, opportunities and limitations*. Nova Institute for Ecology and Innovation. Recuperado de [www.bio-based.eu/nova-papers](http://www.bio-based.eu/nova-papers)
- CEPAL (2012). *Cambio estructural para la igualdad. Una visión integrada del desarrollo*. Trigésimo cuarto período de sesiones de la CEPAL. San Salvador.
- Coremberg, A. (2019). *Medición de la cadena de valor de la bioeconomía en Argentina: hacia una cuenta satélite*. Informe Final. Buenos Aires: Grupo Bioeconomía, Bolsa de Cereales, Ministerio de Producción y Trabajo.
- European Commission. (2011). *Bio-based economy in Europe: state of play and future potential – Part 2*. Food, Agriculture and Fisheries, and Biotechnology (KBBE). Bruselas.
- European Commission. (2017). *Commission Expert Group on Bio-based Products*. Final Report.
- Gaffey, J. and Sanders, J. (2018). *Biorefineries and small-scale bioeconomy opportunities for the agriculture sector*. Engineers Journal. May. Ireland.
- García Delgado, D. y Cao, H. (2015). Desarrollo regional, recursos naturales y organización federal. *Realidad Económica*, 292(6), 10-28.

- Hilbert, J. y Schein, L. (eds.). (2018). *Las huellas ambientales de la generación de valor*. ENARCIV 2017. Buenos Aires: INTA-Ediciones.
- Hodson de Jaramillo, E.; Henry, G. y Trigo, E. (eds. académicos). (2019). *La bioeconomía: nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- MINCyT. (2015). *La bioeconomía en la Argentina: oportunidades y desafíos*. Temas de discusión en el marco de la red de estudios en bioeconomía del CONICET. Buenos Aires.
- OECD. (2009). *The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda*. International Futures Programme. París: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264056886-en>.OECD.
- Porta, F. y Bianco, C. (2004). *Las visiones sobre el desarrollo argentino: consensos y disensos*. Centro de Estudio sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior, Documento de Trabajo N° 13. Buenos Aires.
- Rodriguez, A., Rodrigues, M. y Sotomayor, O. (2019). *Hacia una bioeconomía sostenible en America Latina y el Caribe. Elementos para una visión regional*. CEPAL – Serie Recursos Naturales y Desarrollo N° 191. Santiago de Chile.
- Schteingart, D. y Coatz, D. (mayo/agosto, 2015). ¿Qué modelo de desarrollo para la Argentina? *Boletín Informativo Techint N° 349*.

#### **4. Contexto económico-social, ambiental y político institucional\***

El análisis que se presenta a continuación hace foco en el contexto que enmarca el desarrollo de la bioeconomía del Norte argentino. Se podrán distinguir elementos específicos que intervienen en la dinámica de la bioeconomía regional y otros que, si bien impactan sensiblemente la evolución del sector en la Región Norte, responden a procesos globales de orden más general.

##### 4.1. Factores condicionantes

###### *Débil desarrollo socioeconómico regional*

El Norte argentino se caracteriza por ser el territorio con menor desarrollo relativo respecto a las otras regiones del país. En efecto, el análisis comparativo de la situación actual revela que el PBI total y per cápita del NOA y del NEA son los más bajos del país. Las exportaciones de origen industrial del norte son las de participación más débil en el conjunto de exportaciones totales, registrando valores inferiores al 15 % de industrialización (CAC, 2017).

Los principales indicadores sociales muestran que el Norte argentino presenta los más altos porcentajes de necesidades básicas insatisfechas (duplicando prácticamente los valores de las otras regiones del país). Esta gran región también muestra los mayores

---

\* Elaborado por Gonzalo Bravo (INTA), con la participación de Jorge Morandi (INTA), Luis Almirón (UNNE) y Miguel Angel Sarmiento (UNSE).

porcentajes de analfabetismo y mortalidad infantil, los más bajos ingresos por habitante e índice de desarrollo humano y en el caso del NEA, los más altos porcentajes de pobreza (CAC, 2017).

La dimensión fiscal permite corroborar esta disparidad socioeconómica interregional. Se constata que el norte del país es la región que genera menos recursos genuinos por habitante y en consecuencia presenta la mayor dependencia de fondos nacionales (CAC, 2017).

#### *Insuficiente infraestructura regional*

A través de la implementación del Plan Belgrano, se ha iniciado el mejoramiento de la infraestructura vial de los principales ejes de comunicación de la región. Se implementa un programa de rehabilitación ferroviaria del FC Mitre y de reconversión del FC Belgrano. Ambas inversiones ferroviarias buscan mejorar el movimiento de cargas (especialmente del NOA) a los grandes centros de consumo nacionales y hacia los principales puertos de comercio exterior. Sin embargo, los avances de obra han sido mucho menores a los planificados y, en consecuencia, el impacto del Plan Belgrano sobre el mejoramiento de la infraestructura regional, ha sido limitado.

#### *Avance de la frontera agropecuaria, cultivos bioenergéticos y plantaciones forestales*

El proceso de expansión de la frontera agropecuaria en el Norte argentino es uno de los fenómenos más característicos operados en dicha región en las últimas décadas. A partir de mediados de la década del '90 la introducción de la soja genéticamente modificada, más tarde la devaluación monetaria (2000-2001) y luego el explosivo aumento del precio de la soja, que se cuadruplicó entre 2001 y 2007, generaron condiciones favorables para el incremento del área agrícola cultivada. Entre las campañas agrícolas 2000/01 y 2016/17 el área sembrada con cultivos de posible aprovechamiento bioenergético observó un fuerte incremento: la superficie de soja aumentó un 70 %, mientras que la de maíz lo hizo en un 264 %<sup>13</sup>. La caña de azúcar, ha experimentado un comportamiento menos explosivo, aunque con una tendencia creciente. En el período 2004-2013 se observa un aumento de área cosechada total del 31 % en el Norte argentino (Caro, 2015). En el período 2005-2016 la superficie cosechada aumentó un 41 % y se muestra estabilizada desde el 2013 (EEAOC, 2016).

En Misiones, hacia mediados de los años '80 la provincia ya contaba con más de 150.000 hectáreas de plantaciones forestales. En la actualidad existen unas 330.000 hectáreas. Si se suma el norte de la provincia de Corrientes, las cifras de la región se elevan a 500.000 hectáreas de plantaciones actuales y un potencial del orden de un millón de hectáreas.

---

<sup>13</sup> Análisis de información en base a las cifras de Estimaciones Agropecuarias del Ministerio de Agroindustria.

### Deforestación y degradación de bosques nativos<sup>14</sup>

El Norte argentino, especialmente las provincias de Salta, Santiago del Estero, Chaco y Formosa disponen de abundantes recursos biomásicos leñosos, comprendidos en tres formaciones principales: el parque chaqueño, las yungas y la selva paranaense. Sin embargo, dicho potencial se encuentra amenazado por degradación de estas formaciones debido al proceso de expansión de la frontera agropecuaria, operado principalmente en esas cuatro provincias.

El *Chaco argentino* enfrenta diversas amenazas vinculadas a: a) la expansión de áreas agrícolas y ganaderas a secano por parte de medianas y grandes empresas con producción y tecnología incompatible con la coexistencia del bosque nativo y el valor cultural de la región<sup>15</sup>; b) la degradación de los bosques y suelos en las áreas más secas del Chaco semiárido bajo sistemas ganaderos extensivos; c) el aumento en la salinización de los suelos como consecuencia de incorrectas prácticas agrícolas, fundamentalmente en los límites entre el Chaco semiárido y el húmedo; d) la alta frecuencia de incendios con importantes pérdidas de biodiversidad en bosques y pastizales, especialmente en el Chaco Serrano; e) la colmatación de esteros, bañados y lagunas por incremento de la erosión hídrica, así como el incremento de inundaciones en áreas de relieve más bajo como consecuencia de inadecuadas prácticas agrícolas y ganaderas, en especial en la subregión húmeda; f) el aumento de la contaminación por inadecuado uso de agroquímicos en áreas agrícolas (soja, algodón, arroz, etc.) con expansión de sus efectos por vía hídrica a ambientes circundantes.

La *Selva Tucumano Boliviana* (Yungas), hacia el año 1970 presentaba una conversión de bosque nativo a otro tipo de uso en el orden del 7 % del total de la superficie, llegando en el 2010 al 13,8 %. En la mayor parte de la Selva Tucumano Boliviana los bosques ya han sido explotados hasta agotar las existencias maderables. La combinación de sobrepastoreo y tala exhaustiva de los bosques, determinó la falta de horizonte forestal para los bosques nativos.

Gran parte del área originalmente ocupada por la selva pedemontana se encuentra transformada para usos agrícolas, con cultivos de caña de azúcar, cítricos, hortalizas, banana, etc. estimándose que solo queda un remanente de 25-30 % de este tipo de ambiente.

A esta desordenada explotación del bosque, se suman: a) el efecto perjudicial del ganado sin manejo que elimina los renovales; b) la construcción de los caminos primarios, secundarios y trochas de extracción, que se construyen en función de los macizos de las especies de mayor valor, sin considerar los impactos ambientales que genera su trazado;

---

<sup>14</sup> Ver: INTA, 2018.

<sup>15</sup> En el período 1988-2010, el área de bosques del suroeste de la provincia de Chaco se redujo en más del 70 % y se señala que de continuar la tendencia actual la pérdida de masa forestal podría alcanzar el 74 % en el 2020 y el 76 % en el 2030 (Galbán *et al.*, 2017).



c) la extracción sobredimensionada de la madera (falta de relación entre la capacidad instalada de aserraje con las reales existencias y capacidad de regeneración del bosque).

En la *Selva Paranaense* el remanente de bosques fragmentados representa aproximadamente el 7 % de su extensión original. El proceso de cesión de tierras fiscales en la década del '80 generó un nuevo proceso de deforestación<sup>16</sup>, que tuvo lugar sobre las márgenes de la principal ruta de acceso a la región, para luego extenderse tierras adentro. En la actualidad el proceso de deforestación está basado en dos modelos de expansión. Uno sustentado en la producción industrial de madera, papel y cultivos industriales (fundamentalmente yerba y té), y otro en los productores familiares de pequeña escala.

En el ámbito del territorio argentino de la Selva Paranaense, Misiones es la provincia que posee el único bloque de bosque continuo de la ecorregión, con una extensión de 25.000 km<sup>2</sup>. Se trata de una selva subtropical empobrecida con respecto a la porción brasileña, debido a las menores temperaturas y a las sequías invernales. Junto con las Yungas, constituye la región 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 aves, e innumerables especies de insectos, muchas de las cuales aún no identificadas. La explotación de la Selva se realiza mediante desmonte (tala) en los grandes establecimientos agroindustriales o mediante el *roçado* (quemado), en las pequeñas explotaciones de la agricultura familiar (Guerrero Borges, 2012).

#### Carencia de prácticas agrícolas sustentables

El uso indiscriminado de agroquímicos de amplio espectro y elevada toxicidad para controlar la creciente presión de plagas, malezas y enfermedades en cultivos agrícolas del Norte argentino, la expansión de la frontera agrícola y la difusión de modelos de producción basados en el control químico provoca un importante impacto sobre la salud humana y ambiental: resistencia en los organismos perjudiciales, efectos tóxicos en poblaciones de áreas periurbanas y mano de obra rural, disminución de enemigos naturales, presencia de residuos en productos agrícolas, contaminación de aguas, etc.

Como consecuencia, diversos estudios (Cravzov *et al.*, 2000), (Bravo, 2018), (Pengue, 2014) señalan la necesidad que producciones agrícolas del Norte argentino como tabaco, vid, mandioca, algodón, soja, hortalizas, citrus, y legumbres adopten estrategias agroecológicas o de manejo sanitario más amigables con el medio ambiente y la salud

---

<sup>16</sup> Durante el último siglo, la provincia de Misiones y en particular sus bosques, estuvieron sujetos a incesantes cambios. El incremento de la población alrededor de la década del '30 y años posteriores, resultó no solo en un cambio cultural sino también en la deforestación de grandes áreas de bosques naturales. Entre 1960 y 1985 se deforestaron 2.500 km<sup>2</sup> de bosques nativos para el establecimiento de plantaciones forestales, fundamentalmente de coníferas. Este proceso ha caracterizado a la Selva Misionera por presentar la mayor tasa de conversión de bosque nativo a bosque implantado. Ese reemplazo fue producto de diversos programas de promoción sostenidos por el Estado Nacional, cuyo principal destino fue abastecer a las industrias celulósico-papeleras y a los pequeños aserraderos que comenzaron a operar en la zona norte de la provincia para luego extenderse al resto del territorio misionero.

humana. Incluso, los productos destinados a exportación enfrentan exigencias crecientes de los mercados externos respecto a la presencia de residuos (CLERA, 2018), (SAyDS, 2006).

### Concentración de la producción agropecuaria y forestal

El proceso de expansión agrícola ha sido acompañado por una disminución del número de productores y un aumento del tamaño promedio de las explotaciones agropecuarias. Si bien no existen datos censales actualizados desde el año 2002, distintas fuentes consultadas coinciden en señalar que el cambio de uso del suelo instala un modelo de producción extensivo que opera en grandes escalas con desaparición de pequeñas unidades familiares de producción y desplazamiento de comunidades aborígenes. Se señala que entre los cambios asociados a la expansión agrícola se observa la concentración de la producción en menos actores que controlan mayor volumen y superficie (Jobbágy, 2010).

La expansión sojera implica el desarrollo de nuevas lógicas empresariales con la incorporación de megaprodutores, servicios tercerizados y el arrendamiento y compra de tierras a expensas de los pequeños productores y campesinos (Acosta, 2016). Con referencia a la dinámica de la agricultura familiar en el norte de Misiones se señala que “los medianos y grandes productores capitalistas han aumentado el control de la economía del sector agrícola-forestal mediante la concentración de los medios de producción y la tierra; ello se nota principalmente en las producciones perennes (yerba mate), pero sobre todo en la forestación” (Chifarelli, 2010). Este fenómeno se acentúa a partir de la década del 90 por la crisis de los cultivos industriales y el auge de la forestación a gran escala, observándose un aumento de la escala media y un proceso de concentración de la propiedad<sup>17</sup>.

La utilización de la biomasa con fines energéticos potencia esta tendencia de concentración ya que este proceso se encuentra en la base de la pirámide con precios relativos bajos y volúmenes de importancia. En consecuencia, la rentabilidad del negocio está determinada entre otros factores, por la posibilidad de producir biomasa a gran escala y al menor costo posible. En el Norte argentino el bioetanol proveniente de la caña de azúcar es producido por nueve ingenios que concentran una capacidad de producción de aproximadamente 550.000 m<sup>3</sup>/año, representando la mitad de la producción argentina de ese biocombustible. De este conjunto, solo cinco ingenios concentran el 77 % de la producción. Otro factor que contribuye a la concentración es la posibilidad de disponer de grandes masas de residuos vegetales susceptibles de ser aprovechados energéticamente por los mismos generadores o bien para ser comercializados en el

---

<sup>17</sup> Al momento de realización de este informe no se había tenido acceso a los datos del Censo Nacional Agropecuario 2018.

Sistema Interconectado Nacional. Es el caso de grandes expresas limoneras (ej. Citrusvil)<sup>18</sup> y forestales (ej. Pindó).

#### Barreras comerciales de los países importadores de biocombustibles

La Unión Europea y los Estados Unidos avanzan en la imposición de medidas comerciales que restringen el comercio mundial de biocombustibles. Recientemente, Estados Unidos oficializó los aranceles para el ingreso de biodiésel argentino y lo dejó prácticamente afuera del mercado. En efecto, los porcentajes compensatorios que fijaron las resoluciones C-357-821 y C-560-831 son muy elevados ya que van del 71,45 % al 72,28 %. Según la medida, el arancel compensatorio corresponderá a un monto igual al porcentaje del subsidio del producto en cuestión.

Recientemente, la Unión Europea tuvo que eliminar los aranceles sobre las importaciones de biodiésel argentino. El bloque europeo había establecido derechos *antidumping* sobre las importaciones del biocombustible en 2013, pero enfrentó una serie de demandas legales en el Tribunal y en la Organización Mundial del Comercio (OMC). Ambos cuerpos fallaron en contra de las medidas arancelarias.

#### 4.2. Capacidades potenciales

##### Disponibilidad de biomasa apta para uso energético<sup>19</sup>

La Argentina cuenta con abundantes cantidades de biomasa apta y disponible para uso energético. Dentro del país, la región NOA se caracteriza por su relevancia en la dotación de dichos recursos. En efecto, la región posee el 54 % de la biomasa total del país accesible y potencialmente disponible. A su vez en el NOA, los recursos de cuatro provincias (Chaco, Formosa, Salta y Santiago del Estero) representan el 72 % del total regionalmente disponible.

Parte de esta oferta está constituida por recursos biomásicos indirectos provenientes de residuos de la actividad agropecuaria y agroindustrial regional, principalmente aserraderos de monte nativo y plantaciones forestales (Misiones y Corrientes) e industria azucarera (Tucumán, Jujuy y Salta). Del total de recursos biomásicos indirectos del país, un 24 % está disponible en la región NOA. Complementariamente, existen residuos de menor magnitud que pueden ser utilizados en el desarrollo de proyectos bioenergéticos locales (residuos agrícolas de olivo, arroz, citrus y algodón).

---

<sup>18</sup> En la provincia de Tucumán la producción de limón está conformada por 41.000 ha plantadas, cuya producción se procesa a través siete plantas industriales con un alto grado de integración vertical (producción, industrialización, empaque y exportación), donde se procesa el 70 % de la producción cítrica nacional. El promedio de producción de los últimos años, se ubica en el orden de las 52.700 tn de jugo. En el sector de los cítricos dulces, se destaca la provincia de Jujuy, con una planta industrial (Ledesma) que tiene una producción de alrededor de 4.000 tn de jugos de naranja y pomelo.

<sup>19</sup> Ver: FAO (mayo, 2009).

En el NEA las características de sus suelos y clima húmedo tropical y templado, sustentan un gran potencial de biomasa de amplia biodiversidad (frutas, algodón, arroz, horticultura, yerba mate, té) (Ministerio de Agroindustria, 2017).

El análisis espacial del balance energético derivado de biomasa de las provincias de Tucumán y Salta indica para esta última que cuenta con “un gran volumen de biomasa, principalmente a partir del uso sustentable del bosque nativo y de la cadena productiva azucarera y de diversas fuentes de biomasa seca y húmeda susceptibles de producir energía renovable” (FAO, 2016). Los resultados para Tucumán muestran variedad de fuentes biomásicas y su volumen, la colocan en una situación privilegiada en relación a la planificación y promoción de proyectos bioenergéticos. Considerando los recursos biomásicos existentes, aproximadamente el 70 % de la oferta directa accesible se distribuye a lo largo del pedemonte y la llanura central de la citada provincia. Corrientes, presenta una gran variedad de oferta directa proveniente principalmente de la cadena forestal, arroz y cultivos industriales. Este conjunto representa más del 96 % de la oferta biomásica provincial. Los sectores más demandantes son los molinos de arroz y de yerba mate y la industria juguera, que en conjunto representan más del 75 % de la demanda total. En Santiago del Estero, más del 90 % de la oferta biomásica proviene de la cadena forestal (Gallino, 2014).

#### *Aprovechamiento de cultivos con alto valor energético con tratamientos de bajo costo<sup>20</sup> y de residuos vegetales*

La región NOA se caracteriza por una importante producción de caña de azúcar y biomasa (incluyendo rastrojos del mismo cultivo y de otros). Los ingenios sucroalcoholeros generan además electricidad, constituyendo el germen de futuras biorrefinerías integradas. Existe también allí una buena infraestructura de investigación y desarrollo (I+D), con instituciones de larga trayectoria en la región. Esta zona posee además cercanía a puertos sobre el Pacífico. Por ejemplo, Tucumán cuenta con un buen punto de partida, ya que en su territorio operan 15 ingenios azucareros, de los cuales 10 están dotados con destilerías que producen alcohol etílico de calidades diferentes. Uno de ellos ya cuenta con una planta de cogeneración de energía eléctrica y dos más tienen plantas semejantes en fase de construcción, con diferentes grados de avance. Las fábricas con destilería anexa producen, además, diversos subproductos obligados como vinaza y cachaza, potenciales materias primas para la obtención de diversos productos, algunos ya identificados y otros que deben ser estudiados.

Tucumán es el epicentro del conglomerado de la región NOA de nuestro país y está centrado principalmente en el procesamiento de la caña de azúcar, pero podría utilizar también al sorgo dulce como insumo para la obtención de bioetanol. Los ingenios locales son biorrefinerías simples, que pueden crecer en complejidad sin mayores problemas, pues cuentan con una materia prima, el bagazo, que es un combustible con calidades para sostener energéticamente los procesos industriales necesarios. En la provincia

---

<sup>20</sup> Ver: Salazar y Cárdenas, 2013.

opera además una planta que industrializa maíz por vía húmeda, obteniendo diversos productos volcados al sector agroalimentario, pero respondiendo a un diseño de producción de poliproducidos. Con referencia a la producción de materiales biomásicos, Tucumán dispone de importantes producciones de caña de azúcar, que son totalmente procesadas.

#### *Revalorización de especies alimenticias, medicinales nativas y producción agroecológica de la agricultura familiar*

Alimentos, técnicas productivas, tradiciones culinarias y saberes locales hacen a la identidad de muchos territorios del Norte argentino y frecuentemente su existencia está asociada a los emprendedores familiares quienes, a través de su trabajo, elaboran alimentos con una gran impronta artesanal y actualizan las prácticas propias de cada lugar. La mandioca, el amaranto, la quinua, la yerba mate, el poroto criollo y la papa andina entre otros, son cultivos de los pueblos originarios (Goldsberg, 2013). Son productos que tienen un gran valor en sí mismos ya que expresan características culturales de un territorio particular y son producidos mediante procesos que los diferencian de la agricultura empresarial. En efecto, se produce en pequeña escala y autoconsumo y gradualmente se transforma en una opción productiva debido a la creciente demanda de los mercados nacional e internacional.

Esta demanda responde a un creciente interés por el consumo de productos alimenticios cuyos principales atractivos se vinculan, por un lado, con su distinción asociada a un origen geográfico y cultural, y por otro, con sus valores nutricionales y algunas condiciones ligadas a las formas en que son elaborados. Por otro lado, la biodiversidad de recursos genéticos del Norte argentino abre una amplia posibilidad de aprovechamiento de: a) plantas medicinales nativas para el diseño de productos farmacéuticos y cosméticos, b) especies alimenticias nativas para el diseño de novedosos alimentos funcionales, suplementos dietarios, nutraceuticos y fitocosméticos y c) especies vegetales nativas para el control de patógenos de poscosecha (Isla, 2016).

#### 4.3. Problemas predominantes

##### *Límites ambientales para la expansión de la frontera agropecuaria*

La eventual expansión horizontal de la actividad agropecuaria en el norte argentino encuentra límites debido al carácter marginal de las tierras no agrícolas que estarían afectadas. En general dichos espacios no disponen de agua suficiente, presentan potenciales problemas de erosión y se encuentran en zonas de limitada infraestructura. Además, estos territorios son reservorios de biodiversidad y ofrecen servicios ecosistémicos, tornándose imprescindible su protección y conservación en una perspectiva de adaptación y mitigación del cambio climático. La expansión de zonas de cultivo implicaría la incorporación de áreas ambientalmente frágiles (degradación de suelos y competencia por el agua) y sobre ecosistemas (bosques, humedales) de alta captura de carbono.

### Deficiencias en la gestión del ordenamiento territorial de bosques nativos (OTBN)<sup>21</sup>

La Ley Nº 26.331 representa un enorme avance para la protección del bosque nativo en Argentina. La sanción de esta ley instaló la necesidad del ordenamiento territorial en los sistemas políticos provinciales y en la opinión pública, fijando un piso para nuevas alternativas de planificación que contemplen las dimensiones sociales, culturales, económicas y ambientales.

La implementación del ordenamiento territorial ha revelado algunas limitaciones, asociadas a tres aspectos a) la escasa compatibilidad entre los diferentes procesos provinciales, b) las dificultades para implementar mecanismos de compensación por servicios ecosistémicos, c) la escasa participación de pobladores periurbanos, pequeños productores de la agricultura familiar y comunidades de pueblos originarios en el debate público, y d) la inadecuación de modelos productivos a situaciones de uso tradicional (uso múltiple y comunitario).

Los resultados del análisis de concordancia en la categorización de los bosques muestran que las zonificaciones de la región Chaqueña no han resultado consistentes entre provincias, evidenciándose diferencias significativas entre las categorías de conservación asignadas en todos los distintos pares de provincias colindantes analizadas. La ley de OTBN identifica pobremente los servicios ecosistémicos que brindan los bosques ya que no los define de manera explícita ni avanza en su cuantificación. Además, no suministra recomendaciones específicas de manejo, según cada formación fitogeográfica y categoría de uso.

### Impacto ambiental de la producción de bioetanol de caña de azúcar<sup>22</sup>

La producción de bioetanol genera un residuo llamado vinaza con alta concentración de materia orgánica. Dentro de la fracción inorgánica el 64 % corresponde a la presencia de potasio. Un litro de alcohol produce un residuo de 13 litros de vinaza de alta carga contaminante. Si este efluente, con elevada concentración de materia orgánica, llega a ríos o arroyos, volúmenes grandes de oxígeno disuelto son consumidos durante su oxidación. Este proceso resulta en una disminución radical de la concentración de oxígeno disuelto en el agua, afectando seriamente al ecosistema que se trate. La solución a la disposición final de este residuo constituye el verdadero “talón de Aquiles” de la producción de bioetanol a partir de caña de azúcar. Los ingenios/destilerías de Salta y Jujuy parecen haber encaminado el tema a través del compostaje junto con otros residuos (cachaza, cenizas, etc.) y la posterior aplicación al suelo, e incluso se ensaya la biodigestión en plantas piloto. Diversas investigaciones buscan desarrollar alternativas de aprovechamiento de la vinaza como fertilizante para reponer nutrientes en los suelos cañeros como vinaza cruda mediante fertirrigación o con tratamiento previo (compostaje

---

<sup>21</sup> Ver: García Collazo *et al.*, 2013.

<sup>22</sup> Ver: Valeiro *et al.*, 2017.

y/o biodigestión)<sup>23</sup>.

### Fluctuaciones del precio del bioetanol

El precio del bioetanol es determinado por el gobierno nacional. Mediante diversas resoluciones ajusta periódicamente el valor del biocombustible en base a la aplicación de una fórmula de cálculo que tiene en cuenta la estructura de costos diferencial para producir bioetanol de caña de azúcar o maíz. La última actualización (Resolución 415-E/2017) introdujo modificaciones en la fórmula de cálculo que se traduce en una baja del 4,2 % del precio del bioetanol de caña, pasando de 16.87 a 16.16 \$/lt en el período octubre-marzo. Según los ingenios, esta rebaja de precio, combinada con la suba del gas, el impacto de la inflación en los costos operativos y el incremento de las cargas fiscales y previsionales afectan la rentabilidad de la actividad. Indican que esta rebaja se produce mientras las naftas en el mismo período aumentaron un 33 %.

### Infraestructura y costo de transporte

El 80 % de la producción agrícola del Norte argentino es transportada en camión. El flete largo camionero para productores ubicados a 700 km del puerto de Rosario representa un 22 % (108 U\$S/ha) del costo de implantación de soja, mientras que el flete largo para 1150 km representa el 27 % (U\$S 147/ha). Ello implica mayores costos para los productores respecto a si se realizara por ferrocarril o barcaza. El costo flete camión de 830 km de distancia es de 7 ctvs U\$S/tn/km mientras se estima que el flete ferrocarril sería 3 ctvs U\$S/tn/km más 1 ctv U\$S/tn/km de flete corto camión (desde la chacra a la estación ferrocarril). La barcaza tiene un costo de 1 a 1,5 ctvs/tn/km (Bolsa de Comercio de Rosario, 2017). La información relevada a través de entrevistas a diversos actores de la región indica que el elevado costo de transporte es la consecuencia del débil desarrollo territorial lo que se traduce en la existencia de una insuficiente infraestructura productiva y de transporte que restan competitividad a la región debido a los mayores costos de logística, transporte y de acceso a fuentes de energía.

### Insuficiencia de políticas públicas e inestabilidad de marcos regulatorios

Los actores entrevistados coinciden en señalar que uno de los principales aspectos que condiciona el desarrollo de la bioeconomía en el norte es la escasez de políticas públicas que promuevan desarrollos bioeconómicos y el fomento de la producción de acuerdo a las particularidades territoriales. Indican que la inestabilidad económica nacional conspira contra la existencia de marcos regulatorios que tornen previsibles y otorguen seguridad jurídica a las inversiones en el sector de la bioeconomía y permitan aprovechar

---

<sup>23</sup> A través de una Comisión Especial para el tratamiento de vinazas convocada por la Secretaría de Desarrollo Productivo de la Provincia se analizaron diversas alternativas para el tratamiento de la vinaza, las que se encuentran actualmente en fase de experimentación y evaluación preliminar: (i) proceso de biodigestión, empleando la tecnología de reactores tipo UASB en la construcción de un módulo demostrativo a escala industrial (1.000 m<sup>3</sup> de capacidad); (ii) disposición de vinaza para fertirrigación (incluye la elaboración de un mapa de suelos de la Provincia de Tucumán a escala 1: 25.000); (iii) disposición de la vinaza cruda sobre caminos no pavimentados; (iv) tratamiento físico-químico de la vinaza por desalinización; y (v) alimento balanceado para ganado.

sus potencialidades. En general son débiles los incentivos para que los diversos actores (inversores, productores, empresas, proveedores, investigadores) implementen estrategias de largo plazo para el desarrollo de la bioeconomía. Esta insuficiencia se traduce, por ejemplo, en la escasa oferta de instrumentos financieros y el limitado acceso a líneas crediticias para promover la incorporación de tecnologías y proyectos de innovación productiva.

### Limitada dinámica de innovaciones

El desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino es críticamente dependiente de políticas públicas que creen y promuevan entornos favorables para la innovación y el desarrollo de proyectos de inversión, tanto en forma multiescalar (desde la agroindustria empresarial hasta la agricultura familiar) como multisectorial (producción primaria de biomasa y aprovechamiento agroindustrial o manufacturero para fines de producción de energía, alimentos y fibras). En esta perspectiva, la intervención combina inversiones públicas y privadas involucrando una compleja interacción entre la investigación, empresas, mercados y grupos profesionales. La conformación de estas redes es una de las características esenciales para la emergencia de la bioeconomía. Esto incluye sostener objetivos de investigación, desarrollar innovaciones, capacitar actores, desarrollar tecnologías, reducir la brecha entre la investigación y los mercados, así como, estimular la demanda de productos de la bioeconomía, entre otros (McCormick, 2011).

En el Norte argentino hay presencia de instituciones de investigación pública pero las relaciones entre ellas y con las empresas no son suficientemente robustas para generar sinergias en el desarrollo de innovaciones, especialmente de las vinculadas con tecnologías para la producción de bioinsumos, bioproductos y bioenergía de segunda generación que aumenten la eficiencia en los procesos de agregado de valor de la biomasa. El débil entramado está asociado a una insuficiente dinámica de innovación regional. En este sentido, “las provincias del Norte argentino aparecen como aquellas donde la tasa de innovación sobre el total de (sistemas) locales es más baja” (Borello, 2016), particularmente en las provincias de Corrientes, Chaco, Tucumán, Formosa, Santiago del Estero y Catamarca.<sup>24</sup>

En el sector de la bioeconomía, esta situación se traduce por ejemplo en el escaso desarrollo en el ámbito de la investigación del destino de los residuos sólidos y efluentes

---

<sup>24</sup> La información relevada a través de entrevistas a actores regionales señala que una de las mayores limitantes para el desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino es la débil vinculación del sistema productivo con el científico-tecnológico. Si bien el sistema científico tecnológico está relativamente desarrollado, existe poca tradición de trabajo conjunto entre los grupos de investigación y los sectores productivos en la solución de problemas y el desarrollo de innovaciones. En ese sentido, otra dificultad se presenta en la etapa de transferencia de tecnología: los centros de investigación asignan prioridad al proceso de I+D+i, con menor atención al trabajo en la interfase científica tecnológica/productiva, resultando, en consecuencia, una débil vinculación con los emprendedores. Asimismo, la mayor parte de las empresas tiene un tamaño insuficiente para abordar sin apoyo externo los procesos de transferencia de tecnología y los centros de investigación tienen pocos incentivos para priorizar estas actividades. Finalmente, el relevamiento revela que no es suficientemente robusta la relación entre actores del sistema científico tecnológico regional. Las articulaciones son débiles y en general se trata de esfuerzos aislados.



líquidos, proveniente de las actividades de transformación de los recursos biomásicos en vectores energéticos y del porcentaje de residuos que podrían retirarse de los suelos sin impacto, debiendo profundizar el estudio de la huella de carbono y huella hídrica de las diferentes materias primas con posible destino a bioenergía. También es escaso el desarrollo y transferencia de conocimiento e innovaciones relacionadas con el mejoramiento de la eficiencia económica en la transformación biológica de la biomasa (desempeño de enzimas celulolíticas), la demanda de insumos microbianos intervinientes, la producción de insumos biológicos a escala comercial y el rendimiento de diferentes biomásas.

#### 4.4. Principales tendencias que impactan en la bioeconomía regional

##### *Requerimientos de sustentabilidad ambiental*

En muchos países se registran cambios importantes en favor de patrones productivos más amigables con el medio ambiente y una mayor predisposición a implementar alternativas frente a los enfoques basados en el consumo de recursos no renovables.

Estos cambios se plasman en objetivos consensuados referidos, entre otros, a la mitigación y adaptación al cambio climático, la preservación de ecosistemas, el uso sustentable de bosques, la lucha contra la desertificación y la degradación de tierras, el uso sustentable de la biodiversidad y el acceso de la población a fuentes de energía alternativas y a una dieta alimentaria nutritiva y saludable.

Estos desafíos han promovido desarrollos tecnológicos que buscan mejorar la eficiencia de los procesos de transformación de la biomasa, fomentar la sustitución de combustibles fósiles y materiales basados en el petróleo y el establecimiento de sistemas de ciclos cerrados con reciclaje. Los paradigmas de producción mundiales avanzan hacia una reducción creciente de residuos, el uso de materiales naturales y la disminución del consumo de energía no renovable (Hodson de Jaramillo, 2014).

##### *Gradual diversificación de la matriz energética nacional*

El 60 % por ciento de la electricidad del país se genera con combustibles fósiles y menos del 2 % proviene de energías renovables. El Estado prevé una participación creciente de fuentes renovables en su matriz energética. El objetivo hacia el 2025 es que el 20 % de la electricidad del país provenga de fuentes renovables. Si bien gran parte de la estrategia se concentra en la incorporación de energía de fuentes eólica y solar, el mediano plazo ofrece posibilidades de participación creciente de diferentes alternativas de generación de bioenergía. Es el caso, por ejemplo, de distintos emprendimientos privados que generan energía a partir de los ricos recursos biomásicos disponibles y abastecen al Sistema Interconectado Nacional. Algunos relevamientos muestran que estas iniciativas aportan aproximadamente 331 Mw y se estima que hacia 2022 se incrementará a 548 Mw. (Gallino Op. Cit.).

### Evolución de la demanda de biocombustibles, bioproductos y bioinsumos

Se prevé que los precios internacionales del petróleo crudo se dupliquen en términos nominales durante el periodo base (OCDE-FAO, 2017). Esto reduciría la demanda de gasolina y diésel, sobre todo en los países desarrollados. Los precios de los biocombustibles, al igual que los de las materias primas para biocombustibles, mantendrían una tendencia ascendente, pero a un ritmo menor que los precios de la energía. Se estima que la evolución de los mercados de etanol y biodiésel durante el periodo base siga impulsado por las políticas públicas.

En Estados Unidos, mercado de destino de las exportaciones argentinas de biocombustibles, se supone que todas las normativas permanecerán en sus niveles anunciados para 2017, excepto las del celulósico, el cual deberá seguir aumentando en grado moderado. La barrera de mezcla de etanol se fija para que aumente a 11,3 % hacia 2026. Por consiguiente, se estima un desarrollo limitado de mezclas medias de etanol. Además, se supone que el uso del biodiésel aumentará en los primeros años del periodo 2017-2026, por encima de sus normativas obligatorias, para cubrir parte de las normativas obligatorias avanzadas. En el caso de la UE se espera que la proporción de energía total de transporte tomada en cuenta para los biocombustibles, incluida la doble contabilidad para los basados en desperdicios y residuos, sea de 6,4 % hacia 2020 y permanecerá estable a partir de ese momento.

Según estas perspectivas la producción mundial de etanol debería pasar de 120 Mml en 2016 a 137 Mml en 2026, en tanto que la producción mundial de biodiésel debería aumentar de 37 Mml en 2016 a 40.5 Mml en 2026. Para 2026, se estima que 55 % de la producción mundial de etanol esté basada en maíz y 35 % en cultivos de azúcar. En 2026, alrededor de 30 % de la producción mundial de biodiésel debería basarse en aceites vegetales usados. No se prevé que los biocombustibles avanzados basados en residuos despeguen durante el periodo de proyección debido a la falta de inversión en investigación y desarrollo (I+D).

El comercio de biocombustibles permanecerá limitado. Los exportadores potenciales de etanol son Estados Unidos (la barrera de mezcla limita mayores aumentos en la demanda interna) y Brasil (el etanol podría cubrir parte de la norma obligatoria avanzada de etanol de Estados Unidos). No se espera que la exportación de etanol por parte de Brasil se incremente, ya que es probable que el etanol estadounidense permanezca más barato durante el periodo de las perspectivas. Se contempla que Argentina será un exportador importante de biodiésel y la mayoría de sus exportaciones se dirigirán a Estados Unidos. El futuro de los derechos *antidumping* europeos para el biodiésel es una incertidumbre importante en la evolución del comercio de este producto.

En tanto, la trayectoria del mercado doméstico depende de varios factores. Entre los más relevantes se puede mencionar, la evolución esperada del porcentaje de corte que actualmente es del 12 % pero está la posibilidad de aumentar entre el 15 y 27 %. También,

la opción de implementar un programa *flex fuel* que permita la circulación de autos utilizando naftas con más del 20 % de bioetanol<sup>25</sup>.

Respecto a los bioinsumos, particularmente los bioplaguicidas, se constata que mientras el mercado de plaguicidas tradicionales crece al 2 %, los biosinsumos lo están haciendo a tasas cercanas al 15 % anual. Para el 2020 las ventas mundiales anuales de biofertilizantes están proyectadas cercanas a los USD 1.8 billones (biofertilizantes). Como consecuencia de esta tendencia, en los últimos años se observa un marcado interés de distintos sectores de I+D en estudiar y desarrollar micoplaguicidas. Este crecimiento de la demanda de bioinsumos está relacionada con la creciente adopción de estrategias de Manejo Integrado de Plagas y de prácticas de agricultura orgánica. En muchos casos se trata de comportamientos de anticipación a medidas regulatorias restrictivas respecto al uso de insumos convencionales (plaguicidas, fertilizantes) (Bailey *et al.*, 2010).

Para los bioproductos, diversos estudios<sup>26</sup> muestran que el mercado global puede alcanzar los U\$S 714.6 billones hacia 2021 (2016: U\$S 466.6 billones) a una tasa de crecimiento anual del 8,9 %. También se señala que la evolución depende entre otros factores, de contribuciones significativas que la investigación debe realizar para mejorar los procesos industriales de transformación de la biomasa. Asimismo, el crecimiento de los bioproductos depende de los incentivos que la industria química tenga para cambiar hacia materias primas alternativas (impuestos, subsidios).

#### Agenda 2030 y compromisos en gestión ambiental de la Argentina

La Argentina adhiere a la Agenda 2030 de la ONU. En ella se plantean metas respecto a la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, el uso sostenible de ecosistemas, la gestión de bosques, la lucha contra la desertificación, la pérdida de biodiversidad y el fortalecimiento de la CyT para crear industrias inclusivas y sostenibles, entre otras. Las provincias del Norte adhieren a la Agenda a través de convenios bilaterales con la Nación. En este marco, la bioeconomía regional es un camino para el cambio estructural desde una perspectiva de sostenibilidad y constituye una estrategia eficaz para una gradual *descarbonización* de la economía.

#### Bibliografía

Acosta, M. (2016). El abordaje del avance de la frontera agrícola desde la mirada de dos libros de texto de educación secundaria. Instituto de Geografía. UN La Pampa: Santa Rosa. *Revista Huellas* 20, 163-186.

Bailey, K., Boyetchko, S. y Längle, T. (2010). Social and economic drivers shaping the future of biological control: A Canadian perspective on the factors affecting the

---

<sup>25</sup> La implementación de un programa *flex fuel* puede verse dificultada por la resistencia de compañías petroleras, fabricantes de automotores y de equipos de generación eléctrica.

<sup>26</sup> Ver: <https://www.bccresearch.com/market-research/energy-and-resources/biorefinery-products-markets-report.html>

- development and use of microbial biopesticides. *Biological Control* 52(3), 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.003>
- Bolsa de Comercio de Rosario (2017). Los granos que bajan desde el NOA/NEA y la importancia del transporte y la logística. *Informativo Semanal* 1797 (febrero). pp. 3-9.
- Borello, J. (2016). Geografía de la innovación en la Argentina: análisis provincial basado en datos sobre PyMEs. *Locale* 1(1), 71-95. <https://doi.org/10.14409/rl.v1i1.6265>
- Bravo, G. (2018). Manejo integrado de plagas en el sur del Valle Calchaquí. Controversias y desafíos para la construcción colectiva de estrategias de gestión de sanidad vegetal. En V. Carrapizo, F. Escolá, G. Giordano, G. Sánchez, M. Paredes, M., Bodrero, S. Brieva y P. Juárez (comps.). *Tecnología y sociedad. Análisis de procesos de innovación y cambio tecnológico en diversos territorios rurales de Argentina* (pp. 37-58). Argentina: Ediciones INTA.
- Cámara Argentina de Comercio y Servicios - CAC. (diciembre, 2017). Unidad de Estudios y Proyectos Especiales. *Estudio sobre asimetrías regionales en Argentina*.
- Cámara de Legumbres de la República Argentina (CLERA). (2018). *Legumbres: los desafíos de abrir mercados y límites máximos de residuos*. Jornada de CLERA. Recuperado de <http://agroverdad.com.ar/2018/05/legumbres-los-desafios-abrir-mercados-limites-maximos-residuos>
- Caro, R. (2015). *Estudio potencial de mitigación: estudio de caso de caña de azúcar*. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. AACREA, Fundación Torcuato Di Tella y Price WaterHouse Coopers.
- Chifarelli, D. (2010). *Acumulación, éxodo y expansión: un análisis sobre la agricultura familiar en el norte de Misiones*. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Crazov, A., Chomiczak, S., Dalla Fontana, L., y Marinich, J. (2000). Evaluación del uso de plaguicidas en cultivos de algodón. Universidad nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.
- Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). (junio, 2016). Área cosechable y producción de caña de azúcar para la zafra 2016. *Reporte Agroindustrial, Relevamiento satelital de cultivos en la provincia de Tucumán*, 124. Recuperado de <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=ra124-area-cosechable-y-produccion-de-cana-de-azucar-y-azucar-para-la-zafra-2016-en-tucuman>
- FAO. (mayo, 2009). *Análisis del balance de energía derivada de biomasa en Argentina*. WISDOM Argentina. Informe Final.
- FAO. (2016). *Análisis espacial del balance energético derivado de biomasa. Provincias de Tucumán y Salta*. Documentos Técnicos nº 1 y 2.
- Galbán, E., Insaurralde, J. y Cuadra, D. (jul-dic., 2017). Evolución y escenarios futuros de la deforestación en el suroeste de la provincia del Chaco, Argentina. *Estudios Socioterritoriales* 22, 121-131.
- Gallino, A. (2014). *Estudio de potencial de mitigación. Biomasa y biocombustibles de 2º y 3º generación con fines energéticos*. Vol 1 (energía).

- García Collazo M., Panizza, A. y Paruelo, J. (2013). Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos: Resultados de la Zonificación realizada por provincias del Norte argentino. *Ecología Austral*, 23(2), 97-107.
- Goldsberg, C. (2013). Organización de la Agricultura Familiar en el Noroeste de Argentina para la producción de quinua. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*, 3(5), 85-92.
- Guerrero Borges, V. (2012). *Deforestación y fragmentación de la selva misionera: estrategias y herramientas para el diseño del paisaje: caso de estudio Colonia Andresito*. Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/30741>
- Hodson de Jaramillo, E. (ed.). (2014). *Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INDEC. (2018). *Anuario Estadístico de la República Argentina 2016*, 31. Buenos Aires.
- INTA. (2018). *Escenarios Futuros de la Deforestación en el Norte Argentino. Informe Final*.
- Isla, M. (2016). *Búsqueda sistemática de nuevos compuestos químicos con potencial para la creación de valor económico y uso sostenible*. Seminario Bioeconomía Argentina. Recuperado de <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/wp-content/uploads/2017/01/2.-Maria-Ines-Isla.pdf>.
- Jobbágy, E. (2010). Una mirada hacia el futuro. En E. Viglizzo y E. Jobbágy. *Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental*. (pp. 71-78). Buenos Aires: Ediciones INTA.
- McCormick, K. (2011). The emerging bio-economy in Europe: exploring the key governance challenges. In Policy Issues. *World Renewable Energy Congress*. Suecia, 8-13 mayo (Linköping).
- Ministerio de Agroindustria. (2017). *Bioeconomía Argentina. Visión desde Agroindustria*. Buenos Aires.
- OCDE, FAO, Universidad Autónoma de Chapingo. (2017). *Perspectivas agrícolas 2017-2026. Enfoque especial: Sudeste asiático*.
- Pengue, W. (noviembre, 2014). *Cambios y escenarios de la agricultura argentina del siglo XXI*. GEPAMA-FADU-UBA / Ecología UNGS / Panel de recursos UNEP.
- Salazar, R. y Cárdenas, G. (2013). La bioeconomía y las biorrefinerías. *Avance Agroindustrial* 34 (3), 31-34. EEAOC.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS). (enero, 2006). *Estudio exploratorio sobre requerimientos ambientales para la exportación de vinos argentinos*.
- Valeiro, A., Portocarrero, R., Ulivarri, E. y Vallejo, J. (2017). *Los residuos de la industria sucro-alcoholera argentina*. Serie Gestión de residuos de la industria sucroalcoholera argentina. Colección Investigación, Desarrollo e Innovación. Famaillá, Tucumán: INTA Ediciones.

### III. ÁREAS ESTRATÉGICAS TECNO-PRODUCTIVAS

#### 1. Introducción

En esta segunda parte del documento se elabora el diagnóstico de las áreas estratégicas tecno-productivas planteadas por el proyecto: alimentos y bebidas, biomasa, biorrefinería, bioenergía, bioproductos y bioinsumos.

Este ordenamiento de los capítulos busca respetar la secuencia de maduración de los procesos de transformación productiva como se han dado en los territorios, articulando los sistemas de producción con las cadenas de valor que conlleva en la actualidad al concepto de las biorrefinerías de pequeña y gran escala, como instrumentos del procesamiento general de la biomasa. O sea, se presenta el sector agropecuario y agroindustrial centrados principalmente en la producción y transformación de alimentos para avanzar a la bioindustria a través del procesamiento de la biomasa en la obtención de bioenergía y bioproductos. Se sigue así el escalamiento de menor a mayor valor agregado, donde se involucran también los alimentos de segunda transformación. En ese proceso y en la fase actual de la bioeconomía los bioinsumos actúan como facilitadores de la producción agropecuaria, agroalimentaria, agroindustrial y agroenergética.

Cada área estratégica tecno-productiva presenta en general su encuadre conceptual, la inserción en el contexto mundial, la situación actual, las capacidades tecnológicas y de innovación potenciales, como también, los problemas y oportunidades, con la intención de mostrar lo que se tiene para enfrentar el presente y mirar el futuro. Por último, se elaboran breves conclusiones que apuntan a lo que se espera que sea, es decir, los propósitos, aportes y principales desafíos para consolidar la bioeconomía regional.

#### 2. Alimentos y bebidas\*

##### 2.1. Encuadre conceptual

La producción de agroalimentos es tal vez, el enfoque que más se destaca en el enraizamiento de la bioeconomía. Estas actividades desempeñan un papel vital en las diferentes regiones, ya que mantienen la población e impulsan el desarrollo en las áreas rurales, brindan servicios ecológicos y entregan bienes públicos más amplios. Estas funciones múltiples se realizan en un contexto global de grandes desafíos demográficos, económicos y ambientales.

---

\* Elaborado por Claudia Gonzalez (INTA), con la participación de los profesionales del INTA: Sergio Vaudagna, Estefanía Cutro, Mónica Chavez, Leonor Pilatti, Carlos Derka, Emiliano Lysiak, Silvina Saldaño, Florinda Arias Miño, María Gabriela Capece, Teresita Vera, Gabriela De Noya, Livia Negri, Mariana Nanni, Gustavo Polenta, Natalia Szerman y Carolina Pérez; la colaboración de: Ramiro Casoliba (INTI), Gladis Rebak (UNNE) y Myriam Villareal (UNSE); y, contribuciones de: María Maggio (INTA), Marcela Martínez (INTA), Carlos Aguirre (INTA), Luis Fabián (INTA), Pablo Maldonado Vargas (UNNE), Elisa Maggio (UNSalta), María I. Isla (UNTucumán-CONICET) y Ana L. Mosso (UNJujuy).

Existe una amplia gama de impulsores (internos y externos) que alientan a los países y regiones a invertir en el desarrollo de la bioeconomía con base en la producción de alimentos. Se identifican estos impulsores no solo en los recursos y activos de la región (naturales), sino también están relacionados con el conocimiento técnico y científico. De esta manera, los principales impulsores de cambio para la agricultura y la alimentación se vinculan a (FAO, 2017):

- Crecimiento poblacional, urbanización, y envejecimiento.
- Crecimiento económico global.
- Incremento de la competencia por los recursos naturales.
- Cambio climático.
- Productividad agrícola e innovación.
- Plagas y enfermedades transfronterizas.
- Conflictos, crisis y desastres naturales.
- Pobreza, desigualdad e inseguridad alimentaria.
- Nutrición y salud.
- Cambios estructurales y empleo.
- Migración y agricultura. Cambios en los sistemas alimentarios.
- Pérdidas y desperdicios de alimentos.
- Gobernanza para la Seguridad Alimentaria y Nutricional.
- Financiación del desarrollo.

En base a estos fenómenos, se desprende que la Argentina debe integrarse a los procesos globales. Los principales ejes de inserción que se vislumbran, teniendo en cuenta la coyuntura actual, son el área energética y la alimentaria, en las que el desafío que se presenta es: “el aprovechamiento de las tecnologías de cascada que no sólo producen vectores bioenergéticos, sino también grandes familias de productos (biomateriales, insumos para la industria, etc.)”, y “cómo generar estrategias para el agregado de valor a los alimentos, de modo de adecuar los productos a las nuevas demandas alimentarias”.

Consecuentemente, para el desarrollo bioeconómico de la Argentina, es importante considerar, el potencial de las economías regionales, las capacidades científico-tecnológicas disponibles (con eje en la innovación), las políticas públicas, el ordenamiento territorial, así como el desarrollo de sistemas de certificación, el efecto del cambio climático y la reducción del impacto ambiental.

## 2.2. Inserción en el contexto mundial

Las capacidades del área de Alimentos y Bebidas a nivel internacional están relacionadas con tecnologías tradicionales y noveles que ya son maduras, y ciertas tecnologías que son consideradas globalmente como emergentes o en desarrollo, dado que aún se continúan investigando tanto las posibilidades de aplicación como su efecto sobre la matriz alimentaria.

Las tecnologías convencionales de procesamiento de alimentos están basadas en la aplicación de calor mediante vapor, agua o aire, o en el uso de productos químicos, enzimas y microorganismos o atmósferas modificadas. En las últimas décadas se desarrolló a nivel internacional un conjunto de tecnologías denominadas “nuevas tecnologías de procesamiento de alimentos”, cuyo objetivo es asegurar la inocuidad y extender la estabilidad, preservando la calidad sensorial y nutricional de los alimentos. Estas nuevas tecnologías se diseñaron con el objetivo de reducir la severidad del tratamiento, a través de la disminución de las temperaturas y de los tiempos de exposición. Estas permiten obtener alimentos procesados de alta calidad, similar a la de los alimentos frescos o recién preparados. Se tratan además de tecnologías más limpias, ya que utilizan la electricidad como fuente de energía (pudiendo ser generada por fuentes renovables), y consumen menor cantidad de energía y de agua que las tecnologías convencionales.

Estas nuevas tecnologías pueden clasificarse en tecnologías de procesamiento “térmico” y “no térmico”. Las nuevas tecnologías térmicas son: sistema *sous vide*, calentamiento óhmico, microondas, radiofrecuencia e infrarrojo; mientras que las no térmicas son: tecnologías de membrana, tratamientos con ozono, envases activos e inteligentes, biopreservación, irradiación -radiaciones ionizantes-, radiación ultravioleta, altas presiones hidrostáticas (APH), homogeneización por ultra alta presión, fluidos supercríticos, campos eléctricos pulsantes (PEF), pulsos lumínicos, ultrasonido, plasma a presión atmosférica. Estas nuevas tecnologías deberían integrarse a los procesos convencionales utilizados actualmente, para lograr productos refrigerados con mayor vida útil, y con características nutricionales y sensoriales similares a las materias primas de origen o también para desarrollar nuevos productos u optimizar procesos convencionales (curado, madurado, infusión, etc.). Muchas de ellas pueden ser aplicadas en el sector de alimentos y bebidas en la Argentina para lograr un mayor y más efectivo desarrollo agroindustrial.

En los documentos “Desarrollo de las exigencias sobre calidad e inocuidad de Alimentos en el mundo-2025” (Engo *et al.*, 2015) y “Escenarios sobre exigencias de calidad e inocuidad en el sector productor de materias primas y alimentos elaborados en Argentina-2030” (Dominguez *et al.*, 2016), se analizaron los fundamentos, las ventajas y desventajas, las principales aplicaciones y el equipamiento asociado a estas tecnologías tanto a nivel internacional como en la Argentina, así como su distribución geográfica.

### 2.3. Situación actual

Las capacidades tecnológicas enunciadas para el desarrollo bioeconómico del área de Alimentos y Bebidas se encuentran en parte disponibles en la Argentina, al menos las tradicionales y en menor medida las más nuevas, dependiendo de la cadena agroalimentaria en cuestión.

En la Figura 2, se observa el aporte de cada provincia al valor agregado total (producción primaria e industrial), a partir del cual se deduce que lamentablemente estas tecnologías,





## Región NEA

En el NEA se destacan las cadenas: bovina (de menor preponderancia la bubalina), apícola, acuícola, cítrica, hortícola, los cultivos industriales (yerba mate, te, mandioca), y los cereales (arroz, sorgo). Se subraya que la región presenta condiciones agronómicas y ambientales favorables para el desarrollo de esos cultivos.

La cadena bovina es fuerte en prácticamente todo el NEA, y en menor medida la ovina, bubalina y caprina, debido al desplazamiento de la frontera ganadera hacia zonas extra-pampeanas, circunstancia que ha planteado la necesidad de adaptar los sistemas a la realidad de estas regiones, es decir en condiciones de suelos más restrictivas que en la región pampeana. Los sistemas silvopastoriles bajo plantaciones forestales surgen como respuesta a esas necesidades, no sólo por ser un sistema viable y adaptable para la mayor parte de las regiones analizadas, sino también por resultar en una serie extra de beneficios para la actividad ganadera y para los productores que la implementan, destacándose entre ellas el atractivo retorno económico. En la zona existen pasturas implantadas, así como disponibilidad de granos, los que permiten una mayor intensificación productiva. El cambio de los sistemas productivos a cría-recría ha generado cadenas forrajeras más estables, de mayor producción y mejor calidad. Además, al incorporar la recría los sistemas más tecnificados han incrementado prácticamente un 100 % la producción de carne/ha. Existe una importante red de profesionales con cultura ganadera e idoneidad que generan y validan tecnologías para mejorar indicadores productivos. Sin embargo, el desarrollo a nivel industrial es aun escaso.

La región posee amplios sectores (bajos e inundables) que presentan un enorme potencial para la producción de ganado bubalino, debido a la falta de adaptación del ganado bovino. Las razas que allí se crían son de “doble propósito”, con posibilidad de producción de carne y leche. Para alcanzar el desarrollo potencial de la producción, y para que su difusión contribuya al desarrollo territorial, es importante incrementar la generación de tecnología apropiada factible de completar el ciclo productivo del búfalo en la región y aportar a la generación de valor de la actividad.

El NEA se caracteriza por poseer abundantes montes y bosques nativos, otorgando ventajas comparativas para obtener productos apícolas de calidad, eventualmente con certificación orgánica. Hay buena disponibilidad de salas de extracción, particularmente en las provincias de Chaco y Formosa, así como asociaciones y empresas que cumplen ampliamente los procesos de calidad, lo que les permitió obtener certificaciones como, orgánica, Kosher, sin TACC, etc. El Consorcio de Comercialización del Chaco y la Cooperativa de Productores Apícolas de la región cuentan con habilitación para exportación de miel (a granel y fraccionada) bajo una Marca Colectiva. La cadena ha mejorado tanto a nivel primario como industrial, aunque es aún posible avanzar en la producción y comercialización diferenciada. Existe una importante oferta para la actualización y capacitación de profesionales.

La abundancia de recursos de agua, particularmente en la provincia de Misiones, la instalación de productores integrados con alto conocimiento, así como la difusión de la cultura del consumo de pescado han favorecido el desarrollo de la producción acuícola en el NEA. Esto permitió incorporar tecnologías de mayor envergadura para mejorar el manejo de la producción. Por otro lado, las políticas públicas implementadas la han apoyado desde el punto de vista tecno-productivo (Ley Nº 27.231).

La cadena citrícola se vio favorecida por las condiciones climáticas, de suelos y la disponibilidad de agua de calidad para riego (más específicamente en la provincia de Corrientes). Sumado al apoyo de profesionales, tanto de instituciones públicas como privadas, que aportan con nuevas tecnologías y dan sustentabilidad técnico-científica. Existe una importante infraestructura instalada, tanto en producción primaria como agroindustrial, esta última especialmente dirigida a la producción de jugos. Los viveros, en general, están certificados con producción de plantas libre de virus, y reducción del riesgo de diseminación de enfermedades. Disponen de personal idóneo para los requerimientos de la producción primaria; a nivel industrial se tiene conocimiento y experiencia en el mercado interno y de exportación, aunque no siempre es aplicable por cuestiones de precio.

Dentro de la cadena hortícola, se subrayan como promisorias las especies de tomate, pimiento, zapallo, sandía y batata. La región que cuenta, en parte, con clima subtropical sin estación seca ofrece una oportunidad para varias hortalizas, algunas de ellas con producción primicia. Algunos de estos cultivos se producen bajo un sistema de producción amigable con el ambiente, como pimiento (protocolo de biocontrol), o tomate (trampeo, monitoreo y control para polilla). Existe infraestructura instalada en producción primaria (horticultura protegida y a campo) y en menor medida a nivel industrial (pimiento). Se dispone de mano de obra para producción primaria con asesores de organismos públicos y privados. Se registra alto abastecimiento del mercado interno, pero con pocas posibilidades de exportación debido al carácter perecedero de la producción y la falta de desarrollo industrial. En algunas zonas de la región, la actividad es realizada por pequeños y medianos productores, con niveles tecnológicos de calificación y capacitación bajos, y escasa capacidad de gestión.

En cuanto a los cereales, el más importante es el arroz con más de 200.000 ha aptas para cultivo. La alta capacidad de conocimiento ha permitido el avance de la cadena: aplicación de BPA, con productos certificados; utilización de un sistema de cultivo optimizado en distintos niveles de la producción (drenajes, fecha de siembra, densidad, manejo del agua de riego, etc.); implementación de lotes MARA (Manejo de Alto Rendimiento en Arroz) con difusión de tecnologías de procesos intensivas y desarrollo de variedades adaptadas a las condiciones climáticas con alta calidad molinera. A nivel industrial, hay capacidad instalada en molienda para procesar aprox. 950.000 tn/año. No existen otros procesos industriales de diferenciación de producto. El sorgo registra una alta capacidad científica desarrollada en Chaco-Formosa para la producción de alimentos de consumo humano (en base a sorgos colorados), así como la producción de bebidas

artesanales sin TACC. Estos desarrollos están aún a nivel experimental, sin escalado a nivel industrial por razones de costos, pero con posibilidades de dar un salto cualitativo.

Entre los cultivos industriales, se destaca la yerba mate, sector que no solo abarca un alto porcentaje de la región NEA sino que también presenta un alto nivel de progreso en base a las capacidades técnico-científicas desarrolladas, como por ejemplo, el banco de germoplasma; disponibilidad del genoma de la yerba mate; modernas técnicas de cultivo, propagación vegetativa; buen manejo de planta; protección de cultivo, suelo y ambiente; disponibilidad de tecnología en cosecha mecanizada y semimecanizada; definición de los parámetros de calidad de producto; buen conocimiento del efecto de la yerba sobre la salud; disponibilidad de manuales de BP; importante desarrollo del sector metalmecánico para la industria, etc. Además, en los últimos años se ha producido un significativo crecimiento de las exportaciones, particularmente de extracto. Las políticas públicas han apoyado este desarrollo; se cuenta con un organismo controlador y promotor (Instituto Nacional de la Yerba Mate); y se logró la certificación de la marca "Yerba Argentina". El té es otro de los cultivos de interés, debido a la disponibilidad y aplicación de tecnologías para mejorar la calidad de la cadena, la cosecha es mecanizada y se dispone de nuevas tecnologías en plantas procesadoras. El esquema productivo se basa en el bajo uso de agroquímicos, consecuentemente se ha logrado certificaciones ambientales en los campos de producción (25 % de la superficie), en cumplimiento con los requerimientos de los compradores internacionales para la elaboración de bebidas frías. En menor medida la mandioca es un cultivo potencialmente prometedor debido a la importación de tecnologías modernas en producción primaria desde Brasil que permiten adaptaciones locales y favorecen su desarrollo. Las mejoras tecnológicas logradas han permitido la creación de un laboratorio de calidad de la fécula, la conformación del Clúster de la Mandioca, y avances en la inscripción de variedades locales de mandioca. Una interesante oportunidad para el desarrollo bioeconómico, es el aprovechamiento de los residuos generados para producir biogás.

### Región NOA

El NOA presenta algunas características similares a las del NEA, pero se observa una mayor pujanza y más desarrollo de actividades que aportan a la bioeconomía. En ese sentido el avance de la ganadería ha sido significativo. Se destaca la diversidad de climas y suelos para el desarrollo de la ganadería mayor y menor en todas las zonas agroecológicas, según régimen de precipitación y especies. Por lo tanto, se dispone de ganado porcino, bovino, ovino y caprino (este último para producción de carne y leche). El manejo de arbustivas y la siembra de pasturas en sitios con vegetación de bosque permiten encuadrar la producción, en zonas definidas, dentro del sistema silvopastoril. Existen líneas de investigación orientadas al monitoreo, control y manejo de los recursos naturales para propender a su mejor aprovechamiento y conservación. Algunas instalaciones se basan en pastoreo del pastizal natural, en otras el engorde es a corral (feedlot). La producción intensiva demanda caminos, energía eléctrica e internet, estos requerimientos están fundamentalmente disponibles en las proximidades de los centros

urbanos. Existe una densa red de profesionales, provenientes del sector público y privado (como INTA y AACREA), trabajando en la generación y validación de tecnologías para mejorar los indicadores productivos. La tradición ganadera es extensa, por lo tanto, se dispone de personal capacitado para el manejo de la hacienda y actividades de campo. Sin embargo, las capacidades relacionadas con el procesamiento industrial no están bien desarrolladas en la región, salvo algunas empresas que procesan carnes bovinas.

Debido a la ausencia de legislación para la producción caprina y a los problemas generados con la tenencia de la tierra, se ha profundizado la marginalidad y se elevó la demanda de desarrollos tecnológicos específicos. Más recientemente, las políticas públicas se orientaron y pusieron énfasis en el apoyo a la producción ganadera, particularmente la caprina y porcina (mesas técnicas, ley de fomento para el sector agropecuario, ley de engorde, leyes de fomento de la actividad caprina y porcina, etc.). La infraestructura es relativamente buena; dependiendo de las provincias que la conforman se dispone de plantas de faena, de frigoríficos Clase A para el mercado interno y exportación (Cuota Hilton). La actual demanda interna supera, en la mayoría de las veces, la oferta de carne regional, sin embargo, la posición geográfica estratégica de la región sugiere un potencial para la explotación de nuevos mercados (corredor bioceánico).

En cuanto a la producción frutícola, se destacan los frutos tropicales (banana, mango, palta, papaya, maracuyá) y finos (arándanos y frutilla). El arandano es fruta primicia, y ha recibido un importante apoyo provincial (particularmente Tucumán) para avanzar en la exportación con volúmenes importantes en mercados que requieren calidad. Se dispone de cámara IQF (Individual Quick Freezing) en el aeropuerto que lo habilita para las salidas internacionales con preservación de la calidad de las frutas finas. Los frutos tropicales, en general, se concentran en Salta y Jujuy debido al clima subtropical con temperatura relativamente baja en invierno. Los profesionales formados enfocan la investigación en el estudio de variedades adaptables y sanidad vegetal frente a potenciales variaciones de las condiciones climáticas, a las que son muy susceptibles, aunque con limitada infraestructura. Las ofertas tecnológicas para transformación, diferenciación y agregado de valor en origen son limitadas.

El NOA ofrece condiciones climáticas y de suelos ideales para producción de fruta destinada a aceitunas en conserva y para producción de aceites de oliva virgen extra. Se dispone de viveros con alta tecnología; y, además, de plantas elaboradoras de aceitunas para conserva y aceite. Se ha instalado un laboratorio para determinación de características físico-químicas aprobado por el Organismo Argentino de Acreditación, y se organizó y entrenó un panel de cata acreditado por el Consejo Oleico Internacional. Existen tres plantas pilotos de extracción de aceite de oliva donde se realizan evaluaciones del comportamiento varietal y del rendimiento industrial. Hay disponibilidad de profesionales idóneos y de infraestructura para investigación y desarrollo. Las provincias de mayor producción, Catamarca y La Rioja, poseen capacidades técnicas para exportar aceite de oliva y aceitunas en conserva,

principalmente a granel, y en contra estación. Las políticas provinciales y nacionales brindan apoyo continuo para su crecimiento (Clúster Olivícola, Plan Olivícola Provincial, Mesa Olivícola Nacional etc.) debido al potencial que posee para aportar al desarrollo bioeconómico.

La producción vitícola está ampliamente difundida en el NOA, dado que las condiciones climáticas y edáficas encontradas son favorables para la producción de fruta destinada al consumo humano en fresco, pasas, vinos y jugos de uva concentrados. La superficie implantada es importante, la producción está dirigida fundamentalmente a vinos y en algunos sectores a pasas y jugos, disponiendo de capacidad instalada con bodegas y laboratorios para evaluar vinificación y evolución de vinos, así como empresas para el procesamiento de pasas de uva. Existe disponibilidad de profesionales idóneos e infraestructura para la investigación y el desarrollo en organismos nacionales y privados. Se dispone de conocimientos técnicos y una vasta experiencia para la exportación (La Rioja, Salta), alcanzándose destinos de importancia como el Reino Unido, E.E.U.U, Dinamarca y Suecia. Las políticas públicas provinciales han brindado un continuo apoyo para lograr su crecimiento, debido a la oferta de programas específicos, y a las políticas de promoción y difusión comercial (clusters, circuitos y rutas del vino, fiestas nacionales, etc.).

La horticultura es otra de las cadenas de interés, con énfasis en cebolla, zanahoria y batata. Su producción está instalada estratégicamente para una ágil distribución, y dispone de suelos con aptitud agrícola adecuada. La superficie implantada es importante, particularmente para cebolla y zanahoria, con producción primicia de días cortos. Existe infraestructura instalada para la producción primaria (incluye lavaderos, clasificadoras, galpón de empaque o embolsado). En cuanto a las posibilidades de industrialización, la demanda es alta, pero en algunos sectores la capacidad es incipiente (batata). Se dispone de fábricas y parque industrial habilitado con registro nacional en zona de producción de cebolla y zanahoria (Tucumán). Se cuenta con profesionales idóneos en el INTA, gobiernos provinciales, universidades y Secretaria de Agricultura Familiar, pero orientados en la producción primaria más específicamente. A pesar que el cultivo de la batata aún requiere de un salto cualitativo y cuantitativo importante, se destaca su potencial para el desarrollo de la bioeconomía de la zona, debido al requerimiento del producto en distintas formas (fresco, deshidratado, etc.) para la obtención de alimentos funcionales, con énfasis en alimentos para bebés e infantes.

La actividad nogalera, instalada más específicamente en Catamarca y La Rioja, cuenta con suelos, agua y clima óptimos para su producción, con disponibilidad de tecnología varietal de origen californiano y nuevas variedades con bajo requerimiento de frío. Cuenta con un alto potencial de productividad que aún no se ha alcanzado, debido principalmente a falencias en la infraestructura primaria (riego y energía eléctrica); aunque, las provincias han llevado a cabo importantes obras de infraestructura (sistemas de conducción entubados con entrega de agua presurizada en finca) para mejorarla. La región cuenta con viveros de calidad identificada, y un laboratorio de micro propagación para frutos

secos. En cambio, la infraestructura para operaciones de cosecha y pos cosecha está mucho más desarrollada, se dispone de plantas procesadoras municipales de nueces ubicadas en puntos estratégicos. En cuanto a la capacidad técnico-científica, se dispone de profesionales formados en diferentes áreas temáticas (sanidad, ecofisiología, mejoramiento genético, manejo de cultivo, riego, cosecha y pos cosecha, calidad del producto final, socio-economía, etc.). Sin embargo, la capacidad de exportación es baja, y la mayor parte de los volúmenes de venta se vuelcan al mercado interno. Las provincias núcleo han impulsado este cultivo debido a su potencial de crecimiento (Plan Nogalero en Catamarca, programas y campañas fitosanitarias y de reconversión varietal, Clúster Nogalero en La Rioja, etc.).

La producción de aromáticas, es otra de las actividades con potencial de crecimiento, destacándose el cultivo del anís y del comino. Las propias compañías especieras son las que agregan valor al producto, realizando el molido y/o mezclado y envasado, y su posterior venta a los comercios minoristas, supermercados o a la industria alimentaria que, a su vez, lo destina para diferentes preparaciones (sopas, chacinados, embutidos, panadería, entre otras). Algunas de las instituciones de ciencia y técnica, trabajan para agregar valor al producto generando alternativas con destino diferente al alimentario, ejemplo, aceites esenciales para utilizarlos como bioinsecticidas o producción de oleorresinas. Se observa muy baja capacidad de exportación; los volúmenes de producción no llegan siquiera a cubrir la demanda del mercado interno. Sin embargo, ambos cultivos son estratégicos para la región, ya que el techo no es productivo y existe potencialidad de exportación. No disponen del apoyo necesario a nivel de políticas públicas, tanto regionales como nacionales, para inducir un crecimiento sostenido.

El turismo gastronómico es tal vez la actividad más vasta y con mayor potencial de esta región, si bien hoy se concentra fundamentalmente en Salta y Tucumán. Todas las provincias que la componen disponen de alimentos y tradiciones asociadas al territorio como para poder organizar un corredor que abarque el NOA. Aún cuando la producción de alimentos está garantizada, los cambios de escalas productivas están sujetos a la disponibilidad de tierras cultivables y a la aceptación de procedimientos tradicionales de producción de materia prima y elaboración. No hay suficientes profesionales que aborden el tema socio-técnico en forma integral. Existe un escaso desarrollo para el uso de energía sustentable en la elaboración y conservación de alimentos tradicionales. La Secretaría de Turismo de Salta ha implementado un interesante mapa gastronómico que incluye los alimentos típicos denominados Norte Verde Provincial y La Puna. Actualmente, se está trabajando para ampliar el mapa con siete zonas más que incluyen sus tipicidades gastronómicas. Claro ejemplo a seguir por el resto de las provincias, no solo del NOA sino también del NEA, ya que este es un recurso potencial de excelencia para favorecer el desarrollo gastronómico y turístico del norte argentino.

## 2.4. Capacidades productivas, tecnológicas y de innovación potenciales<sup>27</sup>

### Cadena de la Ganadería

#### *Carnes Bovina, Caprina, Porcina y Bubalina*

- Desde una visión de la tecnología de procesamiento de la carne se promueve la instalación de nuevos frigoríficos, para hacer un aprovechamiento integral de la producción, teniendo en cuenta el alto índice de animales por habitante.
- Para el aprovechamiento de los subproductos, se sugiere una mejora en la comercialización de vísceras, tanto a nivel local como para exportación. Requiere acondicionar zonas de los frigoríficos para la separación, limpieza y clasificación por producto, disponer de cámaras frigoríficas para su refrigeración o sistemas de congelación. Otra posibilidad es la obtención de compuestos funcionales, mediante la aplicación de tecnologías de separación o por bioprocesos (tratamientos con enzimas). La sangre animal, de alto contenido de proteínas y hierro, puede utilizarse como suplemento dietario o como colorante en alimentos. La sangre total o fraccionada en células y plasma, puede comercializarse deshidratada o refrigerada/congelada o en concentrados y ultrafiltrados, de manera de obtener soluciones ricas en proteínas de bajo peso molecular para mejorar la textura, el perfil nutricional y el sabor de productos alimenticios o cosméticos. Este procesamiento requiere equipos de refrigeración, micro y ultrafiltración, y secaderos spray.
- En la preservación de carne fresca, se sugiere extender su vida útil mediante envasado al vacío, y refrigeración. En el caso de cortes cárnicos provenientes del ganado caprino, este proceso permitiría alcanzar nuevos mercados, mediante la comercialización en distintas regiones del país. Como nuevas tecnologías, se propone utilizar envases activos (incorporación de agentes antimicrobianos y/o antioxidantes, favorece la extensión de la vida útil de los cortes) o bien envases inteligentes (indicadores de historia térmica o de la trazabilidad del producto), ambas tecnologías contribuyen al agregado de valor. Para obtener cortes congelados, se debe contar con túneles de congelación y cámaras apropiadas, que implican una inversión mayor, pero abre la posibilidad de exportar los distintos cortes.
- El procesamiento de la carne para la elaboración de productos frescos (embutidos o no) es otra alternativa para el agregado de valor. Dependiendo el tipo de carne, estos productos pueden ser comercializados en distintos mercados. Para su elaboración se requieren instalaciones adecuadas y equipamiento sencillo

---

<sup>27</sup> La selección de las cadenas priorizadas se basó en los siguientes criterios: relevancia económica (número de EAPs involucradas, volumen de producción/ exportación, superficie implantada, etc.); crecimiento potencial de la cadena en el caso que en la actualidad fuera incipiente; impacto potencial que produciría su desarrollo (productivo, social, tecnológico, comercial, etc.); factibilidad del agregado de valor a la producción y diversificación de la oferta actual; y, potencial que poseen para favorecer el desarrollo de la economía circular (aprovechamiento de residuos y subproductos para producir bioinsumos, bioenergía, etc.). No necesariamente las cadenas seleccionadas cumplieron con todos los criterios de priorización.



(mezcladoras, embutidoras, envasadoras, formadoras de hamburguesas, cámaras de refrigeración). Por otro lado, una alternativa posible para el aprovechamiento de cortes de menor terneza es la elaboración de productos cocidos, denominados listos para consumir (*ready to eat*), ya sea pasteurizados o esterilizados. Para ello se requiere envasadoras de vacío, marmitas, autoclaves, abatidores, registrador de temperatura, equipos para el envasado en bandejas o en latas, cámaras de refrigeración.

- En todos los casos es imprescindible la capacitación del personal en BPM, así como disponer de análisis de riesgos y puntos críticos de control.

### *Leche Caprina*

El principal destino de la leche caprina es la elaboración de quesos que son utilizados para el autoconsumo, la venta local y regional. Se elabora queso fresco y típico de la zona, con producción estacional en verano. Por lo tanto, debe considerarse la importancia de rescatar y preservar el “saber-hacer” en el proceso artesanal y regional del producto. Siguiendo esta línea de pensamiento, se propone la identificación y caracterización de los quesos artesanales caprinos en base a sus características diferenciales, por ej., por regiones y tipo de queso. En ese marco se postula:

- Incorporación de BPM en la producción de leche para asegurar su inocuidad, se sugiere seguir las indicaciones de la Guía Metodológica para la Inocuidad de Leche Caprina (Guía MILC-INTA).
- Establecer un plan de formación de elaboradores de queso, que rescate el “saber-hacer” propio, pero que considere los puntos críticos de control en el proceso de transformación.
- Acordar, definir y redactar los “protocolos de elaboración” de los diferentes quesos artesanales, incluyendo pautas de BPM.
- Diseñar y construir salas a escala artesanal para la elaboración de quesos (considerar BPM).
- Incorporar tecnología quesera a escala artesanal que se nutra de energía renovable (solar).
- Desarrollar insumos locales (levaduras y fermentos autóctonos) para la producción de quesos regionales con características diferenciales.

Otras estrategias de agregado de valor:

- Pasteurizar la leche fluida con tratamiento de alta temperatura-corto tiempo-HTST, para extender la vida útil en góndola. El factor limitante para obtener productos de buena calidad es la disponibilidad de materia prima de calidad, equipos de mediana escala, así como la optimización de los procesos en dichos equipos.
- Algunas de estas propuestas pueden también ser aprovechadas por los productores de leche de búfalo, cadena que está actualmente en crecimiento. La leche de búfalo tiene un valor altamente nutritivo, cuya grasa butirosa es tres veces mayor que la del vacuno, con un 30 % más de proteína y posee un rinde que duplica la producción de

mozzarella, permitiendo el desarrollo de una lechería con agregado de valor en zonas no tradicionales.

### Cadena de la Acuicultura

#### *Calidad de materia prima*

Dado que varias especies de peces de agua dulce cuentan con las enzimas desaturasas y elongasas necesarias para metabolizar el ácido linolénico n-3, los LC-PUFAs n-3 (ácidos grasos poliinsaturados omega 3), EPA (ácido eicosapentaenoico), y DHA (ácido docosahexaenoico), se propone el uso de productos de origen vegetal como los forrajes (fuente importante de PUFAs) o aceites vegetales ricos en ácidos grasos n-3 en las formulaciones para alimentación animal.

El aumento del contenido de LC-PUFAs en la carne de los peces es un efecto deseado debido a que contribuyen a la salud humana. La estabilidad de los lípidos de la carne va a depender del balance entre los componentes antioxidantes y pro-oxidantes. Por lo tanto, se propone incorporar en las formulaciones para alimentación de peces, antioxidantes naturales de origen vegetal como tocoferoles, carotenoides y flavonoides, para compensar la mayor vulnerabilidad oxidativa. Así, se obtendría carne de pescado de composición nutricional saludable, aprovechando los recursos existentes en nuestro país.

#### *Transformación y procesamiento de la materia prima*

- Desarrollo de productos diferenciados: elaboración de alimentos con calidad nutricional y con mayor vida de anaquel a través del envasado en atmósfera modificada, utilización de antimicrobianos, y/o combinación de dichas tecnologías para obtener productos en base a carne de pescado.
- Desarrollo de marcas comerciales diferenciadas por calidad: rotulado nutricional y declaración del aporte de ácidos grasos esenciales, EPA, DHA y antioxidantes naturales. Estrategia que favorece la obtención de sellos de calidad como Indicaciones Geográficas-IG o Denominaciones de Origen-DO.

#### *Aprovechamiento de sub-productos*

- Obtención de moléculas de interés nutricional y/o con funcionalidad específica (péptidos, lípidos, antioxidantes, etc.) mediante tecnologías de concentración de sub-productos del pescado, para su potencial aplicación en la industria de los alimentos o farmacéutica.

### Cadena Frutícola

#### *Cítricos*

Es prioritario el fortalecimiento de programas sanitarios para afrontar la presencia de plagas y enfermedades cuarentenarias que limitan el ingreso a mercados que poseen altas exigencias sanitarias (cancrosis, HLB y mancha negra), la extensión de certificaciones en viveros y del material de propagación vivo, así como la implementación de buenas prácticas, certificación de normas de calidad y estándares sanitarios.

Los cítricos se acondicionan durante el empaque, donde el lavado es un paso importante y en esta etapa se realiza el primer tratamiento fungicida, para desinfectar la superficie del fruto e inactivar las esporas de hongos que puedan estar presentes en las heridas. Se recomienda utilizar ortofenilfenato de sodio acompañado de un detergente.

En la etapa de empaque, coexisten distintos estándares de equipamiento tecnológico en los establecimientos. Esa heterogeneidad se debe principalmente a los distintos sistemas de proceso utilizados (húmedo o seco). La clasificación por tamaño de la fruta suele realizarse de manera mecanizada, pero las tareas de clasificación por color, forma y calidad se realizan, usualmente, en forma manual. Los sistemas modernos incorporan sensores electrónicos para clasificar la fruta en base a estos parámetros, logrando estandarizar el producto y a la vez reducir los tiempos de trabajo y costos. El paletizado de la fruta para facilitar la carga, descarga y su transporte, es una técnica que está incorporada al proceso, aunque no en forma generalizada. Del mismo modo, el acondicionado en frío es importante para la conservación y/o desverdizado de la fruta. Las cámaras actuales permiten ser utilizadas para ambos procesos.

En el procesado, el jugo puede ser exprimido y pasteurizado (garantiza la inocuidad y extiende su vida útil), o concentrado (menor costo de almacenamiento) y almacenado bajo refrigeración para luego ser reconstituido, o congelado.

La pasteurización debe ser optimizada con el fin de inactivar la enzima pectinmetilesterasa-PME, y los microorganismos patógenos. Pueden aplicarse tanto tecnologías convencionales de pasteurización, como tecnologías no térmicas (ej. APH o PEF para pasteurización en frío), que implican un mayor costo de inversión, pero mejor calidad del producto final. Estos métodos, mantienen la calidad sensorial y nutricional, a la vez que garantizan la inocuidad y extienden su vida útil. Otras alternativas para el tratamiento de jugos cítricos son el uso de CO<sub>2</sub> en condiciones supercríticas, la aplicación de calentamiento por microondas y/o de radiación ionizante.

La concentración debe ir acompañada por la recuperación de aromas. Puede incorporarse aceite prensado en frío (<0,01 %) para enmascarar los *off-flavors* que se producen durante el almacenamiento prolongado. Para quitar el amargor, se pueden utilizar enzimas o un proceso de adsorción de compuestos sobre ésteres de celulosa. El jugo concentrado se puede destinar a la elaboración de gaseosas y otras bebidas sin alcohol.

La recuperación de otros subproductos a lo largo de las líneas de producción (pellets, pulpa congelada y terpenos) para su reutilización en el procesamiento de alimentos, es otra interesante estrategia.

Existen también desarrollos innovadores, como la producción de energía a partir de descartes de producción. Sin embargo, se propone el aprovechamiento integral de la fruta previo a su utilización para producir energía, por ejemplo, aprovechar los hollejos para obtener ácido cítrico; las cáscaras para obtener aceites esenciales, pectinas,

colorantes; y compuestos de interés (ej. hesperidina mediante el uso de resinas). Los aceites se utilizan en la industria de las bebidas no alcohólicas como saborizante, y en la industria cosmética y farmacéutica como aromatizante. La cáscara de naranja es una buena fuente de pigmentos, los cuales se pueden obtener en polvo mediante secado spray a partir de los aceites esenciales y de los pigmentos carotenoides. Esa presentación posee un buen poder de dispersión para colorear y saborizar bebidas. Otra alternativa de industrialización de los cítricos incluye la deshidratación convencional para obtener rodajas de cítricos para barras de tragos (coctelería), la deshidratación de cáscaras para confituras, así como la obtención de fibras, jaleas y mermeladas. En Argentina, no hay aún instaladas plantas de recuperación de pectinas a partir de la cáscara de cítricos.

Una alternativa de interés global, relacionada con la demanda de alimentos que contribuyan a mantener el estado de salud, es la producción de jugos cítricos combinados con otros productos frutihortícolas de la región (frutos tropicales, hortalizas, etc.) para dar jugos naturales con alto contenido de compuestos bioactivos.

#### *Frutos finos: Arándano*

La implementación de la cosecha mecanizada, permite obtener frutos de alta calidad y a la vez reducir los costos y tiempos de cosecha.

El manejo de la temperatura desde la cosecha, el control de la cadena de frío y la trazabilidad en puntos críticos durante la poscosecha, es fundamental para mantener la calidad de la fruta. La utilización de túneles de pre-enfriado en los empaques, diseñados para remover el calor y disminuir el metabolismo de forma rápida, permite obtener fruta con temperaturas cercanas a 0° C al final de la línea.

Para el manejo y mantenimiento de la fruta, se recomienda el pre-enfriamiento por aire forzado, embalaje en ambiente refrigerado y el almacenamiento/transporte a temperaturas de 0-1 °C, condición que se debe mantener hasta la recepción final. Además, los arándanos deben almacenarse bajo una alta humedad relativa (95 %), a fin de reducir la pérdida de agua. La utilización de bolsas (micro o macro perforadas) y atmósfera modificada evita la deshidratación de la fruta, ya que funcionan como barrera al paso del aire, manteniendo una humedad relativa alta en su interior. La atmósfera modificada disminuye la actividad metabólica, y controla el crecimiento de hongos. La concentración de los gases recomendada para extender la vida en pos cosecha a 0 °C, es 2-5 % O<sub>2</sub> y 10-15 % CO<sub>2</sub>.

La congelación mediante la tecnología IQF mantiene la calidad final, obteniéndose un producto altamente competitivo para exportar. La liofilización es otra alternativa para obtener un producto de alta calidad y vida útil extendida para exportación.

La deshidratación (obtención de pasas/té) se propone como opción para el mercado interno que puede ser combinada con otros pre-tratamientos para optimizar el proceso (microondas bajo vacío/deshidratación osmótica) y obtener un producto de mayor calidad.

El jugo de arándano está posicionándose en el mercado interno debido a sus propiedades bioactivas, siendo esta una interesante opción para los descartes. A fin de prolongar su vida útil y preservar sus características sensoriales, nutritivas y bioactivas, se propone el procesamiento del jugo con tecnología de APH u homogeneización por ultra alta presión. El jugo se puede producir concentrado, como producto intermedio o como producto final. Otras opciones de bebida, lo constituyen los licores o vinos de arándanos, aunque es una producción a baja escala y para un nicho de mercado altamente específico.

La obtención del jugo de arándano genera un descarte, a partir del cual se obtienen compuestos bioactivos (antocianinas y otros polifenoles) para su incorporación a alimentos, como compuestos nutracéuticos o colorantes. La extracción de estos compuestos requiere tecnología de fluidos supercríticos, aplicación de enzimas, o de aforones de gas coloidal. La incorporación de los compuestos extraídos a una segunda matriz (ej. otras frutas), puede ser mejorada mediante el uso de impregnación por vacío, para luego por liofilización producir snacks funcionales.

La mermelada de arándanos es altamente demandada, sin embargo, frente al interés del consumidor por el cuidado de la salud, se plantea el desarrollo de mermeladas sin agregado de azúcares, que incluya gelificantes o edulcorantes naturales. Se recomienda aplicar tecnología APH para obtener mermeladas sin cocción y de bajo contenido de azúcar. Otra estrategia, sería la producción de la tradicional salsa de arándanos para la preparación de comidas gourmet que pueden ser tratadas por APH con fines de exportación.

Las tecnologías sugeridas para lograr un salto tecnológico en la presentación del fruto y en la producción de derivados de arándanos son: microondas bajo vacío para deshidratar; APH y homogeneización por ultra alta presión para asegurar inocuidad y extender vida útil de jugos y salsas; IQF para congelar frutos frescos; liofilización para secar; impregnación por vacío para incorporarlo como aditivo; y tecnología de fluidos supercríticos para extracción de compuestos. Todas estas tecnologías preservan la textura del fruto y mantienen el nivel de compuestos de interés para la salud.

La venta de arándanos frescos generalmente se realiza con frutos seleccionados y acondicionados en envases de 120 g, lo que le confiere un valor agregado frente a la venta del producto a granel. Esta presentación podría mejorarse utilizando envases biodegradables, o atmósferas modificadas, que prolonguen la vida útil del producto y conserven mejor la calidad.

El jugo de arándano es importante en el mercado interno debido a sus propiedades bioactivas. La difusión de las propiedades de esta fruta a nivel nacional sería un recurso de alto impacto para incrementar la demanda del mercado. Se considera conveniente emprender campañas basadas en las múltiples cualidades nutricionales y medicinales que ofrecen.

## *Frutas tropicales*

El enfriamiento rápido pos cosecha es fundamental para reducir las altas temperaturas del fruto. Los métodos más recomendados para frutas tropicales son:

- Enfriamiento en cámaras refrigeradas. Este sistema se usa principalmente en productos que tienen una vida de pos cosecha relativamente larga, que toleran un ritmo lento de eliminación del calor (horas, días) y que no toleran el contacto con el agua.
- Hidroenfriamiento. El agua es un medio muy efectivo y rápido (10-60 minutos), y de bajo costo para eliminación de calor. Este método evita la deshidratación del producto e incluso puede adicionarle agua. El agua del hidroenfriador debe contener cloro (100-200 ppm), y puede aplicarse mediante inmersión del producto o bajo la modalidad de ducha.

El almacenamiento debe hacerse bajo refrigeración, a la mínima temperatura que tolera el producto sin que le provoque daño por frío y con una alta humedad relativa, en general bajo aire, aunque existe la posibilidad de variar la composición de los gases del ambiente mediante el uso de atmósferas controladas/modificadas o en cámaras hipobáricas.

Los tratamientos actuales, que se utilizan a nivel mundial para el control de patologías pos cosecha de frutas tropicales, incluyen tratamientos térmicos moderados, aplicación de fungicidas permitidos, el uso de agentes de control biológico, solos o en combinación con fungicidas en dosis menores que las que se utilizan en frutas cítricas, etc.

Uno de los grandes inconvenientes en pos cosecha es la infección con insectos; como alternativa a los métodos cuarentenarios tradicionales se propone la aplicación de irradiación. La mayoría de los insectos son esterilizados a una dosis de irradiación de 50-750 Gy. Otro método innovador que puede utilizarse, es la aplicación de radiofrecuencia (equipo batch de 12 kW).

Alternativas de agregado de valor:

- Pulpa de maracuyá: para su obtención puede utilizarse una tecnología conocida como “trompos de explosión” que reduce la contaminación de la pulpa por los cuerpos indeseables de la cáscara.
- Frutos tropicales IV gama: se obtienen aplicando tecnologías de barreras (antioxidantes naturales/envases con atmósferas modificadas/radiación ultravioleta-UV).
- Jugos/*smoothies* de una fruta o multifruta: para su preservación se utilizan tecnologías no térmicas, aplicadas solas o en combinación, como APH, PEF, ultrasonido, CO<sub>2</sub> en fase densa, ozono, luz pulsada.

El calentamiento óhmico, tiene como potencial aplicación el escaldado de productos frutihortícolas, como pre-tratamiento para un posterior secado de los frutos, o para producción de jugos, ya que aumenta la extracción de líquidos de los tejidos vegetales.

El deshidratado de frutos tropicales permite preparar snacks saludables. Para la deshidratación se puede utilizar, además del secado convencional, el deshidratado osmótico combinado con una etapa final de secado. Los líquidos de la fruta que pasan a la solución durante el tratamiento pueden aprovecharse para saborizar bebidas o mermeladas o como ingrediente para heladería o pastelería. La liofilización también es una alternativa para la preparación de snacks saludables de calidad “Premium”, ya que, si bien es una tecnología más costosa, preserva mejor los nutrientes y el *flavor* de las frutas. Otra forma de obtener los snacks es mediante la fritura de trozos de fruta bajo vacío. Esto permite disminuir el punto de ebullición del agua contenida en el alimento y conseguir así, temperaturas más bajas de fritura, obteniendo chips crocantes, con contenido de aceite muy bajo y con mejor preservación de los nutrientes.

En el caso del proceso de producción de mermeladas y dulces, se propone la aplicación de APH para preservarlas. Al evitar el uso de calor, se mantiene el color de la fruta fresca y sus propiedades nutricionales, permitiendo, además, elaborar mermeladas con menor contenido de azúcares.

Una alternativa para el aprovechamiento industrial de las frutas lo constituye la recuperación de compuestos bioactivos de las cáscaras y otros descartes de la cadena mediante extracción por fluidos supercríticos.

Se plantea caracterizar las variedades de frutos como el mango, estudiar su aptitud para los diferentes procesos y formas de consumo, y hacer difusión de la información obtenida tanto a nivel de la industria como de los consumidores.

La propuesta de nuevas tecnologías, permitiría la obtención de productos diferenciados por calidad (*Premium*), con la frescura y las características sensoriales de la materia prima, y con los nutrientes preservados por más tiempo.

### *Banana*

La banana es un fruto climatérico que puede ser cosechado antes de su madurez organoléptica. Sin embargo, luego de la cosecha, se produce un gran aumento de etileno que acelera notablemente su maduración. Para retrasar este fenómeno, los frutos pueden conservarse a baja temperatura, o colocarse en un contenedor con removedores de etileno. Dada la susceptibilidad al daño por frío, no deben ser expuestos a temperaturas menores a 13° C.

Desde el punto de vista nutricional, una sola banana puede suministrar 15 % de vitamina C, 20 % de vitamina B6, 11 % de potasio, y 16 % de fibra, de acuerdo con la Ingesta Diaria Recomendada. Las bananas poseen un contenido relativamente alto de almidón y de carbohidratos digeribles, aspectos a considerar para promover su consumo.

Intervenciones para el agregado de valor:

- Puré de banana: es la forma más común de procesamiento, disponible tanto en forma congelada como enlatada. Este puede ser incorporado a muy diversos productos. En

la actualidad, se mezcla con puré de otras frutas para otorgar un *flavor* especial a ciertos alimentos, como las fórmulas infantiles.

- Chips de banana: en algunos países, es común la elaboración de chips de banana a partir de frutos inmaduros cocidos, los que son luego endulzados con jarabe de azúcar o miel. Las diversas presentaciones incluyen dulces, naturales, recubiertos con miel o tostados.

### *Ananá*

La demanda del producto enlatado ha caído en los últimos años, en concordancia con el aumento de productos frescos o similares a fresco, como los jugos. El requerimiento sostenido, a nivel mundial, de algunas variedades cultivadas bajo condiciones de producción orgánica y certificada dentro del sistema de comercio justo, están teniendo una gran demanda a nivel mundial, constituyen una interesante alternativa para aumentar el ingreso de los productores.

Desde el punto de vista nutricional, el ananá es una fuente rica en potasio, magnesio y vitamina C, y en menor medida en vitamina A. Además, los residuos del procesamiento son fuente importante de fibra dietaria (70 % en cáscara), así como de glucosa y xilosa, y azúcares neutros. También presenta altos niveles de fenoles totales (75 mg/g de peso fresco).

La extracción de jugo se combina con el enlatado de la fruta, de manera de aprovechar todos los descartes en la línea de producción, incluyendo rodajas fuera de medida o piezas rotas.

La demanda por productos de conveniencia ha creado un nicho para los ananás mínimamente procesados, aunque presentan el inconveniente de una corta vida útil. Las formas más frecuentes de presentación son: fruta pelada entera, en rodajas, o en trozos, refrigerados. En la actualidad, se está estudiando la aplicación de tecnologías emergentes, como APH, para el desarrollo comercial de productos mínimamente procesados.

### *Tomates*

Una de las alternativas del procesamiento de tomate es la elaboración de jugo. Este puede ser homogeneizado, sazonado con sal, acidificado, concentrado (y luego reconstituido con agua o con jugo de tomate, hasta un contenido de sólidos solubles de aproximadamente 5 %). La elaboración industrial de jugo de tomate es realizada a partir de frutos frescos o de concentrado de tomates (puré o pasta de tomate). Estas alternativas, destinadas al consumo directo, pueden ser preservadas por calor (esterilización), refrigeración o congelado.

A nivel industrial, el jugo de tomate es sometido a tratamientos térmicos: enlatado con esterilización posterior; pre-esterilización flash seguida de enlatado; esterilización a ultra alta temperatura del jugo a granel y posterior envasado aséptico.



Desde el punto de vista sensorial, el salado es útil para enmascarar el gusto ácido del jugo de tomate, sin embargo, en base a las actuales tendencias de consumo relacionadas con la prevención de hipertensión, se elaboran alternativas sin sodio o con bajo contenido de este elemento químico.

### Cadena Vitivinícola

#### *Producción de Mostos y Vinos*

Es imprescindible avanzar en inversiones de infraestructura y equipamiento para adoptar tecnologías enológicas en la región, particularmente en Catamarca, ya que se envía la uva a La Rioja o San Juan para la elaboración del mosto. Sugerencias técnicas para producir mostos de calidad de exportación:

- Utilización de tecnologías modernas para mejorar la calidad del producto, ej. flotadores, prensas neumáticas.
- Implementación de normas de gestión que aseguren la inocuidad y la calidad del producto.
- Extremar las normas de higiene y desinfección en planta.
- Realizar controles frecuentes de contaminantes químicos, biológicos y/o físicos (pesticidas, metales pesados y micotoxinas).
- Capacitación del personal y de los productores.

Otro aspecto relevante es lograr una mayor eficiencia en los procesos de elaboración de vinos, principalmente en las categorías de vino casero y artesanal. Una estrategia llevada adelante por bodegas “boutique” es la renovación de sabores bajo condiciones espontáneas de desarrollo de microorganismos durante la fermentación.

Otras estrategias de agregado de valor:

- Innovación asociada a la selección de nuevas levaduras: a) control de la generación de procesos de fermentación espontánea (efectos impredecibles sobre la calidad), con el fin de obtener productos de calidad homogénea, con procesos rápidos y confiables de fermentación, esenciales para obtener vinos con gustos consistentes y calidad predecible. Actualmente, se recurre a cepas de levaduras comerciales seleccionadas (*Saccharomyces cerevisiae*); y cepas de levaduras adaptadas a las condiciones específicas locales.
- Utilización de bacterias lácticas: se aplican para una segunda fermentación. Las bodegas utilizan en forma creciente levaduras y bacterias comerciales.
- Innovación en la aplicación de enzimas en el proceso de vinificación: el objetivo es mejorar el proceso de fermentación, reducir los tiempos de producción y lograr mejores características del producto final. Al acelerar los procesos de clarificación por enzimas, durante la fermentación y la maduración, se incrementa la rentabilidad; y al mejorar las características de color y aroma durante la maceración, se logra la diferenciación del producto consistente en el tiempo.

- Aplicación de biocontroladores para evitar la formación de compuestos tóxicos y defectos en los vinos: utilización de levaduras capaces de inhibir el desarrollo de microorganismos en el mosto, siendo responsables de producir defectos en el gusto del vino, que son aprovechados como barreras para-arancelarias por la Unión Europea.
- Fidelizar la clientela asegurando calidad a lo largo de toda la cadena de valor.
- Selección de la materia prima más apta y aseguramiento de la calidad de los vinos en forma previsible y consistente.
- Diferenciación del producto para nichos específicos, por ej. vinos orgánicos.
- Desarrollo de convenios de I+D con empresas proveedoras de insumos, para la adaptación y optimización de fermentos y levaduras para requerimientos específicos.

Área de vacancia identificada: producción de bioinsumos adaptados a las condiciones locales. Las empresas nacionales de envergadura, en su estrategia para asegurar calidad y hacer más eficiente los procesos, estarían predispuestas a adquirir bioinsumos nuevos. En la actualidad, los únicos proveedores, son empresas extranjeras que tienen la capacidad de testear, escalar y optimizar los productos antes de lanzarlos al mercado. Sobre esta base, los organismos de CyT, en las zonas productoras, han llevado adelante una estrategia de selección de levaduras nativas. Sin embargo, el sistema de innovación local no ha tenido las capacidades suficientes para avanzar más allá de producciones puntuales. Así, si bien se observa un fuerte potencial para estos desarrollos asociado a la existencia de infraestructura, capacidades y desarrollos autóctonos a escala de laboratorio, no se ha logrado conformar un real sistema de innovación. La ausencia de vinculación entre proveedor-usuario en la etapa de escalado y fabricación de insumos, hace que la innovación se vea limitada. En este contexto, estos desarrollos son en gran parte impulsados a partir de contratos de vinculación con empresas multinacionales, que absorben la investigación con cepas locales, ampliando la biblioteca de microorganismos en el marco de su propia estrategia global.

#### *Producción de uvas y derivados*

La producción de pasas de uva requiere un aumento en la eficiencia y el aseguramiento de la inocuidad en los procesos de deshidratación, para obtener productos de calidad. Por lo tanto, considerando la baja producción destinada a pasa de uva de la región de Catamarca-La Rioja, y la competencia planteada con las provincias vecinas (Mendoza), así como la ventaja que poseen en relación a las condiciones climáticas (menor humedad y mayor cantidad de horas de exposición solar), se propone mejorar el proceso de producción utilizando la tecnología de secaderos solares (desarrollo de INTA y UNMisiones) que plantea la construcción de dos modelos, uno multifamiliar de uso comunitario y otro familiar. Estos secaderos presentan la ventaja que utilizan energía solar y paralelamente aplican un proceso de deshidratación controlado. Una segunda opción es el secado tradicional en tendedores al sol con tecnología mejorada, proceso que también requiere de la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura-BPM y exhaustivos controles para evitar problemas de inocuidad y alteraciones de la calidad.

Otra estrategia de agregado de valor:

- Elaboración de jugo de uva listo para consumir mediante la aplicación del método de extracción por vapor. La sencillez de su operación y bajo costo de inversión, hacen de ésta una tecnología de fácil adopción para la agroindustria de tipo familiar o pequeña.

### Cadena del Olivo

Usualmente la comercialización del olivo es a granel y con baja rentabilidad.

Estrategias para diferenciación del producto:

- Aceite de oliva: blends, tipificación varietal y envasado de monovarietales. Presentaciones según calidad. Mezclas con aceites de semilla, agregado de aromáticas para aumentar sus propiedades funcionales, aroma y sabor.
- Aceituna de mesa: nuevas presentaciones, variedades, incorporación en preparaciones.
- Sello de calidad/diferenciación: Alimentos Argentinos, IG, DO.
- Alegaciones de calidad nutricional y rotulado diferencial.
- Certificaciones de sanidad, calidad y sustentabilidad: gestión de la Calidad-ISO 9001, certificación producto orgánico, adecuación a Rainforest Alliance (Certificación de Responsabilidad Social y Ambiental, y al Acta de Modernización de Inocuidad Alimentaria-FSMA de la Agencia de Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos-FDA).

Alternativas de transformación:

- Procesamiento de aceitunas de mesa: liofilizado/deshidratado bajo vacío; reducción de NaOH (por tecnologías emergentes) durante el proceso de oxidación de las aceitunas.
- Aplicación de tecnologías emergentes en el procesamiento: PEF para mejorar eficiencia y calidad de la extracción, aumentar el contenido de fitonutrientes y extender la vida útil del aceite de oliva.
- Subproductos: extracción y obtención de compuestos bioactivos (compuestos fenólicos; fitoesteroles; luteína; carotenos; clorofilas, etc.) de hojas y residuos del procesamiento del aceite de oliva (agua de lavado, tortas de olivo).
- Obtención de compuestos bioactivos a partir del residuo de la producción de aceite de oliva (alperujo), para el formulado de alimentos destinados a producción acuícola.
- Secado, separación y utilización de tortas de olivo (restos celulares + carozo), destinadas a la alimentación en cría de animales.

Innovación organizacional:

- Sellos de Calidad: marca colectiva.
- Agrupaciones y cámaras: cooperativismo, inversión colectiva, acceso a nuevos mercados, disminución de la intermediación (Clúster del Olivo). Apoyo del Instituto

Nacional de Olivicultura, mediante fiscalización, investigación, control de calidad, promoción de exportaciones y elaboración de estadísticas del sector olivícola.

### Cadena de la Nuez

La comercialización de la nuez es principalmente a granel, aunque durante los últimos años se instalaron plantas municipales procesadoras de nuez, con líneas de proceso completas.

Estrategias de diferenciación de producto:

- Nuevos productos: aceite de nuez, pasta de nuez, licor a base de nueces verdes (nocino), harina de nuez, utilizados como aditivos en premezclas para tortas, masas, rellenos, cremas, diferentes opciones de mix de frutos secos.
- Nuevas presentaciones: por tamaño o variedad, certificados.
- Sello de calidad y diferenciación: Alimentos Argentinos, IG, DO.
- Alegaciones de calidad nutricional y rotulado diferencial.
- Certificaciones de sanidad, calidad y sustentabilidad: Gestión de la Calidad-ISO 9001, Buenas Prácticas Agrícolas-BPA, BPM, certificación producto orgánico, adecuación a FSMA (FDA), Rainforest Alliance, huella de carbono.

Alternativas de transformación:

- Desarrollo de nuevos envases y presentaciones.
- Procesamiento: aplicación de atmósfera controlada para aumentar vida útil.
- Subproductos: extracción y obtención de compuestos bioactivos presentes en nuez partida y residuos de procesamiento.

Innovación organizacional:

- Sellos de Calidad: marca colectiva.
- Agrupaciones y cámaras: cooperativismo, inversión colectiva, acceso a nuevos mercados, disminución de la intermediación (clúster de la nuez). Participación de nuevos actores del territorio, provinciales, municipales que contribuyan a la fiscalización, investigación, control de calidad, promoción de exportaciones y elaboración de estadísticas del sector, con el fin de aumentar la renta y su distribución entre los pequeños productores.

### Cadena de Hortalizas

#### *Zanahoria*

Las zanahorias, para consumo en fresco, en condiciones adecuadas tienen una vida útil de unos 9 meses a temperatura de 0-1°C y humedad relativa (98-100 %), aunque se puede producir una merma de 10-20 % luego de 7 meses. La pérdida de agua lleva a marchitaciones, ablandamientos, y pérdida de las características de frescura. El grado y velocidad de los cambios depende de la temperatura y humedad relativa ambiente. En general la conservación en condiciones de Atmósferas Controladas o Modificadas retarda la marchitación, aunque puede producir alguna alteración de la firmeza.

En la actualidad, hay disponibles alternativas comerciales, como zanahorias mínimamente procesadas, o cortadas para sopas, o jugo de zanahorias que se utiliza en mezclas o en la elaboración de especialidades. El jugo preparado a partir de zanahorias de calidad sub-óptima (para el mercado fresco), se decolora rápidamente, a menos que se realice un tratamiento térmico a 90-95° C. La desventaja de la esterilización por altas temperaturas para aumentar estabilidad durante la conservación, es que se incrementa la pérdida de carotenos, polifenoles, y demás compuestos bioactivos. La aplicación de tratamientos no térmicos como APH o PEF (ambos aplican pasteurización fría) son alternativas válidas para obtener productos de vida útil extendida y de excelente calidad nutricional y sensorial.

Otra alternativa es la producción de harinas de zanahoria destinadas a celíacos (nichos poblacionales específicos) para su posterior incorporación en productos horneados, sopas, barras de cereal, postres, premezclas. Producción de snacks mediante la aplicación de deshidratación osmótica seguida de secado térmico.

La materia prima utilizada para la elaboración de jugo genera un residuo, tipo hollejo, que se utiliza normalmente como alimento para animales o fertilizante. Sin embargo, este constituye una fuente valorable de fibras y carotenos. Como alternativa de agregado de valor, se propone la incorporación directa a productos panificados y salchichas, o la obtención de productos extrusados a partir de harina de arroz y de garbanzo mezcladas con hollejo. Además, los componentes funcionales obtenidos del hollejo se pueden aprovechar para producir emulsiones, microemulsiones, y productos farmacéuticos. Como última alternativa se puede destinar el hollejo de zanahoria en la producción de alimentos para peces, biogas o bioetanol, y/o compostado.

### *Cebolla*

A nivel mundial, un 20 % de las cebollas son consumidas en la forma “lista para consumir” o con algún tipo de procesamiento, y su destino es el comercio minorista y los servicios de alimentación. Por razones de conveniencia, en los países desarrollados, las cebollas comercializadas por minoristas se presentan frecuentemente peladas, en cubos o en rodajas. En servicios de alimentación, la forma de comercialización es peladas, en rodajas, cubos o picada. Eventualmente, se las encuentra en forma pre-cortada, para ser utilizada en salsas, sopas, o en snacks (tipo aros de cebolla). Otras alternativas de comercialización, son cebolla molida, en polvo, granulada, en rodajas, en escamas, o tostada. La forma seca se utiliza ampliamente en sopas, ketchup, aderezos, mayonesa, productos cárnicos, chips y galletitas.

Un aspecto crítico a tener en cuenta, es el adecuado manejo pos-cosecha, no solo para aumentar su vida útil, sino para maximizar la retención de compuestos bioactivos e inhibir los procesos de brotación durante la conservación.

Además del uso alimentario, la cebolla es utilizada en la industria farmacéutica para la producción de suplementos dietarios. En el mercado se encuentran píldoras, o extractos

de aceites esenciales obtenidos por arrastre de vapor que son utilizados como preservantes naturales o aditivos alimentarios. También se obtienen productos liofilizados de alta calidad, porque retienen los compuestos fitoquímicos activos, aunque su desventaja es el elevado costo.

### *Batata*

Las batatas para consumo en fresco, pueden ser congeladas como raíces enteras, medias raíces, cuartos, rodajas, y cubos para fritura, pasta o puré. En la actualidad se aplican diversas tecnologías de procesamiento para la conversión de batatas en ingredientes funcionales y productos industriales. Los productos intermediarios más valorados son el almidón, los azúcares, y los colorantes naturales.

El procesamiento para la obtención de puré, puede requerir alguno de estos métodos o combinación de ellos: congelado, enlatado, esterilizado, o envasado en condiciones asépticas. Cualquiera de estos tratamientos le confiere una vida útil extendida y alta disponibilidad. Una ventaja de esta alternativa, es que pueden utilizarse las raíces de cualquier forma y tamaño, incluyendo el descarte comercial. El puré puede, también, ser envasado en contenedores de plástico para su conservación refrigerada o congelada, aunque con menor vida útil.

Los productos enlatados están muy difundidos en la mayoría de los países avanzados. Las formas de presentación son: batatas enteras, en mitades, en trozos y en puré, incluidas en jarabe o en agua. Las rodajas, gránulos, copos y harinas pueden ser deshidratados; estas presentaciones son utilizadas posteriormente en preparaciones alimenticias, incluyendo sopas y panificados.

En los países en desarrollo con estaciones secas prolongadas, constituye una práctica habitual el secado al sol para la producción de chips y harinas desecadas, tanto para variedades de pulpa blanca como coloreada. Este tratamiento podría generar problemas de inocuidad, que deben ser considerados. En plantas comerciales, se utilizan tecnologías de secado más evolucionadas, como el uso de cabinas, túneles o tambores de secado, incluso el secado spray.

En muchos países, las batatas fritas son tan populares como las clásicas papas fritas. Por otro lado, debido a su alto contenido de almidón, azúcar y otros nutrientes, estas han sido comúnmente utilizadas para la producción de productos fermentados. Finalmente, los residuos del procesamiento de almidón y jugos, constituyen una fuente interesante de fibra dietaria.

### *Cadena del Arroz*

Las mayores exigencias de los consumidores, requiere inversión en tecnología, diversificación del producto, y obtención de aditivos de interés nutricional a partir de los residuos.

Estrategias de diferenciación de producto:

- Desarrollo de alimentos para nichos poblacionales específicos: nuevos alimentos y harinas para celíacos (cerveza, premezclas, masas, pastas, barras de cereal, sopas, postres).
- Alimentos para animales: uso de descartes para la producción de alimento para peces.
- Nuevas presentaciones, variedades, usos.
- Sello de calidad y diferenciación: Alimentos Argentinos, IG, DO.
- Alegaciones de calidad nutricional y rotulado diferencial.
- Certificaciones de sanidad, calidad y sustentabilidad: gestión de la Calidad-ISO 9001, BPM, BPA, certificación producto orgánico, adecuación a FSMA-FDA, certificaciones de impacto ambiental-ISO 14001, huella de carbono.

Alternativas de transformación:

- Producción de nuevos alimentos y bebidas (sake) por fermentación alcohólica.
- Nuevos productos a base de arroz pre-cocido (ej. arroz instantáneo listo para consumir).
- Concentrados y aislados proteicos de arroz, salvado de arroz.
- Subproductos: extracción y separación asistida por ultrasonido de compuestos bioactivos (proteínas, vitaminas del grupo B) presentes en arroz y salvado de arroz.

Innovación organizacional:

- Sellos de Calidad: marca colectiva.
- Agrupaciones y cámaras: inversión colectiva y cooperativismo, disminución de la intermediación (clúster del arroz), acceso a nuevos mercados, y promoción de la exportación de productos con valor agregado.

### Cadena de Cultivos Industriales

#### *Té*

La industria del té ha ido tomando fuerza en todo el mundo, siendo catalogada como una de las bebidas más populares.

La productividad, calidad, mecanización y responsabilidad ambiental de las grandes empresas productoras de té de Argentina, son acordes al nivel internacional. El producto se ofrece al mercado, principalmente, con bajo procesamiento y poca diversificación. Por lo tanto, se propone el agregado de valor a través de la diferenciación, certificación y el procesamiento para fragmentar la oferta de productos. Esto requiere un cambio de escala e importante inversión.

Estrategias de diferenciación del producto:

- Nueva elaboración/presentación del té: verde, blanco, rojo-*Pu Erh*, negro, *darjeeling*, *oolong*. Variedades, blends, mezclado con frutos, especias y/o aromáticas para aumentar sus propiedades funcionales, aroma y sabor.

- Sellos de calidad/diferenciación: Alimentos Argentinos, IG, DO.
- Nuevos productos para nichos poblacionales específicos (tercera edad, niños, deportistas): bebidas refrescantes, hidratantes con agregado de antioxidantes.
- Certificaciones de sanidad, calidad y sustentabilidad: detección y disminución de alcaloides por maleza, gestión de la calidad-ISO 9001, certificación producto orgánico, adecuación a FSMA (FDA), Rainforest Alliance, marcas colectivas.

Alternativas de transformación:

- Procesados: Instantáneo, soluble, descafeinado, fermentado, prensado, bajo vacío.
- Subproductos: extracción y obtención de compuestos bioactivos a partir de hojas y residuos del procesamiento. Extracción con agua subcrítica de polifenoles (flavonoles-catequinas, teaflavinas, tearubiginas y L-teanina), para incorporarlos como ingrediente/aditivo en fármacos, nutraceuticos, y alimentos funcionales.

### *Yerba Mate*

Una de las principales restricciones y potencialidades de la cadena, es la necesidad del desarrollo de nuevos productos, así como nuevos formatos de infusiones.

Entre las estrategias de agregado de valor se sugiere la producción de extractos solubles de yerba mate (alta capacidad antioxidante) mediante técnicas de secado spray y liofilización (maximiza y preserva esta capacidad). Actualmente, solo unas pocas empresas producen los extractos, sin lograr el máximo uso y aplicación, ni altos niveles de exportación. Estos extractos se aplican en cosmética y en alimentos y bebidas (algunos están en etapa de investigación): como antioxidantes en carne picada cocida y aceites, como enriquecedor de sopas instantáneas, preparaciones de mate cocido con leche en polvo, incorporación a materiales plásticos biodegradables para envasado de alimentos. Se ha logrado exitosamente la encapsulación de extractos solubles de yerba mate para consumo humano (a nivel de investigación y desarrollo), utilizando matrices de alginato de calcio con y sin recubrimiento de quitosano y con el agregado de gránulos de almidón, con el fin de preservar sus características antioxidantes. Otra de las estrategias, es la obtención de extractos bioactivos de yerba mate por ultrasonido de alta intensidad, para su posterior incorporación a jugos de frutas.

Alimentos innovadores: en países limítrofes se ofrecen “*cookies* o galletas verdes” elaboradas a base de yerba mate. En nuestro país se desarrolló el “chocomate”, chocolate blanco con agregado de yerba mate sin TACC (9° Concurso de Alimentos Innovadores, UCEL).

Nuevas tecnologías en el proceso de elaboración: en los últimos años el sector ha reconvertido el sistema de uso de leña de desmonte al uso de chips de residuos forestales. Sin embargo, la alta demanda aumentó el precio del chip retrasando esta reconversión, y forzando a buscar biomásas alternativas. El Instituto Nacional de la Yerba Mate financió en la Cooperativa de Productores y Elaboradores de Té de



Guaraní Limitada, Misiones, la puesta en marcha del primer sistema de secadero que utiliza aserrín, en reemplazo de la leña, como combustible para el sapecado de yerba mate. No obstante, el secado económico de la humedad de la biomasa, es aún un desafío tecnológico. En este sentido, existen desarrollos tecnológicos a escala piloto y prototipos, que aun requieren evaluación y escalado. Al momento, se logró el diseño de un prototipo de secador de aserrín para obtener un producto con 7 % de humedad promedio (adecuada para la óptima combustión en el reactor). Asimismo, está en desarrollo un sensor para detectar la humedad de la yerba mate a la salida del zapeador, de manera de obtener una producción continua con menores variaciones.

El secado de la yerba mate a llama directa deja residuos de benzopirenos en el producto. Esta problemática es también una línea de investigación a considerar, más aún si se tienen en cuenta las restricciones que ha impuesto el mercado europeo. La presencia de residuos de plaguicidas y metales en el producto es otro tema a encarar. Sobre esta base, se enfatiza la necesidad de implementar planes de aseguramiento de la calidad (BPA y BPM), acompañados de la aplicación de estrategias que valoricen el producto final y favorezcan el consumo, como producto “orgánico” o “vinculado al territorio”.

### *Mandioca*

La alta productividad de las variedades modernas de mandioca desarrolladas por los mejoradores, ha contribuido a menores costos de producción, y a mejores y más rentables oportunidades comerciales para la producción de fécula y otros tipos de alimentos en base a mandioca.

Desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, la alta productividad en conjunto con la mayor tolerancia a la sequía, los menores precios de insumos, y un calendario de cosecha más flexible, ha permitido a los productores de menor capacidad económica la disponibilidad del alimento a lo largo del año y en distintas temporadas.

En un estudio llevado a cabo en seis países (FAO, 2014), la mandioca resultó ser la fuente más barata de calorías entre todos los cultivos estudiados. Además, en la medida en que los ingresos aumentaban y se modificaba el estilo de vida, el consumo de mandioca como harina (farofa), disminuía, mientras que se incrementaba el consumo de formas más convenientes, como el denominado “gari” (producto elaborado a partir de mandioca molida y fermentada). El futuro de la mandioca como fuente de calorías, dependerá en gran medida de la capacidad del cultivo de competir, en los mercados de zonas urbanas, con otras fuentes (trigo, arroz, maíz, sorgo, etc.) en términos de costos, conveniencia, y disponibilidad.

En el procesamiento de la mandioca, debe tenerse un especial cuidado en reducir la toxicidad por la presencia de cianógenos. Además, debido a que es altamente perecedera, requiere ser procesada en forma inmediata luego de cosechada, para extender su vida útil.

Los productos que se elaboran a partir de mandioca pueden clasificarse en: raíces frescas, raíces desecadas, productos pastosos, productos granulados y hojas de mandioca.

El alto contenido de fécula en la mandioca y la mayor proporción de amilosa, hace de este un importante cultivo industrial. Principalmente se la utiliza en su forma nativa; sin embargo, este formato presenta ciertas limitaciones para uso industrial. Por lo tanto, las feculas son modificadas para mejorar sus propiedades funcionales y tener un mayor rango de aplicaciones industriales. Los tratamientos que se aplican mejoran las propiedades de consistencia, viscosidad, estabilidad a cambios del pH y temperatura, gelificación, y dispersión. En la industria alimentaria, la fecula, tanto nativa como modificada, tiene un papel importante en la textura de varios alimentos preparados al aportar palatabilidad y aceptabilidad. Actualmente, se ha expandido su uso en otras industrias como la del papel y cartón, textil, de adhesivos, petroquímica y la industria farmacéutica y cosmética.

En la Región del Caribe, en donde la mandioca es muy común, se realizan diversas actividades de investigación y desarrollo en entidades públicas y privadas, relacionadas con el producto y su mejor aprovechamiento. Entre estas, pueden mencionarse: a) aptitud varietal para el agregado de valor; b) productos con mayor valor agregado; c) mejoramiento de la infraestructura; d) fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas; y e) desarrollo de capacidades a nivel de procesadores y otros actores de la cadena de valor. En este último punto, una de las principales iniciativas a nivel internacional incluye la capacitación en: sistemas de gestión y aseguramiento de la inocuidad alimentaria, BPM, uso de maquinarias y desarrollo de nuevos productos.

#### *Cadena de Aromáticas: Comino y Anís*

Los principales problemas de esta cadena, se vinculan con la planificación estratégica de la producción, el manejo tecnológico en finca y la comercialización.

Para afianzar y diversificar la comercialización, uno de los productos de mayor valor agregado son los aceites esenciales (considerados como antimicrobianos), con aplicaciones en la industria farmacéutica y alimentaria. Existen desarrollos para zonas sin energía eléctrica, por ejemplo, equipo de destilación para la obtención del aceite esencial en base de energía solar, con un rendimiento de 2-3 % (4 h promedio de ebullición continua). Para mayores rendimientos, se utilizan equipos eléctricos o tecnologías más avanzadas (extracción por fluidos supercríticos) de mayor costo.

Otras estrategias de agregado de valor:

- Incorporar salas comunitarias para molienda, fraccionado y comercialización conjunta, incluyendo procesos de gestión de calidad para asegurar calidad del producto.
- Vincular el producto al terruño en base a su calidad simbólica (IG, DO).

## 2.5. Problemas y oportunidades

Los **problemas** predominantes que inhiben o retardan el desarrollo de las cadenas priorizadas, con mayor o menor énfasis en cada una de las provincias del Norte argentino, son:

### *Comunes a todas las cadenas del norte*

- Necesidad de robustecer la infraestructura productiva y de transporte/vial (caminos, drenajes, comunicación) que agilicen la distribución y favorezca la comercialización, con la consecuente reducción del costo logístico. Esta necesidad tiene mayor énfasis cuando se trata de productos que se generan en el área rural, la mayoría de las veces alejadas de los centros urbanos o de los ámbitos donde se lleva a cabo la transformación. Por otro lado, el aislamiento de muchas de las comunidades amerita una mayor conectividad y el acceso a Internet, dado que atenta contra la transferencia del “saber-hacer” entre los grupos, como la integración y construcción de redes.
- Escasa organización de productores (bajo formas asociativas) para lograr mayores volúmenes de comercialización, mejorar la rentabilidad y desarrollar estrategias comerciales. Reducido desarrollo de alternativas productivas y económicas en estos rubros para pequeños productores.
- Débil interés por parte del Estado para impulsar las economías regionales, a través de la implementación de soluciones tecnológicas y socioeconómicas. Escasas estrategias de marketing para posicionar los productos. Es importante aumentar la difusión, haciendo énfasis en la calidad nutricional y/o propiedades funcionales.
- Necesidad de políticas claras para desarrollar los emprendimientos e instituciones fuertes para apoyar, fortalecer, supervisar, fiscalizar, y promover las actividades regionales. Los recursos que se aprovechan están regulados por leyes tanto de orden nacional como provincial, siendo estos elementos jurídicos los que establecen los derechos y las obligaciones, sin un claro marco político que las sustente.
- Desde un punto de vista técnico y económico, el norte está asociado a los recursos de producción primaria. No están dadas las condiciones socio-económicas para que las industrias regionales puedan establecerse, se imponen los impuestos, las habilitaciones, los permisos para comercializar, etc. Existen escasas acciones directas o políticas de Estado dirigidas a fomentar la inversión o el desarrollo de áreas/empresas vinculadas a la industrialización de base biológica. La falta de financiamiento afecta el capital de trabajo y el desarrollo de nuevos procesos para el agregado de valor.
- En general, las líneas de investigación son escasas y no están coordinadas entre las universidades y los organismos gubernamentales de ciencia y técnica, mostrando la inexistencia de un sistema productivo integrado y dentro del concepto de economía circular. Las capacidades técnico-científicas están razonablemente disponibles, empero, faltan estrategias concretas para lograr la articulación de los diversos actores

e instituciones. El aspecto científico ha avanzado un poco más que el tecnológico. Se requiere una mirada interdisciplinaria, que responda en forma integral y holística, a las necesidades de la sociedad y del sector productivo.

- Existen recursos humanos formados a nivel de grado universitario en carreras vinculadas de manera directa, pero también en disciplinas transversales y de soporte que hacen a los procesos de obtención de servicios o bienes. Es necesario consolidar una mirada estratégica a largo plazo sobre las carreras y especializaciones que ofrecen las universidades, generar la articulación académica entre ellas y el sistema productivo, fomentando la radicación de profesionales e investigadores en la región. La clave es identificar el sector y disponer de un plan de acción que permita reconocer el problema/oportunidad y se proponga una acción dentro de un sistema de economía verde, produciendo un mayor beneficio ambiental y social. Necesidad de una propuesta sólida y de un manejo sanitario oportuno para contener enfermedades y plagas que afectan las producciones y requieren I+D para reducir las poblaciones mediante estrategias de MIP (Manejo Integrado de Plagas) con énfasis en el uso de bioinsumos.
- Se requiere agregado de valor en la producción primaria y a nivel industrial. Desarrollo de tecnologías de pos cosecha y preservación para extender la vida útil del producto y nuevos productos para diversificar la oferta; por ejemplo, producción de polvos, jugos, deshidratados, mínimamente procesados, suplementos dietarios, cosmetología, fijadores de aroma, nuevos formatos de infusiones y modificación de almidones nativos, por sus limitaciones para el uso industrial; como también, el análisis y evaluación de las características nutricionales de alimentos típicos, y el aporte de esas propiedades a las dietas regionales, etc.

#### *Específicos de cada cadena*

##### Ganadería en general

- Degradación de recursos naturales en ciertas áreas, debido a la tala y el sobrepastoreo.
- Falta de normativas sanitarias para control de enfermedades que afectan la competitividad.
- Necesidad de herramientas organizacionales que contribuyan a mejorar la tecnología de producción; y a difundir las tecnologías disponibles (en alimentación, tratamiento de efluentes, instalaciones, normativas, etc.).
- Escaso agregado de valor a la producción. Pocos establecimientos dedicados a la faena y con infraestructura no adecuada. Necesidad de una mayor competitividad de la cadena de comercialización y de la industria frigorífica, para diversificar la oferta y aumentar las ventas.
- Alto porcentaje de ventas por canales informales por falta de cumplimiento en el registro del productor. Competencia con la faena en el circuito legal, creando un doble estándar sanitario.

- Necesidad de formación y capacitación de productores, y mejoramiento de la calidad de la vida rural para inducir el arraigo.

#### Ganado Bovino

- Forraje producido de baja calidad. Necesidad de desarrollar sistemas sustentables de producción de granos.
- Deficiente manejo del rodeo, exceso de carga y ausencia de planificación de reservas y suplementación en el periodo invernal e inadecuado plan sanitario.
- Escasa infraestructura intra-predial (pesaje, carga y descarga de animales), particularmente en productores pequeños.
- Falta de aprovechamiento de los subproductos (cueros, vísceras y sangre), con mejora de la oferta y reducción del impacto ambiental.
- Necesidad de trabajo conjunto con SENASA para el planteo de controles preventivos y manejo del ganado para el tránsito federal de carne.

#### Ganado Porcino

- Baja productividad promedio de las pjaras.
- Sistema tributario no adecuado a los pequeños y medianos productores.

#### Ganado Caprino

- Sometido al avance de la frontera agrícola. Oferta estacional, con pico en invierno.
- Necesidad de elevar la eficiencia productiva instalada, por problemas al negociar tierras para ampliar la capacidad productiva.
- Falta de marketing potenciando las virtudes de la carne, especialmente relacionado con la salud.
- Escasos profesionales formados que organicen la producción de carne y leche caprinas de manera integral o en forma complementaria según el sistema y la tradición productiva.
- Necesidad de políticas claras para la producción de queso caprino, relacionadas con enfermedades del ganado y adaptación de tecnologías de barrera para asegurar inocuidad.

#### Ganado Bubalino

- Falta de visibilización de la producción, enfatizando la complementariedad con el ganado vacuno para un mejor aprovechamiento de los bajos y humedales.
- En la cadena de comercialización es escasa la participación de los principales actores (frigoríficos, matarifes, consignatarios) cercanos a los centros de mayor consumo con una política de precio atractiva.
- Necesidad de posicionamiento del búfalo como vacuno, y no solo destacando las características productivas y nutricionales, para generar una marca regional (colectiva).

## Apicultura

- Problemas productivos con bajo desarrollo de otros productos de la colmena (propóleos, polen, jalea real).
- Escaso nivel de desarrollo de máquinas y equipos e infraestructura edilicia para generar productos con alto valor agregado (miel cremada, barritas de cereales, hidromiel, cerveza a base de miel, caramelos de propóleos, solución hidroalcohólica de propóleos y miel).
- Falta de diferenciación del producto fraccionado (certificación de calidad, orgánico, de origen, botánico, mono floral, etc.).

## Acuicultura

- Mayor desarrollo del transporte (alevines, juveniles y pescado) con cadena de frío incorporada.
- Necesidad de validar tecnologías importadas (redes, jaulas, calefacción, aireadores, etc.) para su aplicación en la producción argentina.
- Requiere el desarrollo de insumos locales (alimentos balanceados, jaulas, aireadores, clasificadores, genética en la producción de alevines), para reducir costos.

## Citricultura

- Brechas productivas acentuadas.
- Dificultad para mantener lotes libres de cancrisis y mancha negra (cumplimiento de las exigencias para exportación a la Unión Europea). Amenaza de la enfermedad HLB.
- Déficit de galpones de empaque adecuados a las exigencias del mercado de la región.
- Dificultad de productores pequeños y medianos para llegar en forma directa al mercado.
- Mayores exigencias de los compradores internacionales en cuanto a la certificación de gestión de calidad de los procesos (Ej. Euro-Retailer Produce Working Group-EUREP GAP; Hazard Analysis Critical Control Point-HACCP; Normas ISO).

## Frutos Finos: Arándanos

- Altas cargas tributarias y costos laborales.
- Costos de logística superiores a los de los competidores.
- Procesos lentos para la apertura de nuevos mercados.
- Baja inversión en promoción comercial. Bajo consumo interno de la fruta.

## Frutos Tropicales

- Competencia por la tierra con explotaciones de cítricos y caña de azúcar.
- Falta de propuestas tecnológicas claras, apertura de mercados en etapa inicial y sólo para pulpas de maracuyá, dulce de mamón o papaya.
- Ausencia de grupos de trabajo capacitados para el desarrollo de tecnologías de procesamiento que respondan a las necesidades de las empresas.

## Viticultura

- Escaso nivel de adopción de normativas, tanto obligatorias como voluntarias, para asegurar calidad e inocuidad (cadena de pasas). Necesidad de estándares de calidad y fiscalización.
- Falta de inversión en infraestructura y en tecnologías eficientes para la industrialización y elaboración de vinos, principalmente en las categorías de vino casero y artesanal.
- Falta de políticas públicas que favorezcan los canales de venta (nivel nacional y de exportación).
- Necesidad de realizar mayor promoción y difusión de productos artesanales.

## Olivicultura

- Problemas genotipo/ambiente, por utilización de variedades no adecuadas a la zona (impacto en el rendimiento y calidad de variedades aceiteras).
- Necesidad de acceso a recursos estratégicos para la producción (recursos hídricos, mano de obra estacional).
- Costos internos altos (costo energético, costo ambiental).
- Existencia de Tratados de Libre Comercio que son condicionantes para el sector (TLC Egipto-MERCOSUR y TLC UE-MERCOSUR).
- Necesidad de actualización de estudios de caracterización y de dinámica del sector productivo.

## Frutos Secos (Nogal)

- Necesidad de re-injertar variedades con mayor productividad en planta con la variedad criolla.
- Necesidad de aplicación masiva de BPA y BPM para mejorar el rendimiento de las plantas.
- Facilidades para mejorar el acceso al crédito, y de financiamiento para maquinaria de cosecha y post cosecha.
- Falta de implementación y formalización de registros de acopiadores.
- Necesidad de espacios de promoción y difusión de productos regionales.

## Horticultura

- Falta de financiamiento para inversiones en riego, tecnificación para el manejo de pos cosecha, agregado de valor (ej. liofilizado), manipulación en el uso de fitosanitarios.
- Necesidad de un programa de producción de materiales de propagación de alta sanidad.
- Baja tecnología en el desarrollo de semillas de calidad.
- Acceso a un mayor número de lavaderos certificados, con infraestructura acorde a las exigencias de inocuidad y calidad. Falta de control de los lavaderos por organismo competente (SENASA).
- Necesidad de capacitación para el uso y manipulación de agroquímicos autorizados.

- Se requiere certificación orgánica, BPA y BPM, para asegurar calidad y alentar la producción.
- Problemas con residuos de la horticultura protegida y no protegida (plásticos, envases).

#### Arroz

- Brecha entre el potencial productivo y el obtenido en los establecimientos con relación a la capacidad de rendimiento.
- Pérdida de competitividad condiciona el futuro de todos los eslabones de la cadena (se destina el 65 % de producción al mercado externo).
- Alta demanda de energía.
- Falta de reglas claras en la política ambiental.

#### Sorgo

- Falta de cualidades agronómicas diferenciales.
- Falta incorporación de nuevos esquemas de producción.
- Se requiere mayor potencial genético.

#### Yerba Mate

- Problemas con la caída de hojas, que afecta fuertemente a la producción.
- Falta de disponibilidad y alternativa de nueva biomasa para el proceso de secado. Alto grado de humedad de los chips; el desafío tecnológico es lograr un secado económico.
- Restricción y límites del mercado europeo respecto de los residuos de benzopirenos y de plaguicidas, como también, metales en el producto.
- Necesidad de cosecha mecanizada en zonas de monte, con énfasis en terrenos más irregulares.
- Amplia brecha entre los grandes productores de alto rendimiento y los pequeños productores, en cuanto al conocimiento y aplicación de nuevas tecnologías.
- Problemas ambientales que ameritan el estudio de la asociación con árboles, el funcionamiento ecofisiológico, y alternativas a fertilizantes nitrogenados (alta huella de carbono).

#### Cadena del Té

- La ineficiencia energética (cambios en el sector eléctrico con alto impacto en el costo de la energía) aumentó el costo de mantenimiento.
- Necesidad de reemplazo de la leña de desmonte por chips de residuos forestales para el secado de té, generó aumento del precio de este material que retrasó la reconversión.
- Restricción en la mejora de la calidad del brote.
- Alto costo en el control de malezas, limitación del ingreso del producto en varios mercados (debido a incorporación de alcaloides al producto final).
- Dependencia con el mercado de Estados Unidos, debido a especialización en té de bajo precio, aunque de alta calidad para la elaboración de bebidas frías. Se requiere la



producción de derivados del té de alto valor agregado (fraccionado, verde, extractos, etc.).

#### Mandioca

- Necesidad de desarrollar y estandarizar la producción a lo largo de la cadena para homogenizar calidad y volumen del producto, y así acceder a nuevos mercados.
- Necesidad de un paquete tecnológico amigable con el ambiente (menor erosión) para la producción primaria.
- Bajos rendimientos comparativos; se requiere el cambio de cosecha manual a mecanizada.
- Demanda de un mayor desarrollo empresarial para mejorar y estandarizar el producto, tanto fresco como industrializado.

#### Aromáticas

- Escasa planificación de la producción (elección de lotes, controles sanitarios).
- Escaso manejo tecnológico en finca (frecuencias de riego, manejos de siembra), falta de infraestructura.
- Presencia de un mercado informal (problemas con adulteraciones y contaminantes).

#### Turismo Gastronómico

- Ausencia de herramientas para gestionar la inocuidad, considerando las particularidades de la producción y la comercialización de los alimentos regionales. Falta de implementación o adaptación de equipos, instrumentos y metodologías para el monitoreo y aseguramiento de la inocuidad.
- Carencia de información científica relacionada con la extensión de la vida útil y las condiciones de conservación. Baja capacidad tecnológica para desarrollar la cadena, integrando las cualidades de los alimentos típicos y los requisitos normativos.
- Necesidad de resaltar el relevante rol cultural y social que tienen este tipo de alimentos en la comunidad norteña por su relación con el terruño y sus tradiciones.

Las principales **tendencias y oportunidades** que impactan en el desarrollo de las cadenas priorizadas son:

#### *Comunes a todas las cadenas*

- Contribución al desarrollo de la economía circular. Aprovechamiento de residuos de producción y plantas procesadoras para producción de biogás, bioetanol y otros subproductos.
- Otras alternativas de aprovechamiento: medio de cultivo de hongos comestibles (desecho de arroz), alimentación animal (vacunos en particular), obtención de compuestos bioactivos a partir de residuos

### *Específico de cada cadena*

#### Ganadería en general

- Cadena de importancia como dinamizadora de la economía (vincula pequeños y medianos productores en emprendimientos generadores de empleo y valor agregado), énfasis en bovinos.
- Posibilidades de articulación entre los diferentes eslabones de la cadena, aprovechando las distintas condiciones agroecológicas del Norte.
- Alta oferta de materia prima para la actividad destinada a carne: agrega valor (nuevos cortes y productos) para completar la cadena productiva y diversificar la comercialización.
- Los equipos de bromatología de las provincias tienen una mayor apertura a la capacitación y al trabajo en forma conjunta con productores, elaboradores e investigadores para mejorar la producción e industrialización.

#### Ganado Bovino

- Condiciones climáticas y ambientales favorables para la producción de productos diferenciados y de alta calidad (producción orgánica).
- Apoyo de la Dirección de Ganadería Provincial para la reconversión industrial (instalación de mataderos y frigoríficos) que estimulan la recategorización de plantas.
- Legislación ambiental (Ley de Bosques) genera un marco para planificar una ganadería sustentable a diferentes escalas (regional, zonal y predial).
- Alto potencial de crecimiento del sector, disponibilidad de zonas donde solo se puede producir ganado (aplicación de la ley de ordenamiento territorial). Estrategia asociada al sistema silvopastoril.
- Servicio agroecológico como valor agregado de la producción de carne sobre pastizales.
- Selección de animales por eficiencia de conversión (Residual Feed Intake).
- Disponibilidad de centros de inseminación para híbridos con financiamiento público/privado.

#### Ganado Porcino

- Ley Porcina Nº 7.147: establece medidas de fomento para la actividad.
- Fondos de inversión del Instituto de Desarrollo Productivo de Tucumán.
- Mayor integración de la cadena: varios frigoríficos son dueños de feedlot o pistas de engorde de cerdo, por lo tanto, faenan y comercializan en sus propias carnicerías.
- Existencia de frigoríficos que elaboran embutidos, sin embargo, algunos de ellos requieren modificaciones para cumplir todas las exigencias bromatológicas.
- Importancia de la Mesa Porcina (integración del INTA, UNTucumán, Organización de Servicios Administrativos Financieros, Dirección de Ganadería, etc.).

## Ganado Caprino

- Demanda creciente de carnes alternativas, con características nutricionales diferenciales (cabrito) y de productos lácteos (leches y quesos).
- Distribución territorial de la cadena caprina (carne y leche), población rural culturalmente relacionada a la cadena, oportunidad para sostener y mejorar la actividad productiva.
- Sector caprino apoyado por la Ley N° 26.141 en provincias del Norte: recuperación, fomento y desarrollo de los eslabones productivos, incluida la etapa de comercialización.

## Ganado Bubalino

- Programa Federal para el Fomento y Desarrollo de la Producción Bubalina (Ley N° 27.076), herramienta para establecer medidas de fomento para la actividad.
- Ganado con características de rusticidad y plasticidad, con probada adaptabilidad al medio, para transformación de fibra en alimento en campos marginales. Excelente adaptabilidad frente al anegamiento de los campos (asegurando altura en los descansos y desempeños más intensivos).
- La alta eficiencia reproductiva sumada a longevidad, permite reducir la tasa de reposición, con excedentes para la comercialización.
- La leche de búfalo posee un alto contenido de sólidos totales que favorece la fabricación de subproductos de alta calidad.

## Apicultura

- Incipiente pero decisivo aumento de la capacidad para un mejor manejo tecnológico de colmenas, que redundará en la mejora de la producción.
- Existencia de varias salas de extracción, la mayoría pertenece a asociaciones de productores.
- Potencial agregado de valor clasificando tipo y origen de las mieles, actualmente la mayoría de las ventas son a granel.
- Generación de mano de obra local en diferentes provincias, mejora en los ingresos si se agrega valor a la producción.
- Posibilidad de un nicho de venta, al ser un producto que no contiene TACC.

## Acuicultura

- Alto crecimiento del sector debido a importantes desarrollos.
- Potencial para incorporar mayor valor agregado: mejora de la cadena de frío, desarrollo de marcas, aplicación de tecnologías de conservación (incluyendo envasado en diferentes sistemas), canales de comercialización más seguros, obtención de productos procesados, trazabilidad.
- Potencial de crecimiento dado que el consumo y producción nacional están lejos de los valores internacionales. Aún existen grandes superficies y cuencas con las condiciones ideales para su uso (instalación de jaulas en los ríos de la región).

- Las provincias de Chaco, Corrientes y Formosa estarían en condiciones de dar un gran salto en la producción acuícola, aprovechando: la infraestructura productiva existente para el arroz (Rotación Arroz-Pacú); la cercanía con la producción de cereales para la alimentación; las explotaciones de gran escala; la disponibilidad de agua, clima y suelos aptos.
- Potencial impulso del sector mediante incremento del consumo nacional, las ventas están aún enfocadas en fechas específicas de alto consumo (Semana Santa).

#### Citricultura

- Uso de sustratos a partir de residuos orgánicos urbanos en viveros citrícolas (compost).
- Producción nacional de cascaras deshidratadas (limón), con potencialidad para la elaboración de pectinas.
- Aprovechamiento de la madera de montes de cítricos eliminados, como fuente de combustible para las industrias y hogares.

#### Frutos finos: Arándanos

- Estrategias del Comité Argentino de Arándanos para desarrollar el mercado interno.
- Producción primicia respecto al hemisferio norte, con buenos precios de comercialización.
- Incremento del consumo a nivel internacional.
- Presencia en ferias alimenticias internacionales mediante la asociación con organismos que buscan promocionar las marcas "Provincia".
- Disponibilidad de cámara de almacenamiento refrigerado y congelado (Individual Quick Frozen), y de un aeropuerto internacional para la salida del producto.

#### Frutos tropicales

- Propuestas tecnológicas alternativas para el procesamiento de los frutos.
- Apertura de mercados de pulpas de maracuyá y dulce de mamón/papaya, con potencial para otros productos.

#### Viticultura (vino y pasas de uvas)

- Avances en la aplicación de la biotecnología en la etapa de industrialización.
- Adopción de normas de calidad y formas de producción orgánica con potencial de desarrollo.
- Fuerte articulación interinstitucional, aprovechamiento de instrumentos de promoción gubernamental.
  - Políticas y programas de estímulo específicos para el desarrollo del sector, ej. Plan Estratégico Argentina Vitivinícola 2020, Decreto Nº 1800/2010 "Bebida Nacional".

#### Olivicultura

- Avances en calidad y diferenciación de productos.
- Producción en contra estación.

- Consumo interno y mundial en incremento.

#### Frutos secos: Nogal

- Condiciones agroecológicas favorables, fortalecimiento de capacidades tecno-productivas.
- Disponibilidad de nuevo material genético adaptado a las diferentes condiciones agroecológicas.
- Ampliación del consumo nacional, diversificación y desestacionalización del producto.
- Producción en contra estación.
- Crecimiento continuo del consumo a nivel mundial.

#### Horticultura

##### Generales a las especies hortícolas

- Producciones de primicias a nivel nacional, mejoras en los ingresos de los productores.
- Incorporación de nuevas tecnologías con potencial para incrementar la actual producción/ha.
- Posibilidades de transformación de la materia prima en productos elaborados (apertura de nuevos mercados, tanto locales como de exportación, y diversificación de la oferta).
- Generación de mano de obra en localidades alejadas de los centros urbanos.
- Control biológico de plagas para cultivos protegidos.
- Reciclaje y aprovechamiento de residuos plásticos de la horticultura protegida y no protegida para fabricación de insumos agropecuarios (hilo de conducción de cultivos) y la industria de la construcción.

##### Batata

- Demanda creciente de materia prima por parte de la industria, especialmente para la elaboración de dulce de batata.
- Financiación del gobierno para instalación de una fábrica de extracción de harina y almidón.
- Alternativa productiva en algunas provincias: rotación de papa temprana y de caña de azúcar (minifundistas cañeros).
- Tendencia mundial hacia el consumo de alimentos saludables en base a batata (frescos o deshidratados).

##### Cebolla

- Ubicación estratégica en las provincias para distribución hacia grandes centros de consumo.
- Buenos precios en las cosechas primicias.
- Generadora de empleo, debido a que la cosecha es manual.
- Promoción del producto mediante "Compre Santiagueño".

### Zanahoria

- Potencial para el valor agregado del cultivo (desarrollo de chips, jugos, zanahorias “baby”, snacks, etc.).

### Arroz

- Debido a cuestiones ambientales y con el objetivo de mejorar el sistema de producción y hacerlo más sustentable, se incorpora el pacú en la rotación de los campos de arroz. El proyecto de “Combinación Arroz-Pacú” como modelo de negocio y adopción de tecnologías, ha funcionado para la gestión integral del riesgo frente a inundaciones y sequías. Además, incluye la articulación con numerosos sectores como transporte, tecnologías (software), logística y preservación del producto, packaging, entre otros.
- Potencial obtención de sílice a partir de combustión de la cascara de arroz.

### Sorgo

- Cultivo tradicionalmente reconocido por los productores como de alta producción.
- Alternativa con mejoras genéticas en la rotación de los cultivos.
- Alta potencialidad para el agregado de valor. Elaboración de alimentos saludables para consumo humano (no contiene TACC).

### Yerba Mate

- El INTA ha contribuido a mejorar tecnológicamente cultivos ya existentes, lo que implicará un aumento importante del rendimiento. Ambos aspectos impactarán en una mayor oferta ante una demanda estable, razón por la cual, para mantener los precios, será imprescindible la diversificación en el uso de la yerba mate y la apertura de nuevos mercados internacionales.
- Potencial desarrollo de nuevos productos (suplementos, cosmetología, fijadores de aroma, bebidas frías, nuevos formatos de infusiones, etc.).
- Producto con propiedades beneficiosas para la salud y energizante. Fuerte demanda potencial a nivel regional, nacional y de exportación.

### Té

- Posibilidades de agregado de valor y segmentación de la oferta, debido a la aplicación de tecnologías existentes (té clonal) y el desarrollo de nuevas tecnologías (cosechadoras y manejo de planta; estándares de calidad de brotes homogéneos; tecnologías económicas y sustentables para el remplazo de las plantaciones a té clonal, etc.).
- Potencial reducción del impacto ambiental, debido a: alta producción de té certificado, reducción de la huella de carbono, y mayor eficiencia en el uso de fertilizantes y energía.

### Mandioca

- Posibilidad de agregación de valor: productos derivados de las raíces (mandioca parafinada, pelada, congelada o para la producción de snacks); desarrollo de

productos para consumo en fresco (parafinados, congelados, tratados, envasados); producción de insumos para alimentos elaborados, alimentos para celíacos, industria de pegamentos, bio-plástico e industria petrolera (lodos y taladros de las perforaciones).

- Estímulo para un mayor agregado de valor por el Clúster de la Mandioca. Potencial de mayor consumo en comunidades latinoamericanas radicadas en los grandes centros poblacionales y adaptaciones locales, debido a la importación de tecnología de Brasil.
- Avances en la inscripción de una variedad local de mandioca.

#### Aromáticas

- Crecimiento a nivel mundial. A nivel nacional no se alcanzó el autoabastecimiento.
- Posibilidad de transformarse en cultivo orgánico.
- Potencial capacidad para la producción de bioinsecticidas (aceites esenciales).

#### Turismo Gastronómico

- Incremento de recursos económicos debido al turismo nacional e internacional; de manda de alimentos asociados al terruño.
- Aumento de la producción, incremento del ingreso y radicación de los elaboradores en sus respectivas poblaciones.
- Desarrollo tecnológico: mayor eficiencia frente a los recursos naturales disponibles; disponibilidad de herramientas para el aseguramiento de la inocuidad.
- Desarrollo social: fortalecimiento de la identidad de los alimentos asociados al origen e integración de culturas.

#### Cadenas alternativas<sup>28</sup>

##### *Cadena de Legumbres (NOA)*

Las legumbres en general, se destinan a consumo directo. Salta produce porotos en verano (blanco, pallar, negro, rosado *facilo bulgaris*) y garbanzos como legumbres secas de invierno; en cambio Jujuy solo produce porotos; ambas producciones son extensivas, y se destinan mayoritariamente a la exportación. El procesamiento del poroto y garbanzo a legumbres secas, es una etapa obligada previa a la exportación. El material de descarte, pos industrialización, se destina hoy a la producción de balanceados.

Se produce también poroto mung en forma extensiva que es una variedad comercial destinada a la producción y consumo de brotes y granos (dependiendo de su poder germinativo se opta por un producto u otro). La producción de poroto pallar en los Valles Áridos de altura, se realiza en forma intensiva con prácticas y tecnologías propias; este poroto se consume localmente en escabeche, incorporado a comidas regionales o

---

<sup>28</sup> El estudio de las cadenas seleccionadas se sometió en una primera instancia a una consulta con expertos para su análisis, ajustes y recomendaciones. Finalmente, los principales lineamientos fueron validados en las Jornadas Regionales realizadas en el NEA, Corrientes y el NOA, Salta. De estos intercambios surgieron cadenas alternativas que podrían ser potenciales impulsores de la bioeconomía en la región, aun cuando algunas de ellas puedan mostrar un desarrollo incipiente.

enlatados. Las habas y arvejas son de producción intensiva y se aprovechan para consumo en fresco.

La producción del poroto se extiende a Tucumán, Santiago del Estero y norte de Córdoba; y la del garbanzo a Córdoba y Santiago del Estero. La producción más estable y constante es la de las provincias de Salta y Jujuy. La producción local varía según el tipo de legumbre, el poroto alcanza las 400.000 ha/año en el NOA; aun cuando varían los rendimientos productivos, es posible estimar un promedio de 1.000 kg/ha. El consumo interno ha sido históricamente muy bajo (hábitos culturales), aunque actualmente en nuestro país, las líneas de dietas bajas en carnes promovieron su consumo.

Los mercados internacionales para las legumbres (por ej.: Brasil) son pequeños porque en general el mercado consumidor es también productor. Europa es consumidor de porotos, pero no ha mostrado un crecimiento en sus compras. En los últimos años, China y Egipto se sumaron como productores y competidores (inciden en el precio del mercado), aunque no con la calidad de los porotos argentinos. En general, no se exportan productos elaborados debido que, en el mercado de destino, se prefiere la materia prima que luego es utilizada para elaborar los platos y alimentos según tradiciones locales.

#### *Cultivos andinos (NOA)*

En las regiones de Quebrada y Puna de Jujuy, y los Valles de Altura de Salta, Catamarca y Jujuy, se producen cultivos andinos (papas andinas o “papines”, maíces andinos, quínoa y ocas, entre otros). Estos presentan un gran potencial de escalamiento debido a la demanda, tanto nacional como internacional, de este tipo de alimento “gourmet” (actualmente se está dando en Bolivia y Perú, con productos de alto valor agregado).

En particular, la quínoa es un grano andino de gran demanda nacional e internacional, sin embargo, Argentina no se encuentra como oferente del mercado a pesar de contar con productores en zonas agroecológicas aptas, y técnicos e investigadores con conocimientos destacados en la materia.

La Mesa Nacional de Agregado de Valor de Cultivos Andinos, incluye la quínoa y la papa andina como cultivos claves de la región con potencial para la mejora y crecimiento de la producción.

Desde hace años, se realizan trabajos de recuperación en producción de *papas andinas* e inserción en el mercado, se han llevado adelante investigaciones y ensayos productivos vinculados tanto a la riqueza genética de la diversidad de papas nativas como al manejo de plagas (control cultural y biológico). Sin embargo, aun es necesario llevar adelante acciones para mejorar la producción: fomentar la multiplicación de variedades que prácticamente se han dejado de producir; mejorar las normativas relacionadas a nivel integral; ejecutar el Proyecto de Ley de Cultivos Andinos; generar normativas y controles adecuados para la producción, circulación y comercialización de papa andina producida por la agricultura familiar; proponer estrategias vinculadas al cambio climático y a la actual reducción del rendimiento en la producción; disponer de financiamiento para



recuperación de suelo; promover el manejo orgánico en zonas altas; desarrollar alimentos con valor agregado; difundir y promover su comercialización.

En la actualidad, la *quinua* (*Chenopodium quinoa Willd*) se presenta como una alternativa productiva debido a su plasticidad genética que le permitiría enfrentar los cambios ambientales que están afectando los suelos (salinidad), la provisión de agua en calidad y cantidad, y generando temperaturas extremas, afectando la producción de alimentos a partir de las especies clásicas (como maíz, trigo, arroz y soja, entre otras).

Se destaca no sólo el valor proteico (11,2 %) del cultivo, sino también su valor en proteínas solubles (10 %). Posee, además, un 45 % de azúcares totales, 16 % de azúcares solubles (glucosa, fructosa, sacarosa), 33 % de almidón y 4 % de lípidos, entre otros compuestos de interés alimentario. Los granos de almidón son ricos en amilopectinas que gelatinizan a temperaturas bajas (57-71°C), otorgándole gran importancia industrial. La quínoa es también una fuente importante de vitamina E (y tocoferoles), posee cantidades importantes de riboflavina, tiamina y especialmente vitamina C que no son comunes en los cereales clásicos; con una concentración de folatos 10 veces más alta que los presentes en el trigo. Por ende, esta especie es considerada como fuente de proteínas de alto valor biológico, de aminoácidos esenciales, pigmentos rojos para industria y aplicación farmacéutica, fuente de minerales y compuestos químicos con propiedades antioxidantes (ej. los flavonoides y otros compuestos fenólicos y no fenólicos).

La producción cuenta con capacidades técnicas desarrolladas, aunque esto implica un alto costo debido a que las técnicas utilizadas requieren el uso de agua en grandes cantidades. Recientemente, se ha logrado el incremento del número de parcelas de producción de quínoa, sin embargo, sigue siendo una dificultad la etapa de pos cosecha, traslado y venta.

Actualmente el destino es el autoconsumo y venta a turistas, aunque con grandes dificultades para satisfacer la demanda extra-local por problemas de traslado del producto.

#### *Cadena Frutos Nativos-Chilto/Tomate de Árbol (NOA)*

El *chilto* o *tomate de árbol* (*Solanum betaceum*) se ha desarrollado en forma incipiente en el Pedemonte de Tucumán, Salta y Jujuy. En los últimos diez años, aumentó el número de productores. Se logró que los pequeños productores se asociaran y se establecieron viveros de frutos nativos (INTA, Municipalidad de Tafí Viejo, Municipalidad de Yerba Buena, Reserva de Horco Molle - Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo). Desde el punto de vista técnico-científico, se dispone de profesionales formados en diferentes áreas quienes enfocan la investigación en el desarrollo de cadenas de valor y en el manejo y promoción del cultivo. En la actualidad, los pequeños productores son los que agregan valor en origen al chilto, produciendo pulpas, dulces, helados y licores que se destinan a la venta o a la preparación de otros productos de valor (tragos, salsas, etc.).

En cuanto a las estrategias de transformación y diferenciación del producto, se prevé el desarrollo de alimentos para nichos poblacionales específicos, como harinas o polvos para celíacos y pacientes que sufren de síndrome metabólico. Para este fin se han utilizado los productos de desecho (cascaras y semillas) de la producción de pulpa; se extraen compuestos bioactivos (polifenoles y/o antocianinas) para su incorporación en alimentos, fármacos, nutracéuticos y cosméticos; se han producido nuevos alimentos por fermentación láctica (bebidas fermentadas, puré o salsas); se logró incrementar la producción y el consumo mediante la promoción de alegaciones de calidad nutricional y del rotulado diferencial; y la obtención de sellos de calidad como las marcas colectivas y los que vinculan el alimento al territorio (IG, DO).

Los problemas evidenciados para el sector, se relacionan con:

- Competencia del cultivo de chilto por las explotaciones de cítricos, sumado al avance de las zonas urbanas en el pedemonte (desmonte de flora nativa).
- Falta de planificación estratégica a nivel regional para promover la producción de frutos nativos, con énfasis en chilto; y para el aprovechamiento de paquetes tecnológicos desarrollados que puedan aplicarse a la producción y diferenciación de este cultivo.

Las oportunidades observadas se sustentan en:

- La larga vida en estante del fruto fresco y su pulpa.
- El potencial desarrollo de nuevos productos (tecnología puesta a punto actualmente) con propiedades beneficiosas para la salud.

También se ha relevado la importancia regional de la caña de azúcar como otro de los productos que contribuirían al desarrollo de la bioeconomía del NOA. Sin embargo, es necesario mencionar que, desde el punto de vista del área de alimentos, la caña de azúcar y su producto asociado (azúcar) es ya un símbolo de identidad cultural y de desarrollo local totalmente consolidado, siendo en la actualidad, la segunda actividad de mayor importancia económica y social del noroeste argentino. Por lo tanto, no se espera que contribuya a dar un salto cualitativo a la bioeconomía basada en la producción de alimentos, al menos en un futuro cercano. No obstante, se verá que su presencia y potencial puede asumir importancia en otras áreas estratégicas tecno-productivas.

## 2.6. Conclusiones

La tendencia actual en la producción de alimentos basa su desarrollo no solo en mejorar la calidad e incrementar el volumen de la materia prima, sino también en promover la industria de los alimentos mediante el agregado de valor. Teniendo en consideración este eje, y habiendo analizado las potencialidades de las distintas provincias que conforman el Norte argentino, podemos concluir que esta región posee la capacidad de dar un salto cualitativo y lograr el desarrollo de su bioeconomía; sin embargo, esta decisión requiere cambios y apoyo gubernamental.

El estudio realizado revela ciertas diferencias entre las regiones del NEA y del NOA; algunas de estas diferencias están relacionadas con los recursos naturales de la región, pero otras se asocian más al conocimiento técnico y científico, o a la calidad del apoyo gubernamental para impulsar una dada cadena productiva. Estas diferencias no son insondables y pueden ser revertidas con relativa facilidad si se prioriza el desarrollo de la bioeconomía. Sin embargo, esta medida no debe extenderse en el tiempo porque la adquisición de capacidades técnicas a nivel local y la reversión de ciertas problemáticas requieren de un período prolongado.

En líneas generales ambas regiones poseen materias primas de importancia cuya producción en mayor o menor medida está en un estado de progreso importante; aunque algunas requieren de un mayor desarrollo tecnológico e impulso para avanzar en la transformación productiva y obtener calidad industrial.

Una buena parte de las provincias tienen las capacidades tecno-productivas instaladas, muchas de las cuales son importantes para la industria actual, o al menos hay un conocimiento relativamente importante de las tecnologías como para adaptarlas y adoptarlas con cierta facilidad. Estas capacidades son más significativas a nivel de producción primaria y más ineficiente a nivel de desarrollo industrial.

Las oportunidades de la mayoría de las cadenas priorizadas en la región abren la posibilidad de una importante contribución para el desarrollo de la economía circular. Es decir, el aprovechamiento de los residuos de la producción agrícola, pecuaria y de plantas procesadoras para obtención de productos con valor agregado como el biogás, bioetanol y otros subproductos, o con otros destinos industriales, por ejemplo, como medio de cultivo para la producción de ayudas e ingredientes alimentarios, por nombrar algunos.

Además, las condiciones climáticas y ambientales son favorables para la producción de productos diferenciados y de alta calidad. Existe mano de obra local capacitada en la mayoría de las cadenas productivas, aunque se presentan ciertas dificultades para tenerla a disposición en el momento oportuno. Ha habido iniciativas de políticas públicas que favorecieron algunas de las cadenas (Agrupaciones, Cámaras, Asociativismo, Mesas específicas, etc.) pero aún son insuficientes; y se dispone de diferentes estrategias para el agregado de valor, cuyos conocimientos (especialmente las tecnologías avanzadas y emergentes) se concentran en los grandes centros industriales (núcleo-centro); no obstante, están disponibles para el conjunto de la población científica y técnica de todo el país.

Los problemas más significativos están asociados a la necesidad de robustecer la infraestructura productiva y de transporte/vial (camino, drenajes, comunicación) que agilicen la distribución y favorezcan la comercialización; a las escasas estrategias de marketing para posicionar los productos regionales; al insuficiente financiamiento o a la dificultad para acceder a estas fuentes; a la falta de coordinación entre la academia, los productores y los organismos gubernamentales de ciencia y técnica, mostrando la

inexistencia de un sistema productivo “integrado” asociado al concepto de economía circular.

Se estima que las oportunidades pueden ser aprovechadas rápidamente dadas las actuales tendencias de la producción de alimentos traccionadas por el consumidor tanto a nivel nacional como internacional y que los problemas podrían ser contrarrestados si se decide en forma indiscutible asumir el camino del desarrollo de la bioeconomía regional.

### Bibliografía

- Ahmed, J., Lobo, M. G., & Ozadali, F. (2012). *Tropical and Subtropical Fruits*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell.
- Anilló G., Añón, M. C., Bassó, S., Bellinzoni, R., Bisang, R., Cardillo, S., Carricarte, V., Cassullo, E., Ciccía, G., Corley, E., Fuchs, M., Genovesi, M., Gutierrez, M. A., Ortiz, I., Pagano, E., Plata, B., Trigo, E. y Regunaga, M. (2016). *Bioteología argentina al año 2030*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Alexandratos, N & Bruinsma, J. (2012). *World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision*. ESA Working Paper No. 12–03. Rome: FAO.
- Aristizábal, J., Sanchez, T. & Mejía Lorio, D. (2007). Guía Técnica para Producción y Análisis de Almidón de Yuca. *Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO, N° 163*. Roma: FAO.
- Avance Agroindustrial 34 (2). EEAOC Dossier. [www.eeaoc.org.ar](http://www.eeaoc.org.ar)
- Bocco, A., Dubbini D., Rotondo, S. y Yoguel, G. (2007). Reconversión y empleo en la industria del vino: estructura productiva y dinámica del empleo en el complejo vitivinícola: un análisis del sector bodeguero nacional. *V Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas.
- Castagnini, J. M. (2014). *Estudio del proceso de obtención de zumo de arándanos y su utilización como ingrediente para la obtención de un alimento funcional por impregnación a vacío*. Tesis Doctoral. Editorial Universitat Politècnica de Valencia.
- CEPAL. (2016). *Horizonte 2030. Igualdad en el centro del desarrollo sostenible*. CEPAL Naciones Unidas.
- Combina, M. (2007). *La biotecnología en enología*. Documento de Trabajo en el marco del Proyecto CEUR-PIP-CONICET N° 5411 "Economía política de la innovación biotecnológica. Trayectorias y demandas tecnológicas de las industrias de la alimentación en Argentina".
- CONICET. (2015). *La Bioeconomía en la Argentina: oportunidades y desafíos. Temas de discusión en el Marco de la Red de Estudios en Bioeconomía*.
- Consultora de Estudios Bonaerense S.A. (2015). *Desarrollo de un plan estratégico director para los parques industriales de los municipios de la provincia de Salta*. Prestamos BID 1855/OC-AR Programa de fortalecimiento de gestión municipal-Provincia de Salta.

- Coronel, M. (2014). Fritura al Vacío: Un enfoque nutricional. *Enfoque UTE*, 5(3), 15-24.
- Descalzo, A. M. & Sancho, A. M. (2008). A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality of fresh beef produced. Argentina. *Meat Science*, 79, 423-436.
- Dell'Acqua, A., Galvan, J. y Moyano, M. (2017). *Producción y comercialización de arándanos a nivel nacional e internacional entre 2012 y 2016*. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Tucumán.
- Domínguez, M., Kleiman, E., Vaudagna, S., Vitale Gutierrez, J. A. y Masana, M. (2016). *Escenarios sobre calidad e inocuidad en el sector productor de materias primas y alimentos elaborados en Argentina, 2030*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Engo, N., Fuxman, A., González, C., Negri, L., Polenta, G., y Vaudagna, S. (2015). *Desarrollo de las exigencias sobre calidad e inocuidad de alimentos en el mundo 2025*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- European Commission. (2016). European Research & Innovation for Food & Nutrition Security. *FOOD 2030 High-level Conference background document*. DG Research & Innovation.
- FAO. (2012). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i2727s.pdf>
- FAO. (2014). *Building a common vision for sustainable food and agriculture. Principles and approaches*. Rome. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3940e.pdf>
- FAO. (2014). *Regional conference on cassava*. The Caribbean and Latin America Office. Bridgetown, Barbados.
- FAO. (2017). *The future of food and agriculture. Trends and challenges*. Rome.
- Ferrario, M., Schenk, M. y Guerrero, S (2018). *Development of a turbid carrot-orange beverage processed by UV-C light assisted by mild heat and added with yerba mate (Ilex paraguarensis) extract*. IFT. Annual Meeting 2018.
- Giarrizzo, V. (2015). *Citricultura: Estudio de la cadena de valor*. Confederación Argentina de la Mediana Empresa (CAME).
- Gómez Riera, P. (2014). *Visión prospectiva de la cadena de frutas finas al 2030*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Goñalons, S. (2015). *Informe del censo de productores nogaleros y caracterización socio-técnica de la actividad en la Provincia de La Rioja*. Consejo Federal de Inversiones (CFI).
- Hernández-Ochoa, L., Gonzales-Gonzales, A., Gutiérrez-Mendez, N., Muñoz-Castellanos, L. N., y Quintero-Ramos, A. (2011). Estudio de la actividad antibacteriana de películas elaboradas con quitosano a diferentes pesos moleculares incorporando aceites esenciales y extractos de especias como agentes antimicrobianos. *Revista Mexicana Ingeniería Química*, 10(3), 455-463.
- HLPE. (2014). *Food losses and waste in the context of sustainable food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition*. Committee on World Food Security. Rome.

- Iannamico, L. (2015). Frutos secos: evolución del mercado internacional y situación argentina. *Revista Rio Negro. INTA Alto Valle*.
- Ignes, M., Cano, L., Ahumada, L., Eliazarian, M., Salgado Ibarra, D. (2017). *Sistemas ganaderos bovinos de Sierras y Montañas: El trabajo de INTA en el Valle central y Este de la provincia de Catamarca*. Ediciones INTA.
- International Tea Committee. (2016). *Annual Bulletin of Statistics*. International Tea Committee. London.
- Justo, A. M. y Parra, P. A. (2005). Perfil y breve análisis del mercado de frutas secas. Producción tradicional y orgánica. *Documento de trabajo N° 32*.
- Lamoglia, A. y Silva, N. (2017). *Producción y comercialización de frutilla a nivel nacional e internacional entre 2012 y 2016*. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Tucumán.
- Lavarello, P., Gutman, G., & Filipetto, S. (2011). Biotecnología en la industria vitivinícola en Argentina: ¿nuevas modalidades de innovación en una actividad tradicional? *Journal Technology Management & Innovation*, 6(2), 176-188.
- Lódola, A., Brigo, R. y Morra, F. (cap. II, 2011). Mapa de cadenas agroalimentarias de Argentina. En R. Bisang, G. Anllo y G. Salvatierra (eds.). *Cambios estructurales en las actividades agropecuarias*. Colección Documentos de proyectos. Santiago de Chile, Chile: CEPAL. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/3804>.
- Lopez Córdoba, A.F. (2012). *Desarrollo de sistemas de encapsulación de compuestos para la protección de extractos antioxidantes de yerba mate*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de la Plata.
- Luchini, L. (2011). Las perspectivas para la acuicultura y las posibilidades para la región. *Primer Foro del Cluster Acuicola del NEA*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Posadas.
- Lysiak, E. (2012). *Mercado mundial de fécula de mandioca y la participación de Argentina. Competitividad y calidad de los cultivos industriales*. Ediciones INTA.
- Lysiak, E. & Albarracín, S. (2014). Relevamiento aerofotogramétrico de la superficie tealera existente en Misiones en el año 2010. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*, 4(6), 85-88.
- Lysiak, E. (2016). Cantidad de secaderos de té, capacidad de procesamiento y distribución espacial en las provincias de Misiones y Corrientes. Cerro Azul. E.E.A INTA Cerro Azul. *Miscelánea N° 73*.
- Lysiak, E. (2016). Estimación de la huella de carbono del té y alternativas de transporte del producto final al puerto. *Actas del V Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y IV Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica ENARCIV 2016*. San Miguel de Tucumán.
- Miguel, R. E. Tálamo, E. y Cristos, D. (2016). Análisis y evolución del proceso de salinización del sistema acuífero Antinaco Los Colorados en las Colonias de Vichigasta y Catinzaco. *IX Congreso Argentino Hidrogeología*. Departamento Geología, Universidad Nacional de Catamarca, Gobierno de Catamarca y

- Asociación Internacional de Hidrogeólogos, Grupo Argentino. San Fernando del Valle de Catamarca. Setiembre, 20-23, 2016.
- Ministerio de Agroindustria. (2016). *La acuicultura en el nordeste argentino – NEA (Provincias de Formosa, Corrientes, Misiones y Chaco)*.
- Ministerio de Producción y Desarrollo Catamarca. (2016). *Plan Nogalero Catamarca*. INTA, EEA Catamarca.
- Ministerio de Producción. (2016). *PISEAR. Proyecto de Inclusión Socio-Económica en Áreas Rurales*. Plan de Implementación La Rioja. Diciembre.
- Momadini, M y Quaia, E. (2015). *Avance Agroindustrial 34 (2)* EEAOOC Dossier. [www.eeaoc.org.ar](http://www.eeaoc.org.ar)
- Morandi, J. & Pirker, E. (2012). *La Cadena de mandioca para industria en Misiones. Competitividad y calidad de los cultivos industriales*. Ediciones INTA.
- Mornadini, M & Quaia, E. (2016). Alternativas para el aprovechamiento de residuos de la vinaza como subproducto de la actividad sucroalcoholera. *Avance Agroindustrial 34(2)* 9, 2-12
- Navarro, R. D., Ferreira, W. M., Ribeiro Filho, O. P., Veloso, D. P., Fontes, DO. & Silva, R.F. (2014). Desempenho de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) suplementada com vitamina E. *Archivos de Zootecnia 59(226)*,185-194.
- OMS. (2014). *Global nutrition targets 2025. Policy briefs*. Geneva. [www.who.int/nutrition/global-target-2025](http://www.who.int/nutrition/global-target-2025)
- ONU. (2011). *World Economic and Social Survey 2011: The great Green technological transformation*. New York, USA.
- ONU. (2015). Trends in international migration, 2015. *Population Facts, No. 2015/4*, December 2015. New York, USA, UN-DESA.
- ONU. (2016). *National accounts data*. Accessed 9 February 2016. <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/data.asp>.
- O' Reilly, P. (2017). *Making the Bioeconomy Market: A Review of International Literature*. Bio-Éire Project, Dep. of Agriculture, Food & Marine's Competitive Research Programme. College of Business, Dublin Institute of Technology.
- Panné Huidobro, S. (2017). *Producción por Acuicultura en Argentina en el 2016*. Dirección de Acuicultura – DNPYP Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Ministerio de Agroindustria.
- Parra, P. (2012). Cadenas productivas-Nuez de Nogal (*Juglans regia L.*) Dirección de Industria Alimentaria. *Revista Alimentos Argentinos, 37*, p28.
- Parzanese, M. (2014). *Tecnologías para la industria de alimentos: Fermentación en sustrato sólido: aprovechamiento de subproductos de la agroindustria*. FICHA N° 27. Alimentos Argentinos.
- Piccolo, A; Giorgetti, M. y Chavez D. (2008). *Zonas agroecológicas homogéneas Salta-Jujuy*. Ediciones INTA.
- Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A. J., Cochrane, K., Howden, S. M., Iqbal, M. M., Lobell, D. B. & Travasso, M. I. (2014). Food security and food production systems. *Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral*

- aspects. *Working Group II, 5<sup>th</sup>*. Assessment Report Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 485–533). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Quirolo, M. E. (2016). Estudio de la trama productiva y comercial de cucurbitáceas en J.J. Castelli, Chaco. *XLVII Reunión Anual Asociación de Economía Agraria*.
- Rodríguez, S. & Narciso Fernández, F.A. (eds.). (2012). *Advances in Fruit Processing Technologies*. Contemporary Food Engineering Series. Food Refrig. & Computerized Food Technol. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis.
- Scaltritti, R., Aimar, M. V., y Chávez, M. (2013). *Guía MILC: Guía metodología para la inocuidad de la leche de caprina*. INTA
- Schenk, M.; Ferrario, M.; Bernardi, A.; Ballesteros, P.; Ferrario, J. E.; & Guerrero, S. (2018). Development of an ultrasound-assisted extract of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) of industrial interest. optimization and in vitro studies *Institute Food Technologists. Annual Meeting 2018*. <http://www.conicet.gov.ar>
- Senn, J. y Garcia, S. (2017). *Secadero solar–biomasa: manual de construcción y operación*. EDUNaM – Editorial Universitaria, Universidad Nacional de Misiones.
- Sinha, N. K., Sidhu, J. S., Barta, J., Wu, J. S. B., & Cano, M. P. (eds.). (2012). *Handbook of Fruits and Fruit Processing: Second Edition*. Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118352533>.
- Trigo, E., Vera Morales, E., Grassi, L., Losada, J., Dellisanti, J. P., Molinari, M. E., Murmis, M. R., Almada, M. y Molina S. (2017). *Bioeconomía Argentina Visión desde Agroindustria*. Ministerio Agroindustria, Argentina.
- Yñiguez, E. (2011). *Reingeniería de la cadena de valor de las frutas y hortalizas en la zona de riego de Santiago del Estero*. Tesis, Universidad de Belgrano. Escuela Economía y Negocios Internacionales.
- Yñiguez, E. (2018). Situación del cultivo de Cebolla en la provincia de Santiago del Estero, Argentina. *XXI Seminario Cebolla del Mercosur*. Bs As.

### **3. Biomasa\***

#### 3.1. Encuadre conceptual y de los recursos biomásicos

##### Referencias básicas

Para poder realizar un análisis de las capacidades productivas que impulsan el desarrollo bioeconómico del Norte argentino, se deben establecer definiciones claras de lo que se considera biomasa, biomasa natural, biomasa como recurso o la fracción aprovechable, es decir, sosteniblemente explotable para desarrollar una actividad económica.

Este es un concepto muy amplio ya que la biomasa es toda materia orgánica derivada de la actividad de los seres vivos, pero es un término cuyo significado varía en cada contexto, por ejemplo, si se habla en términos ambientales se refiere a una parte del ecosistema,

---

\* Elaborado por Martín Rearte (INTI), con la participación de: Guillermo Martínez Pulido (INTI), Marcos Risso (INTI), Florencia Peralta (INTI), Gabriela Nuño (INTI-CONICET), Jorge Mariotti (FORINDER), Silvina Manrique (UNSa) y Liliana Molina (INTI).



si es sobre la biotecnología se refiere a los microorganismos, y si es con respecto a la energía se refiere a la capacidad energética factible de aprovechar en procesos industriales para su generación.

Por esta razón nos basaremos en estudios similares donde la clasificación se realiza en función a la procedencia y posición en la cadena de valor considerando no solo la producción primaria sino las complementarias como la biomasa forestal y las derivadas del aprovechamiento industrial y urbano, incluyendo los residuos dentro del aprovechamiento en cascada de la biomasa (Figura 3):

Asociadas a la producción:

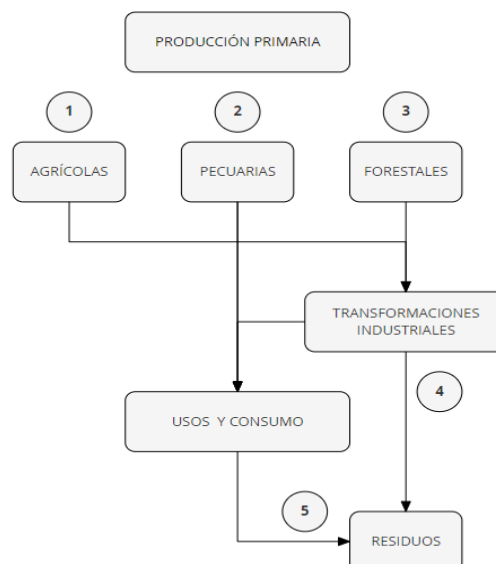
- Biomosas agrícolas.
- Biomosas forestales.
- Biomosas pecuarias.

Asociadas al consumo:

- Biomosas industriales.
- Biomosas urbanas.

Estas definiciones son orientativas dado que a medida que nos adentramos en temáticas específicas como la bioenergía o las biorrefinerías el vocabulario y las definiciones pueden adaptarse para definir conceptos de mayor contenido técnico.

**Figura 3. Esquema de aprovechamiento en cascada de biomasa**



### Clasificación general

#### *Biomosas agrícolas*

De la producción primaria se pueden distinguir dos tipos principales de biomosas:

- Cultivos: especies herbáceas o leñosas cultivadas en terreno agrícola cosechados con fines productivos para el consumo o procesamiento de las materias primas recolectadas. También se incluyen en este grupo los cultivos de algas, al producirse en medio acuoso.
- Residuales agrícolas: biomasa originada durante el cultivo, primera transformación y mantenimiento de productos agrícolas, como por ejemplo el RAC (residuo agrícola de caña de azúcar) o el rastrojo de algodón, la poda de citrus, etc.

### *Biomasa forestales*

Son las biomasa derivadas de la actividad forestal:

- Cultivada: especies principalmente leñosas cultivadas en terreno forestal cosechadas con fines productivos para procesamiento de las materias primas recolectadas. Dentro de este rubro se contemplan productos forestales no maderables como plantas aromáticas o medicinales.
- Aprovechamientos forestales: esta distinción se realiza sobre la biomasa originada del bosque nativo o masas boscosas que requieran permiso para su ordenamiento dirigido a extracción o manejo silvícola.
- Residuos forestales: la biomasa residual es la generada en la limpieza y mantenimiento del bosque y los espacios verdes en general.
- Biomasa forestal urbana: derivada del manejo y mantenimiento del entramado forestal en las zonas urbanas.

### *Biomasa pecuarias*

La actividad pecuaria genera una biomasa mayormente con destino alimenticio, de la que se derivan residuales de características muy diferentes:

- Producción pecuaria: se considera a la materia prima obtenida de la transformación animal como ser la leche, la carne, el huevo, la miel, la lana, los cueros de ganado mayor y menor, etc.
- Residuos orgánicos: generados en las explotaciones ganaderas y avícolas. Se trata principalmente de la mezcla de deyecciones y las camas de ganado y pollos con mezclas de sustratos orgánicos como aserrín y cáscara de arroz.

### *Biomasa industriales*

Esta categoría está actualmente en el extremo de la cadena de valor y contempla los subproductos y residuos generados en los procesos de aprovechamiento en la industria ya sea para el procesamiento de alimentos, productos maderables o para energía:

- Derivada de la agroindustria: producción de azúcar y/o alcohol de caña de azúcar, biodiésel, producción del aceite de oliva, procesamiento de cítricos, extracción de aceite de semillas, industria vitivinícola y alcoholera, conservera, cervecera, animal, producción de frutos secos, producción de arroz y procesamiento de algas.

- Derivada de la forestoindustria: residuos generados de la industria forestal de primera y segunda transformación (cortezas, aserrines, despuntes, etc.).
- Efluentes industriales: residuos líquidos con alta carga orgánica derivada de la agroindustria y el procesamiento de la producción pecuaria. Subproductos de la industria de la celulosa (licor negro).

#### *Biomasa urbanas*

Esta clasificación contempla los residuos sólidos urbanos (RSU) que constituyen la “fracción biodegradable de los residuos urbanos” generados diariamente en todas las localidades:

- Derivada de los RSU secos: la fracción orgánica separable de los RSU. Residuos de la recuperación de materiales lignocelulósicos (pallet, materiales de construcción, papel y cartón, muebles viejos, etc.).
- Derivada de los RSU húmedos: en esta clasificación se podrían incluir los lodos de plantas depuradoras, las aguas residuales, los residuos de cocinas (restos de comida) y los residuos como el AVU (Aceite vegetal usado).

### 3.2. Inserción en el contexto mundial y nacional

#### *Factores globales que afectan la producción de biomasa*

Lograr una contextualización del panorama mundial respecto a la producción de biomasa en Argentina es una tarea compleja debido a la constante evolución del mercado que se ve intrínsecamente asociado a los cambios geopolíticos de la región y a las tendencias de la demanda internacional de los “commodities” que produce el país. El siguiente análisis pretende identificar los elementos que pueden afectar el desarrollo de la bioeconomía desde la mirada de la producción del recurso biomásico en Argentina.

Diferentes estudios<sup>29</sup> muestran una oportunidad para Argentina de integrarse al grupo de naciones que serán partícipes de las actividades bioeconómicas derivadas de los cambios que se están produciendo en el mundo.

Se estima que para el año 2030 el centro de gravedad del poder económico mundial se desplazará del Norte hacia el Sudeste asiático. Las estimaciones de la OCDE para el año 2030 indican que aproximadamente el 60 % del PBI mundial corresponderá a países no miembros de la organización. A su vez, en términos absolutos 1.400 millones de personas se sumarán a la población actual que deberán ser alimentadas con los mismos recursos naturales utilizando la tecnología actual y futura, representando un reto para el desarrollo tecnológico actual.

---

<sup>29</sup> En este apartado se han tenido en cuenta las proyecciones de oferta y demanda globales de la producción agrícola para el período 2010-2020, de acuerdo a las tendencias indicadas por los estudios de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2019), de la FAO, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y del Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI, 2018) que buscan evaluar comportamientos posibles de los diferentes sectores productivos que inciden en el margen exportador de Argentina.

Sin embargo, el aumento de la producción de alimentos se verá afectado fuertemente por el mejoramiento de la calidad de vida más que del aumento del número de habitantes totales, dentro de una acelerada urbanización. Los cambios en las pautas de consumo son producto del incremento en el ingreso per cápita de los países emergentes que permite basar la dieta en lácteos y proteína animal.

Esto coincide además con dos fenómenos de no menor importancia:

- La utilización de cereales y oleaginosas destinados a biocombustibles para el corte obligatorio tanto en naftas como diésel que limitan el potencial de alimentos. Las estimaciones indicaban que para el año 2020 el 14 % de la producción de cereales secundarios y trigo, y el 16 % de los aceites vegetales se destinarían a biocombustibles en comparación con el 10 y el 9 % del promedio en las campañas 2007-2009.
- Por otra parte, las limitaciones territoriales de tierra y agua disponible para ampliar las producciones dejan sólo los cultivos de mayores rendimientos para aumentar la producción, considerando que los costos de la energía y los combustibles son y serán elevados, impactando fuertemente en los insumos necesarios para la producción y comercialización de la producción agrícola.

Como dato de contexto mundial, de acuerdo a la FAO se estima que existen 2.800 millones de hectáreas aptas (en diverso grado) para la producción agrícola, siendo utilizable una pequeña fracción debido a distintos factores que restringen su explotación. De acuerdo a estas estimaciones y tendencias de consumo el área cultivable total tendría que aumentar entre 200 y 300 millones de ha en las próximas dos décadas sólo para satisfacer la demanda de alimentos (manteniendo las formas de producción actual).

Otro factor clave es la disponibilidad de recursos hídricos y la calidad del agua para la actividad agrícola. El consumo de agua creció dos veces más que la población mundial en los últimos 100 años. A esta estimación se debería agregar el riesgo y la incertidumbre que conlleva el cambio climático (sequías, inundaciones, temperaturas extremas, etc.) y los efectos de la actividad industrial contaminante.

Una de las amenazas más acentuadas es la variabilidad en alza de los precios de los commodities agrícolas que se muestran en un estado de pre-crisis financiera desde el 2008. Representa un riesgo por la inestabilidad financiera y para la toma de decisiones gubernamentales que acelera el proceso de inestabilidad económica por asegurar el abastecimiento a cualquier costo.

En este contexto, las tendencias de producción agropecuaria actuales en Argentina muestran que los cereales, especialmente el maíz y los cultivos oleaginosos tienen una oferta muy firme, las carnes de la producción avícola presentan aún un vasto camino de aumento per cápita por la mejora de la dieta de las poblaciones de los países emergentes e inclusive de parte de los desarrollados donde núcleos de su población cada vez más numerosos están exigiendo productos con más beneficios para la salud, de menor tenor graso y provenientes de procesos amigables con el medio ambiente.

El impacto conjunto de estos factores, demandará una mayor y mejor producción de biomasa, buscando modelos productivos más eficientes con el cuidado del medio ambiente y de los recursos naturales como el agua y el suelo. Será necesario ampliar las fronteras agrícolas para satisfacer las demandas futuras. Además, con el avance de la ciencia, los desarrollos tecnológicos y los cambios culturales, la biomasa autóctona tendrá nueva oportunidad sin incurrir en la necesidad de cambios de uso del suelo que hagan recaer en los cultivos y las prácticas tradicionales.

### Factores específicos locales

#### *Clima*

En la región Noroeste, el clima predominante es el subtropical seco y cálido con una época de fuertes lluvias y de calor extremo en el verano. En la región conviven dos tipos de clima diferentes: por un lado, el clima árido de alta montaña (semi-desierto), y por el otro el de las sierras que se caracteriza por su clima subtropical (bosque subtropical).

La región del NOA está afectada por el fenómeno del cambio climático con tendencias de aumento en las precipitaciones y temperaturas promedio mínimas y disminución en los valores máximos promedio dando una menor amplitud térmica. Esta y otras anomalías climáticas, se engloban bajo el concepto informal de “*tropicalización del clima*” referido al calentamiento global. Este fenómeno de la “*tropicalización*” de la zona de Tucumán y de todo el NOA representa una oportunidad para la expansión de especies que están adaptadas a una mayor temperatura y menor luminosidad; se especula que el límite de la Puna, en la provincia de Jujuy, tenderá a extenderse hacia arriba, permitiendo la posibilidad de reocupación de la masa forestal (Gonzalez *et al.*, 2006).

En cuanto a la región NEA, comprende dos subregiones, la chaqueña y la mesopotámica. En la primera el clima es subtropical durante casi todo el año, con veranos cálidos y húmedos, e inviernos templados y secos. Las lluvias que se concentran en verano van disminuyendo en dirección este a oeste, con ocasionales olas de frío polar. En la región mesopotámica la zona sur es más calurosa, húmeda y lluviosa que la zona norte durante el verano. En esta subregión el clima es cálido y húmedo hacia el norte, y templado y seco al oeste; las precipitaciones disminuyen de este a oeste. La sudestada, que se origina entre junio y octubre, es un viento del litoral atlántico cuyo origen se debe a la masa de aire marítimo frío y demasiado húmedo que es confrontada por una baja presión ubicada sobre la conocida cuenca del Paraná.

De acuerdo con el Informe Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), sus efectos comenzaron a afectar a la población. Para el NEA, Centro de Argentina y el Litoral, se advierte mayores precipitaciones y riesgo de inundaciones en los próximos años.

Estos cambios climáticos demandarán nuevos desafíos y cambios en algunas prácticas de trabajos de campo. Por otro lado, traerá aparejado nuevos desarrollos en mejoramiento

genético y biotecnología, exigiendo especies que sean capaces de adaptarse a las condiciones climáticas que irán sucediendo.

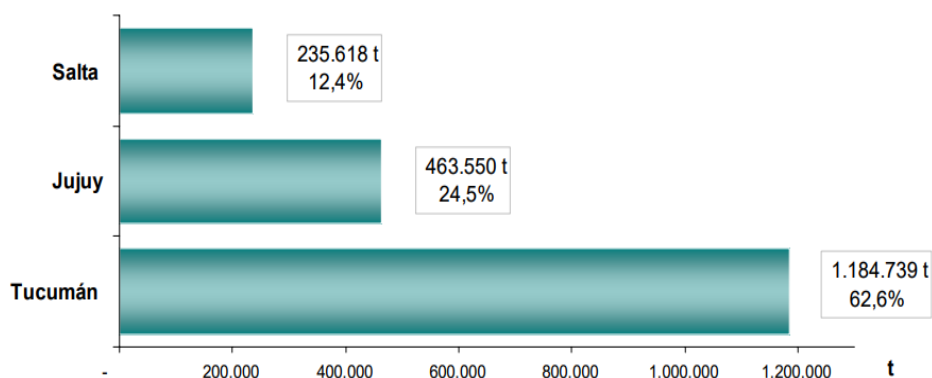
#### *Demanda creciente de biocombustibles y la producción de energía*

La demanda creciente de energía en el Norte argentino hace que las perspectivas en la producción de biocombustibles sean alentadoras para los próximos años por la clara tendencia del consumo mundial y la suba generalizada de los precios, a excepción de medidas de política energética en el nivel nacional que no favorezcan esta expansión.

Las grandes limitantes para la producción de bioetanol derivado de la caña de azúcar en el NOA están vinculadas a las inversiones necesarias para aumentar la capacidad productiva instalada, a la energía necesaria para su producción en la calidad requerida para el corte y, no menor, al tratamiento de los efluentes industriales derivados (vinaza).

El NOA es históricamente un ícono de la producción de azúcar (Figura 4). De los 17 ingenios existentes, la mitad produce bioetanol para el corte con las naftas de acuerdo a la Ley de Biocombustibles N° 26.093 que también abarca la producción de biodiésel y biogás.

**Figura 4. Producción de caña de azúcar en el NOA**



Para el caso del biodiésel su producción, en caso de ser descentralizada, está sujeta al crecimiento del consumo de harinas proteicas que, a su vez dependen del desarrollo local de las actividades pecuarias.

La Ley de Biocombustibles argentina establece actualmente un corte del 12 % en las naftas. Esta producción se distribuye en cupos de producción que se reparten entre nueve ingenios azucareros ubicados en el noroeste argentino (NOA).

La producción de bioetanol de segunda generación a partir de materiales celulósicos presenta una oportunidad para los cultivos no comestibles como el Arundo donax o “Caña de Castilla” entre otros.

Según estudios de prospectiva de la región, en el corto plazo el bioetanol se obtendrá directamente del jugo y las melazas provenientes de la molienda.

Para el NEA, la oferta energética se muestra creciente con la instalación de plantas de generación en base al aprovechamiento de biomasa, por ejemplo, la instalación de la mayor planta de bioenergía renovable en la localidad de Virasoro (Corrientes) de 40MW que plantea reemplazar la quema del gasoil en la región NEA. La usina de Virasoro impulsará la economía del NEA.

Este tipo de proyectos generarán una actividad económica en base al recurso biomásico cuya estrategia aún no está del todo definida.

#### *Sub-desarrollo de tecnologías para mitigar el impacto ambiental*

Todas las actividades de producción, recolección, industrialización y uso de la biomasa generan diferentes grados de impacto ambiental. Este impacto está asociado a la energía necesaria para su transformación en cada etapa, la ineficiencia de los procesos y la falta de alternativas tecnológicas para su total aprovechamiento, junto a los remanentes de su consumo en la sociedad.

Cada cadena productiva deriva mayor o menor biomasa residual, siendo lo más notorio el residual de las grandes industrias como los ingenios azucareros y alcohólicos, las papeleras, las citricolas, las desmotadoras de algodón, las aceiteras, etc.

El desarrollo de muchas de las industrias en el NOA y el NEA está restringido al volumen de efluentes que pueden manejar de acuerdo a las legislaciones de cada provincia, dada las limitaciones en cuanto a inversiones necesarias para el total tratamiento de los residuos biomásicos derivados. Asimismo, diversas producciones agrícolas avanzan en función de las legislaciones del ordenamiento territorial y el cambio en el uso del suelo.

### 3.3. Situación actual

Se efectúa una breve descripción de las principales economías regionales y actividades agrícolas-ganaderas de las provincias del Norte argentino. Posteriormente, se presenta un mapeo cualitativo de la diversidad productiva existente en cada provincia del NOA y el NEA<sup>30</sup>.

#### Fuentes de biomasa

##### *Región NOA*

La región del Noroeste Argentino está compuesta por seis provincias: Catamarca, La Rioja, Tucumán, Santiago del Estero, Salta y Jujuy.

##### *Catamarca*

Entre las principales actividades bioeconómicas se pueden destacar la producción de nuez de nogal y aceitunas, con una participación de 38 % y 20 % en el total del país

---

<sup>30</sup> Los datos de producción se obtienen de los Informes Productivos Provinciales: Catamarca, Año 1, N° 11, diciembre 2016; La Rioja, agosto 2018; Tucumán, Año 1, N° 1, mayo 2016; Santiago del Estero, Año 1, N° 9, noviembre 2016; Salta, Año 2, N° 12, marzo 2017; Jujuy, Año 1, N° 5, setiembre 2016; Chaco, Año 1, N° 6, setiembre 2016; Corrientes, Año 1, N° 2; junio 2016; Formosa, Año 1, N° 10, diciembre 2016; Misiones, Año 3, N° 19, 2018.

respectivamente. Las exportaciones de la provincia fueron: minera (94,9 %), olivícola (2,3 %), hortícola (0,7 %) y otras (2,1 %).

#### La Rioja

La provincia muestra alta especialización relativa a la producción agrícola. En este sector, que experimentó en los últimos años un importante proceso de incorporación de tecnología y mayor uso de agroquímicos, los productos de mayor importancia además de la vitivinicultura, son el trigo, girasol, maíz, sorgo, avena, centeno, soja, cebada y los cultivos forrajeros. En menor medida adquieren importancia los cultivos de regadío (frutícolas y hortícolas). La actividad industrial, de peso relativo menor, se concentra principalmente en la actividad frigorífica, la elaboración de subproductos lácteos, molinos harineros y actividad textil. De las salinas Grande o Gran Salitral se extrae sal, que se depura y envasa.

#### Tucumán

Las principales cadenas productivas son: frutícola (cítricos), azucarera, automotriz, hortícola, oleaginosa, metalmecánica, textil (algodonero) y el turismo entre otras. Esta provincia obtiene 73,3 % de la producción de limones y concentra 62,6 % de la producción de azúcar a nivel país.

#### Santiago del Estero

La provincia es la principal productora de algodón (41 % del total nacional) a partir de 2015, luego del Chaco. Asimismo, ocupa la cuarta posición entre las provincias con mayor área sembrada de maíz y se encuentra en el tercer lugar dentro de las provincias dedicadas a actividades cabriteras (stock caprino en cantidad de cabezas: 12,9 % a nivel nacional). De este modo, entre sus principales cadenas productivas se reconocen: textil-algodonera, oleaginosa (soja), cerealera (maíz), carne bovina, caprina, forestal y turismo de termas.

#### Salta

En la estructura productiva de Salta refleja una importante participación la producción de tabaco (28,3 % del total nacional), caña de azúcar (12,4 %) y poroto (75,3 %).

#### Jujuy

Jujuy es la primera provincia productora de tabaco y la segunda de caña de azúcar del país. Produce 41 % del tabaco y el 24,5 % de la caña de azúcar a nivel nacional, siendo las cadenas productivas con mayor participación en la región y el país.

#### *Región NEA*

La región del Noreste Argentino está compuesta por cuatro provincias: Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones.



## Chaco

Las principales cadenas productivas son: oleaginosa, forestal, ganadera-bovina y textil algodonera, entre otras. En 2015 la provincia produjo 37,3 % de algodón, 8,6 % de girasol, el 1,9 % de soja, y poseía 5,2 % del stock de bovinos del país. Mientras que, de acuerdo a últimos datos disponibles, participó con 83,8 % de la producción nacional de tanino en 2013.

## Corrientes

Las principales cadenas productivas son: ganadera-bovina, arrocería, forestal, cítricos dulces, yerba-mate, hortícola, entre otras. A modo de ejemplo, esta provincia concentra 43,6 % del cultivo de arroz, 30 % aproximadamente de cítricos dulces (mandarina y naranja) y 10 % del stock de bovinos a nivel país.

## Formosa

Las principales cadenas productivas de la provincia son: ganadera bovina, forestal, frutícola (pomelo-banana), hortícola y, en menor medida, turismo regional, entre otras. Esta provincia posee 3,3 % del stock bovino nacional como consecuencia de la relocalización de la ganadería vacuna a partir de la expansión de la superficie agrícola. Asimismo, concentra 14 % de la producción nacional de pomelo y es la tercera provincia productora de banana con 27 % de la superficie implantada, mientras que participa con el 20 % de la producción nacional de tanino proveniente de quebracho colorado.

## Misiones

Las principales cadenas productivas son: forestal, yerbatera, tealera, tabacalera, cítrica y ganadera-bovina. En 2015 la provincia lideró la actividad forestal con 43,7 % del total nacional. En cuanto a la industria de la yerba mate produjo 86 % del total nacional.

Esta es una mera reseña para contextualizar que, en la producción de biomasa, el grado de aprovechamiento e industrialización está ligado a diversas actividades económicas en cada provincia, como así también con actividades fuera del territorio del Norte argentino.

### Mapa de diversidad del recurso biomásico en el NOA y el NEA

A continuación, se propone un relevamiento de la producción de biomasa en la Región Norte considerando los diferentes componentes de la clasificación general presentada al inicio. Es una valoración orientativa que conjuntamente con la estimación de la producción de biomasa presentada en el Anexo 2, ofrece información destinada a diagramar estrategias para el uso en cascada del recurso biomásico, en cada provincia y en el conjunto de la región, considerando los subproductos generados en los procesos primarios, durante la cosecha o industrialización.

En el Cuadro 5 se presenta la localización de los diferentes tipos de recursos biomásicos en la Región Norte.

**Cuadro 5. Localización de los recursos biomásicos**

		Recurso biomásico bruto											
		CORRIENTES	CHACO	FORMOSA	MISIONES	CATAMARCA	JUJUY	SALTA	SGO. DEL ESTERO	LA RIOJA	TUCUMAN		
Asociado a la producción primaria	Biomasa agrícola	Cultivos	Algodón	•	•	•				•	•		
			Arroz	•	•	•							
			Avena								•		•
			Cártamo							•			
			Cebada cervecera								•		•
			Centeno								•		
			Girasol		•	•					•		
			Maíz	•	•	•	•	•	•	•	•		•
			Maní						•	•			
			Poroto seco					•	•	•	•		•
			Soja	•	•	•	•	•	•	•	•		•
			Sorgo	•	•	•		•			•		•
			Trigo		•			•	•	•	•		•
			Trigo candeal										•
			Té	•			•						
			Yerba Mate	•			•						
			Tabaco	•	•		•		•	•			•
			Caña de azúcar				•		•	•			•
			Citrus	•		•	•		•	•			•
			Olivos					•				•	
Nuez					•					•			
Hortalizas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			
Vid					•	•	•		•	•			

	<b>Biomasa agrícola</b>	Otros (Arundo Donax, Tártagos, Pastizales de crecimiento rápido, etc.)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		RAC de caña				•		•	•				•
		RAC de algodón	•	•	•				•	•			
		Poda de citrus	•		•	•		•	•				•
		Poda de olivo					•					•	
		Rastrojo de maíz	•	•	•	•	•	•	•	•			•
		Rastrojo de trigo					•	•	•	•			•
		Rastrojo de sorgo	•	•	•		•				•		•
		Poda de Sarmientos					•	•	•			•	•
		Rastrojo de Tabaco	•	•		•		•	•				•
	<b>Biomasa forestal</b>	<b>Plantaciones</b>	Araucaria				•						
			Otras coníferas	•			•						•
			Eucaliptos	•			•						•
			Otras Latifoliadas	•			•						
			PinusTaeda, eliotti y caribea	•			•						•
		<b>Aprovechamientos forestales</b>	Especies Nativas		•	•		•	•	•	•		•
			Otros	•			•		•	•			•
		<b>Residuos forestales</b>	Poda, raleo y limpieza	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		<b>Forestal urbana</b>	Poda del arbolado urbano	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		<b>Biomasa pecuarias</b>	<b>Producción pecuaria</b>	Bovinos	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ovinos	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Caprinos				•			•	•	•	•		•	
Avícola	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Peces (de piscicultura)	•			•	•	•	•					•	
Otras													
<b>Residuos orgánicos</b>	Estiércol animal		•	•	•	•					•	•	

Asociado al consumo			Cama de pollo	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			
			Cama de bovinos	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
			Otras	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
	Biomasa industrial	<b>Derivada de la agroindustria</b>		Bagazo				•		•	•				•		
				Orujo de olivo					•						•		
				Alpechín					•						•		
				Orujo de aceituna					•						•		
				Carozo de aceituna					•						•		
				Cáscara de maní							•	•					
				Cáscara de nuez					•								
				Cáscara de girasol			•	•							•		
				Cáscara de arroz	•	•	•										
				Cáscara de citrus	•		•	•			•	•					•
				Afrechillo	•	•	•										
				Desmote de algodón	•	•	•					•	•				
	Médula de caña de azúcar								•					•			
	<b>Derivada de la forestoindustria</b>		Aserrín	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
			Virutas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
			Costaneros	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
			Otros	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	<b>Efluentes industriales</b>		Vínaza de la producción de etanol							•	•				•		
			Efluente citrícola	•		•	•			•	•				•		
			Efluente de procesamiento de verduras y frutas en gral.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
			Efluente de matadero	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
			Efluente de industrias lácteas							•	•	•	•			•	
			Efluente líquido de criaderos vacuno	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	

Biomásas urbanas		Efluente líquido de criaderos porcinos	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Derivada de los RSU secos	Madera recuperada y de reuso	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Pallets	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		Embalajes de madera	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Derivada de los RSU húmedos	Relleno sanitario	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

### 3.4. Capacidades productivas, tecnológicas y de innovación potenciales

#### Sustitución de importaciones

La producción de biomasa bien organizada presenta grandes ventajas estratégicas para impulsar la economía tanto en las regiones NOA y NEA como para todo el país aportando a la sustitución de importaciones, tal es el caso de la energía. Cada megavatio generado a partir de biomasa significa un importante ahorro de divisas para el país. De igual forma, el desarrollo de biocombustibles sólidos en primera medida y la inserción del concepto de economía circular pensada desde el aprovechamiento intrínseco de los subproductos de la cadena de valor biomásica en su totalidad implican sustituciones potenciales en el orden de los miles de millones de dólares anuales.

En los últimos años la demanda energética se ha incrementado sustancialmente y ha generado un aumento en la importación de combustibles fósiles. La biomasa luego de su industrialización puede ser utilizada de forma segura, rentable y bajo sistemas de calidad para reemplazar el gas de importación reflejándose en más de 5500 millones de m<sup>3</sup> anuales (ENARGAS), considerando que Argentina destinó más de US\$ 1.000 millones a las importaciones de gas en 2016.

Este análisis solo contempla la importación de petróleo y gas, pero existen insumos industriales como la celulosa que son igualmente estratégicos y tienen un gran impacto en sustitución de importaciones en la industria farmacéutica y química.

#### Cultivos energéticos

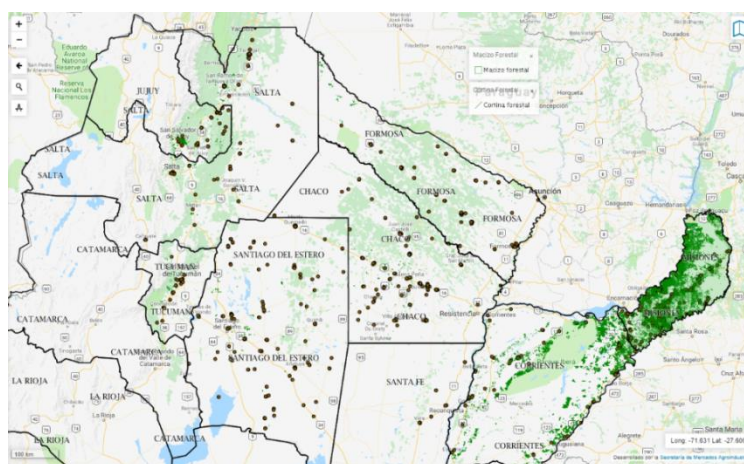
Dada la tendencia e importancia de los cultivos energéticos en las actividades económicas actuales en la región, es necesario poner sobre relieve la posibilidad de utilizarlos alternativamente como alimentos o forrajes. No obstante, logrando una combinación del uso de suelo con especies bien seleccionadas, puede hacerse frente a la demanda de alimentos combinada con el requerimiento creciente de energía. Sólo el cultivo independiente con fines de rentabilidad a corto plazo puede presentar una amenaza adicional sobre la base de recursos naturales, requiriendo un estudio previo para la intensificación sustentable con un aumento de los rendimientos considerando el recurso hídrico disponible en las regiones potenciales para su desarrollo.

Actualmente el desarrollo de los cultivos energéticos fuera del rubro de la producción de etanol, se basa principalmente en el recurso dendroenergético utilizando mayormente especies como el pino y el eucaliptus que se presentan en el NOA y el NEA. Para el desarrollo de modelos sostenibles en base al recurso dinámico se deben considerar los ciclos de corte pensados para bioenergía, con densidades de siembra diferentes reduciendo los ciclos de producción, atendiendo el recurso hídrico.

### Desarrollo de biocombustibles sólidos

El potencial de desarrollo en el sector térmico en base a los biocombustibles es inminente. La creciente aparición de empresas fabricantes de equipo para combustión de biomasa a granel y de biocombustibles de mayor grado de industrialización como pellets y briquetas denota el desarrollo del mercado bioenergético. Solo considerando la posibilidad de integrar los residuos de los aserraderos (Figura 5) a esta cadena de valor en potencia se puede avanzar con el reemplazo de gas natural en los diferentes tipos de consumidores.

**Figura 5. Aserraderos registrados en el Norte Argentino<sup>31</sup>**



Los residuos agrícolas de cosecha también presentan un potencial importante para este sector industrial. Si bien se han contemplado varias alternativas de industrialización de rastrojos como el de la caña de azúcar, en el año 2016 el INTI junto con productores de la provincia de Tucumán lograron desarrollar el proceso de densificación del RAC de caña obteniendo un pellet que cumple con los requerimientos mecánicos para su uso en quemadores de acuerdo a la Norma ISO 17225:2014.

Adicionalmente a estas posibilidades, a partir del año 2018 el INTI junto con el Instituto Argentino de Normalización y Certificación - IRAM vienen trabajando para la homologación y desarrollo de una normativa nacional para los biocombustibles sólidos que contempla la biomasa como materia prima hasta los biocombustibles como el pellet, la briqueta, el chip energético, la leña y las biomásas no convencionales para lograr estos productos.

<sup>31</sup> Fuente: Ministerio de Agroindustria. Monitor Forestal.

### Mejoramiento de cultivos

Dadas las características del suelo, las restricciones demográficas y el ordenamiento territorial, el desarrollo de la producción de algunos cultivos industriales apunta a su mejora genética. La posible inserción de variedades genéticamente modificadas resistentes a factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (suelos áridos y de baja accesibilidad al riego), como el caso de la caña de azúcar, hoy cuenta con variedades que según especialistas del sector privado pueden elevar la producción por ha en 40 % comparado con los mejores rindes encontrados en la franja de Las Yungas (Tucumán, Jujuy, Salta).

La soja, el maíz, el trigo, el sorgo son los primeros ejemplos de estas tecnologías, pero en la tecnificación del NOA y el NEA pueden ser un factor condicionante en la producción futura de materias primas para las diferentes plataformas regionales de la bioeconomía.

### 3.5. Problemas predominantes que inhiben o retardan la producción de biomasa

#### Logística

Los sistemas productivos (agrícolas) en Sudamérica están muy marcados por los costos de transporte, regidos especialmente por el costo del petróleo debido a una falta de redes alternativas y complementarias del modo tradicional (camión).

Dada esta situación, la rentabilidad de las cadenas productivas regionales depende en gran medida de la estabilidad del precio del combustible fósil. No solo para controlar los costos de transporte, sino además, los otros rubros operativos en el campo.

La red ferroviaria para transporte de cargas en el país, es mínima. Se percibe una leve mejora, en el mantenimiento de las vías y la frecuencia de los servicios, pero no es suficiente para cubrir las largas extensiones que presenta el Norte argentino.

#### Estabilidad de mercado

En muchos casos, existen mercados como el del azúcar, cuya capacidad industrial instalada excede a la demanda. Además, se enfrentan factores externos, como es el caso de Brasil siendo el primer productor mundial de azúcar, que fija el precio en el mercado internacional condicionando la rentabilidad del sector. No obstante, la variabilidad de precio del azúcar, está ligada a la producción de etanol (para bebidas e industria farmacéutica) y el bioetanol (para biocombustibles) haciendo que la estructura productiva del complejo sucro-alcoholero permita re-direccionar materias primas hacia alimentos, bebidas o biocombustibles.

#### Sostenibilidad ambiental

En la última década se tomó conciencia en el país de la importancia de comenzar a tratar los residuos con el afán de no generar impactos ambientales negativos. Sin embargo, todavía, son pocas las industrias que dan tratamiento a los residuos y aún más escasas

son las que buscan obtener algún beneficio económico (generar línea de negocios) a partir del reciclado.

No existe cadena productiva que esté libre de generar algún residuo, ya sea en campo (pos-cosecha o por mantenimiento del cultivo) o en la industria (efluentes o subproductos). Con el incremento de los controles ambientales, y para asegurar el cumplimiento de las normativas nacionales y provinciales, se hizo evidente la falta de soluciones para el tratamiento de los residuos. Ha sido la poca importancia relativa que se asignó en el esquema de inversiones, a resolver los problemas ambientales con respecto a otras necesidades como ser mejoras en procesos, incremento de la capacidad productiva, etc.

#### *Faltante de inversiones en tecnología*

Entre las problemáticas predominantes para el desarrollo de la biomasa como recurso económico se releva la visión de corto plazo del sector productivo primario reflejada en la falta de inversiones orientadas al desarrollo tecnológico específico. Esta situación es acompañada por la carencia de políticas de Estado y, en parte, la ausencia en la agenda institucional del reconocimiento a la biomasa (con toda su complejidad) como recurso estratégico.

El perfil productivo está orientado a los cultivos ligados a la exportación de commodities de alta rentabilidad que no tienen una interrelación con las necesidades del territorio. Por otro lado, la falta de alternativas tecnológicas competitivas hace muy difícil la flexibilización de este modelo.

Un ejemplo, de carencia de inversión en la tecnología es la optimización de los sistemas de cultivo para recuperar un porcentaje de los rastrojos en la misma operación de cosecha, minimizando la energía necesaria para su aprovechamiento global. Esto se podría hacer con maquinaria nacional pero dadas las condiciones de mercado actual el modelo de negocio aún se está consolidando.

### 3.6. Principales tendencias que impactan el desarrollo de la biomasa

#### *Asociadas al crecimiento demográfico mundial*

Diferentes estudios<sup>32</sup> analizan los factores asociados al crecimiento demográfico que afectarán las tendencias mundiales en la producción de biomasa. Estos estudios muestran que el crecimiento de la demanda de alimentos para uso humano provendrá casi en su totalidad de los países emergentes, dado que la población y el ingreso de los países desarrollados aumenta lentamente.

Sin embargo, en los países desarrollados surgirán mercados de “nichos” para productos de mayor calidad, con consumidores dispuestos a pagar por alimentos diferenciados con mayor beneficio para la salud, ambiente amigable y relaciones comerciales éticas y equitativas. El crecimiento de la oferta se lograría fundamentalmente por mejoramiento

---

<sup>32</sup> Mencionados en la nota al pie 28.



de los rendimientos con leves aumentos de la superficie sembrada en el caso de granos y mejores tasas de extracción en el ganado (MAGyP, 2010).

Así mismo se denotan nuevas exigencias de mercado que comienzan a desarrollarse entre los consumidores combinadas con políticas de proteccionismo que en algunos casos restringen el acceso a mercados potenciales, con alta significación para el desarrollo local.

En paralelo se alerta sobre la volatilidad de precios, las problemáticas asociadas al clima, sobre el efecto de las políticas de protección del mercado interno, la depreciación de monedas que lleven a refugiarse en activos reales, el creciente costo de la energía, etc.

En definitiva, la producción de biomasa deberá acompañar el desarrollo combinado de estos factores que debieran converger en un incremento de la demanda de alimentos. Este efecto se verá reforzado por la existencia actual de políticas globales, particularmente en Argentina, que buscan fortalecer planes de seguridad alimentaria para la población, trayendo aparejado una oportunidad importante para el desarrollo de la plataforma biomásica.

#### *Tecnificación del cultivo y producción*

Actualmente la agricultura es objeto del uso de información digital trabajando en variables como el clima, las condiciones del campo y la salud en cultivos. Estas herramientas ayudan a los agricultores a optimizar el rendimiento de las cosechas.

Hoy existen empresas especializadas en la creación de herramientas digitales más inteligentes para seguir avanzando en la interconectividad de la agricultura y sus actores relevantes con el objetivo de optimizar recursos, proteger las cosechas y el medio ambiente.

Tractores altamente automatizados, drones y satélites son algunos de los ejemplos de dispositivos que generan impacto en la forma de trabajar para los productores, logrando mejores eficiencias a través de la generación de datos digitales. Las imágenes vía satélite alcanzan altas resoluciones y aumentan exponencialmente la capacidad de análisis de datos.

Este es un factor que deberá tenerse en cuenta al evaluar los rindes y el potencial económico basado en la producción primaria y de recursos biomásicos.

#### *Certificación*

Existe un interés creciente en conocer cuál es la contribución de la producción de biomasa a los impactos ambientales mundiales. Estos estudios pueden concientizar a los consumidores a adquirir productos con menor impacto ambiental y promover la actividad de las empresas certificadoras.

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) (LCA por sus siglas en inglés) es la recopilación y evaluación de las entradas, salidas e impactos ambientales potenciales de un sistema

productivo a través de su ciclo de vida. Las normas que regulan esta certificación son la ISO 14040 y 14044.

### 3.7. La bioeconomía y los recursos biomásicos en el territorio

Para bajar a territorio los conceptos y tomar en consideración la visión de los actores en el Norte argentino, a continuación, se relevan situaciones referentes a la temática bioeconómica y la utilización de los recursos biomásicos en las diferentes provincias del norte, tanto de empresas y productores como del sector público<sup>33</sup>.

*ASOCIANA - Ana Álvarez – Salta*

*“Organización no Gubernamental que trabaja en el área del Chaco Salteño. Ayuda en la valorización de la Goma Brea, que es el producto obtenido del exudado del troco y ramas del árbol conocido por igual nombre que crece en el Monte Chaqueño. Trabaja con las comunidades ayudando a realizar planes de manejo del producto, para mejorar la producción y buscar nuevos mercados (industria gráfica) para su comercialización, ya que este producto es nuevo y no muy conocido.”*

Puesta en valor de un producto derivado de la biodiversidad de la región NEA y el bosque chaqueño.

*UNSE - Publio Araujo – Santiago del Estero*

*“La producción de carbón es de muy poca transformación, unas 100.000 toneladas por año se producen en la provincia de Santiago del Estero. Es una actividad que utiliza lo que no usan las otras industrias, que sólo aprovechan las principales partes maderables de los árboles. Esta actividad está presente en las economías de los pequeños productores, genera ingresos en distintas épocas del año y todavía no se ha podido hacer de forma sustentable porque se realiza dentro de un mercado informal. Pero hay un potencial importante porque esta producción, que tiene como destino el centro de Buenos Aires y alguno de exportación, puede mejorarse tecnológicamente, con procesos más eficientes. Este potencial está asociado al aprovechamiento de biomasa que se produce en los sistemas silvopastoriles para la producción de energía”.*

Visión de la región para migrar de un producto histórico que es la producción de carbón, hacia nuevos mercados como es la generación de energía buscando implementar prácticas de conservación de la biodiversidad. Esto requiere el apoyo del Estado y una fuerte política de largo plazo.

*CONICET – Melina Sgariglia – Tucumán*

*“Desde la Red de Microalgas se busca metabolitos bioactivos a partir de plantas autóctonas. Se avanzó de manera considerable en los hallazgos porque eran plantas que no habían sido estudiadas. Teníamos algunos problemas para poder transferir los desarrollos tecnológicos. Uno de los principales problemas surge cuando se trabaja con*

---

<sup>33</sup> Información extraída de las entrevistas realizadas a los actores territoriales comprometidos con el desarrollo de la bioeconomía y los recursos biomásicos en la Región Norte.

*plantas autóctonas que no son cultivables a escala superior al laboratorio (no se producen como materia prima de interés todavía), es justamente poder sentarse en la mesa con algún actor económico que quiera invertir en la primera etapa para obtener el conocimiento básico, sin disponer de ensayos y pruebas pilotos a escala semi-industrial. En este sentido, en Tucumán la industria cítrica genera efluentes bastantes problemáticos y existen algunos proyectos orientados a la bio-remediación.”*

La inserción de tecnologías a través del trabajo en redes de conocimiento específico, es una metodología que requiere incentivos para lograr inserción e impacto en el sector privado.

*Cooperativa San Francisco - Nicolás Carlino – Corrientes*

*“La característica principal de las unidades de producción de los miembros de la cooperativa es que se dividen en establecimientos de 30 a 100 hectáreas, que totaliza tierras fértiles de 2.500 hectáreas aptas para el cultivo cítrico de clima templado. La cooperativa organiza a los pequeños productores guiándolos a hacer todos los ajustes necesarios, agrupando la cosecha y concentrando el empaque y la comercialización de toda la producción en una sola entidad. El aprovechamiento es completo, por ejemplo, en un proceso de extracción de jugos, los desperdicios son prácticamente nulos porque inclusive todos los desechos se están utilizando actualmente para la producción de carne o eventualmente pueden, como proyecto a futuro, utilizarse para la generación de energía. Los asociados entienden que hay que seguir trabajando cuidando el ambiente, tratando de tener el menor impacto posible, que sea sustentable desde todos los puntos de vista, con valor económico, fundamentalmente, para que se pueda vivir de la actividad.”*

El concepto de economía circular o la integración a la bioeconomía es algo que surge del territorio por necesidad de mejora de la competitividad en algunos casos. Las cooperativas son las que desarrollan la conciencia social y la mirada ecológica aún antes que las grandes empresas, pero cuentan con menores recursos para implementar tecnologías específicas en la generación de valor agregado por lo que inicialmente se orientan a la valorización de los residuos orgánicos.

*Genergiabio Corrientes SA - Andrés Omar Ombrosi - Corrientes*

*“La Bioeconomía comprende todas las actividades económicas que toman como insumo principal o significativo un subproducto o un desecho orgánico de una actividad. Sobre el concepto que normalmente se maneja creemos que es fundamental, desde nuestro punto de vista, que para que se hable de bioeconomía es necesario hacerlo desde un subproducto o un desecho. Para nosotros un recurso natural utilizado en la economía no es bioeconomía. En nuestro caso, por ejemplo, los rollos que tenemos que usar para completar la biomasa que necesitamos en la planta no es bioeconomía. Es bioeconomía si usamos el despunte, el raleo que queda en el monte o el descarte de los aserraderos.”*

Las definiciones de la actividad bioeconómica son muy variadas, particularmente menos asociada a las actividades históricas que utilizan un recurso renovable, sino que son más visibles cuando se habla de utilizar un residuo o una biomasa en cascada. No obstante, en el mundo ya se habla de la actividad bioeconómica como una compleja red de interacciones comerciales basadas en la gestión y generación de biomasa en un territorio que involucra todas las etapas del ciclo biomásico y su interacción con el ecosistema. Esta es una visión que irá acomodándose a medida que se consoliden políticas e iniciativas público y privadas.

*OZeni SA - Martín Rasines – Corrientes*

*“Se ven varios caminos por donde se pueden hacer aportes a la bioeconomía. El primero y más importante para nuestra empresa es el aporte de combustibles limpios, tanto desde el punto de vista térmico como pueden ser los pellets o los chips para las calderas y procesos térmicos, como el proceso de generación de energía eléctrica. Creemos, además, que se viene y hay que estar muy alertas, otro tipo de cuestiones que tienen que ver ya no con transformaciones físicas sino físico-químicas para realizar a partir de la celulosa o de la madera, desde telas hasta cualquier otro producto. No sé si se incorporaría como bioeconomía el tema de la construcción de casas. Pero sin dudas la madera es un componente biológico y la construcción de casas o de parte de componentes de casas entraría dentro de la bioeconomía.”*

Otro ejemplo de la visión empresarial que se amplía al confirmar la rentabilidad de una actividad económica basada en el aprovechamiento de recursos biomásicos, en este caso, en un mercado emergente como lo son los biocombustibles sólidos.

*Gobierno de la Provincia de Misiones - Sebastián Oriozabala – Misiones*

*“La potencialidad de la provincia de Misiones desde el punto de vista técnico, económico, social y político-institucional para el desarrollo de la bioeconomía está centrado en la utilización de la biomasa foresto-industrial, que actualmente se utiliza muy poco. Los emprendimientos privados como Pindó S.A y Papel Misionero son los que han realizado más recientemente los cambios tecnológicos para la utilización de la biomasa. En la provincia surgieron proyectos con el objetivo mencionado tomando como epicentro la localidad de Aristóbulo del Valle, dicho proyecto tiene como objetivo la producción de energía y carbón activado. La Cooperativa de Puerto Rico incorporó el concepto de agregado de valor, generando bioplástico a partir de la mandioca.”*

Desde el sector público, la visión de la bioeconomía se amplía en torno a las necesidades generales y los perfiles productivos mayormente desarrollados, en este caso para el NEA, la producción forestal y su inserción en el mercado energético.

### 3.8. Conclusiones

Luego de mapear el perfil productivo de las provincias del NOA y del NEA se nota una ausencia de información clara, unificada y accesible del uso completo de las cadenas involucradas en la industrialización de la biomasa de acuerdo a la caracterización

propuesta. Por esta razón, este capítulo busca marcar lineamientos para vincular cada actividad a los tipos de biomasa factibles de aprovechar en cada provincia desde su génesis considerando los sistemas de gestión involucrados en su generación. Esto a modo de brindar una herramienta para el futuro trazado de estrategias; por un lado, para la correcta cuantificación del recurso dinámico y el objetivo de stock necesario para cada provincia y por el otro, para trazar estrategias desde la mirada bioeconómica.

Está claro que la mayoría de los modelos agropecuarios y forestales como los industriales y los urbanos no cuentan con herramientas para la valorización de la biomasa que puede ser un *input* en las plataformas de biorrefinerías, bioenergía u otras. Con este propósito, sería una buena opción desarrollar un observatorio específico que vincule la oferta y la demanda, contrastadas con los requerimientos de calidad de cada plataforma.

Para que estas herramientas sean de aplicación al territorio se necesita una unificación de criterios en cuanto a las definiciones normativas y legales, como así también, en el sistema científico-tecnológico para poder interactuar con otras regiones fuera del área de estudio.

Es importante considerar que el estado de desarrollo y las necesidades de mercado hacen que los paradigmas de producción agropecuaria cambien con la introducción de los cultivos modificados genéticamente (OMG), pudiendo alterar el mapa de producción asociado a determinada región por la necesidad de pasar a ser una oportunidad, como es el caso de la caña de azúcar transgénica.

Adicionalmente el clima es un factor a tomar en consideración para los modelos bioeconómicos en la región NOA, dado que el cambio climático ha generado grandes oscilaciones en la producción y el comportamiento de importantes cultivos en los últimos años. Esto debe preverse con desarrollo de mejores sistemas de gestión del riesgo agroclimático, particularmente para proteger y resguardar los sectores asociados a la agricultura familiar.

Tomando en consideración los diversos estudios realizados no solo en la Región Norte del país, es claro que la infraestructura para la movilidad de la biomasa en grandes volúmenes es limitada. Por lo tanto, el desarrollo de los modelos de negocios basados en la biomasa, requiere una estrategia de aprovechamiento distribuido, ponderando la industrialización lo más cercana a su generación; en particular, para las centrales de generación de energía eléctrica.

En cuanto al estado actual de desarrollo del concepto de stock biomásico, el país ya ha comenzado el camino de normalización logrando una clasificación preliminar en la Norma IRAM 17.225 (2019), impulsada por el INTI y diversas instituciones científico-tecnológicas, pudiendo servir como base para el ordenamiento tecno-productivo.

Para consolidar el desarrollo económico en base al recurso biomásico factible de aprovechar (económica, técnica, ambiental y legalmente), es necesario integrar esta

nueva visión normativa a diferentes sectores industriales complementarios como ser el metalmecánico, energético, etc.

Así también, se requerirá profundizar el mapeo inteligente de los recursos biomásicos mediante las TIC, ponderando las tecnologías aplicables y el uso en cascada. Quedan planteadas las bases de este trabajo que será cada vez más dinámico contemplando el avance de las tecnologías que continuamente salen al mercado para el cultivo, cosecha, post-cosecha, industrialización, post-consumo, aprovechamiento energético y otros estadios intermedios del proceso productivo.

### Bibliografía

- FAO. (2020). FAOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/es/#data>
- Food and Agricultural Policy Research Institute. (may, 2018). *International Biofuels Baseline Briefing Book*. FAPRI-MU Report #02-18. Columbia, USA: University of Missouri (MU).
- González, J., Sarmiento, F. y Minetti, J. (2008). Cambios globales en el noroeste argentino (21º-32º S) con referencias a la provincia más pequeña de Argentina: Tucumán. *Pirineos: Revista de Ecología de Montaña*, 163(0), 51–62.
- Grundke, R. & Arnold, J. (2019). Fostering Argentina's integration into the world economy, *OECD - Economics Department Working Papers 1572*. Paris, France: OECD Publishing.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2010). *Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2010-2020*. Buenos Aires.
- Ministerio de Agroindustria. (2020). *Visor IDE Agroindustria*. Monitor Forestal: <https://geoadmin.agroindustria.gob.ar/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/home>
- Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación, Secretaría de Planificación Económica y Planificación del Desarrollo (2016). *Informes Productivos Provinciales, Año 1*.
- OECD. (2019). *Agricultural Policies in Argentina*. Paris, France: OECD Food and Agriculture Reviews.
- OECD. (2019). *Economics Surveys: Argentina 2019*. Paris, France: OECD Publishing.
- OECD. (2019). *Estudios Económicos de la OCDE: Argentina 2019*. Paris, France: OECD Publishing.
- OCDE-FAO. (2019). *Perspectivas Agrícolas 2019-2028*. Paris, France: OECD Publishing, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma.
- Trigo, E. *La Bioeconomía en el contexto global y en Argentina – Mapa productivo del NEA*.
- Trigo, E. *La Bioeconomía en el contexto global y en Argentina – Mapa productivo del NOA*.
- Trigo, E., Morales, E. V., Grassi, L., Losada, J., Dellisanti, J. P., Molinari, M. E., Murmis, M. R., Almada & M., Molina, S. (2016). *Bioeconomía Argentina. Visión desde Agroindustria*. Ministerio de Agroindustria. Buenos Aires.

Regúnaga, M. (september, 2011). Soy industry: Argentina and MERCOSUR. Reports from FAO-MINAGRI-CONAB-FAPRI. Workshop: Agricultural trade linkages between Latin America and China. Rome: FAO Investment Centre.  
 USDA. (2020). Datos y análisis: <https://www.fas.usda.gov/data>

#### **4. Biorrefinería\***

##### **4.1. Marco de referencia**

El concepto de Biorrefinería se viene utilizando desde hace varios años en analogía con las refinerías de petróleo, en la cual se emplean hidrocarburos como materia prima para obtener múltiples productos, combustibles y derivados.; hoy el concepto ha evolucionado incorporando algunas características consideradas vitales, tales como sustentabilidad, la diversidad de productos obtenidos, el agregado de valor y la optimización de los procesos involucrados en la transformación de la biomasa, para aumentar su eficiencia en el aprovechamiento y minimizar el impacto ambiental que pueden llegar a provocar.

Asimismo, esta evolución conceptual y su ejercicio práctico producen un desprendimiento del concepto de origen, pudiendo establecer las diferencias entre biorrefinerías y refinerías, resumidas en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Diferencias entre refinerías y biorrefinerías**

CARACTERÍSTICAS	<i>Refinería</i>	<i>Biorrefinería</i>
<i>Productos obtenidos</i>	95 % Productos energéticos 5 % Productos químicos	Mayor aporte a productos químicos
<i>Suministro de materia prima</i>	Continua	Estacional
<i>Matriz de materia prima</i>	Homogénea	Heterogénea
<i>Escala</i>	Grande	Pequeñas a grandes
<i>Madurez de procesos</i>	Maduro	Maduro o incipiente, dependiendo de la matriz
<i>Procesos</i>	Químicos	Físicos, térmicos, mecánicos, químicos y biológicos
<i>Globalidad</i>	Basado en recursos fósiles (petróleo)	Basado en recursos naturales

---

\* Informe elaborado por Liliana Molina Tirado (INTI). con la participación de: Germán Simonetti (INTI), Marcela Romero (INTI), Fernando Zornada (INTI), Alejandro Valeiro (INTA), Manuel César Saavedra (UNNE) y María de los Angeles Cappa (INTI).

En consecuencia, en este estudio, se adopta el *concepto de biorrefinería* de la Agencia Internacional de Energía, que la define como el “*procesamiento integral de la biomasa en un espectro de productos comercializables y energía*”. Dicho espectro de productos posibles incluye alimentos, forrajes, productos biobasados (químicos y materiales), y bioenergía (biocombustibles sólidos y líquidos, y distintos formatos de energía) (International Energy Agency, 2009).

La condición de integralidad en el procesamiento de la biomasa implica un cambio de paradigma fundamental el que incluye el concepto de *economía circular*. En este nuevo paradigma se busca abordar la integración de varios procesos vinculados entre sí que maximizan el valor agregado, obteniendo varios productos y minimizando así los residuos a disponer durante todo el ciclo de vida del o los bioproductos. Esto es, diseñar los procesos de transformación y uso, de manera de conseguir calidades y formatos teniendo en cuenta el requerimiento de los procesos productivos aguas abajo y que estos procesos y usos se realicen de manera eficiente y sustentable.

En Argentina, el desafío es alcanzar este modelo industrial sobre procesos y mercados ya instalados y es aquí donde toma relevancia el concepto de *biorrefinería de baja escala*, buscando agregar valor a la biomasa residual<sup>34</sup> de actividades agrícolas, ganaderas, forestales, urbanas e industriales. Los desafíos encontrados en este proceso de integración se manifiestan como:

- *Bajo volumen de biomasa disponible*: requerimiento para generar proyectos locales económicamente rentables.
- *Altos costos logísticos*: los costos de transporte disponibles en la actualidad limitan el desarrollo de proyectos productivos a radios no superiores de 100 km<sup>35</sup>. El tránsito interprovincial es en muchos casos agravado por impuestos.
- *Presencia de residuo biomásico en calidades y/o en formatos no transables*: la biomasa residual no presenta valor hasta que se genera y constituye un costo. Valorizarla implica aumentar los costos para agregar procesos de adecuación.
- *Impedimentos sanitarios y legales*: los residuos provenientes de ciertas actividades, como por ejemplo la alimenticia, no están legal o sanitariamente habilitados para su reutilización o aprovechamiento.

El abordaje de estos desafíos conlleva a la necesidad de un ordenamiento productivo que debe estar ligado al ordenamiento territorial y a las estrategias que tanto los Estados nacional y provincial, promuevan respecto de la bioeconomía. Estas estrategias podrán traccionarse a partir de la demanda actual o futura del mercado, respecto de los bioproductos obtenidos:

- Estrategia de mercado *drop in*, si el interés radica en sustituir importaciones en base al mercado actual.

---

<sup>34</sup> El concepto de residuo es el expresado en la Ley Nº 25.612 de Residuos Industriales.

<sup>35</sup> Dato tomado de la experiencia propia del INTI.



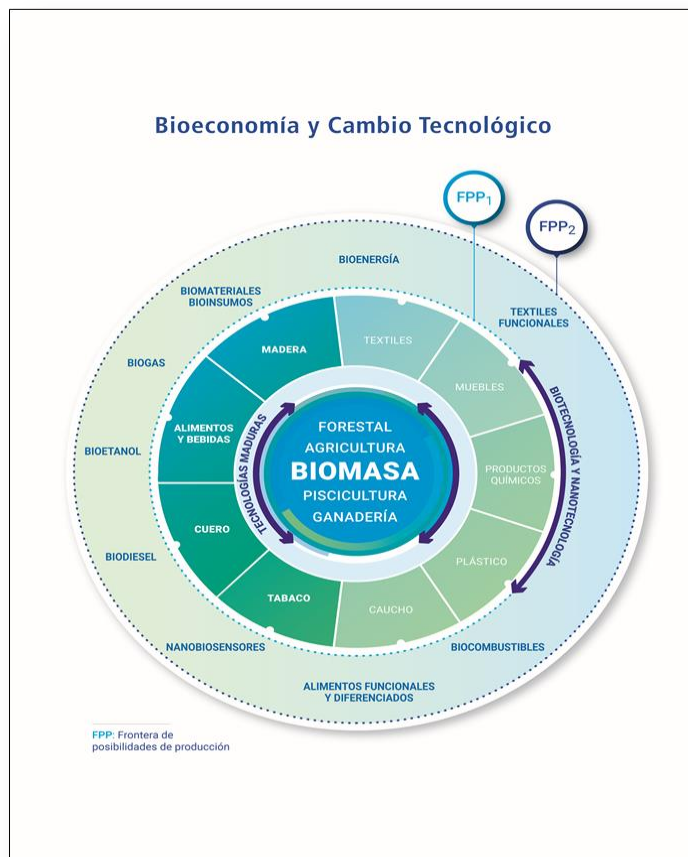
- Estrategia de mercado *ex novo*, si el interés es insertar productos generando un mercado que puede no estar desarrollado en el propio país.

Esta última estrategia requiere un estudio de mercado, que contemple aspectos económicos, sociales, científicos, tecnológicos, de los nuevos materiales, los nuevos productos y su aplicabilidad.

En Argentina, ciertos mercados con tecnologías maduras que ya producen bienes considerados commodities y/o alimentos, definen de alguna manera la identidad de los territorios en los que están asentados; por lo que la integración estará basada en incorporar aquellos procesos de transformación de baja escala y/o específicos, recientemente emergentes, en donde la bio y la nanotecnología podrían tener un gran protagonismo, para agregar valor a los residuos o generar un salto significativo en el agregado de valor para la obtención de productos o materiales con especificidad en su uso y funcionamiento. La Figura 6 ilustra estos avances.

En términos prácticos y técnicos, los procesos que incluyen la biorrefinería consisten en transformar las matrices orgánicas complejas tal como las entrega la naturaleza en compuestos simples, para luego re-acomodarlas para la obtención del producto buscado.

**Figura 6: Avances en la frontera de la producción**



En líneas generales, en una biorrefinería, se desarrollan las siguientes etapas:

- 1) *Acondicionamiento y adecuación de la biomasa*: será la materia prima de los procesos,
- 2) *Procesos primarios*: implican la separación de los componentes de la biomasa en productos intermedios,
- 3) *Procesos secundarios*: son los pasos subsiguientes de conversión y procesamiento de los productos intermedios para obtener los productos secundarios. Para un mejor abordaje de las biorrefinerías se las clasifica según los productos intermedios que se originan durante los procesos primarios. Esta clasificación se la conoce con el nombre de *plataformas de biorrefinería* y cada una es nombrada de acuerdo a los productos intermedios obtenidos (MINECO, 2017). Consecuentemente con este enfoque, el presente estudio será abordado sobre las siguientes seis plataformas:

- Lignocelulósica,
- Azúcares,
- Aceites vegetales y otros lípidos (Oleaginosas),
- Proteínas,
- Biogás,
- Gas de síntesis (syngas).

En el Anexo 3, los gráficos representan estas plataformas, los procesos y productos principales involucrados.

El abordaje de biorrefinerías por *plataformas*, difiere del abordaje tradicional por *cadena de valor*, el cual está muy asociado a la biomasa de origen y ésta a su vez, fuertemente vinculada a los territorios en los que se produce. En cambio, cuando se consideran a las biorrefinerías por sus plataformas, se encuentra que, en cada una de ellas, pueden confluir varias cadenas de valor diferentes y a su vez, cada cadena de valor puede aportar a distintas plataformas. Esto puede visualizarse en el Cuadro 7, que muestra los recursos biomásicos provenientes de las distintas cadenas de valor existentes en el Norte argentino, asociadas a las plataformas propuestas.

El enfoque de Biorrefinería por plataformas, genera desafíos en términos de gestión, para cualquier implementación de políticas a fin de resultar en procesos sustentables:

- Articulación entre los actores pertenecientes a los diversos sectores que confluyen en una plataforma.
- Coherencia entre las normas legislativas y técnicas de las provincias involucradas.

En ambas el rol del Estado y la presencia de los vinculadores tecnológicos es fundamental.

**Cuadro 7. Recursos biomásicos potencialmente utilizados en cada plataforma de biorrefinería**

Cadena	Lignocelulósica	Azúcares	Aceites vegetales y otros	Proteínas	Biogás	Syngas
Forestal	Residuos de cultivo. Residuos de aserraderos	Residuos de cultivo.				MP Residuo. Astillas. Chips
Algodón	Residuos de desmotado. Residuos de cardado	Residuos de desmotado. Residuos de cardado	Semillas	Semillas	Residuos de desmotado. Residuos de cardado	
Oleaginosas	RAC*	RAC	Semillas	Expeller (tortas de prensado)	Residuos de cosecha	
Arroz	RAC. Cáscaras. Afrecho	RAC			RAC. Cáscaras. Afrecho	
Vitivinícola	Residuos de cultivo	Residuos de cultivo			Residuos de bodegas	
Olivícola	Residuos de poda. Carozos	Residuos de poda				
Azúcar	RAC. Bagazo	RAC. Bagazo. Melazas				Bagazo
Cítricos	Residuos de poda. Cáscaras. Orujos	Residuos de poda	Cáscaras		Residuos de poda. Cáscaras. Orujos	
Té	RAC. Residuos de canchado	RAC. Residuos de canchado			RAC. Residuos de canchado	
Yerba Mate	RAC. Residuos de canchado	RAC. Residuos de canchado			RAC. Residuos de canchado	

Láctea				Suero	Camas. Excretas. Estiércol	
Legumbres	RAC. Cáscaras	RAC			RAC. Cáscaras	
Tabaco	RAC				RAC	
Bovina				Sangre. Cueros. Residuos de frigoríficos	Estiércol. Excretas	
Porcina				Sangre. Cueros. Residuos de frigoríficos	Estiércol. Excretas	
Caprina				Sangre. Cueros. Residuos de frigoríficos		

*Fuente:* Elaboración Propia.

\*RAC: Residuo Agrícola de Cosecha.

## 4.2. Evolución de las biorrefinerías en el contexto mundial

El desarrollo que está experimentando la bioeconomía a nivel mundial en los últimos años se vio impulsado por la preocupación del rápido crecimiento de la población humana, con la consecuente demanda creciente de alimentos, energía, agua y también por las amenazas que representan para la humanidad el cambio climático y las emisiones de gases de efecto invernadero, tal como se expuso en el Foro Económico Mundial en 2010. De acuerdo a este Foro, sólo el uso de nuevas tecnologías permitirá cerrar la brecha entre crecimiento económico y sostenibilidad ambiental a largo plazo.

La aplicación del modelo industrial de biorrefinerías permite llevar a la práctica el modelo económico de la bioeconomía, impulsando la producción de recursos biológicos renovables y su conversión en productos con valor agregado, tales como alimentos, forrajes, productos biobasados y bioenergía (King, 2010).

El mismo trabajo señala que: *“Las biorrefinerías y la base biológica de la economía no se tratan solo de biocombustibles. Las biorrefinerías tienen el potencial de reducir nuestra dependencia de combustibles fósiles al permitirnos desarrollar productos químicos biobasados, biomateriales y bioenergía. Los beneficios adicionales incluyen la diversificación de los suministros de energía y la introducción de materiales y productos químicos biodegradables, sustancialmente más amigable con el medio ambiente y sostenible que los productos basados en fósiles”* (King, 2010).

De los análisis de la evolución del concepto de Biorrefinería en diversos países y regiones considerados de mayor desarrollo, es posible identificar, en términos generales, diferentes analogías con respecto al desarrollo de las biorrefinerías situadas en estos países y en Argentina, en particular, en la Región Norte.

### *a) Diversificación de productos: de la bioenergía a los productos químicos*

Para entender esta evolución, es necesario categorizar el proceso de valorización de la biomasa. Es decir, la asimetría de oportunidad que presentan los distintos bioproductos y su relación con la disponibilidad de la biomasa. Los productos de menor valor comercial están basados en alta disponibilidad localizada de la biomasa, con tecnologías sencillas. En la otra punta, las tecnologías se complejizan, pero la cantidad de disponibilidad de la biomasa es menor y mayor el valor comercial del bioproducto. El aprovechamiento potencial óptimo de la biomasa presenta las siguientes alternativas:

- productos de gran valor y bajo volumen: productos del mercado farmacéutico y de química fina; químicos funcionales y materiales biobasados;
- productos de valor relativamente alto y de gran volumen: alimentos y biocombustibles; y,
- productos energéticos de gran volumen y bajo valor: materia prima y alimento animal.

El desarrollo inicial de las biorrefinerías en otros países como también en Argentina, estuvo fuertemente orientado a la obtención de bioenergía y/o biocombustibles, a fin de lograr reducir la dependencia de los recursos fósiles. En nuestro país, si bien se producen

los biocombustibles desde hace muchos años, es a partir de la sanción del Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles enmarcados en las leyes N° 26.093 y N° 26.334 en 2006 y 2007 respectivamente, que esta producción comienza a ser un atractivo para el sector agrícola (principalmente para los cultivos de maíz, soja y caña de azúcar). Como en la mayoría de los regímenes productivos a promocionar la importancia de la presencia del apoyo estatal es vital tanto en sus comienzos como en años posteriores<sup>36</sup>.

Posteriormente, el fomento de la bioenergía eléctrica a partir de la sanción y reglamentación de la Ley N° 27.191 (modificatoria de la Ley N° 26.190 de Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica), categoriza a una mayor cantidad de biomasa residual en un producto transable de acuerdo a su poder calorífico (para biomasa sólida) y a su potencial para la obtención de biogás (principalmente para efluentes). Una vez más, el Estado es un actor imprescindible en el fomento de esta valorización.

En nuestro país, debido a la valorización energética de la biomasa, se está ante una oportunidad para el desarrollo de la biorrefinería. La producción conjunta de productos químicos y/o de bioproductos de alto valor agregado constituye un complemento necesario para el aprovechamiento de biomasa no técnica ni comercialmente apta para los biocombustibles y para compensar los déficits y/o variaciones económicas en la producción de biocombustibles tan dependientes de los vaivenes políticos internacionales. Tal es el caso del biodiésel y el estancamiento actual de la producción de bioetanol por la falta de consenso con otros sectores. Igualmente, el sector de biocombustibles líquidos en Argentina tiene todavía un camino de estandarizaciones y reglamentaciones por recorrer.

La orientación inicial hacia lo energético fue muy marcada, por ejemplo, en los Estados Unidos, el mayor impulso para las biorrefinerías provino directamente del Departamento de Energía, cuya Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable (EERE) invirtió en la diversificación de tecnologías energéticas, a fin de crear y sostener un liderazgo de ese país en la transición a una economía energética limpia a nivel global. Actualmente, el foco de interés está cambiando hacia la producción de compuestos químicos y bioproductos (Peresin, 2017, comunicación personal).

En la Unión Europea, el concepto de bioeconomía fue introducido a mediados de la última década. En 2012 la Comisión Europea publicó su *Estrategia Económica y Plan de Acción*, en donde plantea sus principales objetivos: afirmar la seguridad alimentaria, utilizar sustentablemente los recursos naturales, reducir la dependencia humana de los recursos no renovables, mitigar el cambio climático, crear puestos de trabajo y mantener la competitividad europea (European Commission, 2012). Inicialmente la producción de bioenergía y biocombustibles concitó más interés que la de bioproductos y compuestos químicos, dicha tendencia fue variando a medida que se desarrollaron tecnologías cada

---

<sup>36</sup> El régimen sancionado por la Ley N° 26.093/2006 presenta una vigencia de quince (15) años a partir de su aprobación.

vez más eficientes. En el Circular Economy Package del 2015, esta misma Comisión fomentó el uso en cascada de la biomasa, reconociendo su potencial innovador para nuevos materiales, químicos y procesos.

En el continente asiático también se pueden encontrar ejemplos que ratifican esta tendencia. El auge económico de China en los últimos años ha impulsado muy rápidamente el consumo total de energía y petróleo. En este caso, más de la mitad del petróleo que necesita depende de la importación. De acuerdo a información del Foro Económico Mundial (2010), la política energética de este país tiene como objetivo reemplazar el 20 % de su importación de petróleo para el 2020. En los últimos años se han llevado adelante proyectos nacionales para aumentar la cantidad y calidad de la matriz energética china. Se desarrollaron varios proyectos que integran procesos de producción tanto de calor como de electricidad, producción de biogás en regiones rurales donde hay abundantes recursos biomásicos y plantas de producción de bioetanol de segunda generación que utilizan residuos agrícolas no alimenticios, como mazorcas de maíz (Mo Xian, 2015). Más recientemente, la tendencia es hacia biorrefinerías que integran procesos químicos y biotecnológicos para la conversión de biomasa en productos complejos, en desarrollo de biocombustibles avanzados y los *building blocks* de alto valor agregado. Por ejemplo, *Sinopec*, una empresa química líder de China ha explorado la producción de biocombustible para jets de primera generación. Otro ejemplo ilustrativo es la empresa *Shandong Longlive Bio-Technology Co*, una biorrefinería de plataforma lignocelulósica que convierte mazorcas de maíz y otros rastrojos de cereales en biopolímeros de celulosas, hemicelulosas y ligninas. Actualmente se está construyendo una biorrefinería similar para tallos de maíz y paja de trigo (Run-Can Sun, 2018).

En Japón, también las biorrefinerías tuvieron un comienzo ligado a la bioenergía. Este país importa la totalidad del petróleo que consume. Además, el accidente nuclear sufrido en Fukushima en 2011, con el consecuente cierre de las centrales nucleares, acrecentó la escasez energética, dando un lugar preponderante a la producción de bioenergía en la vida cotidiana de este país. Un caso de éxito es el proyecto "*Biomass Town*" (iniciado en 2002), a través del cual el gobierno promueve la producción de combustibles y energía a partir de la biomasa disponible en cada ciudad, con una fuerte interacción entre los ciudadanos y las empresas participantes. Los resultados exitosos de este proyecto hicieron que se expandiera a otros países del este asiático como Tailandia, Vietnam, Malasia e Indonesia y que evolucionara a concepto de "*Biorefinery Town*", ampliando la producción a biofibras y bioplásticos. En este último proyecto, las grandes ciudades tienen mayor participación debido a que el espectro de biomasa disponible es tan amplio, que permite el desarrollo y la integración de procesos químicos y físicos para la producción de biomateriales y de bioproductos en conjunto con bioenergía (página web del MAFF, Ministerio de Agricultura, Forestal y Pesca de Japón, 2018).

### *b) Cambio de escala: de la gran a la pequeña escala*

El análisis de la evolución de las biorrefinerías europeas puede ser muy provechoso para su desarrollo en nuestro país. De acuerdo a un estudio reciente (Biobased Industries Consortium, 2017), en Europa existen 224 biorrefinerías, en las que se transforma biomasa en una gran variedad de químicos y materiales. Inicialmente, el impulso estuvo puesto en plantas de gran escala, considerando que la economía de escala generaría productos más baratos, como ocurre en el sector petroquímico. Sin embargo, el tiempo demostró que las reglas que gobiernan la economía del sector petroquímico son diferentes a las de una economía biobasada, lo que llevaría a una reducción en la escala de las biorrefinerías.

Las reacciones que se llevan a cabo en una refinería petroquímica requieren grandes cantidades de energía térmica, lo que deriva en un sector cuya economía de escala está caracterizada con grandes plantas o clusters de éstas, en las que se facilita el intercambio de calor. En cambio, las biorrefinerías no presentan estos mismos requerimientos.

Por otra parte, transportar grandes cantidades de biomasa hacia la planta, en la mayoría de los casos con un alto contenido de humedad, presenta costos económicos y ambientales significativos (Bruins y Sanders, 2012). En nuestro país, con las grandes distancias a recorrer, aún en un mismo territorio, sumado a la falta de opciones de transporte y el deficitario entramado logístico incrementa aún más los costos.

De esta manera, la instalación de biorrefinerías de pequeña escala, preferentemente de diseño modular y móviles de ser posible, que puedan ser utilizadas en diferentes localidades, con una adecuada combinación abarcando procesamientos adicionales centralizados (De Visser y Van Ree, 2016), es una opción que actualmente está siendo promovida desde los grupos de investigación.

Hoy día los europeos consideran que las biorrefinerías de pequeña escala y descentralizadas tienen un potencial enorme para su bioeconomía, particularmente para las zonas rurales y costeras. La reducción del capital de inversión y los costos relativos por producto, es una ventaja para estas tecnologías biobasadas.

Además, el uso de residuos agrícolas en la producción de productos biobasados para el agro conlleva un reciclado de nutrientes, una característica clave del ciclo biológico dentro de una economía circular. Esto último es favorecido por el hecho que las biorrefinerías de pequeña escala se ubican cercanas a los lugares de generación de biomasa, por lo que los nutrientes no utilizados (especialmente nitrógeno, fósforo y potasio) regresan a la tierra. En cambio, en una planta centralizada de gran escala los costos de reducción de volumen y transporte hacen que muy raramente se retornen los minerales al lugar de su extracción (Gaffey y Sanders, 2018), empobreciendo algunas regiones.

La biorrefinería a baja escala, generará un impacto social y laboral en zonas rurales dado que impulsa un salto tecnológico e industrial cerca de los centros urbanos, con todas las consecuencias que este diseño conlleva.



### 4.3. Capacidades de las plataformas de biorrefinería

#### Lignocelulósica

En la Región Norte de nuestro país existen algunos casos de aprovechamiento de biomasa lignocelulósica para la obtención de compuestos químicos, que podrían servir como puntos de partida para el desarrollo de biorrefinerías modernas. Por ejemplo, la Biorrefinería de Santa Ana (Misiones) e Indunor (Chaco), entre otras.

Básicamente, esta plataforma se centra en la separación y extracción de los componentes principales de la biomasa lignocelulósica: las celulosas, las hemicelulosas y las ligninas. Todos estos productos resultan valiosos en sí mismos, debido a sus numerosas aplicaciones industriales y porque a partir de ellos se pueden obtener varios otros productos incluso de mayor valor agregado.

#### *Materias primas utilizadas*

Siendo la cadena foresto industrial una de las más representativas de la región, la principal materia prima utilizada es la madera proveniente de los rollizos. La producción forestal primaria incluye los bosques implantados y algunos nativos. Las provincias de Chaco, Formosa y Salta presentan más del 80 % de la extracción de bosques nativos del país, mientras que 75 % de la extracción de bosques implantados lo comparten Misiones y Corrientes (Gorzycki y Ruggiero, 2016). Los residuos que se generan durante la transformación mecánica, en los aserraderos, comprende más del 50 % del tronco y son utilizados para la transformación química en pasta celulósica, papel y generación energética. (Area y Vallejos, 2012).

Otra materia prima de gran importancia es el bagazo, que es el residuo fibroso de la caña que queda luego de la extracción del jugo en el proceso de fabricación de azúcar. Las provincias de Tucumán, Jujuy y Salta concentran 98 % de la producción nacional de azúcar en la Argentina. Se estima que la generación de bagazo es un 30 % del total de caña molida (Valeiro *et al.*, 2017).

Para la producción de pasta celulósica también se puede utilizar el linter de algodón, que son las fibras cortas remanentes en la semilla después del proceso de desmotado. Las provincias de Santiago del Estero, Chaco y Santa Fé representan más del 80 % de la producción de algodón del país. Se suman a ellas Formosa, Salta, San Luis, Entre Ríos y Córdoba con superficies más pequeñas para completar el 100 % de la producción nacional. El 90 % de las plantas desmotadoras se encuentran localizadas en la zona de producción primaria (Ackerman y Busellini, 2017).

#### *Procesos industriales y productos obtenidos*

El destino productivo de la biomasa forestal difiere según provenga del bosque nativo o del implantado.

La actividad industrial procedente del bosque nativo comprende procesos mecánicos, termofísicos y termoquímicos. A partir de los primeros se obtienen los productos del aserrado de los rollos, que incluyen el secado de la madera. De la madera aserrada se

puede obtener una diversidad de productos destinados a carpinterías, fábricas de muebles, materiales para la construcción y aplicaciones rurales. Entre los procesos termoquímicos se incluyen la producción de tanino o extracto de quebracho, furfural y carbón vegetal, a partir del cual se produce carbón activado y carbonilla (Gorzycki y Ruggiero, 2016). El proceso termofísico se emplea para la industria del laminado.

El tanino se obtiene principalmente del quebracho colorado, mediante procesos industriales de extracción. Su uso principal es en la curtiembre de cueros, dado que este extracto natural confiere al cuero características que no se logran con productos sintéticos. El extracto de quebracho se usa también en otras aplicaciones industriales, como la perforación de pozos petrolíferos, la purificación de minerales y la industria de la cerámica y sanitarios.

A partir del residuo lignocelulósico generado en la producción industrial del tanino se produce furfural, un aldehído derivado de los pentosanos que posee diferentes aplicaciones industriales (plaguicidas, solvente selectivo en las tecnologías de producción de aceites minerales, en la refinación de aceites animales y vegetales y en la concentración de las vitaminas A y D que se extraen del aceite de hígado de pescado). Además, el furfural es el punto de partida para la producción industrial de una serie de compuestos heterocíclicos llamados furanos. No existe una ruta sintética disponible para la producción de furfural, por lo que debe producirse exclusivamente por deshidratación de las pentosas (xilosa, arabinosa) presentes en las hemicelulosas de residuos forestales y agrícolas. El proceso de producción consiste en una hidrólisis ácida del material lignocelulósico bajo determinadas condiciones de presión y temperatura, seguida de una destilación para alcanzar el 98,5 % de pureza (Vallejos, 2012).

Por su parte, la extracción del bosque implantado se destina, en su mayor parte, a madera aserrada, tableros, muebles y celulosa. Tradicionalmente en nuestro país la celulosa se ha empleado en la fabricación de pulpa, papel, cartones, pulpa moldeada, ésteres y éteres de celulosa. Las fábricas de pulpa y papel se caracterizan por aprovechar solo una pequeña fracción de la madera que ingresa como materia prima, el resto se utiliza como combustible de bajo valor. *“La perspectiva actual es transformar esta industria en biorrefinerías de manera de aprovechar con mayor eficiencia la materia prima”* (Vallejos, 2012).

### Biogás

Es una de las plataformas con mayor desarrollo en los últimos años en nuestro país, con un pequeño grado de desarrollo en cuanto a la refinación del biogás. El INTI ha llevado a cabo, juntamente con los Ministerios de Energía y Agroindustria, a través del Programa PROBIOMASA, un relevamiento exhaustivo de las plantas de biogás instaladas previo al Programa RENOVAR<sup>37</sup>. La Argentina cuenta en la actualidad con más de 100 plantas, donde 14 pertenecen al Norte argentino<sup>38</sup>. Las mismas poseen diferentes escalas y sus

---

<sup>37</sup> [http://www.probiomasa.gob.ar/\\_pdf/Relevamiento%20Nacional%20de%20Biodigestores\\_10-7-2019.pdf](http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/Relevamiento%20Nacional%20de%20Biodigestores_10-7-2019.pdf).

<sup>38</sup> De las cuales 2 están incluidas en el Plan RENOVAR.

materias primas principales son residuos líquidos y sólidos industriales, urbanos y agropecuarios.

### *Materias primas utilizadas*

Los efluentes provenientes de residuos industriales, ganaderos y agrícolas y la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos pueden procesarse mediante un tratamiento de digestión anaeróbica siempre que posean una carga orgánica medida en sólidos totales con una capacidad de producción de biogas rentable. Existe tecnología para el tratamiento de efluentes con una concentración de sólidos de hasta el 15 % aproximadamente y se está avanzando en el país sobre tecnología que permite procesar efluentes de 30-35 % de concentración de sólidos.

Entre los residuos agrícolas, se destacan los de la molienda, maíz ensilado y frutihortícolas; entre los residuos ganaderos se encuentran los efluentes avícolas, los estiércoles de caballo y vacuno, purines de cerdos, efluentes de tambos vacunos y mezclas de estiércoles o mezclas de los anteriores residuos. Los porcentajes con respecto a los sustratos que se utilizan actualmente en la Argentina abarcan en su mayoría residuos industriales (37,5 %), residuos urbanos (28,1 %) y residuos de ganadería (26,6 %) (Goicoa, Barlatey y Piccoletti, 2017).

### *Procesos y productos*

La biodigestión anaeróbica es un proceso fermentativo que, a través de sucesivas colonias de microorganismos, genera gas metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua. El biogás puede ser empleado para la obtención de energía y otros productos. Como subproducto de este proceso se produce un efluente que suele ser utilizado como fertilizante, previa certificación, debido a su riqueza en materia orgánica u otros nutrientes de alto valor agregado para los suelos y que se denomina digestato.

El mecanismo de la descomposición anaeróbica se produce por dos grandes grupos de microorganismos. El primer grupo compuesto por bacterias facultativas, hidroliza y fermenta los compuestos orgánicos complejos a ácidos más simples, ácido acético propílico, butílico. La interrupción del proceso en esta etapa permite el aprovechamiento de estos subproductos. El segundo grupo compuesto por bacterias metanogénicas convierte los ácidos orgánicos formados por el primer grupo en agua,  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$ .

Esta tecnología, por su madurez y por la existencia de materias primas, tiene grandes posibilidades de expansión. Las plantas o sectores agropecuarios en general lo acondicionan para su utilización en el campo. La falta de acondicionamiento, puede causar problemas ambientales vinculados con la contaminación del suelo por nitrógeno y procesos de eutrofización no deseados.

### *Azúcares*

En una plataforma de azúcares se utiliza biomasa con alto contenido de carbohidratos. Luego de su adecuado acondicionamiento y pre-tratamiento, la biomasa utilizada como materia prima recibe diferentes tipos de procesos primarios, tanto físicos, químicos,

termoquímicos o biotecnológicos, para la obtención de los productos intermediarios, principalmente azúcares de cinco o de seis carbonos (C5 y C6, respectivamente). Posteriormente, a partir de estos productos y aplicando procesos secundarios que pueden ser físicos, químicos o biotecnológicos, se pueden obtener bioproductos o bioenergía.

#### *Materia prima utilizada y productos obtenidos*

En la Región Norte de nuestro país, la única actividad que puede ser encuadrada dentro de esta plataforma, es la obtención de etanol a partir de caña de azúcar. El proceso consta de diferentes etapas: una vez molida y filtrada la caña, se realiza una hidrólisis ácida o enzimática, para romper el almidón o la celulosa en azúcares fermentables. A partir de los cuales se realiza una fermentación anaeróbica utilizando levaduras. El etanol producido es separado posteriormente por destilación y luego deshidratado para alcanzar el grado de pureza requerido.

#### *Aceites y otros lípidos*

En una plataforma de aceites se utiliza biomasa con alto contenido de lípidos como, por ejemplo, los cultivos de oleaginosas, los residuos industriales (grasas) y algunos residuos urbanos (aceites usados). Aplicando procesos físicos o químicos primarios en algunos casos o primarios y secundarios, en otros, se extraen productos intermedios principalmente ácidos y ésteres grasos. A partir de estos intermediarios, mediante procesos físicos, químicos y/o biotecnológicos, se puede obtener una variedad de bioproductos de aplicación industrial o bioenergía (biocombustibles, calor y electricidad).

#### *Materia prima utilizada, procesos involucrados y productos obtenidos*

En el norte de Argentina se elabora biodiésel a partir de la transesterificación<sup>39</sup> de los triglicéridos del aceite de soja. Del proceso de producción de biodiésel se genera glicerina (glicerol), que posee numerosas aplicaciones industriales (alimenticia, cosmética, farmacéutica, plásticos y pinturas).

Paralelamente, en la elaboración del aceite de soja también se generan productos intermedios y subproductos de valor comercial. Luego del descascarado del poroto, se elaboran pellets de cáscara de soja para alimento balanceado. A partir del prensado de las semillas para la obtención del aceite crudo queda una torta (o expeller), rica en proteínas, de la cual se obtiene una harina que se destina a alimentación animal, ya sea suelta o pelletizada. Tras el desgomado del aceite crudo, se obtiene una materia prima para la producción de biodiésel y otras aplicaciones industriales, y lecitina como subproducto, que es ampliamente utilizada como emulsionante en las industrias alimenticia, farmacéutica y de pinturas.

También se utiliza el aceite de uso urbano doméstico y comercial, para elaborar biodiésel. La empresa LUZA, que opera la recolección de residuos en la ciudad de Corrientes y otras

---

<sup>39</sup> Transesterificación: reacción química de un ester con un alcohol, en un medio catalítico.

localidades, también recolecta los aceites usados, para elaborar biodiésel destinado al uso en sus vehículos.

### Proteínas

En una plataforma de proteínas se busca aprovechar el contenido proteico de determinadas materias primas, como ser residuos ganaderos y de frigoríficos, residuos de la industria alimenticia, residuos urbanos (procedentes de HORECA<sup>40</sup>), residuos forestales y herbáceos, algas y cultivos alto-proteicos.

Luego del acondicionamiento y pre-tratamiento de la biomasa, se realizan procesos primarios de rotura celular, extracción y filtración, para obtener extractos proteicos. Con procesos secundarios de hidrólisis química o enzimática, se producen hidrolizados proteicos, generalmente con mayores capacidades nutricionales y/o nutracéuticas. Con posteriores etapas de purificación se obtienen péptidos libres y aminoácidos.

Todos estos productos tienen alto valor comercial por sus aplicaciones y valor nutritivo. Además, constituyen productos intermediarios a partir de los cuales se puede obtener una gran variedad de productos de muy alto valor agregado.

En el Norte argentino no se han detectado actividades que puedan encuadrarse dentro de esta plataforma de biorrefinerías. La producción de biomasa con alto contenido proteico sigue el destino tradicional de cada cadena productiva, orientado, en su gran mayoría, a alimentación humana y animal.

### Gas de síntesis (syngas)

En esta plataforma, la biomasa se somete al proceso de gasificación para obtener gas de síntesis, compuesto mayoritariamente por hidrógeno y monóxido de carbono. Se produce por gasificación en presencia de oxígeno, aire o vapor.

El gas de síntesis puede emplearse para la producción de electricidad, hidrógeno, combustibles libres de azufre para el transporte, o proporcionar sustancias químicas base para la producción de bioproductos. La principal ventaja que ofrece este proceso de conversión es que aprovecha todos los componentes de la biomasa, no solo los correspondientes a los hidratos de carbono, para la obtención de bioproductos.

### *Materias primas*

Entre las materias primas potenciales para el gas de síntesis se encuentran los cultivos lignocelulósicos y residuos forestales, residuos industriales derivados de plantas de tratamientos de efluentes, residuos sólidos urbanos, bagazo y residuos de caña de azúcar.

### *Procesos y productos*

La plataforma de Syngas se basa en procesos de conversión termoquímica de alta temperatura en presencia de oxígeno en una relación menor a la estequiométrica<sup>41</sup>.

---

<sup>40</sup> Acrónimo de Hoteles, Restaurantes y Catering.

<sup>41</sup> Relación estequiométrica: relación cuantitativa entre sustancias presentes en una reacción química.

También puede ser bioquímica, a partir de procesos de transformación de azúcares. La ventaja de este sistema es la producción de químicos, energía y combustibles a partir de procesos simples de sacarificación y del gas de síntesis, del que se puede obtener gasolina y una amplia serie de intermediarios industriales (Trigo *et al.*, 2011).

Después de la limpieza del gas de síntesis, se puede usar para producir energía o convertir en alcoholes inferiores, combustible (Fischer-Tropsch) y productos químicos. El Syngas también se puede fermentar a metanol, etanol, amoníaco (International Energy Agency, 2013), además de ácido acético, butírico, ceras, CO<sub>2</sub>, Dimetiléter (DME), gases C1-C5 e hidrógeno. La lignina puede ser gasificada a CO e H<sub>2</sub> (gas de síntesis, syngas) mediante una segunda etapa se puede hacer reaccionar el CO con el vapor de agua para formar CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub> (reacción de Water-Gas Shift - WGS) (Area, 2010).

#### 4.4. Potencialidad de las plataformas

##### Lignocelulósica

Los residuos foresto industriales constituyen recursos naturales renovables disponibles en grandes cantidades y a bajo costo. El aserrín se encuentra entre los desechos más importantes de la elaboración primaria de la madera en la Región Norte de la Argentina. Estos residuos no se aprovechan adecuadamente y su acumulación contribuye con la contaminación del entorno. Hasta el momento, su único uso directo se basa en el valor energético, utilizándolo para la quema en calderas. Se estima que el 50 % de la madera procesada industrialmente se convierte en aserrín y otros residuos. Es pertinente destacar que las diferentes fracciones que componen ese 50 %, poseen distintas características y por ende distintos posibles usos. Por ej, el aserrín no es aconsejable utilizarlo para la combustión por su bajo poder calórico, aunque es factible de densificar para convertirlo en biocombustible sólido. El Instituto de Materiales (Conicet-Misiones) está trabajando en alternativas de valor para estos subproductos de la industria forestal.

Por su parte, la cantidad de residuos agrícolas generados cada año, con el tiempo constituye un problema para los agricultores, que buscan deshacerse de los mismos por el lugar que ocupan, buscando generar alguna actividad rentable o ahorrar los costos de disposición. A diferencia de la biomasa proveniente de la forestación, los residuos de cultivos agrícolas siguen la dinámica propia del cultivo asociado, incorporando un riesgo intrínseco de la actividad: la coyuntura del mercado podría provocar una disminución de la provisión de biomasa afectando los procesos productivos asociados.

Por otro lado, una parte de la biomasa residual, como rastrojo de maíz, tallos de algodón y hojas de caña de azúcar, debe ser incorporada al suelo para mantener las condiciones de fertilidad y textura en niveles adecuados. Otra parte puede ser destinada a su utilización en biorrefinerías; sin embargo, debido a que la explotación agrícola tradicional en nuestro país es de tipo extensivo, la recolección de los residuos encarece las oportunidades de aprovechamiento. Además, cuando la densidad sea baja, es necesario incorporar procesos de densificación (Area y Vallejos, 2012).

En el mundo se desarrollan cada día nuevas tecnologías para aprovechar mejor los materiales lignocelulósicos y valorizarlos mediante la fabricación de bioproductos de química fina para usos cosméticos, farmacéuticos y alimenticios, entre otros. Su valoración como materia prima para otras industrias le agrega un valor que resulta de gran interés industrial, contribuyendo a la promoción de la pequeña y mediana empresa con desarrollo de mano de obra calificada.

La celulosa, hemicelulosas y lignina son las principales fuentes de materiales y estructuras químicas a partir de la que se pueden obtener numerosos derivados para un amplio rango de aplicaciones.

Entre los principales productos que pueden obtenerse a partir de la celulosa, se mencionan los siguientes: *fibras celulósicas* (biofibras; como refuerzo o carga de polímeros en materiales compuestos), *nanofibras y nanocristales de celulosa* (se aplican para mejorar la resistencia del papel y de materiales compuestos), *celulosa microcristalina* (para diversas aplicaciones industriales), *carboximetilcelulosa* (se emplea principalmente como aditivo en aplicaciones industriales debido a sus propiedades reológicas<sup>42</sup> en soluciones acuosas), *ácido láctico* (usado principalmente en la industria alimenticia como regulador de la acidez y también en cosméticos, productos farmacéuticos y alimentación animal), *sorbitol* (un poliol usado en la industria alimenticia como endulzante) y *ácido levulínico* (un producto costoso y con un mercado relativamente pequeño para químicos especiales).

A partir de las hemicelulosas se puede obtener *xilitol* (utilizado como edulcorante y como agente de retención de humedad en cosméticos), *butanol* (empleado para sintetizar numerosos productos derivados, tales como solventes, plastificantes y resinas), *2,3-Butanodiol* (compuesto que exhibe importantes aplicaciones como solvente, combustible líquido y como precursor de numerosos polímeros y resinas sintéticas) y *furfural* (tratado en el apartado 4.3; es uno de los pocos químicos derivados de biomasa de producción nacional).

Por su parte, la lignina ha sido considerada históricamente como un residuo o subproducto de bajo valor, generado de la fabricación de pulpas químicas y usado como combustible en el proceso kraft. Sin embargo, el valor de la lignina industrial es mayor que su valor como combustible. A partir de ella pueden obtenerse: *ligninas poliméricas* (se utilizan como estabilizantes y emulsificantes en la industria del asfalto, co-reactantes en la producción de adhesivos fenólicos, floculantes en procesamiento de efluentes, solubilizantes en la industria cerámica, etc.), *vainillina* (es el saborizante más popular usado en la industria de los alimentos, de perfumes y farmacéutica), *dimetilsulfuro* - DMS: se emplea en la refinación de petróleo y en los procesos de producción petroquímica, acerías, saborizante de alimentos y para producir dimetilsulfóxido (DMSO: importante solvente aprótico<sup>43</sup> polar utilizado en una amplia variedad de aplicaciones industriales).

---

<sup>42</sup> Propiedades reológicas: es la parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación.

<sup>43</sup> Disolvente aprótico: son disolventes polares que no tienen enlaces O-H o N-H. Este tipo de disolvente no da ni acepta protones.

### Biogás

La plataforma de biogás en la región del Norte argentino posee un alto potencial, que está siendo poco utilizado. En la actualidad los biodigestores se concentran en la Región Centro principalmente en la Provincia de Santa Fe y Buenos Aires (se vio anteriormente que sólo 14 % de los biodigestores utilizados en el país se ubican en la Región Norte). Si bien existe evidencia de la utilización de la biodigestión anaeróbica en el territorio nacional desde hace más de 20 años, la tecnología de biogás no ha logrado alcanzar un nivel de madurez acorde a su potencialidad. Uno de los principales motivos es la falta de articulación entre una oferta sin validar y una demanda desinformada que no considera al biogás como una alternativa energética.

Es de gran interés promover la demanda, teniendo en cuenta los recursos biomásicos disponibles en el territorio (vírgenes o subproductos), el incremento de la necesidad energética tanto a nivel industrial como residencial y el desarrollo y aplicación de las energías renovables para subsanar estos vacíos (Goicoa *et al.*, 2017). El uso de la biodigestión anaeróbica, la utilización de los subproductos (como fertilizante orgánico, entre otros) se encuentra poco desarrollada en el país; ejemplo de ello es que solo un 36,5 % de las instalaciones utilizan el subproducto líquido con alguna finalidad. La reglamentación para su uso como fertilizante fue reglamentada hace pocos meses, por lo que se abre un campo de aprovechamiento sobre este subproducto<sup>44</sup>. Al mismo tiempo, la creciente necesidad de fertilizantes orgánicos en la agricultura fortalece el desarrollo de esta plataforma.

El uso de subproductos está desarrollado en otros países. En España, a través del Proyecto sobre valorización del digestato generado del proceso de biogás, se ha construido una planta semi-industrial de secado y granulación del mismo basada en la tecnología *Souted Bed Drying*, combinada con estudios en análisis de ciclo de vida, de mercado y viabilidad económica.

En Brasil, existe mucha experiencia al respecto, principalmente basada en la producción animal, tanto bovina de leche, como porcina y aviar, y a partir de los residuos sólidos urbanos<sup>45</sup>.

### Azúcares

En el Norte argentino existen numerosos recursos biomásicos que podrían utilizarse en una biorrefinería con plataforma de azúcares. La mayor parte de la biomasa que puede ingresar en una biorrefinería de plataforma lignocelulósica también podría ingresar a la de azúcares, especialmente aquella biomasa con un contenido menor de lignina y mayor de celulosa y hemicelulosa, destacándose los residuos de la industria sucro-alcoholera (RAC, bagazo, melazas y vinazas), residuos de desmotado y de cardado del algodón, RAC y residuos de canchado del té y de la yerba mate. El RAC de oleaginosas, leguminosas y

---

<sup>44</sup> Resolución 19/2019 de la Secretaría de Ambiente.

<sup>45</sup> <https://www.americaeconomia.com/politica-sociedad/sociedad/rio-de-janeiro-apuesta-por-biogas-para-cumplir-la-meta-de-cero-emisiones>.



cereales también sería una biomasa potencial para esta plataforma, pero aún no existe una solución económicamente viable para superar las dificultades de su recolección.

A partir de los productos intermedios obtenidos (principalmente, azúcares C5 y C6), y mediante procesos secundarios se puede alcanzar una gran variedad de productos valiosos, como *ácidos orgánicos* (butírico, cítrico, levulínico, málico, entre muchos otros), *alcoholes* (propanol, isopropanol, butanotriol, etc.), *azúcares fermentables*, *compuestos carbonílicos* (acetona, acetoína), *polioles* (sorbitol, xilitol, manitol), *compuestos heterocíclicos* (furano, hidroximetilfurfural), y varios oligómeros y polímeros.

#### Aceites vegetales y otros lípidos

Fue mencionado que la biomasa habilitada para ingresar a una biorrefinería de aceites vegetales y otros lípidos requiere un alto contenido lipídico. En la Región Norte, las principales biomásas que tienen este potencial son las semillas provenientes de cultivos de oleaginosas, las semillas de algodón y las cáscaras remanentes de la industrialización de cítricos.

En una biorrefinería con plataforma de aceites vegetales y otros lípidos, aplicando procesos físicos o químicos (primarios en algunos casos, primarios y secundarios, en otros) se pueden obtener como productos intermedios (*building blocks*) principalmente ácidos y ésteres grasos. A partir de estos intermedios y mediante procesos físicos, químicos y/o biotecnológicos, se pueden desarrollar una variedad de bioproductos de aplicación industrial, tales como *ácidos dicarboxílicos* (ácido sebácico, ácido azeloico, ceras líquidas), *acetales*, *1,3 propanodiol*, *ácido acrílico*, *propileno*, éteres y ésteres, monómeros para biopolímeros (diácidos, diésteres, dioles, etc.), polímeros (poliamidas, poliésteres, poliuretanos), entre otros, además de toda una serie de emulsionantes, biolubricantes, antioxidantes, biodisolventes, fitoesteroles y fitoestanoles, para mencionar algunos ejemplos. (Manual de Biorrefinerías de España).

#### Proteínas

Anteriormente, se mencionó que en la Región Norte de nuestro país la producción de biomasa con alto contenido proteico está orientada, en su gran mayoría, a la alimentación humana y animal. Una fuente potencial importante de biomasa proteica que puede encontrarse en el territorio, son los subproductos y residuos de la industria cárnica, provenientes principalmente de mataderos y frigoríficos (huesos, sangre, astas, pelos, etc.). En la Región Norte de nuestro país, existen algunas localidades con gran producción de bovinos, porcinos y caprinos. También puede considerarse como biomasa proteica potencial los expellers (tortas de prensado) residuales de las industrias aceiteras, que poseen un alto contenido proteico y en la actualidad se destinan a la alimentación animal o como fertilizantes; así como, el suero lácteo (lactosuero) que es un subproducto de la elaboración de quesos, aunque éstas no sean las actividades productivas más comunes de la región.

A partir de la biomasa proteica, mediante procesos primarios (físicos y/o químicos) y secundarios (químicos y/o biotecnológicos), se obtienen productos péptidos de distinto

tamaño (*oligopéptidos y polipéptidos*) y *aminoácidos libres*. Estos productos tienen un gran valor por sus propiedades nutricionales, funcionales y biológicas, con numerosas aplicaciones en la industria alimenticia, farmacéutica, cosmética y otras más.

#### Gas de síntesis (syngas)

En nuestro país, la plataforma de gas de síntesis se encuentra en una fase inicial de instalaciones de donde se extrae principalmente bioenergía. Es una plataforma que ofrece oportunidades diversas en la gama de productos de alto valor agregado, siendo su principal ventaja la capacidad en el proceso de conversión para aprovechar todos los componentes de la biomasa en la obtención de bioproductos.

Las biorrefinerías de gas de síntesis, actualmente no están presentes en el mercado a escala mundial. Hasta el momento, los esfuerzos se han centrado en la conversión de gas de síntesis en un producto principal, por ejemplo, electricidad, calor o biocombustibles. En Austria la implementación técnica de la provisión de la electricidad y el calor a través de la gasificación de la biomasa ha sido llevada a cabo sólo a escala demostrativa. El interés en impulsar estas plataformas, se basa en su potencial y es el objetivo de la sustitución de productos petroquímicos, combustibles por biocombustibles.

La futura implementación de biorrefinerías de gas de síntesis está estrechamente relacionada con la gasificación. Por otro lado, se deben atender los desafíos técnicos referidos a la adaptación de la tecnología disponible a los diferentes tipos de biomasa local, la adecuación de las mismas y el desarrollo de una red de proveedores de servicio en reparaciones y mantenimiento. Asimismo, el objetivo más importante es mejorar aún más la eficiencia de producción de gas de síntesis buscando la calidad requerida por normas y su viabilidad económica (Finnis, 2012).

El concepto integrador para la producción de productos químicos y la energía se puede utilizar para la obtención de productos intermedios (ej: metanol) como base para la creación de otros productos. Con este propósito, se requieren tecnologías complejas y costosas, teniendo lugar la producción de biomasa en grandes plantas (500.000 a 2.000.000 toneladas de entrada de biomasa anuales).

En el horizonte temporal hasta el 2030, se debe considerar en primer lugar los sistemas para gasificación de biomasa y producción de gas de síntesis que serán establecidos en Alemania; estos se enfocarán inicialmente en la generación de electricidad y calor o la producción de biocombustibles y productos químicos. No obstante, solo unas pocas biorrefinerías de gas de síntesis presentan actualmente una amplia gama de productos químicos y energía.

#### 4.5. Situación actual

En nuestro país, el desarrollo de las biorrefinerías está muy ligado a la necesidad energética y a la voluntad política, como fue enunciado anteriormente. El aprovechamiento aplicado a la biomasa ha seguido distintos caminos en el NOA y el NEA, muy ligados a las cadenas preponderantes en cada región.

### Análisis de las principales cadenas para la Región NOA

El Cuadro 8 presenta para la región NOA, los principales productos exportados<sup>46</sup> por provincia, según la base OPEX-INDEC para el año 2016.

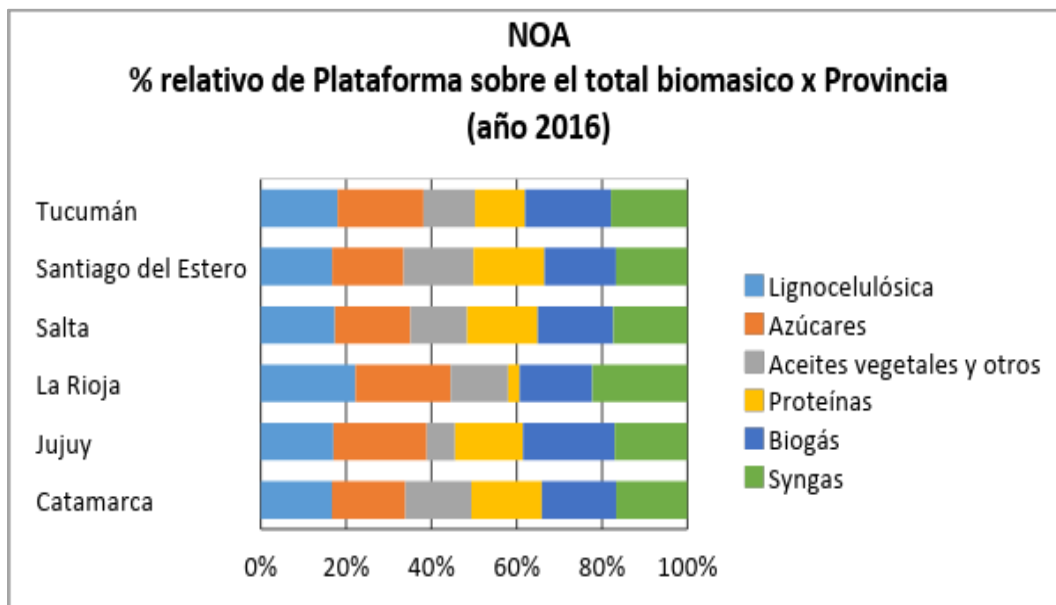
El análisis de estas cadenas pone sobre relieve por qué en esta región del país se encuentra con mayor frecuencia plantas de bioetanol, biodiésel y biogás. Como se ha indicado anteriormente, cada una de estas cadenas aporta a una o varias plataformas de biorrefinería. En la Figura 7, se observa la potencialidad que tiene cada una de las provincias sobre el desarrollo de las plataformas de biorrefinería. Salvo la plataforma de proteínas en La Rioja y de aceites vegetales (oleaginosas) en Jujuy, en general el grado de influencia de las plataformas en cada una de las provincias del NOA es similar.

**Cuadro 8. Principales productos de origen biomásico exportados en el NOA**

NOA	Provincias	Principales productos de exportación (en toneladas, valor 2016)
	CATAMARCA	Trigo Legumbres Resto de productos primarios Artículos de confitería sin cacao Aceitunas
	JUJUY	Resto de productos primarios Resto de azúcar y artículos de confitería Legumbres Azúcar de caña en bruto Harina de trigo
	LA RIOJA	Aceitunas Papel, cartón y sus manufacturas Vino de uva Pieles y cueros preparados Aceite de oliva
	SALTA	Maíz Legumbres Soja Trigo Tabaco sin elaborar en hojas
	SANTIAGO DEL ESTERO	Maíz Trigo Soja Resto de residuos alimenticios y preparados para animales Sorgo granífero
	TUCUMÁN	Maíz Azúcar de caña en bruto Cítricos Trigo Resto de azúcar y artículos de confitería

<sup>46</sup> Se han considerado los productos exportados por ser los de mayor impacto en la balanza comercial nacional, ranqueados por toneladas exportadas.

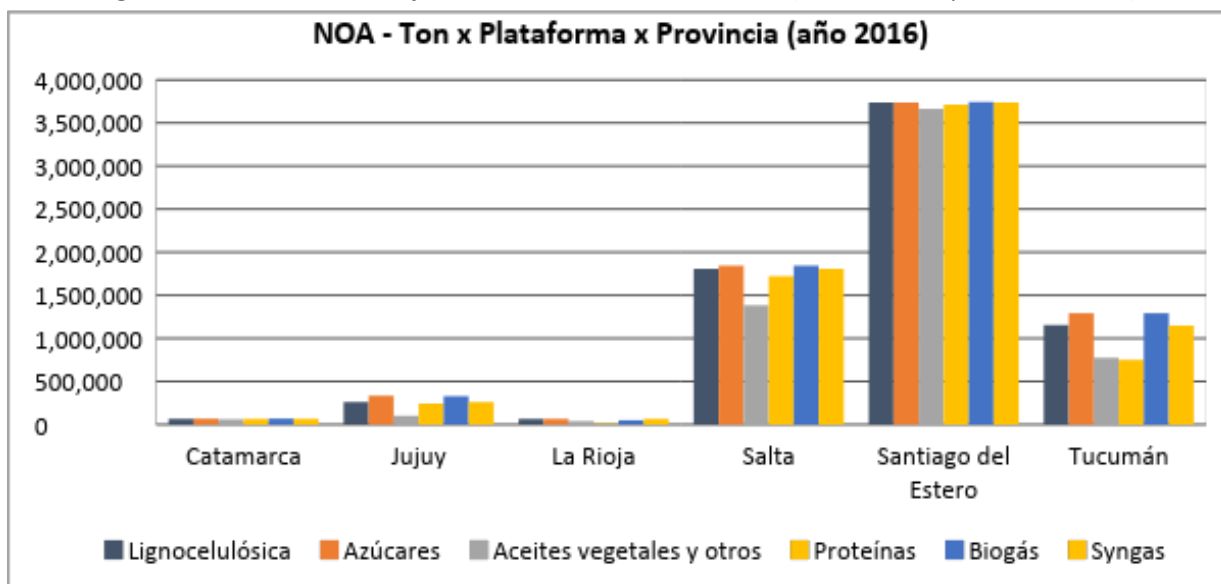
**Figura 7. Porcentaje relativo de la potencialidad de desarrollo de las plataformas de biorrefinería en el NOA**



Fuente: Análisis INTI en base a datos estadísticos – Base OPEX INDEC (2016).

La Figura 8, permite reconocer la incidencia de las provincias en la región NOA, respecto de la potencialidad para el desarrollo de las plataformas de biorrefinería. En valor monetario, las provincias de Santiago del Estero, Salta y Tucumán son las aportantes a la balanza comercial.

**Figura 8. Plataformas con potencial desarrollo en el NOA (toneladas exportadas, 2016)**



Fuente: Análisis INTI según base OPEX – INDEC (2016).

Previo a la aplicación de la Ley Nº 27.191 de Fomento de las Energías Renovables, la transformación de la biomasa era mayoritariamente hacia energía térmica para consumo industrial, en muy pocas situaciones y básicamente para autoconsumo de las fábricas. La mencionada ley valoriza la biomasa y despierta el interés de los generadores para darle un uso rentable y sustentable de lo que hasta hoy era un desecho. Sin embargo, para esta

región fueron muy pocos los proyectos adjudicados en la Ronda 1, 1.5 y 2 que aprovechan la biomasa disponible: 3 en total; dos en Tucumán (19 MW en tecnología de biomasa y 3 MW de biogas) y uno en Santiago del Estero (3 MW en tecnología de biogas). Para la Ronda 3, de los proyectos ganadores en tecnología de biomasa<sup>47</sup>, se registra Salta con un proyecto de 5 MW.

En esta región, las biorrefinerías están muy asociadas a los biocombustibles líquidos, principalmente el bioetanol. Es una tecnología madura adquirida por los generadores de la biomasa. En general, las plantas instaladas son de gran escala. La baja escala tiene posibilidades de crecer mientras que se estandaricen los procesos, certifique la calidad y promueva el uso puro del bioetanol.

#### Análisis de las principales Cadenas en la Región NEA

El Cuadro 9 presenta las principales cadenas productivas de la Región NEA. Conociendo la necesidad energética tanto térmica como eléctrica de la región, se comprende que predomine el uso de la biomasa residual, fundamentalmente de base lignocelulósica, en la mayoría de los casos para autoconsumo a nivel industrial. En la provincia de Misiones, las pasteras son grandes consumidoras de energía, por lo que actualmente, constituyen las principales representantes de las biorrefinerías en la región NEA.

**Cuadro 9. Principales productos de origen biomásicos exportados en el NEA**

NEA	Provincias	Principales productos de exportación (en toneladas, valor 2016)
	CHACO	Maíz Soja Trigo Resto de productos primarios Girasol
	CORRIENTES	Arroz Cítricos Resto de MOA <sup>48</sup> Resto de los productos de molinería Resto de productos primarios
	FORMOSA	Arroz Extracto de quebracho Subproductos oleaginosos de algodón Resto semillas y frutos oleaginosos Fibras de algodón
	MISIONES	Pasta para papel Té Resto de MOA Yerba mate Resto de productos primarios

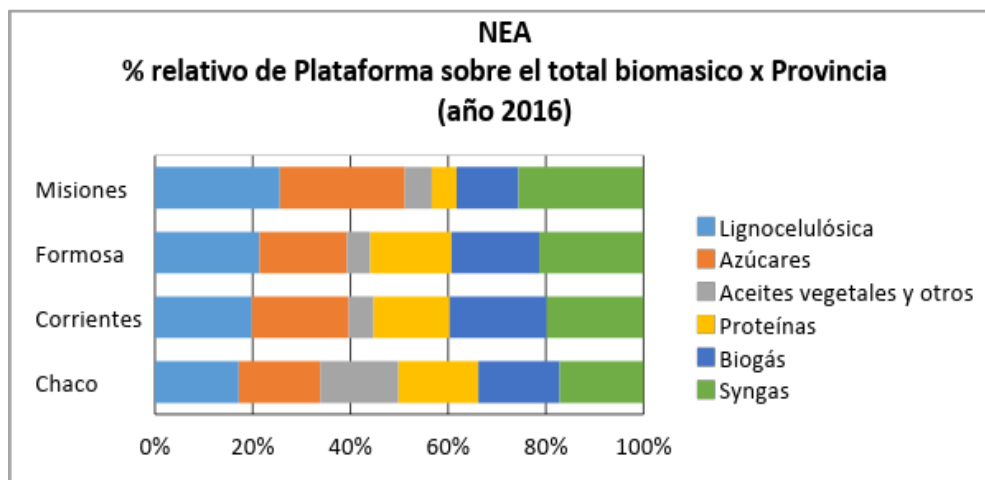
La Figura 9, muestra que salvo la plataforma de aceites vegetales (oleaginosas) en las provincias de Formosa y Corrientes; y de igual forma en la provincia de Misiones,

<sup>47</sup> Al momento de este informe, los proyectos de Ronda 3 del Plan RENOVAR no han sido adjudicados.

<sup>48</sup> MOA: Manufactura de origen agropecuario.

incluyendo también la plataforma de proteínas, las demás plataformas presentan incidencias similares dentro de cada una de las provincias.

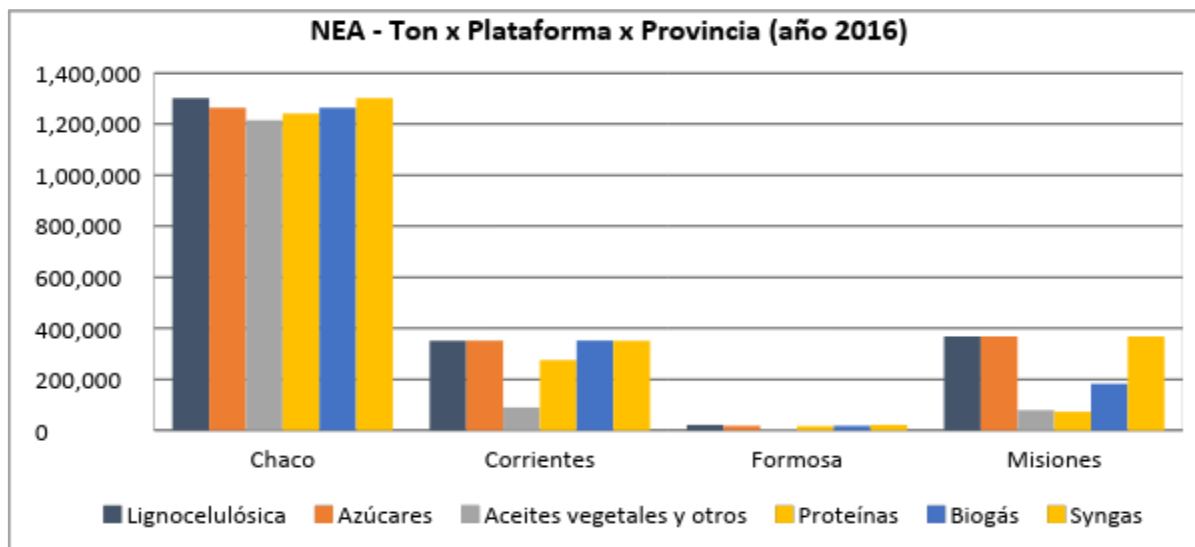
**Figura 9. Porcentaje relativo de la potencialidad de desarrollo de las plataformas de biorrefinería en el NEA**



Fuente: Análisis INTI en base a datos estadísticos – Base OPEX INDEC (2016).

En la Figura 10, se observa que la provincia del Chaco, productora de maíz, soja y trigo, es la que presenta una mayor incidencia en la balanza comercial y un potencial mayor en el desarrollo de las plataformas de biorrefinerías.

**Figura 10. Plataformas de desarrollo potencial en el NEA (toneladas exportadas durante 2016)**



Fuente: Análisis INTI según base OPEX – INDEC (2016).

Esta región presentó mayor cantidad de proyectos que el NOA para las licitaciones del Plan RenovAR, todas bajo la tecnología de biomasa: 8 en total; dos en Chaco (16,6 MW), dos en Corrientes (49,5 MW), tres en Formosa (32 MW). Para la Ronda 3, de los proyectos ganadores en tecnología de biomasa, se registra Formosa con un proyecto de 3,5 MW. Estos indicadores indican un cambio en el panorama de disponibilidad de biomasa para

la región respecto de lo relevado por Probiomasa mediante el Relevamiento de Biomasa Disponibles<sup>49</sup>.

El análisis basado en los productos de exportación de cada una de las provincias dentro del NOA y del NEA (Figuras 7 a 10), está orientado a realizar una evaluación inicial de la potencialidad de las biorrefinerías en los territorios de estudio. Pero es necesario tener en cuenta que el desarrollo de las plataformas está dirigido a orientar la producción de bioproductos y/o biomateriales que pueden tener incidencia en la balanza comercial provincial, haciendo que estos gráficos puedan cambiar sustancialmente. Hoy los proyectos de menor volumen de mercado que, a su vez, pueden tener alto valor agregado presentan inmadurez tecnológica en nuestro país, además que en muchos casos su aplicabilidad y funcionalidad se encuentran en etapa de estudio.

#### 4.6. Desafíos y tendencias

Cada una de las plataformas de biorrefinería enfrenta diversos retos. Entre los principales y prioritarios están los vinculados a la robustez de la tecnología, la adecuada gestión de la biomasa, la conformación de clúster que garantice la correcta vinculación entre los estadíos productivos y la adecuación del marco regulatorio para biocombustibles y productos biobasados, entre otros.

El análisis de esta sección se orienta por las principales cadenas productivas que tienen las mayores capacidades para abastecer los diferentes tipos de plataforma.

La cadena forestal es una de la más destacadas en la Región NEA. Misiones es una de las provincias que detenta la mayor superficie forestal implantada del país, conjuntamente con Corrientes que ha desarrollado recientes inversiones en la implantación de pinos y eucaliptos, en el marco del Régimen de Promoción de Plantaciones Forestales. Se destaca la necesidad de mayor nivel de inversiones en las etapas industriales de primera y segunda transformación de la madera, dado que permitiría absorber la oferta provincial primaria y un aprovechamiento integral del recurso forestal. Por ello se impulsa en Misiones desde el Programa de Sustentabilidad y Competitividad Forestal, Préstamo BID 2853/OC-AR, el mejoramiento de la gestión y desarrollo y transferencia de tecnología, aplicable tanto en la producción primaria como en la primera transformación (Anino, 2018). Durante el año 2019, se ha terminado de elaborar con numerosos actores públicos y privados del sector el Plan Estratégico Forestal y Foresto Industrial Argentina 2030<sup>50</sup> con iniciativas científico – tecno-productivas para la totalidad de los eslabones de la cadena.

El sector forestal, es uno de los primeros en ejemplificar el concepto de biorrefinería. La madera es un recurso de alta complejidad química y, el pulpado químico, que es el proceso primario de esta plataforma, con gran madurez tecnológica y, además, siendo requirente de grandes cantidades de energía, ha impulsado a esta industria a autoabastecerse, siendo el recurso forestal un gran portador energético. Se generan,

---

<sup>49</sup> [http://www.probiomasa.gob.ar/\\_pdf/Balance\\_de\\_Energia.pdf](http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/Balance_de_Energia.pdf)

<sup>50</sup> [http://www.afoa.org.ar/web/FINAL\\_ForestAr\\_ExecSumm\\_0919\\_V8\\_Baja.pdf](http://www.afoa.org.ar/web/FINAL_ForestAr_ExecSumm_0919_V8_Baja.pdf)

además, otros subproductos que son comercializados. Sin embargo, este aprovechamiento del residuo del proceso y subproductos, se realiza sobre la base de la producción de pasta celulósica, su producto principal.

En la Región NOA la cadena forestal no es intensiva; sin embargo, se debe destacar la superficie de bosques en las provincias de Santiago del Estero y Salta. La conversión de superficies forestales en áreas para el cultivo de soja disminuyó la provisión de servicios ecosistémicos como la regulación hídrica, el secuestro de carbono y la conservación de la biodiversidad. En este sentido, la fiscalización de las actividades de aprovechamiento de los recursos forestales es central dada la elevada informalidad que presentan los diferentes eslabones de la cadena productiva. Los controles deben incorporar las tecnologías apropiadas para permitir el cumplimiento de la legislación vigente, evitar los desmontes, los desplazamientos de productos y transacciones sin las correspondientes habilitaciones (Anino, 2018).

Actualmente, existen desarrollos en distintos niveles de maduración tecnológica (TRL<sup>51</sup>) sobre procesos para la obtención de biomateriales y bioproductos pensados para usos cosméticos, farmacéuticos y alimenticios, entre otros. Algunos se encuentran en el mercado y son producidos a baja escala<sup>52</sup>. En ciertos casos se está avanzando en la aplicabilidad de estos productos y en otros, en la rentabilidad de los procesos<sup>53</sup>.

Por otro lado, dado el valor que presenta hoy la energía, se debe destacar la tendencia a la forestación con finalidad energética, con predominio de emprendimientos privados.

La cadena algodonera, tradicional de las provincias de Chaco y Santiago del Estero, enfrenta desafíos vinculados a la etapa primaria: el uso de semilla de algodón fiscalizada y certificada, a fin de evitar el bajo poder germinativo y escaso vigor de crecimiento; y, la necesidad de contar con la variedad de semilla que se adapte a los distintos suelos y diferentes épocas de siembra y también la erradicación del picudo. En términos tecnológicos, se evidencia la necesidad de aumentar la capacidad de máquinas cosechadoras y lograr una mayor asociatividad entre los productores a través del impulso al sistema cooperativo. El residuo de la cosecha de algodón y del proceso de desmotado, no es utilizado para la generación de energía y la semilla cosechada no es aprovechada totalmente en la producción de aceite; algunas plantas desmotadoras la utilizan como un residuo para consumo animal.

La cosecha de arroz, principalmente en Corrientes, Chaco y Formosa, presenta altos costos de las fuentes de energía utilizadas por los sistemas de riego. En cuanto a las perspectivas, la cadena presenta buenas posibilidades de consolidación y desarrollo, a través de los proyectos que contemplan no sólo la ampliación de la producción primaria sino la instalación de molinos que permitan el procesamiento dentro de las provincias. Las recientes medidas arancelarias eliminaron las retenciones que tributaba el sector, impactando positivamente en las posibilidades de colocación en el mercado externo

---

<sup>51</sup> Technological Readiness Level.

<sup>52</sup> Un caso de ejemplo es la empresa Separation Research Ltd (<https://www.sepres.com/index.html>)

<sup>53</sup> Caso de Biorrefinería Santa Ana (Misiones).



(Anino, 2018). Como las demás cadenas, actualmente se genera energía para autoconsumo a través de la gasificación o combustión de la cáscara de arroz. La particularidad con esta biomasa es el contenido de sílice presente, que requiere tecnología específica para la generación energética.

La cadena azucarera se concentra en el NOA, en las provincias de Tucumán, Salta y Jujuy. En 2015, Tucumán representó el 64,3 % (1.354 mil TMVC<sup>54</sup> concentrados en 15 ingenios) del total de la producción de azúcar a nivel nacional, destacándose como la principal provincia productora. El crecimiento de esta cadena se incentiva a través de las posteriores medidas económicas que se han implementado, entre las que se destacan la eliminación del 5 % de retenciones a la exportación y el aumento del corte de bioetanol en las naftas del 10 % al 12 % a nivel nacional y la habilitación para la utilización de bioetanol al 100 % a nivel provincial.

Esta cadena presenta grandes ingenios como Ledesma, empresa que puede considerarse como una biorrefinería tipo por la maximización del aprovechamiento integral de la biomasa: desde el RAC hasta el bagazo de caña de azúcar. Obtiene productos alimenticios, papel, energía, bioetanol y biogás. Presenta condiciones de entorno muy particular y beneficioso para la empresa, como la cantidad de tierras propias, optimización de la logística y minimización de costos directos. Por otro lado, convive con una gran cantidad de productores de caña a baja escala que captan el 52 % del azúcar elaborado con la caña entregada al ingenio.

La asociatividad y las soluciones productivas a baja escala son los temas más importantes a abordar para la problemática ambiental ligada a la solución basada en la biorrefinería, por ejemplo, tendientes al incremento del cupo de bioetanol en las naftas u otras soluciones como la producción de biocombustibles sólidos. Otras acciones específicas se vinculan al tratamiento de la vinaza a través de la reconversión de los efluentes y la extensión fabril (biogás y cogeneración).

#### 4.7. Actores relevantes

##### *Lignocelulósica*

De acuerdo al informe del Ministerio de Hacienda sobre la cadena forestal (2016), una parte importante de la propiedad de los bosques implantados se encuentra concentrada en grandes grupos económicos, con importante presencia de capitales extranjeros. Los grandes productores forestales también poseen las principales fábricas de celulosa y aserraderos. La industria de la transformación mecánica presenta una marcada heterogeneidad de agentes productivos; la mayoría microempresas, con excepción de unos pocos aserraderos grandes orientados a la primera y segunda transformación y a los fabricantes de tableros. La actividad del aserrado y afines, como la carpintería de obra, se llevan a cabo en pequeñas unidades.

---

<sup>54</sup> TMVC: toneladas métricas valor crudo.

Entre las industrias de la transformación química se destaca la producción de pasta celulósica y papel, con tecnología madura y economías de escala, donde es crucial el costo de la materia prima, fundamentalmente la madera. La industria de la celulosa y el papel está representada en la región por seis productoras de pasta celulósica, varias de las cuales poseen sus procesos integrados, es decir, son productoras de pasta celulósica y papel. Más de la mitad de la elaboración de celulosa del país se realiza en la provincia de Misiones (50,2 %, repartida entre las empresas Alto Paraná, Papel Misionero y Celulosa Puerto Piray); también participan las provincias de Jujuy (12,8 %, con las empresas Ledesma y Papelera del NOA) y Tucumán (4,5 %, con la Papelera Tucumán). Ledesma y Papelera Tucumán, producen pasta celulósica a partir del bagazo de caña de azúcar.

La actividad foresto industrial del bosque nativo cuenta con actores diversos, desde las pequeñas carpinterías con economía de subsistencia hasta las grandes empresas tanineras. Un rasgo común que las caracteriza es la existencia de una gran cantidad de emprendimientos, donde predominan las pymes familiares. En general, estos productores forestales no están integrados al siguiente eslabón, dado que venden sus productos a los fabricantes de tanino o a los aserraderos para la fabricación de muebles. Por el contrario, en la producción de carbón, se registra una mayor integración de productores, entre la fase extractiva y el producto final (carbón). Uno de los pocos casos de producción de compuestos químicos es Indunor S.A., una empresa argentina que produce extractos de tanino vegetal desde inicios de 1900. Durante la década de 1960 comenzó con la fabricación de furfural. En sus establecimientos de La Escondida y La Verde, provincia de Chaco, produce tanino de quebracho para el curtido de pieles, furfural y otros extractos. En el año 1999 comenzó la producción de alcohol furfurílico, con una capacidad instalada de 2000 toneladas métricas anuales y desde 2004 produce alcohol tetrahidrofurfurílico, derivado hidrogenado del alcohol furfurílico (Vallejos, 2012).

### Biogás

Para la Región del Norte, en la actualidad existen 12 biodigestores instalados, 8 en el NOA y 4 en el NEA. El relevamiento realizado por PROBIOMASA e INTI en 2017<sup>55</sup>, destacó que el 53,1 % pertenecen al sector privado y el 35,5 % al sector público. En Argentina, la biodigestión era utilizada con fines ambientales ya que sólo en el 3 % de éstas aprovechaba el biogás con fines energéticos, según revela el informe. Este aspecto cambia a partir de los proyectos adjudicados en el Plan RENOVAR. El requerimiento del sector está dirigido al área biotecnológica, por la necesidad de asegurar el abastecimiento nacional de inóculos que garanticen un biogás de buena calidad y la minimización de los tiempos de puesta en marcha del biodigestor.

---

<sup>55</sup> Datos del relevamiento a nivel nacional. Este relevamiento es anterior a las plantas instaladas por el plan RENOVAR, dos en la región NOA, como se indicó anteriormente.

Las empresas que cuentan con biodigestores con diversos fines en la Región Norte son:

- NEA: Cervecería Quilmes, Yvate y la Municipalidad de Gobernador Virasoro (Corrientes), Cooperativa Agrícola Monte Carlo, Cooperativa de Servicios Públicos Jardín América y Hreñuk S.A. (Misiones) y Colonia Jaime (Santiago del Estero).
- NOA: Ledesma y Almagro (Jujuy), Frigorífico Municipal, Particular (Ing. Fabián Cabrera), EET N° 3141, Aguas del Norte CoSaySa (Salta) y Citrusvil, Citrícola San Miguel y Acherall S.A. (Tucumán).

### Azúcares

El bioetanol es el producto más atractivo que presenta esta plataforma. Las plantas productoras de bioetanol a partir de caña de azúcar están concentradas en la región NOA, particularmente en las provincias de Tucumán, Jujuy y Salta, donde se encuentran los ingenios de mayor capacidad productiva. En total, hay nueve empresas productoras en la región: cinco en Tucumán (Compañía Bioenergética La Florida S.A., Energías Ecológicas de Tucumán S. A., Biotrinidad S.A., Compañía Bioenergía Santa Rosa S.A., y Bioenergía La Corona S.A.), dos en Jujuy (Bio Ledesma S.A. y Río Grande Energía S.A.) y dos en Salta (Alconoa S.R.L. y Bio San Isidro S.A.).

A manera ilustrativa, tomando datos del Ministerio de Energía y Minería del 2015, la participación en las ventas de bioetanol de caña es de 58 % para Tucumán, 23 % para Jujuy y 19 % para Salta.

### Aceites vegetales y otros lípidos

El principal referente en la región que puede asociarse a este tipo de biorrefinería es la empresa Viluco S.A., de capitales tucumanos (Grupo Lucci), cuya planta industrial está localizada en la provincia de Santiago del Estero y posee fincas en distintos puntos del NOA (Santiago del Estero, Tucumán, Salta y Catamarca, en las que produce soja, maíz, sorgo, trigo y garbanzo). Esta empresa posee el único complejo industrial de *crushing* de soja y producción de biodiésel de la región, con una planta de acopio y cuatro plantas industriales: *crushing* de soja, biodiésel, lecitina y alimentos balanceados.

Existen también otros productores de aceite, aunque no integrados con otros procesos de generación de materiales y bioenergía localizados en la Región Norte del país.

### Syngas

Actualmente, las tecnologías de gasificación son de escasa utilización en Argentina. Existen 2 ó 3 plantas que utilizan la gasificación para autoconsumo y 11 adjudicadas por el Plan RENOVAR en el Norte argentino. La tecnología de gasificación desarrollada por ANKUR SCIENTIFIC está siendo utilizada en un proyecto conjunto entre el INTI y el Municipio de la localidad chaqueña de Presidencia de la Plaza. Se trata de una planta de gasificación con tecnología *down draft* para la generación de energía eléctrica a escala demostrativa (250 kW). Hasta su transferencia al usuario final la Planta puede ser utilizada para realizar pruebas y ensayos tendiente a mejorar la inserción de la tecnología en nuestro país.

#### 4.8. Conclusiones

Del análisis realizado, se observa que los actores y materiales se encuentran disponibles en los territorios del Norte argentino. La potencialidad que presenta la región de desarrollarse productivamente bajo el marco de la bioeconomía se encuentra hoy, muy ligada a las biomasa disponibles en sus territorios. Potenciarlos, a través de los vínculos entre los sectores público y privado, con políticas de incentivo a largo plazo es necesario; pero sólo serán fortalecidas aquellas provincias con las capacidades instaladas. Las bioplantas, por otro lado, presentan una oportunidad para el desarrollo científico y productivo de aquellos territorios que no están tan beneficiados con sus climas y por lo tanto con diversidad y abundancia de biomasa.

Los generadores de biomasa “aislados” en términos logísticos, la diversidad de este recurso disperso en los territorios, y presentes en estadios anuales, conlleva a que la potencialidad productiva del material biológico se encuentre en la instalación de procesos y biorrefinerías de baja escala con la necesidad de alcanzar bioproductos de alto valor agregado. Para ello, es necesario contar con experiencias a escala piloto que brinde información para realizar el escalamiento y estimar los costos asociados. Esto significa además, en una gran cantidad de casos, la estandarización de los procesos y aseguramiento de calidad de los productos y además la necesidad de vinculación entre los distintos actores públicos y privados, políticos (nacionales y regionales) y tecnológicos de manera de concretar en casos exitosos la capacidad tecnológica existente, frente a las demandas actuales y las latentes. En términos comerciales también es necesaria la apertura de nuevos mercados para los productos de alto valor agregado.

Igualmente, es necesario trabajar fuertemente en políticas a largo plazo basadas en:

- normativas flexibles al avance científico – tecnológico que habiliten la puesta en marcha de proyectos en el corto plazo; y,
- análisis prospectivo-económico para el trazo de una planificación en políticas de incentivo acorde a cada provincia en particular.

Las políticas de incentivo cortoplacistas, la burocratización del sistema científico – tecnológico y de los estados nacional y provincial conduce a la mayoría de las problemáticas existentes en los territorios que abarcan desde cuestiones de infraestructura a casos no exitosos de vinculaciones entre los actores.

Las políticas del MINCyT han generado capacidad provincial en cada una de las cadenas productivas que, sumado a capacidades nacionales como las del INTI e INTA y demás instituciones científico-tecnológicas, resultan en una oportunidad para ser vinculadas bajo una política de desarrollo bioindustrial en los territorios del Norte argentino.

#### Bibliografía

Ackerman, C. y Busellini, L. (septiembre, 2017). Algodonera – textil. *Informes de cadena de valor*, 2(28). Subsecretaría de Programación Microeconómica Secretaría de Política Económica. Ministerio de Hacienda de la Nación.

- Anino, P. et.al. (2018). *Informes productivos provinciales*. Ministerio de Hacienda de la Nación. Buenos Aires.
- Area, M. C. y Vallejos, M. E. (2012). *Biorrefinería a partir de residuos lignocelulósicos. Conversión de residuos a productos de alto valor*. Editorial Académica Española: Alemania.
- Biobased Industries Consortium. (2017). *Biorefineries in Europe 2017*. Recuperado de: [http://biconsortium.eu/sites/biconsortium.eu/files/downloads/MappingBiorefineriesAppendix\\_171219.pdf](http://biconsortium.eu/sites/biconsortium.eu/files/downloads/MappingBiorefineriesAppendix_171219.pdf)
- Bruins, M. E. y Sanders, J. P. M. (2012). *Small-scale processing of biomass for biorefinery*. Biofuels, Bioprod. Bioref.
- De Visser, C. L. M. & Van Ree, R. (2016). *Small-scale Biorefining*. Wageningen University & Research.
- European Commission. (2012). Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. Bruselas.
- Finnis, T. (2012). *Biorefineries Roadmap as part of the German Federal Government action plans for the material and energetic utilisation of renewable raw materials*. Berlin: Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV).
- Gaffey, J. & Sanders, J. (2018). *Biorefineries and small-scale bioeconomy opportunities for the agriculture sector*. Recuperado de: <http://www.engineersjournal.ie/2018/05/29/biorefineries-small-scale-bioeconomy-opportunities-agriculture-sector/>
- Goicoa, V. I., Barlatey, M. A. y Piccoletti, A. (2017). *Relevamiento Nacional de Biodigestores*. Ministerio de Agroindustria. Ministerio de Energía y Minería. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Buenos Aires. FAO.
- Gorzycki, R. M. y Ruggiero, M. (octubre, 2016). Forestal, Papel y Muebles. *Informe de cadena de valor, 1(14)*. Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas.
- International Energy Agency. (2009). *Biorefineries: adding value to the sustainable utilisation of biomass*. International Energy Agency. Courtesy Inbicon IBUS, Denmark; and Task 42.
- International Energy Agency. (2013). *Bio-based Chemicals. Value added products from Biorefineries*. Task 42. Recuperado de: <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/10/Task-42-Biobased-Chemicals-value-added-products-from-biorefineries.pdf>
- King S.A. (2010). *The Future of Industrial Biorefineries*. World Economic Forum. Suiza.
- Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. (2018) Biomass Town. Recuperado de: [http://www.maff.go.jp/e/policies/tech\\_res/biomass.html](http://www.maff.go.jp/e/policies/tech_res/biomass.html)
- Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. (2017). *Manual sobre las Biorrefinerías en España. Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa*. SUSCHEN ES.

- Muñoz de Malajovich, M. A. (2006). *Biotecnología*. Universidad Nacional de Quilmes: Buenos Aires
- Run-Can Sun. (2018). Industrial biorefinery of lignocellulose for biopolymers of hemicelluloses and lignin in China. *Journal of Material Sciences & Engineering*, 7. DOI: 10.4172/2169-0022-C7-111.
- Trigo, E. J. *et al.* (2011). *El potencial de la bioeconomía y las biorrefinerías en la Argentina. Núcleo socio – productivo estratégico*. Biorrefinerías: bioenergía, polímeros y compuestos químicos. Documento de referencia. Argentina Innovadora 2020. Secretaría de Planeamiento y Políticas. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Valeiro, A., Portocarrero, R., Ulivarri, E. y Vallejo, J. (2017). *Los residuos de la industria sucro-alcoholera argentina*. Serie Gestión de residuos de la industria sucroalcoholera argentina. Colección Investigación, Desarrollo e Innovación. Famaillá, Tucumán: INTA Ediciones.
- Vallejos, M. E. (2012). Productos de la biorrefinería. En: Area, M. C. y Vallejos, M. E. (2012). *Biorrefinería a partir de residuos lignocelulósicos. Conversión de residuos a productos de alto valor (cap. 2)*. Alemania: Editorial Académica Española.
- Xian, M. (2015). Recent development of bioenergy and biorefinery in china. *Trends Renew. Energy* 1, 129–130.

## 5. Bioenergía\*

### 5.1. Marco de referencia

La humanidad ha dependido de la biomasa sólida durante miles de años para satisfacer sus necesidades cada vez más crecientes y todavía lo sigue haciendo en muchas sociedades. Con el descubrimiento de los combustibles fósiles en abundancia se produjo un gran cambio motivado fundamentalmente por la alta densidad energética y su bajo precio relativo. Históricamente la bioenergía ha cumplido un rol protagónico en el suministro energético de la humanidad especialmente a través de la leña y el carbón vegetal. Durante la última década se ha acrecentado el interés y desarrollo de fuentes de biomasa con fines energéticos debido a sus ventajas medioambientales.

En los últimos años se viene acrecentando un contexto energético mundial caracterizado por las incertidumbres ligadas al cambio climático y a la vulnerabilidad derivada del paulatino agotamiento de los recursos fósiles frente a una demanda creciente de energía. Esto ha provocado una intensa búsqueda de fuentes alternativas de energía, que suplanten a las reservas de recursos fósiles en continua disminución. Entre estas fuentes alternativas, los biocombustibles han cobrado particular relevancia por su fácil uso en vehículos y motores de combustión interna sin modificaciones relevantes.

---

\* Elaborado por Jorge Hilbert (INTA), con la participación de Luis Vera (UNNE), Miguel Ángel Condori (UNSA), Judith Franco (UNSA) y Jorge Mariotti (FORINDER).

Si bien esta tendencia se ha consolidado en los últimos años las continuas disrupciones tecnológicas ponen en duda la permanencia del consumo de combustibles a los niveles actuales. Las tecnologías de uso compartido, movilidad eléctrica, entrega aérea etc., pronostican una posible abrupta caída de ventas y del uso de vehículos con la consiguiente reducción del consumo. Esto afectaría también a las fuentes líquidas y gaseosas de biocombustibles.

Actualmente la bioenergía representa más del 5,7 % de la matriz energética mundial (IEA, 2017). La disponibilidad de más bioenergía contribuiría al suministro de servicios de energía más limpia para satisfacer las necesidades básicas. La bioenergía está llamada a cumplir un rol junto a otras fuentes no convencionales, en el cambio de una economía basada en los combustibles fósiles a otra basada en un abanico de fuentes renovables. La agricultura y la silvicultura serán las principales fuentes de biomasa para elaborar bioenergía en diferentes vectores, como la leña, el carbón, briquetas, biogás, bioetanol, biodiésel y bioelectricidad, entre otros.

La generación de biomasa en términos energéticos posee una relativa baja eficiencia y produce un recurso de baja densidad energética y con una alta dispersión geográfica. Lo que implica superar estos desafíos para lograr un aprovechamiento económicamente viable y competitivo ante las otras fuentes disponibles. En consecuencia, es preciso emplear modernas técnicas de sistemas de información geográfica organizando verdaderos atlas del recurso<sup>56</sup>.

Un elemento muy importante a tener en cuenta para establecer zonas de producción y distribución es las características del territorio en cuanto a su clima, suelo y accesibilidad a lo que deben sumarse las cadenas productivas de transformación primaria y secundaria. Con la metodología WISDOM de la FAO se ha trabajado cuantificando geográficamente la potencialidad de la producción de bioenergía<sup>57</sup>. En el campo de la disponibilidad territorial para la producción también se vislumbran cambios significativos si se difunden nuevas tecnologías disruptivas como las carnes artificiales que liberarían enormes extensiones de territorio dedicados a la producción de forrajes y pastaje.

## 5.2. Inserción en el contexto mundial

Durante la última década se ha desarrollado en Europa y América del Norte un mercado de consumo de biocombustibles, sustentado principalmente por políticas gubernamentales que priorizan su utilización, en una estrategia de independencia frente a las energías tradicionales y sustentabilidad del medio ambiente. Estas políticas van incorporando permanentemente nuevas exigencias a fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos ambientales. Las últimas incorporaciones a punto de hacerse efectivas

---

<sup>56</sup> El INTA viene efectuando estos estudios en todo el país, encontrándose disponibles los últimos capítulos provinciales en: FAO *et al.* Proyecto PROBIOMASA.

<sup>57</sup> La Región Norte posee resultados publicados en detalle para las provincias de Tucumán y Salta, las otras provincias están contenidas en el estudio realizado a nivel nacional.

dan un giro mayor hacia la promoción, conversión y uso de biomasa procedente de residuos.

El insumo más utilizado en lo que respecta al mercado europeo de energía para calefacción es el pellet, que se obtiene a partir del procesamiento industrial de desperdicios de la madera. Este producto logra satisfacer necesidades técnicas, de calidad y conservación del medioambiente. Asimismo, constituye un producto energético renovable y una alternativa de valor a los desperdicios de la industria maderera, debido a que proviene de bosques implantados y renovables. Si bien en nuestro país su empleo y explotación es incipiente el potencial de aprovechamiento es significativo.

Los últimos adelantos tecnológicos están centrados en la captura y fijación del dióxido de carbono biogénico emitido en el proceso de combustión. Están en marcha las primeras instalaciones a escala comercial en Inglaterra. Esto permitiría la producción de energía con una emisión negativa de gases efecto invernadero constituyendo lo que se denomina tecnologías BECCS o de carbón negativo.

La Argentina, particularmente, habiendo alcanzado un rol destacado en estos años como proveedor nacional e internacional de biocombustibles requiere de un redoblado esfuerzo en investigación y desarrollo a fin de mantener su liderazgo y lograr una mayor independencia tecnológica. Los compromisos asumidos por el país con respecto a la reducción de emisiones en el marco de los acuerdos de París, al igual que el cumplimiento de los ODS (objetivos de desarrollo sustentable) de Naciones Unidas y sus indicadores específicos siete (energía asequible no contaminante) y trece (acción por el clima), constituyen un incentivo con ese propósito.

### 5.3. Situación actual

#### *Elementos del contexto mundial y macroeconómico que pueden afectar la producción de bioenergía*

Estados Unidos oficializó los aranceles para el ingreso de biodiésel argentino y lo dejó prácticamente afuera del mercado. En efecto, los porcentajes compensatorios que fijaron las resoluciones C-357-821 y C-560-831 son muy elevados ya que van del 71,45 % al 72,28 %. Según la medida, el arancel compensatorio corresponderá a un monto igual al porcentaje del subsidio del producto en cuestión. Según la Comisión de Comercio Internacional (ITC), la industria estadounidense “está materialmente perjudicada por importaciones subsidiadas”, en relación al mercado argentino y también de Indonesia. Si bien estas medidas están en revisión su posible cambio se demora en el tiempo.

Recientemente, la Unión Europea eliminó los aranceles sobre las importaciones de biodiésel argentino. El bloque europeo había establecido derechos antidumping sobre las importaciones de biocombustible en 2013, pero enfrentó una serie de demandas legales en el Tribunal y en la Organización Mundial del Comercio (OMC). Ambos cuerpos fallaron en contra de las medidas. En 2019, se está previendo exportar a Europa un 65 % de lo que se enviaba a los Estados Unidos, por una cuestión estacional, dado que durante



el invierno en Europa no pueden usar el biodiésel argentino, porque se congela, mientras que en el sur de Estados Unidos no tienen ese problema.

La firma del acuerdo MERCOSUR Unión Europea marca una nueva oportunidad para todo el sector en cuanto a entrada y reducción de la conflictividad característica de los últimos años. La modificación de la directiva publicada a fines de 2018 que se encuentra en proceso de adopción por parte de los países miembros incrementa exigencias, eleva los niveles tomados como default para las emisiones de cultivos y establece techos para los combustibles provenientes de materias primas de destino múltiple como son los cultivos de granos tradicionales.

Nuevos tipos de reglamentaciones condicionarán el comercio de biocombustibles, especialmente aquellas que promocionan alternativas de productos que provengan de residuos de todo tipo, dentro de los cuales los agrícolas conforman un grupo importante, y que seguramente se trasladará a los otros usos alternativos de la biomasa. La Unión Europea prevé cambios en su legislación desalentando los biocombustibles provenientes de cultivos y promoviendo aún más aquellos derivados del uso de residuos y partes no comestibles de las plantas.

En el actual contexto macroeconómico argentino el continuo cambio de reglas, atrasos en las actualizaciones de precios, incrementos impositivos etc., conspiran contra el normal desarrollo de la actividad. En las entrevistas realizadas en la Región Norte se marca la posibilidad de ampliar el mercado, así como los cupos asignados incorporando a las regiones NEA y NOA.

También se remarca que el éxito económico en forma sostenible en el tiempo está ligado a la expansión y uso de coproductos generados por esta industria. En ningún país del mundo la industria de los biocombustibles es rentable solamente con la venta de la fracción energética correspondiente a la transformación de biomasa en sistemas complejos.

El desarrollo de nuevas industrias a menor escala presenta desafíos tanto para el tratamiento de la biomasa residual como el suministro energético; un ejemplo citado en ambas regiones es el de las destilerías de cerveza artesanal. Las alternativas son el desarrollo de tecnologías a pequeña escala o el agrupamiento y tratamiento centralizado.

#### *Incremento de las exigencias ambientales*

Estas exigencias están relacionadas con el uso del suelo, las emisiones de gases efecto invernadero e implicancias de nuevas huellas ambientales, y seguridad alimentaria.

Desde el inicio de la difusión y puesta en marcha de la producción de biocombustibles a nivel mundial tres temas han estado siempre en la mesa de discusión y controversia, estas son los balances energéticos, la competencia con los alimentos y la preservación del medio ambiente.

Mientras se desarrolla el sector, el impacto del involucramiento de los biocombustibles en el crecimiento macroeconómico está ganando interés. Hay una escasez de

evaluaciones integrales del impacto de las políticas de biocombustibles y las inversiones en la seguridad alimentaria o los resultados nutricionales que reúnen a los diferentes aspectos. Esto ha motivado el Panel de Expertos de Alto Nivel, un órgano de la Organización de las Naciones Unidas para apoyar las estrategias de seguridad alimentaria, a emprender una revisión sobre este tema. El primer borrador de este documento se centra en gran medida en las ramificaciones del uso de biocombustibles basados en políticas sobre precios de comida y uso de tierra (HLPE, 2017). Una discusión sobre el papel potencial de los cultivos de biocombustibles como uso comercial o estímulo para aumentar el rendimiento agrícola en una región es en gran parte omitido.

Durante la última década hemos sido testigos de un crecimiento exponencial del empleo de diferentes fuentes de biomasa con fines energéticos comerciales. Esta tendencia fuertemente apoyada por el ambientalismo se ha modificado debido a la difusión y persuasión por los medios masivos de comunicación que actúan sobre la percepción pública. Estas variaciones de la percepción pública han ocasionado cambios significativos en la imagen de esta fuente de energía y consecuentemente modificaciones en los mecanismos de promoción y comercialización que están impactando seriamente en la industria. Los biocombustibles más afectados por estas campañas han sido los tradicionales de doble propósito en beneficio de supuestas ventajas de los cultivos energéticos ligados a la generación de biocombustibles de II generación.

Si se analizan los fundamentos científicos empleados en cuestiones ligadas a impactos ambientales y sociales se nota claramente que los trabajos sobre los que se edifican las argumentaciones son antiguos, parciales y carecen de una visión sistémica. Claramente la forma de evaluar cada alternativa de producción difiere sustancialmente, lo que explica la publicidad de diferencias que en la realidad no son tales. Las promesas y proyecciones de los biocombustibles de II generación han sido un gran fracaso y la mayoría de las plantas construidas con fuertes subsidios han dejado de operar.

La finalización de un nuevo estudio integral sobre biocombustibles de II generación en el NEA realizado por el INTA en el marco del proyecto de la Unión Europea BabetReal5, basado en el uso de residuos de la caña de azúcar, marca claramente que estas alternativas solo son viables económicamente si se valorizan todos los coproductos y residuos generados. Desde el punto de vista del balance energético y ambiental los valores alcanzables por estas tecnologías son inferiores a los que se logran con los actuales biocombustibles de I generación en el país.

La producción de biomasa no puede ser estudiada como hecho aislado desligándola de los fuertes vínculos con toda la cadena de producción y transformación de agro productos. En la mayor parte de los casos el uso de biomasa sería totalmente inviable si no está contemplada dentro de una compleja cadena de transformación agropecuaria y agroindustrial. Se debe tener mucho cuidado al valorizar números aislados que representan datos de rendimiento o impacto ambiental ya que más allá de las cifras finales lo que realmente importa es como se analizaron las cadenas de transformación y fueron tenidos en cuenta los coproductos que se generan.

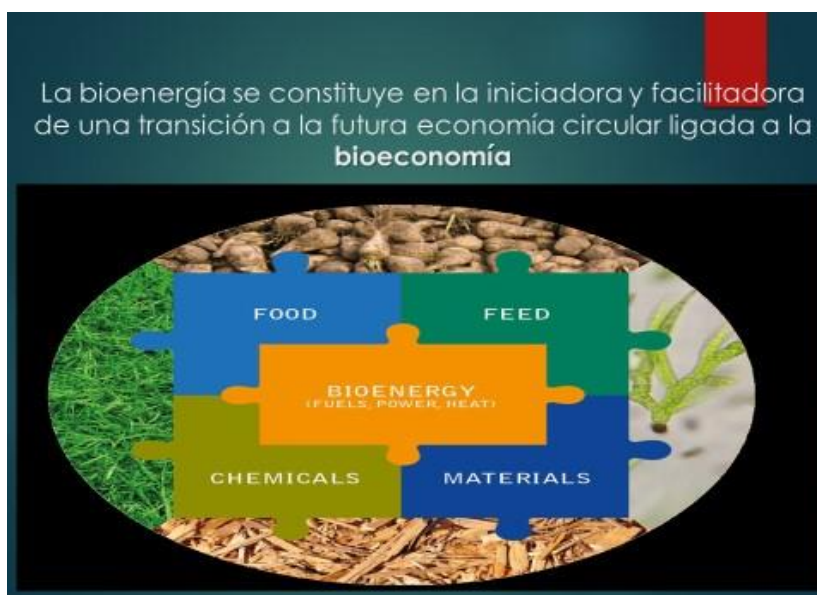
En este sentido la industria argentina es innovadora y marca tendencia agregando el aprovechamiento de nuevos coproductos como por ejemplo el dióxido de carbono generado en los procesos fermentativos del etanol. Las mejoras han sido aceptadas por los mercados de exportación en las recientes certificaciones culminadas a principios del 2020. Estas aseveraciones fueron corroboradas por entrevistas con actores de las dos regiones, así como han surgido en las mesas de trabajo de los talleres específicos.

Como ya fue mencionado se asiste al mismo tiempo a promociones de nuevas tecnologías bautizadas como segunda o tercera generación; sus bondades también están basadas en paradigmas de dudosa confirmación en el mundo real y sus ventajas pasan a ser nulas o negativas si se toman criterios equivalentes de evaluación para todas las tecnologías de transformación disponibles de la biomasa. En este tema la forma de evaluar comparativamente las diferentes alternativas de producción frente a un recurso tierra que es limitado y difícilmente expandible es la cuantificación de la producción final de alimentos que se obtenga de cada una de ellas.

Este tema también requiere de una visión holística donde la batalla no pase por solo plantear un incremento de la producción física de bienes, sino que se consideren otras alternativas que promuevan un uso racional de recursos escasos como la tierra y el agua.

La historia reciente demuestra que los biocombustibles han actuado como una fuerza sinérgica que aumentó la producción de alimentos y otros bienes obtenidos a partir de la transformación de la biomasa al estabilizar los precios, incrementar los ingresos de los productores y permitir una mayor inversión en tecnología (Figura 11).

**Figura 11. La bioenergía como elemento sinérgico de la producción de alimentos y coproductos**



*Fuente:* Elaboración propia a partir de información de la FAO.

Hoy en día se están revisando paradigmas que cuestionaban seriamente a los biocombustibles de I generación proveniente de coproductos de cultivos alimenticios. Estas fuentes que se pretende no incentivar tienen considerables ventajas sobre los

llamados cultivos energéticos para la producción de biocombustibles de II generación entre los que podemos citar:

- Por superficie agrícola utilizada brindan un componente de alimentos para el ser humano o animales muy significativo y de alta calidad.
- Ante cambios en las reglas comerciales, legislativas o ante la aparición de plagas enfermedades o desordenes climáticos que afecten la producción de alimentos tienen la flexibilidad de eliminar la transformación en biocombustibles y dedicar toda la biomasa a alimentos.
- Poseen un desarrollo técnico con base científica muy elevado con prácticas y maquinaria agrícola muy desarrollada.
- Poseen toda una cadena logística y de transformación que puede ser aprovechada.
- Están logrando significativas mejoras en los balances energéticos y reducción de emisiones contra los combustibles fósiles con los cuales compiten.

#### Las emisiones CO<sub>2</sub>, su medición y los compromisos asumidos por Argentina

La demanda de productos “sustentables” se sigue incrementando lo que implica un compromiso de toda la cadena de suministro. Esta evolución combinada con la necesidad de diversificar las fuentes energéticas para reducir la dependencia del petróleo y derivados, y de encontrar combustibles de transición hacia una nueva generación de fuentes de energía ha llevado a los países centrales, fundamentalmente la Unión Europea (UE) y Estados Unidos, a desarrollar políticas tendientes a fomentar el uso de biocombustibles. Estas políticas han sido multiplicadas en muchos países con crecientes incorporaciones de biocombustibles en su matriz energética y la Argentina se ha constituido en un país líder en esta materia por su arquitectura jurídica, así como sus niveles de participación en los mercados de combustibles líquidos.

La problemática ambiental figura como uno de los temas de agenda para todos los países del mundo. En los últimos años, las negociaciones sobre cambio climático han ocupado un lugar cada vez mayor en el escenario internacional. La respuesta inicial para combatir el cambio climático comenzó en la Convención de Río de 1992, con la adopción de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). El objetivo de la CMNUCC es *“la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático”*. La República Argentina ratificó la CMNUCC el 11 de marzo de 1994 a través de la Ley N° 24.295, en cuyo Artículo 1 define al cambio climático como *“un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”*.

En el marco de la CMUNCC, se llevan adelante los espacios para debatir sobre los planes de acción dirigidos a alcanzar los objetivos programados. Estas reuniones se denominan “Conferencia de las partes” (COP), y se desarrollan una vez por año. El acuerdo alcanzado en París en noviembre del año 2015 fue ratificado un mes después por 55 países

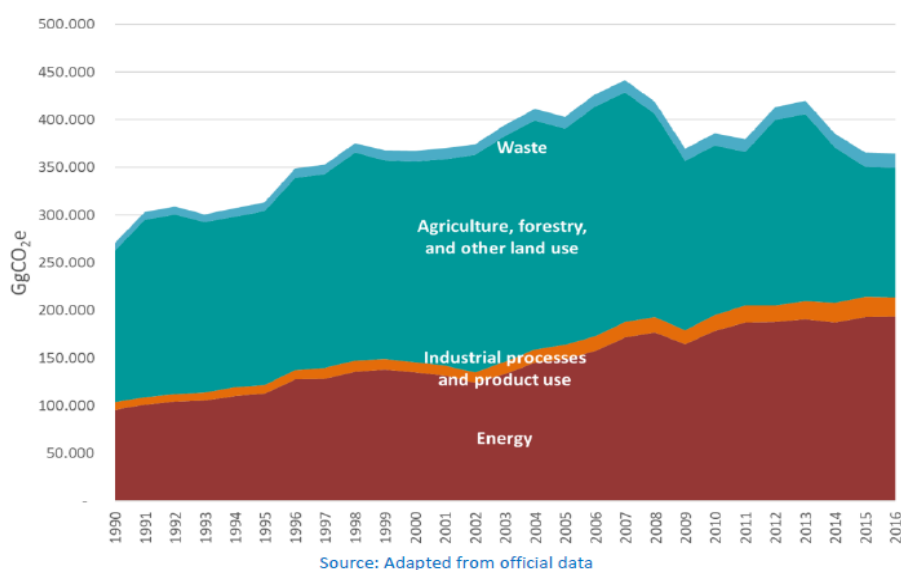
responsables del 55 % de las emisiones. Argentina ratificó el acuerdo por la Ley N° 27.270 del 19 de septiembre de 2016.

Las emisiones totales de cada país son calculadas mediante una metodología pre acordada llamada “Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero” del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) que permite una cuantificación del total emitido, así como detectar los sectores con mayor impacto dentro de la economía.

En Argentina se aborda esta temática a través del Gabinete Nacional de Cambio Climático que reúne organismos gubernamentales nacionales y provinciales, sector privado, académico, sociedad civil y asociaciones de trabajadores, en el cual se definen y validan las acciones del gobierno nacional para mitigar el cambio climático y adaptarnos a sus efectos. En el plano internacional, Argentina decidió ser parte activa en esta lucha contra el cambio climático, declarando su esfuerzo a través de la presentación de la Contribución Nacional en la que se propone limitar el crecimiento de emisiones al año 2030. Este compromiso busca revertir la tendencia creciente de emisiones de gases de efecto invernadero a través de la implementación de políticas y acciones en materia de cambio climático que permitan contener el crecimiento de emisiones y definir una estrategia de descarbonización a futuro.

Dentro de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, los países en desarrollo tienen la obligación de presentar cada dos años los Reportes Bienales de Actualización (BUR) que contienen los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Los inventarios se calculan para el bienio anterior, por tanto, el inventario realizado durante el año 2019 estima las emisiones hasta el año 2016. Argentina ha elaborado el Tercer BUR para dar cumplimiento a sus compromisos internacionales (Figura 12).

**Figura 12. Emisiones del sector energía**

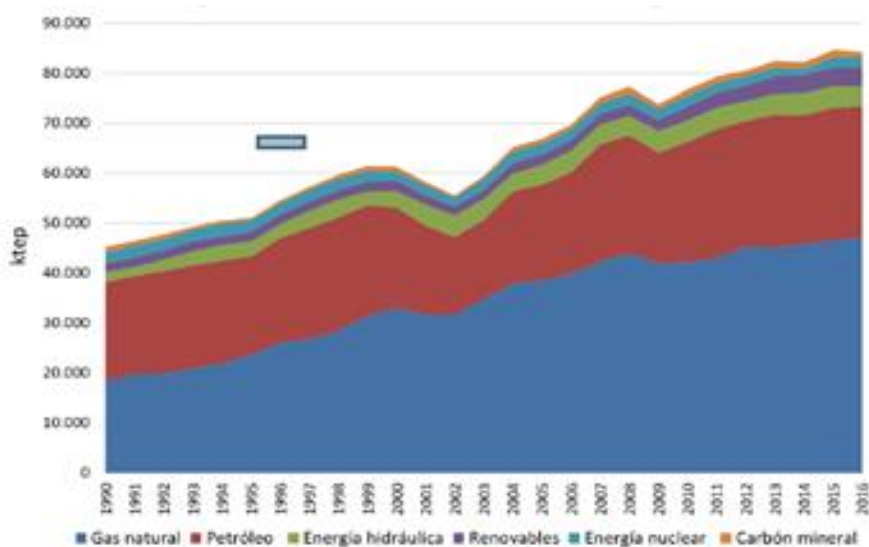


Fuente: BUR elaborado 2016/17.

Indudablemente el transporte de personas y bienes tiene una importancia significativa. Este sector también está implícito en la producción de otros bienes que demanden su traslado o intervención de vehículos y maquinaria en su producción como es el caso del sector agropecuario.

Durante los últimos años con el incremento del uso de fósiles líquidos y el empleo de fuentes de generación de menor eficiencia, los valores de incidencia del sector energía han subido. En la Figura 13 puede constatar la creciente participación de los combustibles líquidos en el parque de generación eléctrico argentino.

**Figura 13. Evolución de la oferta interna total de energía**



Fuente: III BUR 2019.

Otro efecto del cambio de fuente de combustible se visualiza en el aumento del consumo específico que representa la cantidad de energía que se emplea para generar la misma cantidad de electricidad. Este fenómeno también repercute en el nivel de emisiones, empeorando los niveles de referencia que se emplean luego en el cálculo de la cantidad de emisiones de gases efecto invernadero de cualquier producto que en su proceso emplee energía eléctrica del sistema argentino.

Como estrategia mundial en los últimos años se ha buscado la reducción del impacto del sector transporte actuando sobre los combustibles que se emplean. Los biocombustibles a nivel global han sido promovidos en los últimos años atendiendo a una serie de ventajas desde el punto de vista ambiental, así como a razones estratégicas de seguridad energética de cada país.

Además, en Argentina, la producción de biocombustibles está centrada en el biodiésel de soja, y está basado en el empleo de uno de los coproductos principales de la industrialización del grano de soja como es el aceite y en la tradicional producción de bioetanol a partir de caña de azúcar y más recientemente de almidón de maíz. Esto hace que la producción nacional de biocombustibles en el futuro pueda ser objeto de ciertas controversias relacionadas con la preocupación por los cambios en el uso del suelo, el problema de la seguridad alimentaria y los servicios ecosistémicos.

Un nuevo desafío en esta materia es el tipo de incentivo que se implementará para fomentar y sustentar el desarrollo de biocombustibles. En este campo existen políticas divergentes. Por un lado, las cuotas y restricciones implementadas por Europa y Estados Unidos que han sido un total fracaso. Por el otro, un nuevo sistema comienza a vislumbrarse en Brasil por el cual todos los combustibles compiten de acuerdo con el nivel de reducción de emisiones logrado. De esta manera se fomenta el desarrollo de las mejores alternativas ambientales. Por su nivel de productividad y producción el NEA y NOA presentan importantes ventajas en este aspecto.

### Condicionamientos al desarrollo de biocombustibles de primera generación

#### *Seguridad alimentaria*

La competencia alimentaria instalada tiene en realidad muy escasos sustentos dado el bajísimo impacto relativo de los biocombustibles en la producción agrícola en general. La agricultura y los alimentos en particular son uno de los mercados más controlados y regulados del mundo y ningún país permitirá un impacto que sea negativo sobre la seguridad alimentaria de sus poblaciones. A esto se le suman las nuevas tecnologías disruptivas como las carnes de multiplicación de tejidos o los cambios en las tendencias de dietas de las poblaciones urbanas que liberarían grandes cantidades de superficies hoy dedicadas a la producción de alimentación animal y pastoreo.

En realidad, esta falsa disyuntiva se fomenta desde muchos sectores que tienen particulares intereses. Un aspecto a tener muy en cuenta es el uso que se le da a los alimentos, en gran parte de los países. Un reciente estudio de la FAO estima que casi un 1/3 de los alimentos se desperdician antes de llegar a la boca de los consumidores; si bien estas cifras no tienen la divulgación que corresponde, existe aquí un gran campo de acción. A este fenómeno de desperdiciar más de 1.500 millones de toneladas anuales de alimentos se deben sumar las fuertes distorsiones en los patrones alimentarios con más de 800 millones de habitantes sufriendo obesidad y casi el doble con sobrepeso. Esta realidad muestra que los problemas alimentarios mundiales no se relacionan con la capacidad de producción sino con la distribución del ingreso y un fomento continuo hacia el consumo indiscriminado de alimentos en muchos casos no saludables para el ser humano.

Las controversias mencionadas han impulsado con mayor énfasis estudios y tecnologías capaces de emplear los residuos agropecuarios y forestales. El aprovechamiento de los residuos enfrenta desafíos, atento a dos características fundamentales que son su baja densidad energética (poca cantidad de energía por unidad de peso y/o volumen) y la alta dispersión geográfica (bajos volúmenes distribuidos en amplias superficies). Los desafíos están relacionados al acondicionamiento, logística de transporte y transformación a fin de lograr cadenas competitivas.

Las nuevas reglamentaciones que condicionarían el futuro comercio de los biocombustibles hacen especial hincapié en promocionar alternativas de productos que provengan de residuos de diferente tipo dentro de los cuales los agrícolas conforman un

grupo importante. Los modelos trabajados van siendo incorporados en los últimos años a los criterios generales de sustentabilidad tomados por los países europeos y los Estados Unidos.

Como parte del programa nacional de combustibles renovables “National Renewable Fuel Standard” (RFS), la Environmental Protection Agency (EPA) de los EE. UU., en función de lo requerido por la “Energy Independence & Security act (2007)” ha implementado la norma EISA. Es la primera norma norteamericana que incorpora el concepto de límites y objetivos de mitigación de gases efecto invernadero para combustibles que reemplacen al petróleo, basada en la determinación de parámetros para clasificar cada tipo de combustible alternativo. La EPA se aboca al estudio de una metodología que permita el logro de esos parámetros basándose en el análisis del ciclo de vida de cada producto con énfasis en las emisiones de gases efecto invernadero.

El rango de emisiones directas e indirectas (inducidas por el cambio en el uso del suelo) varía para los diferentes cultivos y adquiere fundamental importancia el tipo de cobertura vegetal que se haya alterado tanto dentro como fuera de los EE. UU. por expansión de la agricultura con destino a cultivos bioenergéticos. El mayor consumo de biocombustibles en determinados países implicaría un mayor uso de tierras extra fronteras. El efecto final de ese avance sería función de:

- Superficie total afectada.
- Tipo de tierra utilizada.
- Emisiones de gases asociada.

#### *Cambio indirecto del uso del suelo*

La EPA reconoce que la introducción del cambio indirecto de uso del suelo (indirect Land Use Change - iLUC) implica aumentar la incertidumbre de los resultados obtenidos. El modelo matemático seleccionado para la expansión extra frontera fue el FAPRI y en los EE. UU. el FASOM. La determinación de los patrones de uso del suelo se realiza mediante el uso de las imágenes de satélite MODIS con una resolución pixel de 1 km entre los años 2001 y 2004. Se explicitan en el documento los errores que presenta esta cobertura que tiene originalmente 17 clases de suelo, reducidos a cinco, aumentando el grado de error. Existen diferencias significativas en algunas clases entre distintas fuentes como, por ejemplo: FAO-FRA 2005 ([fra@fao.org](mailto:fra@fao.org)).

Este tipo de estudios se ha realizado durante los últimos años a escala global incluyendo la Argentina. Es particularmente crítico el uso de este tipo de estudios y criterios precautorios que ya afectan la producción de biocombustibles en la zona NOA y NEA. Por este motivo es importante mantener equipos y desarrollar estudios locales propios que confronten los gruesos errores e incertidumbres que poseen los estudios referenciados. Resulta de vital importancia, determinar con total certeza los cambios de uso de la tierra ocurridos en Argentina en los últimos años y verificar el grado de exactitud de las determinaciones que aparecen en los informes internacionales EPA basadas en la



interpretación de las imágenes satelitales MODIS, utilizadas como base en la modelación de la tendencia de cambios futuros.

### Requerimientos sobre valoración social de los impactos en la región de origen de la materia prima - Sistemas de certificación

En el nivel global, los acuerdos internacionales, como la Cumbre de Río, han llevado a una generalización sobre el uso de indicadores sostenibles referido a temas económicos, sociales y ambientales (Díaz-Chavez, 2015). Desde la Cumbre de Río (1992) ha habido muchas iniciativas para promover el desarrollo sostenible y medir el progreso para alcanzarlo. Los indicadores son herramientas útiles para profundizar el estudio del progreso en alcanzar un desarrollo sostenible. El Capítulo 40 del Programa 21 hace un llamado especial sobre la construcción de indicadores para el desarrollo sostenible. En 1994 la OECD publicó el "Core Set" de indicadores ambientales. Por su parte, el Banco Mundial estableció un marco de indicadores del desarrollo sostenible (Díaz-Chavez, 2003). Desde entonces, los indicadores han ganado importancia y han sido utilizados para una amplia gama de propósitos.

Con el creciente interés en la biomasa y subproductos para biocombustibles y bioenergía, la necesidad de estándares se ha hecho más evidente con respecto a asuntos de sostenibilidad. El aseguramiento para que una producción sea ambiental, social y económicamente sostenible radica esencialmente en demostrar que está contribuyendo a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI); que no produce impactos negativos ambientales y socio-económicos; y que, a su vez, está contribuyendo a impactos sociales positivos.

La relación general entre los aspectos ambientales y socioeconómicos es evidente: "medioambiente" en realidad significa suelo para cultivar un sinnúmero de alimentos naturales y productos medicinales; agua, para beber, lavar y regar los cultivos; y aire para respirar. Resulta evidente que la conservación del medioambiente en realidad implica salvaguardar la producción de alimentos, mantener el sustento y preservar la salud. Es decir, reducción de la pobreza, crecimiento económico y el mantenimiento de los recursos ambientales que sustentan la vida están intrínsecamente vinculados (Rothman, D. S., Amelung, B., & Polomé, P., 2003)<sup>58</sup>.

En general, la producción de biomasa para biocombustibles/bioproductos puede tener impactos socioeconómicos positivos o negativos en la población, así como en las economías locales, regionales y nacionales. En correspondencia, se ha realizado un extenso trabajo en los últimos veinte años en la selección de indicadores en este campo de trabajo.

---

<sup>58</sup> Esta vinculación se expresa en el enfoque de servicios del ecosistema. Los servicios son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Estos incluyen aprovisionamiento, regulación y servicios culturales que afectan directamente a las personas y contribuyen para mantener otros servicios. Los cambios en estos servicios afectan el bienestar humano a través de impactos en la seguridad, el material necesario para una buena vida, salud y relaciones sociales culturales. (*Millenium Ecosystem Assessment*, 2003).

Se analizan a continuación los estándares principales<sup>59</sup> o esquemas de certificación, en uso o en desarrollo, que consideran principios sociales y económicos, criterios o indicadores<sup>60</sup>. Actualmente existe un número de sistemas de certificación voluntaria para cultivos agrícolas y productos forestales que podrían ser utilizados para la producción de bioenergía, entre otros, FSC, PEFC, BSI/Bonsucro, RSPO, RTRS, Aapresid, RSB, SAN, GBEP y ISCC. Algunos esquemas de certificados voluntarios para la agricultura han sido diseñados para cultivos específicos, mientras que otros fueron desarrollados de forma genérica y aplicable a una variedad de cultivos. Los mencionados esquemas de certificación han sido evaluados en cuanto a la cobertura de las siguientes acciones y aspectos ambientales: tierra, agua, aire, biodiversidad, así como carbón y cambio en el uso de la tierra.

El análisis mostró que la gama de estándares de sustentabilidad tiene muchas similitudes en términos de cobertura de aspectos ambientales:

- Casi todos ellos incluyen una fecha límite para el cambio de uso de la tierra.
- La reducción/conservación de carbono en operaciones agrícolas/silvícolas no está bien cubierta.
- Las emisiones de carbono relacionadas al cambio de uso de la tierra están cubiertas explícitamente en los más recientes estándares (BSI/Bonsucro, RTRS, RSB, ISCC, GBEP); pero están implícitas en todas las normas que tienen requisitos de desempeño relacionados con el cambio de uso de la tierra.
- Otras emisiones al aire no están particularmente bien cubiertas.
- La biodiversidad está abordada en todos los estándares revisados, pero el detalle de los requisitos varía considerablemente.

Los enfoques para medir los impactos varían entre los diferentes estándares:

- La mayoría de los esquemas de certificación utilizan los requisitos de rendimiento cualitativo.
- La mayoría tienen parámetros de medición específica para el suelo y varios para el agua.
- Varios estándares tienen interpretaciones nacionales que pueden definir parámetros adicionales de medición y métricas de rendimiento.
- BSI/Bonsucro es el único estándar basado en métricas de rendimiento.
- GBEP es el único estándar revisado sin requisitos de rendimiento.

---

<sup>59</sup> Un 'estándar' se refiere a un conjunto de principios y criterios que se utilizarán consistentemente como reglas, directrices o definiciones de características para asegurar que materiales, productos, procesos y servicios cumplan su propósito. El 'estándar' también definirá indicadores y métodos que se utilizan para medir el cumplimiento de los principios y de los criterios.

<sup>60</sup> Cabe recordar que los indicadores e índices solo son útiles para describir o ayudar a describir una situación. No explican por qué existe la misma. En la Argentina el INTA en el marco del proyecto GlobalBiopact <https://www.globalbiopact.eu/> desarrolló y probó a campo una serie de indicadores en la región NOA. Sin embargo, se encontraron dificultades en poder establecer el efecto diferencial de los biocombustibles del resto de los procesos de transformación agroindustrial de productos agropecuarios.

Durante los últimos dos años se están produciendo avances significativos en la Argentina respecto a estudios y certificaciones internacionales. En el caso del biodiésel se trabaja sobre la homologación de valores default por provincias asimiladas a unidades económicas de la Unión Europea. En el caso de la industria del bioetanol está encarando estudios integrales de huellas y han avanzado a certificaciones internacionales homologables como la 2Bs e ISCC durante el 2019.

#### 5.4. Capacidades productivas, tecnológicas y de innovación potenciales

La oferta de biomasa en el NEA y NOA es amplia y muy abundante; siendo el tema tratado en el capítulo II.3. Existen relevamientos nacionales y regionales que dan una primera aproximación a su cuantificación. Se requiere profundizar en modelos logísticos y de posibilidad de entrega de vectores energéticos eléctrico, mecánico, térmico, así como líquidos, sólidos y gaseosos.

##### *Tecnologías disponibles para el aprovechamiento de residuos agropecuarios*

Existe una variedad importante de tecnologías maduras para dar aprovechamiento a los diferentes tipos de residuos de acuerdo a su constitución física y bioquímica, como también, a los vectores deseados (líquidos, sólidos o gaseosos). A continuación, se analizan las de mayor aplicación a nivel mundial.

##### *Biomasa sólida para combustión*

Uno de los problemas que enfrenta el uso de la biomasa residual es su baja densidad energética. Aumentar la misma es fundamental para reducir los problemas y costos logísticos. Se tratan de procesos físicos que dividen y aumentan la densidad a fin que puedan ser manejados por los sistemas de alimentación y dosificación de calderas y estufas.

El pellet se obtiene de la reconversión de diversos tipos de materia orgánica con mayor énfasis en aquellos provenientes de la explotación, el aserrín y la viruta. El 100 % de la composición del pellet es natural. La materia prima sin tratar se compacta a presión alta sin adición de aglutinantes y se prensa en los llamados pellets, logrando una mayor densidad energética. La propia lignina hace de aglomerante. Este proceso da una apariencia brillante como si estuviesen barnizados y los hace más densos. Controles de calidad sucesivos garantizan un combustible limpio con humedad residual reducida y poder calorífico alto.

El principal uso del pellet es la generación de energía calórica. Su tamaño reducido permite automatizar la dosificación del combustible como si fuese un líquido (fuel oil, gas). Introduciendo únicamente las cantidades necesarias en el momento adecuado, logrando un quemado homogéneo, eficiente y un calor confortable.

El pellet es fácil de manipular, de almacenar, es limpio y seguro. Ofrece un elevado rendimiento, se usa de manera cómoda y respeta al máximo el recurso natural. El porcentaje de cenizas es muy bajo, lo que facilita la limpieza del calefactor.

En el NEA existen empresas de larga trayectoria en esta especialidad con plantas que cumplen normas internacionales como el caso de Lipsia S.A. en Misiones.

El proceso completo consta de varias etapas como secado, triturado, pelletización, enfriado, embolsado y almacenaje. El proceso de pelletización se lleva a cabo mediante un sistema de rodillos cilíndricos que rotan sobre el interior de una matriz anular giratoria generando presión sobre un manto de materia prima, forzando el flujo de la biomasa a través de orificios con diámetros comprendidos entre 6 y 8 mm. En la descarga a través de los orificios, la biomasa se compacta y la velocidad de rotación de la matriz anular determina la longitud del pellet, recomendándose un máximo de 4 veces el diámetro (24/30 mm aproximadamente).

Dentro de las regiones bajo estudio hay gran potencial de aprovechamiento y producción. Existen empresas radicadas en el NEA orientadas al aprovechamiento de residuos forestales. El NOA tiene otras fuentes disponibles como residuos de caña de azúcar y maíz en menor medida.

Existe tanto en el NEA como en el NOA importantes aprovechamientos energéticos a partir de biomasa sin densificar o con densificaciones medias como fardos para uso directamente en calderas. Ejemplos son: Ledesma, Tabacal, Pindó S.A., Alto Paraná, ZENI S.A., Papel Misionero.

La región NOA también muestra avances significativos en el campo de la maquinaria necesaria para recolección y preparación de biomasa. Como ejemplo, se ha patentado a nivel mundial un equipamiento específico que logra el picado y recolección simultánea del despunte de la caña de azúcar. Esta tecnología permite la obtención de un residuo de múltiples usos por su gran calidad y bajo precio relativo.

#### *Digestión anaeróbica para generación de biogás*

Los residuos agropecuarios también pueden componer mezclas en procesos de degradación anaeróbica con la finalidad de producir biogás, una mezcla constituida fundamentalmente por metanos y dióxido de carbono con un poder calorífico entre 5000 y 6000 Kcal/m<sup>3</sup>. La ventaja de este tipo de tecnologías que habitualmente se emplean con codigestión de residuos animales es que los efluentes resultantes del proceso fermentativo son aptos para su empleo como biofertilizantes. De esta manera se contribuye al reciclado de nutrientes en el mismo lugar, con beneficios adicionales desde el punto de vista del aporte de materia orgánica.

Desde el punto de vista agronómico y ambiental estas tecnologías son las más amigables dado que exportan una mínima cantidad de elementos del recurso suelo y lo protegen contribuyendo a su balance de carbono y nutrientes previniendo consecuencias de degradación por erosión o deficiencia de elementos esenciales para el crecimiento de los cultivos (ver ejemplo de implementación de aprovechamiento energético con criterio sistémico).

Otro aporte significativo de estas tecnologías ampliamente desarrolladas y usadas en diversos países es la reducción del poder contaminante sobre todo de los residuos de

origen animal ya que su patogenicidad se reduce significativamente al pasar por este proceso.

El vector energético producido en este caso es un gas que se puede emplear para ser inyectado en las redes mediante su empleo en equipos de cogeneración. La Argentina está creciendo en este rubro con las primeras plantas de alta tecnología bajo construcción que emplean deshechos de cerdos más silos de maíz.

En ambas regiones NEA y NOA existen plantas a escala comercial aprovechando residuos de diferente origen, como la industria del citrus, levaduras, mandioca y producción animal. También hay experiencia y conocimiento de grupos de investigación y desarrollo en universidades y centros de investigación tanto nacionales como provinciales.

La tecnología ha logrado importantes grados de avance a nivel mundial. Hoy tiene altos niveles de confiabilidad y eficiencia, a pesar de depender de un sistema biológico de alta complejidad donde intervienen una serie importante de bacterias que actúan sobre la descomposición de los compuestos orgánicos liberando como gases principales el metano y el dióxido de carbono.

Las aplicaciones son muy diversas como la generación de calor directa, la inyección de gas en redes de distribución, el uso automotor y la generación de electricidad mediante motores o turbinas. Nuevos proyectos internacionales recientemente iniciados como el *DiBiCoo* con la Unión Europea permiten vislumbrar una posible sinergia y expansión de la complementación tecnológica con importantes consecuencias positivas para esta tecnología.

#### *Gasificación, carbonización y pirolisis*

Dejando aparte los procesos enzimáticos para la obtención de bioetanol, las tecnologías actuales dirigidas a convertir lignocelulosa en combustibles líquidos implican principalmente dos procesos termoquímicos: gasificación, y pirolisis. De ellos, la gasificación proporciona probablemente la ruta más flexible para obtener combustibles químicamente equiparables a los generados a partir de recursos fósiles. Entre los factores principales que afectan el proceso de pirolisis se encuentran la temperatura y la rampa de calentamiento de la biomasa. Si el propósito es maximizar la conversión de los productos líquidos resultantes, la pirolisis de la biomasa se hace a temperaturas bajas, alta rampa de calentamiento y tiempos de residencia cortos de los gases.

Para una alta producción de carbón vegetal el proceso se hace a bajas temperaturas y baja rampa de calentamiento. Si se desea maximizar la conversión de los gases combustibles resultantes, el proceso se realiza a altas temperaturas, baja rampa de calentamiento y largos tiempos de residencia de los gases.

El carbón vegetal es un producto sólido, frágil y poroso con un alto contenido en carbono (del orden del 80 %). Se produce por calentamiento en ausencia de aire (hasta temperaturas de 400 a 700 °C) de madera y otros residuos vegetales. El poder calorífico del carbón vegetal oscila entre 29.000 y 35.000 kJ/kg, y es muy superior al de la madera que oscila entre 12.000 y 21.000 kJ/kg.

Existe una amplia tradición regional en la producción de carbón, atento que debe ser tecnificada y mejorada considerablemente para aumentar rentabilidades y rendimientos reduciendo impactos ambientales y sociales adversos. Esta tecnología ha sido marcada como una de las áreas de vacancia en la región NEA con escasa disponibilidad de especialistas para su desarrollo.

Los bio-aceites constituyen una mezcla de productos de la gasificación de biomasa. Son líquidos de color marrón oscuro, corrosivos y con olor a humo, que están formados por compuestos orgánicos polares y agua (aprox. 20 a 25 %). Su formación se debe básicamente a la degradación de la lignina. La composición química de los bio-aceites es muy compleja, están constituidos por una mezcla de más de 400 compuestos.

Dentro de esa mezcla, aproximadamente 40 % está formada por gases combustibles. Cuando se reducen los gases oxidados en el proceso de pirólisis, se forma el denominado "gas pobre". El poder calorífico del gas de pirolisis oscila entre 3,8 y 15,9 MJ/m<sup>3</sup>. Estos valores pueden aumentarse hasta 16,7-20,9 MJ/m<sup>3</sup> mediante una variante del proceso denominada pirolisis flash. El gas obtenido en este tipo de proceso puede utilizarse en motores de combustión interna (Otto o Diesel, en este último caso una pequeña proporción mezclada con Gasoil), en turbinas de gas o en motores de combustión externa (Stirling).

Los bio-aceites retienen hasta un 70 % de la energía almacenada en la biomasa (16 MJ/Kg) pero presentan numerosos inconvenientes para su uso directo como combustibles. Entre ellos cabe destacar la elevada acidez (pH = 2-3), alta viscosidad (cP 35–1000 a 40 ° C), y reducida estabilidad química.

#### *Tecnologías emergentes*

Entre las nuevas tecnologías, las derivadas de la moderna biotecnología abren importantes oportunidades potenciales para la producción de biocombustibles. Se destacan las asociadas a enzimas celulósicas para la producción de Etanol a partir de biomasa celulósica (rastrojo de maíz, bagazo, residuos de madera, aserrín, entre otros), como también de residuos industriales y municipales. Empresas multinacionales líderes en los agronegocios y en la producción de insumos biotecnológicos están realizando importantes inversiones en la exploración de nuevas alternativas tecnológicas, mientras que los gobiernos de países industrializados implementan programas de apoyo para el desarrollo de las mismas.

#### *Condicionantes al uso de residuos para la producción de bioenergía a gran escala*

Cuando se plantea el retiro y empleo de residuos de cultivos nos enfrentamos con una nueva exigencia sobre el agroecosistema que debe ser valorada en cada situación en particular. Los cultivos extensivos de especie gramíneas son potenciales fuentes de materia prima lignocelulósica para la producción de energía, dada su relativa mayor eficiencia de conversión de la energía solar en compuestos orgánicos. Una vez realizada la cosecha de estos cultivos queda en el lote de producción una cantidad importante de biomasa de "residuos de cosecha" llamados comúnmente rastrojos. El rastrojo está

compuesto principalmente, por cañas (macollos secos) que tienen una alta relación C/N y alta proporción de lignina y celulosa en sus tejidos. Descontando los requerimientos del sistema suelo para mantener sus contenidos de materia orgánica y la compleja red trófica de organismos presentes, el rastrojo en exceso podría ser utilizado como materia prima para la generación de energía.

La energía contenida en los rastrojos, como toda la biomasa vegetal, proviene de la almacenada en los vegetales al realizar la fotosíntesis con el uso del agua y de los nutrientes del suelo para transformarla en sustancias orgánicas complejas. La posibilidad de realizar un uso alternativo sustentable y rentable de los rastrojos, podría contribuir a promover la incorporación con mayor frecuencia de las gramíneas en las secuencias de rotaciones de cultivos. Promover rotaciones con mayor proporción de gramíneas especialmente el maíz o el sorgo tiene implicancias positivas sobre la sustentabilidad de los sistemas agrícolas (Alvarez *et al.*, 2006). Estos cambios son particularmente deseables para la generalidad de la Región Pampeana donde el monocultivo de soja es el sistema preponderante.

La extracción de residuos también tiene su impacto sobre el balance general de nutrientes de cada agroecosistema, siendo particularmente crítico para los sistemas productivos de las regiones NOA y NEA donde solo considerando la extracción de granos se llega a una situación de desbalance entre lo repuesto y lo que se extrae. La discusión referente a la recolección y manejo de los rastrojos es muy amplia y compleja por la gran diversidad de escenarios edáficos, de eco-regiones y de sistemas productivos que se implementen en cada situación. Para poder realizar estimaciones que permitan evaluar escenarios alternativos, se pueden emplear modelos similares a los desarrollados para el balance de carbono, debiéndose agregar un término que considere la necesidad de cobertura. Este término debería estimar la cantidad de rastrojo que es necesario dejar en el lote para evitar pérdidas de agua, reducir los riesgos de erosión y como fuente de materia orgánica (MO). Estas necesidades variarán, además, con el área considerada dentro del NOA y del NEA, pero debiéndose tener en cuenta que se está en una región con fuerte insolación y temperatura que produce un aceleramiento de los procesos de mineralización y pérdida de materia orgánica.

En los esquemas productivos donde, por distintas circunstancias, no se realizan actividades ganaderas, el aprovechamiento racional de los rastrojos puede venir de la mano de la utilización de ese excedente como materia prima para otros sistemas productivos agropecuarios, como también otros usos, como por ejemplo el bioenergético. La factibilidad en cuanto a la sustentabilidad posible del uso alternativo de los rastrojos como base bioenergética está comenzando a ser considerado y estudiado tanto en el ámbito local como global. Algunos trabajos previos han evaluado el impacto de la remoción de proporciones crecientes de rastrojo de maíz sobre la fertilidad química (disponibilidad de nutrientes), física (estabilidad estructural) y biológica (abundancia de lombrices). Estos trabajos, en general, coinciden en recomendar remociones no mayores del 25 % del rastrojo total de maíz. En una de las áreas específicas de estudio se evaluó

los diferentes factores que condicionan el uso del RAC (Residuo Agrícola de Cosecha) a gran escala (NOA, caña de azúcar).

Los ensayos realizados y trabajos de investigación en curso bien pueden servir de base para identificar integralmente áreas agroecológicas, así como, sistemas de manejo y rotación que puedan permitir o no la extracción de parte de los rastrojos en equilibrio con la sustentabilidad y dinámica del suelo para cada situación particular. Nuevamente confrontamos situaciones en que las “recetas generalizadas” demuestran fuertes limitaciones para resolver estos desafíos agronómicos y productivos. En cambio, mayor precisión e integración de conocimiento entre tecnologías de procesos deberá ser volcada no sólo en la investigación aplicada sino también en la extensión para la correcta instrumentación potencial de la práctica.

Aun se requiere de la realización de ensayos para la evaluación de la factibilidad o no de la práctica de recolección de rastrojos y sus consecuencias en el suelo en diferentes entornos, bajo diferentes esquemas de rotación y con variados niveles tecnológicos; como para evaluar la potencialidad de recolectar un nivel de 10 %, 25 % o 40 %. Con estos resultados se podrá disponer de información de base para responder a las demandas y/o alertar sobre los riesgos y conflictos que este tipo de prácticas pueden generar en la dinámica y estabilidad de los suelos y de los sistemas agroecológicos del país.

#### Aspectos ligados a producción vegetal

En la región NOA, se han relevado casos puntuales donde se concretaron varias etapas de una primera fase de estudio sobre cultivos estratégicos. En este tema particular se halla la mayor falencia asociada a la falta de inversión de recursos, dado que se requiere una ampliación de las especies a estudiar. Esta nueva demanda de trabajo requerirá de un análisis y replanteo profundo, debiendo sumar los aportes de todos los organismos de CyT presentes en las regiones NEA y NOA. Para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la competitividad se requiere profundizar estudios sobre especies nativas alternativas que deben ser abordados mediante acciones conjuntas de investigadores ligados a los recursos biológicos y genéticos, así como con los responsables territoriales de dichos recursos.

A esto se debe sumar los efectos de la ley de bosques, el mantenimiento de áreas verdes y el cumplimiento de la Ley N° 27.191 de Energías Renovables que estipula un 20 % de fuentes renovables en la matriz energética para 2025. De esta forma, la Argentina superaría el compromiso asumido en París de conseguir una meta de 12 % a 2030 y un 8 % adicional con apoyo internacional.

Con respecto al uso de la tierra, la propuesta argentina tiene pendiente desarrollar con mayor rigurosidad su compromiso en el sector forestal que representa la mitad de la matriz de emisiones por las altas tasas de deforestación. La asignación efectiva de los fondos estipulados por la Ley de Bosques N° 26.331 junto con la promoción de modelos agrícolas, ganaderos y forestales, como la iniciativa de Manejo del Bosque con Ganadería Integrada (MBGI) del Ministerio de Agroindustria y la Dirección de Bosques, permitiría un



incremento en la fijación de carbono en bosques y suelo junto con la conservación de la biodiversidad y los ciclos de agua.

En lo referente al desarrollo de estudios de base sobre recursos biomásicos, con su caracterización y geo-espaciamento, los avances han sido muy significativos en el plano nacional. El INTA ha volcado su experiencia en el desarrollo de nuevos estudios WISDOM en el marco del programa PROBIOMASA. Es necesario socializar esta información con el volcado y sistematización total de la información en plataformas de libre acceso como el visor GeoINTA y el visor SIG del Ministerio de Energía.

### Consideraciones sobre el NEA

En el NEA, los proyectos de generación de bioenergía son la principal alternativa de reactivación económica para las pymes industriales y productores, ya que movilizarían la demanda y mejorarían el precio actual de la biomasa que generan casi 600 aserraderos activos en la provincia de Misiones solamente. Desde la Mesa Forestal Provincial de Misiones se señala la necesidad de tener previsibilidad al momento de analizar proyectos. Por esa razón se acordó en generar acciones ante la Mesa Nacional de Competitividad, que permita transparentar las reales oportunidades de proyectos público-privados frente a la próxima Ronda 3 del Plan RenovAr o el programa que lo sustituya en la nueva administración.

La Subsecretaría de Energía de Misiones sostuvo al respecto que *“el gobierno provincial es el más interesado en transformar y movilizar el recurso que hoy está disponible en los casi 3 millones de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de residuos en los bosques, sumado a lo que pueda generar la industria entre aserrín, chip, virutas y costaneros. Misiones está consumiendo 2.600.000 kw hora por año; al valor de referencia que toma el Estado Nacional de 50 dólares el Kw/hora, la provincia estaría transfiriendo al resto del país alrededor de 130 a 140 millones de dólares por año, por la energía que consumen los misioneros. Por lo tanto, la provincia posee tanto los recursos como la demanda interna que ha crecido en los últimos 25 años a un ritmo superior del 6,5 % promedio”*.

Cuando se proyecta esta tasa, se puede estimar que en 10 años el consumo de los misioneros sería el doble de la energía que se consume en la actualidad. Por otro lado, ese valor de referencia de 50 dólares, tiene un camino de desmantelamiento de subsidio por parte del gobierno nacional, hasta llegar al “mix” del costo de generación, que hoy está por encima de los 75 dólares el megavatio/hora. Por lo tanto, con estos números, no se puede dudar de dar impulso al aprovechamiento sustentable de los recursos biomásicos del NEA para producir la energía que consume.

La gran traba para avanzar, es la falta de confianza de los productores. Se está trabajando desde hace más de dos años en estudiar la factibilidad de proyectos. Se realizan reuniones con los propietarios y productores de la biomasa generada por los residuos de la cadena forestal buscando constituir la base técnica para un lanzamiento. El programa RenovAr exige firmar contratos a 20 años, a un precio fijo en dólares. Por lo tanto, el

propietario y el inversor de la usina de biomasa tienen que lograr acuerdos y confianza para firmar contratos que aseguren un precio en dólares por el combustible (la biomasa).

En la última convocatoria del RenovAr se puso un incentivo decreciente para fomentar las pequeñas usinas de biomasa, y es vital para los intereses del NEA que esta regla se mantenga, para asegurar el aumento de las inversiones en este tipo de usinas. En la región de la Mesopotamia, entre las provincias de Entre Ríos y Corrientes se dispone del recurso y se cuenta con 450 MW instalados de generación térmica que quema gasoil. Sería racional establecer un precio para la generación con biomasa forestal que cierre los costos de los actores, tomando en cuenta que los valores de las licitaciones RenovAr son de 110 dólares, más un incentivo decreciente, contra 400 dólares que sale pagar el gasoil que se quema en las usinas del nordeste argentino.

### 5.5. Problemas y oportunidades

A continuación, se identifican diferentes fuerzas impulsoras, restrictivas o disruptivas que, en base al análisis efectuado, pueden incidir en el desarrollo de la bioenergía en el futuro, a 20 años. Se complementa con una justificación y aclaración sobre sus posibles evoluciones, aportando también un análisis FODA que incluye todos los factores.

#### *Fuerzas impulsoras*

- Avances en las tecnologías de comunicaciones e informáticas que posibilitan la operación estable y continua a distancia de plantas de pequeño tamaño ubicadas cerca de los lugares de generación de biomasa.

Un ejemplo en este sentido lo constituyen las plantas *MiniDest* de concepción y desarrollo nacional. *MiniDest* son pequeñas destilerías modulares, automáticas y de operación remota, para ser instaladas en establecimientos agropecuarios con la finalidad de producir etanol de maíz y alimento animal, agregando valor en origen. Este tipo de plantas funcionan totalmente integradas a los procesos del campo. Es un concepto innovador, ideado para maximizar el resultado de los establecimientos agropecuarios, ya que permite industrializar el maíz en su lugar de cosecha, obteniendo energía limpia y alimento animal de alto valor nutricional. La tecnología se presenta como una solución para el productor agropecuario, respondiendo a la necesidad de reducir los costos de logística y el uso de energía. Permite integrar la industria a la actividad del campo promoviendo una economía circular.

- Nuevas fuentes de energía.

A partir de 2016 se produce un cambio de política que incluye el fomento a las energías renovables para incorporar a la matriz energética 1000 MW año, llegando al 2025 a 10.000 MW. Junto a un incremento en la producción de shale gas y shale oil posibilitarían el autoabastecimiento en los próximos años.

### *Fuerzas restrictivas*

- Nivel macroeconómico
  - Cambios permanentes en las políticas nacionales e internacionales con variaciones significativas de las reglas de juego.
  - Medidas restrictivas al comercio internacional.
  - Condicionantes macroeconómicas de la Argentina (inflación, déficit comercial, déficit fiscal, endeudamiento).
- Deficiencia energética

A nivel nacional, a partir del 2010 se acentuó un déficit crónico de energía provocado por el creciente agotamiento de las fuentes fósiles en explotación, unido a un crecimiento sostenido de los consumos. Esto provocó una creciente dependencia de importaciones de combustibles líquidos y gaseosos con la consiguiente pérdida de divisas para el país y su impacto en la balanza de pagos (en 2013 se produce un record de importaciones por 13.000 millones de dólares). Posteriormente debido al estancamiento económico y la explotación de yacimientos no convencionales, la importación se reduce en volumen y a seguir en monto por la baja del precio internacional del petróleo.

- Deficiencias en infraestructura y transporte

En la actualidad, el movimiento de granos en Argentina es eminentemente carretero; el 91 % se efectúa con camión, 8 % por ferrocarril y 1 % en barcaza. Estos porcentajes difieren sustancialmente con respecto a otros países productores, como EE. UU., donde 60 % del movimiento es fluvial, o en Brasil donde la participación del ferrocarril es de aproximadamente 30 %. Es importante notar que el movimiento de granos en Argentina históricamente se ha desarrollado en dos etapas: el trayecto entre zona productora y acopio (cooperativa), que comprende un denominado flete “corto” debido a la cercanía entre origen y destino; y el transporte desde zona de acopio a puerto o industria conocido como flete “largo”. La integración observada en la comercialización de granos en las últimas dos décadas impulsó el movimiento directo desde producción a industria o zona portuaria, reduciéndolo así a una sola etapa. Esta realidad implica un enorme desafío desde el punto de vista ambiental y económico dado el impacto sobre toda la cadena de transformación.

### *Fuerzas disruptivas*

- Desarrollo de productos cárnicos de laboratorio que produzcan cambios significativos en la producción animal tradicional y confinada.
- Inclusión de productos en “biofábricas”, por ejemplo, la quimosina en cártamo, que viabilicen económicamente el desarrollo de determinado cultivo y su industrialización local.

Estos factores pueden ser ordenados en términos de un análisis FODA:

#### *Fortalezas*

- Elevada competitividad estructural y tecnológica de la cadena.
- Importante nivel de investigación, desarrollo y adopción de tecnología aplicada al cultivo.
- Posibilidad de continuar incrementando los rendimientos unitarios.
- Gran capacidad para generar empleo genuino, con amplia cobertura en el NOA y NEA mostrando alto impacto en las comunidades de la región.
- Importancia de los cultivos multipropósito en la rotación para una agricultura sostenible.
- Alta participación en los mercados internacionales con numerosos destinos, en granos y otros productos.
- Existencia de asociaciones por cadena de producto (ACSOJA, MAIZAR, Cámara de Alcoholes, etc.) que convoca a todos los integrantes de la cadena de valor, en base a un clima de intercambio y diálogo permanente entre sus integrantes, fortaleciendo el capital social.

#### *Oportunidades*

- Demanda mundial creciente para los biocombustibles.
- Alta disponibilidad de herramientas biotecnológicas aplicadas a los cultivos y a las industrias transformadoras.
- Nuevos usos de la biomasa. Nichos de alto valor y cambios de hábitos de consumo tradicionales (nuevos materiales, nutraceuticos) que impulsarían el desarrollo de nuevas industrias de transformación.
- Creciente uso de energías renovables: biocombustibles. La demanda para la obtención de energías alternativas es creciente y sostenida a nivel local con el

#### *Debilidades*

- Sistema fiscal inestable e impredecible para la inversión y transformación productiva.
- Logística de transporte (vial, ferroviario y fluvial) ineficiente y no adecuada a la producción y comercialización.
- Insuficientes líneas de crédito, con tasas y plazos adecuados para los distintos eslabones de la cadena.
- Escasa utilización, difusión y acceso a herramientas de cobertura de mercado y seguro agrícola.
- Insuficiente nivel de adopción de buenas prácticas agrícolas, especialmente en relación con la sustentabilidad del recurso suelo.
- Baja diferenciación por calidad. El proceso de comercialización, sea por razones normativas o de infraestructura, no incentiva la diferenciación.
- Insuficiente difusión de precios de consumo interno.

#### *Amenazas*

- Barreras arancelarias, para-arancelarias (normas técnicas, sanitarias y fitosanitarias) y subsidios.
- Sistema de aprobación de eventos genéticos de menor celeridad, en relación a lo que hacen países competidores.
- Riesgo de que el mercado de semillas evolucione hacia una estructura no competitiva.
- Desarrollo de nuevas tecnologías, ej.: AFEX que generarían productos para alimentación y bioenergía a partir de residuos celulósicos.

- incremento del porcentaje de cortes obligatorios como internacional.
- Aparición de tecnologías disruptivas como la de carnes artificiales y su posible impacto en la demanda de granos forrajeros.
- Profundización de los vínculos entre las cadenas de valor para generar sinergias entre ellas.

## 5.6. Conclusiones

El Norte argentino presenta ventajas comparativas respecto a los factores que inciden sobre la disponibilidad de biomasa excedente para ser destinada a recursos bioenergéticos.

El mercado internacional se caracteriza por un marco regulatorio cambiante a lo largo del tiempo; está orientado a limitar la provisión de vectores bioenergéticos o a condicionar su ingreso al establecer demandas ambientales crecientes.

Los mercados regionales y nacionales están fuertemente regulados por el Estado. Las modificaciones a lo largo del tiempo y el no cumplimiento de las regulaciones de mercado condicionan el desarrollo y la subsistencia de empresas que han incursionado en este rubro.

Existen actividades agropecuarias y forestales en la región que permiten superar limitantes que normalmente se encuentran en la cosecha, densificación, transporte y almacenamiento de la biomasa con fines bioenergéticos.

El desarrollo de aprovechamientos más complejos en biorrefinerías, está acotado y limitado por los tamaños y posibilidades de mercados para los diferentes tipos de productos generados. Por lo general, los mercados locales no son suficientemente importantes y se requiere incursionar en aquellos más alejados sumando los costos logísticos de colocación.

El cumplimiento de los objetivos de desarrollo sustentable (ODS), sumado a los acuerdos internacionales de reducción de gases efecto invernadero (GEI) pueden ayudar a dar mayor impulso al desarrollo de diferentes tipos de biocombustibles en la región.

El grado de desarrollo tecnológico a pesar de tener diferencias entre el NOA y el NEA, y aún dentro de ellas, es adecuado no presentándose fuertes limitaciones. Las carencias pueden ser cubiertas por la importación de partes y componentes en una primera etapa hasta lograr el desarrollo de proveedores locales.

La valorización de los impactos del desarrollo de la bioenergía es una temática compleja dado que los efectos entre productos y coproductos se mezclan, siendo imposible separarlos al estar ligados los procesos de ambos componentes.

Existen en ambas regiones empresas y emprendimientos de bioenergía a escala comercial desarrollados y con una importante experiencia acumulada a lo largo de los años de funcionamiento. Este desarrollo permite detectar tanto desarrolladores como proveedores locales de máquinas y componentes.

La implementación de incentivos y políticas promocionales a nivel nacional han mostrado que la región responde mediante el desarrollo y puesta en marcha de diversos emprendimientos que aprovechan las ventajas locales de competitividad.

Las posibilidades de desarrollo actuales y potenciales de la región abarcan todos los vectores posibles de bioenergía (sólidos, líquidos y gaseosos) así como sus productos en forma eléctrica, térmica y mecánica.

### Bibliografía

- AIPE. (mayo, 1998). *EPS Il polistirene e l'impatto ambientale*. Milán: Ed. BE-MA.
- Álvarez, C. R., Taboada, M. Á., Bustingorri, C. & Gutiérrez Boem, F. H. (2006). Descompactación de suelos en siembra directa: efectos sobre las propiedades físicas y el cultivo de maíz. *Ciencia del suelo*, 24(1), 1-10. Recuperado de [https://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol\\_24n1/alvarez\\_carina\\_1-10.pdf](https://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_24n1/alvarez_carina_1-10.pdf)
- Approved consolidated baseline and monitoring methodology ACM0017 "Production of Bioethanol for use as fuel" - v.01.1 - UNFCCC - CDM Executive Board. <http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/WENY1VXSSZHD73WXG3RXX8KNAICCAT>
- Argentina. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2015). Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Recuperada de <http://ambiente.gob.ar/tercera-comunicacion-nacional/>
- Asal, S. and Marcus, R. (2015). *An analysis of the obstacles to the development of a sustainable biodiesel industry in Argentina*. Université Paris-Dauphine.
- Asal, S. and Marcus, R. (2005). *Biomass energy potential in Argentina*. Université Paris-Dauphine.
- Asal, S., Marcus, R. and Hilbert. J. A. (june, 2006). Opportunities and obstacles for sustainable biodiesel production in Argentina. *Energy for Sustainable Development* 10(2), 88-98.
- Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). (2016). Resolución 240 de 2016, por la cual se adoptan las normas aplicables al servicio público domiciliario de gas combustible con biogás y biometano. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.
- Díaz-Chavez, R. A. (2015). Evaluación de principios, criterios e indicadores socioeconómicos existentes para la producción y conversión de biomasa. En J. A. Hilbert y S. Galligani (eds.), *Impactos socioeconómicos en la producción de bioenergía* (cap. 3, pp. 63-88).
- DIRECTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:es:PDF>
- EBA. (2014). *Biogas Barometer*. EurObserv'ER.

- EBA. (2016). *Reporte estadístico de la European Biogas Association, 6° edición*. Recuperado de <http://european-biogas.eu/2016/12/21/eba-launches-6th-edition-of-the-statistical-report-of-the-european-biogas-association/>.
- FAO. (2018). Relevamiento nacional de biodigestores. *Relevamiento de plantas de biodigestión anaeróbica con aprovechamiento energético térmico y eléctrico*. Colección Documentos Técnicos N.º 6. Buenos Aires. Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa (UTF/ARG/020/ARG).
- FAO – Ministerio de Desarrollo Productivo – Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa – PROBIOMASA. <http://www.probiomasa.gob.ar/sitio/es/biblioteca.php>
- Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2013). *Guía sobre el biogás. Desde la producción hasta el uso*. Deutsche. Eschborn (Alemania). Recuperada de <https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/l/e/leitfadenbiogas-es-2013.pdf>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC), Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y Agencia Internacional de la Energía (AIE). (1997). *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996*. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/spanish.html>
- Hilbert, J. A. (2016). *Bioenergía y biorefinerías el nuevo desafío*. Presentación realizada en Expoagro 2016 Research gate DOI: 10.13140/RG.2.1.2557.0161
- (2017). *Bioenergía y biorefinerías una visión sistémica*. Publicación de la Universidad Nacional de San Martín - Futuros energía.
- (Julio, 2015). *Systemic approach to biofuel studies in Argentina*. Presentación realizada en: Michigan State University, Wisconsin Energy Institute, Michigan Tech University y Argonne Laboratory en Estados Unidos. Research gate DOI: 10.13140/RG.2.1.5178.4561
- (noviembre, 2018). *UE High and low iLUC risk biofuels under the recast of the renewables energy directive*. Research gate DOI: 10.13140/RG.2.2.22096.56321.
- (noviembre, 2015). *Visión sistémica de biorefinerías ligadas a la producción de alimentos y energía*. Anales 3er Congreso Iberoamericano sobre Biorefinerías (CIAB), 4to Congreso Latinoamericano sobre Biorefinerías, y 2do Simposio Internacional sobre Materiales Lignocelulósicos Concepción, Chile. <http://biocomp2016.cl/wp-content/uploads/2015/12/Abstracts2.pdf>
- presentación ppt  
<https://dl.dropboxusercontent.com/u/913558/PDF/JHilbert%20INTA%20biorefineries%20Concepcion%20Chile.pdf>
- Huerga, I., Hilbert, J. A. Donato, I. *Balances Energéticos de la Producción Argentina de Bioetanol con datos locales de la etapa industrial*. INTA - IIR-BC-INF-03-09. [http://www.inta.gov.ar/info/bioenergia/balancesenergia\\_proproduccionBioetanol.pdf](http://www.inta.gov.ar/info/bioenergia/balancesenergia_proproduccionBioetanol.pdf)
- HLPE. (september, 2017). *Nutrition and food systems: a report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food*

- Security. Rome. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/hlpe/hlpe\\_documents/HLPE\\_Report\\_s/HLPE-Report-12\\_EN.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Report_s/HLPE-Report-12_EN.pdf)
- International Energy Agency. (2017). *World Energy Outlook 2017*. Francia: IEA. Recuperado de <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017>
- IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>
- ISCC 205 GHG Emissions Calculation Methodology and GHG Audit. <http://www.iscc-system.org/uploads/media/ISCC205GHGEmissionCalculationMethodologyandGHGAudit.pdf>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2003). *Ecosystem and Human Well-Being. A Framework for Assessment*. Island Press.
- MINEM. (2017). *Ofertas adjudicadas RenovAr Ronda 2*. Ministerio de Energía. Recuperada de [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/20171129\\_renovarr2-adjudicacion\\_prensa.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/20171129_renovarr2-adjudicacion_prensa.pdf).
- Panichelli, L. (noviembre, 2006). *Análisis de Ciclo de vida (ACV) de la producción de biodiésel (B100) en Argentina*. (Especialización en Gestión ambiental de sistemas agroalimentarios). Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Escuela para graduados Alberto Soriano, Buenos Aires. Recuperada de <http://anterior.inta.gov.ar/iir/info/documentos/energia/panichelli2006.pdf>
- PSE PROBIOGAS. (2007). Uso en redes de gas natural. *Desarrollo de sistemas sostenibles de producción y uso de biogás agroindustrial en España*. Ministerio de Ciencia e Innovación de España (disponible en [http://213.229.136.11/bases/ainia\\_probiogas.nsf/0/E7335CFC-81BF4BC0C125773D002A60C2/\\$FILE/Cap4.pdf](http://213.229.136.11/bases/ainia_probiogas.nsf/0/E7335CFC-81BF4BC0C125773D002A60C2/$FILE/Cap4.pdf)).
- PSE PROBIOGAS. (2009). *Desarrollo de sistemas sostenibles de producción y uso de biogás agroindustrial en España*. Rueda de prensa 9 de julio de 2009. PROBIOGAS. Recuperada de (<https://www.ainia.es/html/sites/09/portalsociado/probiogas-portal.pdf>).
- Rothman, D. S., Amelung, B., & Polomé, P. (2003). Estimating Non-Market Impacts of Climate Change and Climate Policy. En *OECD Workshop on the Benefits of Climate Policy: Improving Information for Policy Makers*. France: Organization for Economic Cooperation and Development. ENV/EPOC/GSP(2003)12/FINAL. Recuperado de <https://www.oecd.org/env/cc/2483779.pdf>
- Wood, S. & Cowie, A. (june, 2004). *A Review of Greenhouse Gas Emission Factors for Fertilizer Production*. Research and Development Division, State Forests of New South Wales. Cooperative Research Centre for Greenhouse Accounting - For IEA Bioenergy Task 38. [http://www.ieabioenergy-task38.org/publications/GHG\\_Emission\\_Fertilizer%20Production\\_July2004.pdf](http://www.ieabioenergy-task38.org/publications/GHG_Emission_Fertilizer%20Production_July2004.pdf)



## **6. Bioproductos\***

### **6.1. Encuadre general**

La economía del futuro estará basada en hidratos de carbono. Las materias primas renovables están destinadas a reemplazar gradualmente a los combustibles fósiles de la actual sociedad petrolera. Las ciencias de la vida y la biotecnología son vitales para abordar las crecientes demandas mundiales de cultivos de alimentos, forrajes, fibras y productos químicos.

Además del proceso por el cual se está reemplazando al petróleo como fuente de energía, también se transita otro cambio que imprime fuerza en este sentido, y tiene que ver con las costumbres de los consumidores a partir de procesos culturales que han incluido como una nueva variable la sustentabilidad ambiental para productos y procesos.

Este hito comienza a ser impulsado a partir de la Cumbre Ambiental Rio92, luego de manera autónoma por los gobiernos nacionales, más tarde por grupos de países (Uniones aduaneras p. ej.), hasta llegar a la actualidad en que las regulaciones y reglamentaciones gubernamentales se constituyen como una de las principales fuerzas impulsoras para el desarrollo de los bioproductos.

Se denomina “bioproducto” a aquellos bienes obtenidos a partir de una materia prima (biomasa) provenientes de organismos vivos que, mediante procesos productivos (transformaciones biológicas, bioquímicas, térmicas, químicas, físicas, mecánicas, etc.), transforman a la biomasa original, en un bioproducto. Esta biomasa puede ser de primer uso o provenir de usos anteriores (residuos de procesos previos). Bioproductos más sofisticados son producidos mediante la aplicación de la “biotecnología” que utiliza enzimas, hongos, bacterias y otros microorganismos de manera eficaz, efectiva y eficiente para generar valor. En el presente capítulo se pondrá énfasis en los bioplásticos, biolubricantes y biofibras.

Se presentará información respecto a la situación de estos productos, la generación de residuos y el impacto en el medio ambiente. Será analizada la situación en el mercado internacional y de las aplicaciones. A su vez, se plantean estrategias tecnológicas para su desarrollo, en particular, a partir de recursos del NOA y NEA. Se analizan también factores que contribuirán al crecimiento global del mercado de los bioproductos seleccionados.

### **6.2. Inserción en el contexto mundial**

El proceso de lenta sustitución de recursos de origen fósil iniciado en 1974 con la crisis del petróleo llega hasta nuestros días potenciado por el horizonte finito que presentan las reservas mundiales de petróleo, conjuntamente, con los precios crecientes y controlados de este tipo de energía y la necesidad de diversificar la matriz energética para reducir la dependencia de un recurso estratégico para el desarrollo de los países.

---

\* Elaborado por Patricia Eisenberg (INTI), con la participación de Alejandro Saavedra (INTA) y los siguientes profesionales del INTI: María de los Angeles Cappa, Cecilia Takashima y German Pasetti.

De esta manera, estamos presenciando como las materias primas renovables están destinadas a ir reemplazando gradualmente las fuentes de origen fósil (petróleo, gas y carbón), tanto combustible como materias primas para la industria química.

Las crecientes regulaciones sobre aspectos ambientales (de índole global) y gubernamentales afectan positivamente la generación de bioproductos. Estas fueron creadas principalmente por Estados Unidos y la UE, y aplicables sobre productos y procesos tanto para el mercado interno como el internacional. Las regulaciones abren un camino de oportunidades para el Norte argentino al ingresar tierras aptas para el cultivo –principalmente– de oleaginosas y caña de azúcar, transformándolas en bioproductos con un alto agregado de valor.

### Bioplásticos

Los plásticos se han convertido en un material ineludible en el mundo moderno. La combinación de sus propiedades funcionales, el relativo bajo costo y fácil procesamiento ha dado lugar a que su empleo haya aumentado casi 20 veces en los últimos 50 años.

La producción de plásticos aumentó de 15 millones de toneladas en 1964 a 311 millones de toneladas en 2014 y se espera que este crecimiento se duplique en los próximos 20 años, debido al fuerte y continuo crecimiento en la producción, expansión del beneficio de su uso a más usuarios y a campos de aplicación más amplios (World Economic Forum, 2017).

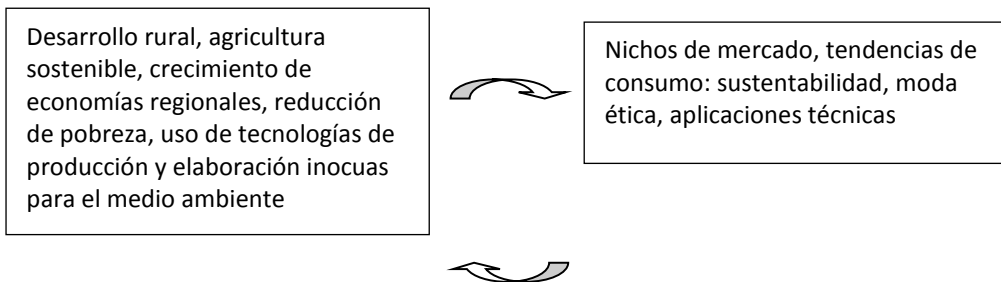
### Biolubricantes

En el caso específico de los lubricantes la transición de aceites de base mineral a lubricantes biodegradables a partir de materias primas renovables es impulsada principalmente por regulaciones gubernamentales que han puesto como objetivo minimizar el impacto ambiental relacionado al uso de los lubricantes.

El papel tradicional de la agricultura se ha extendido recientemente a las aplicaciones no alimentarias, incluidos los biolubricantes a base de aceites vegetales, ésteres de cera y carbohidratos. Los aceites de colza, soja y girasol se encuentran cada vez más presentes en aplicaciones industriales para la producción de biolubricantes más allá de su uso oleoquímico. El aumento de la presión sobre los commodities comestibles globalmente limitados plantea amenazas comerciales y éticas. Como la biomasa tiene un potencial de aceite comestible limitado, el desarrollo de una química agrícola no alimentaria para aplicaciones químicas tiene claras ventajas. La biotecnología es vital para abordar las crecientes demandas globales de cultivos para uso industrial químico.

### Biofibras

El interés global por las fibras naturales o regeneradas tiene dos grandes ejes conductores:



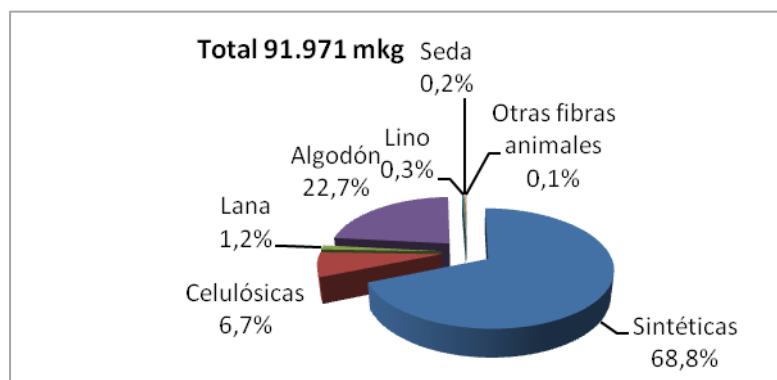
La clasificación de las fibras textiles se presenta en el Cuadro 10.

**Cuadro 10. Clasificación de las fibras textiles**

FIBRAS NATURALES				FIBRAS MANUFACTURADAS		
Celulósicas / de plantas	Pelos de animales	Minerales	Caucho natural	Bio-based (bio materiales)		Oil-based (sintéticas)
Algodón Lino Yute Cálamo Bambú Otras	Lana Seda Cashmere Mohair Fibra de camélido Camello Conejo	Asbesto	Caucho	Celulosa regenerada Rayón Viscosa Modal Lyocell Acetato	Nuevos desarrollos Celulosa regenerada Rayón Viscosa Modal Lyocell Acetato	Poliéster Poliamida Acrílico Aramida Elastano

En la Figura 14 se presenta la participación de los diferentes tipos de fibras en la producción mundial.

**Figura 14. Producción mundial de fibras, año 2016**



El algodón es la principal fibra natural de origen vegetal. Su participación en el mercado mundial de fibras viene disminuyendo desde hace 40 años respecto a las fibras sintéticas; esto se explica principalmente por la caída de la rentabilidad que se tradujo en una reducción del 70 % del área sembrada mientras que la producción cayó un 90 % en este periodo (FAO, 2017). No obstante, existe actualmente un cambio de tendencia para este sector mostrando un aumento del consumo mayor a la producción durante dos temporadas consecutivas.

El resto de las fibras vegetales fuera del algodón, se clasifican en fibras duras (por ejemplo, el abacá, el bonote y el sisal) y las fibras blandas (por ejemplo, el yute y el kenaf). La investigación está demostrando cada vez más los beneficios técnicos y económicos que representa la inclusión de componentes naturales en los productos industriales, en áreas como biocomposites, geotextiles y aplicaciones en arquitectura, industria automotriz y aeroespacial. Por tanto, se están elaborando productos competitivos a base de fibras naturales que arrojan buenos resultados técnicos y perjudican menos el medio ambiente que los actuales productos basados en materiales petroquímicos.

Los productos diversificados, como los geotextiles y los compuestos, se fabrican en cantidades relativamente pequeñas, constituyendo nichos de mercado con productos de alto valor.

### 6.3. Situación actual

#### *Bioplásticos*

En América Latina, Brasil, Argentina, Colombia, Chile y México son los mercados más dinámicos (Ortega Leyva, 2009). La actividad en estos países de empresas como Braskem, NatureWorks, Novamont, Cereplast y FKUR, entre otras, a través de oficinas propias o representaciones abre a las industrias transformadoras de plásticos la posibilidad de contar por vía directa con bioplásticos para su implementación en proyectos comerciales (Cuadro 11).

**Cuadro 11. Empresas proveedoras de bioplásticos en América Latina**

<b>País</b>	<b>Empresas</b>
México	NatureWorks
Colombia	NatureWorks;
Brasil	NatureWorks; Cereplast, Braskem
Chile	NatureWorks; Novamont Spa
Argentina	Novamont Spa

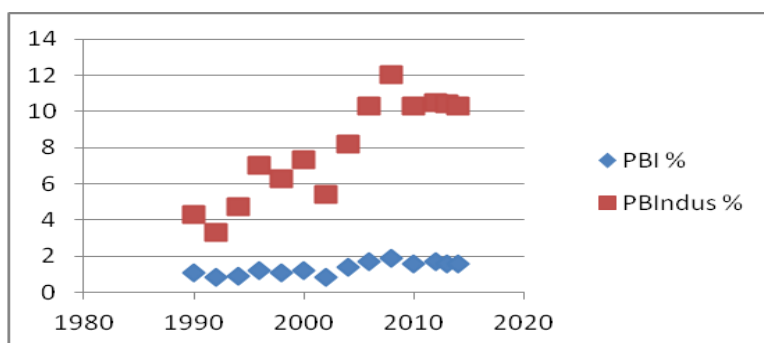
Con una producción anual superior a 20 millones de toneladas, Braskem de Brasil es en la actualidad la petroquímica más grande de América Latina y ocupa el quinto lugar en el mundo en capacidad productiva de resinas termoplásticas y petroquímicas básicas. Es, además, fabricante mundial de biopolímeros, con una capacidad anual de 200 mil toneladas de producción del Plástico Verde l<sup>m</sup> Green, Polietileno (PE), elaborado a partir de la caña de azúcar, de origen 100 % renovable (Ambiente Plástico, 2017).

El análisis de la industria plástica transformadora en Argentina permite establecer que la madurez, actualización tecnológica e inversión del sector es la adecuada para incorporar los bioplásticos como materia prima, en la fabricación de productos plásticos biobasados.

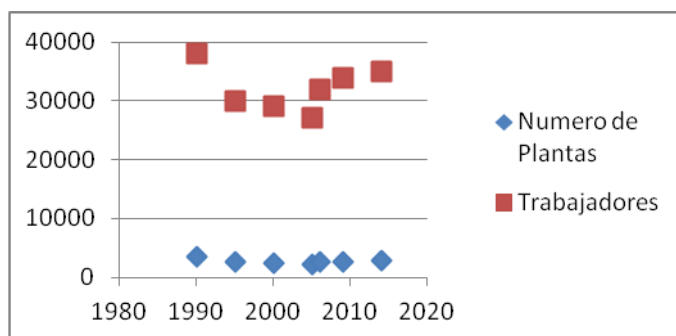
Dando seguimiento a la situación argentina hasta 2014 (CAIP, 2015), se releva que la industria plástica transformadora sería el sector industrial en condiciones de traccionar la fabricación de materiales semielaborados y productos, para aplicaciones en nichos particulares de mercado, a partir de bioplásticos (biodegradables y no biodegradables), sus mezclas y compuestos.

La Figura 15 muestra la participación en el producto bruto interno e industrial de la industria plástica transformadora (1990-2014). El número de plantas y de trabajadores se muestra en la Figura 16.

**Figura 15. Participación de la industria plástica transformadora en el Producto Bruto**



**Figura 16. Número de plantas y de trabajadores en la industria plástica transformadora**



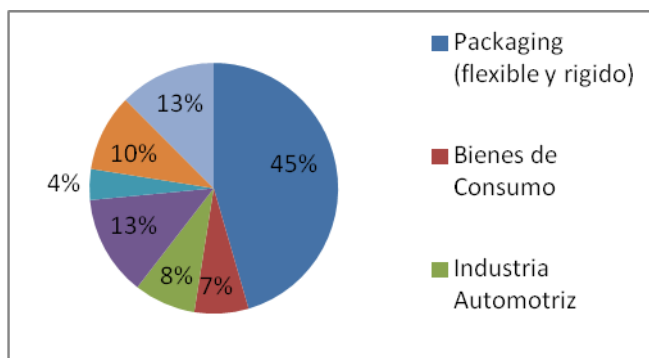
En el año 2014, el 70 % de las empresas tenían entre 1-10 trabajadores, el 24 % de 11 a 50, y entre 51 y 100 el 3,5 %, y mayor a 100 trabajadores solo el 2 %.

La distribución geográfica de las empresas en 2014 involucraba mayormente la provincia de Buenos Aires (Gran Buenos Aires 60,4 %, resto de la provincia 3,1 %). La Ciudad Autónoma de Buenos Aires participaba con un 16,8 % de empresas, seguida por Santa Fe 6,8 %, Córdoba 5,5 %; San Luis 2,5 % y el resto del país 4,9 %.

Durante los últimos 10 años, el consumo de plásticos por habitante se ubicó entre un mínimo de 35 (2004) y un máximo de 46 kg/habitante (2011). En el 2002 el consumo de plásticos por habitante fue de 21,6 kg/habitante.

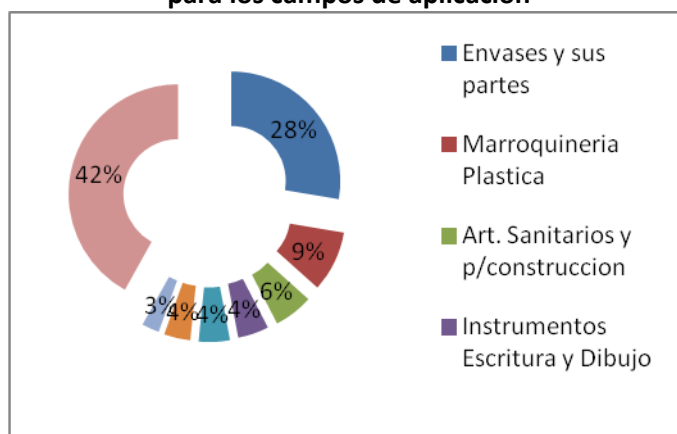
Las áreas de aplicación de los productos plásticos varían según las regiones y países, como también, de acuerdo a la estructura industrial y hábitos de los consumidores. La Figura 17 muestra las áreas de aplicación para el caso de Argentina.

**Figura 17. Áreas de aplicación de los productos plásticos (2014)**

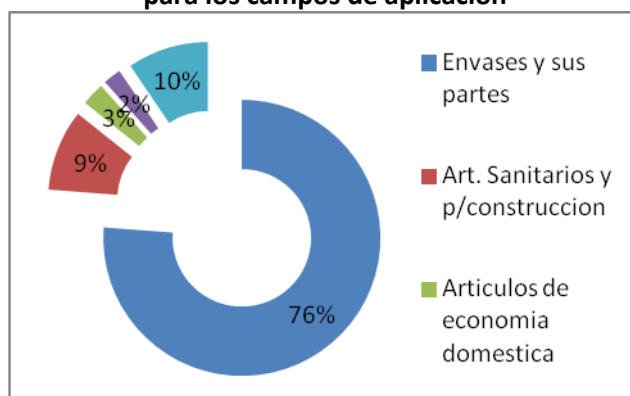


Las Figuras 18 y 19 presentan la distribución de importaciones y exportaciones de Argentina, para los productos plásticos involucrados en distintos campos de aplicación en el año 2014.

**Figura 18. Distribución de importaciones de productos plásticos para los campos de aplicación**



**Figura 19. Distribución de exportaciones de productos plásticos para los campos de aplicación**



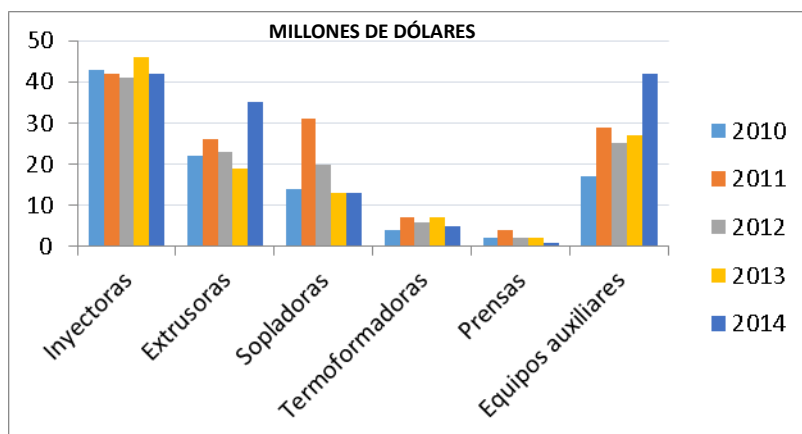
Los países de origen de las importaciones de productos plásticos terminados involucraron en 2014 a China con un 42,7 % seguido por Brasil con el 16,9 %. Chile, Estados Unidos Alemania y Paraguay con porcentajes entre el 4-5 %. México, España, Uruguay, Francia, Italia entre el 2-3 %. Un 10 % de los productos plásticos importados provienen de otros países.

En el caso de las exportaciones de productos plásticos terminados, Brasil, Uruguay y Chile ocuparon los primeros lugares, con una diferencia muy significativa entre ellos (49 %, 210

18,3 y 10,6 % respectivamente). La relación entre la importación y exportación de productos plásticos terminados fue de 1,8 (2014).

La Figura 20 muestra el detalle de importaciones (en dólares) de maquinarias y equipos para la industria plástica transformadora entre 2010 y 2014. En 2014 los principales países origen de las importaciones fueron Italia (27,3 %), China (21,7 %) y Alemania (13,7 %).

**Figura 20. Importaciones de maquinarias y equipos para la industria plástica transformadora**



### *Biolubricantes*

La demanda global de lubricantes fue cerca de 41.7 millones de toneladas en 2015. El mercado de lubricantes fabricados a partir de aceites minerales (petroquímicos) ha permanecido estable. Sin embargo, el mercado para biolubricantes ha mostrado un crecimiento promedio de 10 % por año durante la última década (Singh *et al.*, 2015). El mercado mundial de lubricantes, altamente diversificado, está fuertemente dominado por los productos basados en aceites minerales de las compañías petroleras multinacionales.

Según la reconocida consultora MRC Market Research Company, el mercado mundial de lubricantes fue en 2016, de USD 119 billones y se espera alcance en 2022 los USD 145.4 billones, (crecimiento del 3,4 % anual).

La cuota de mercado de lubricantes biodegradables de origen fósil y bioaceites es inferior al 2 %, siendo la Unión Europea la región con mayor consumo, aunque los Estados Unidos presenta una tasa de crecimiento superior.

Alemania ha buscado activamente la incorporación al mercado de biolubricantes; las aplicaciones hidráulicas móviles muestran la mayor proporción de bioaceites. Las principales limitaciones de la penetración del mercado de biolubricantes son el -aún- alto precio y la falta de conocimiento del potencial técnico, por parte de los consumidores finales.

En el Reino Unido en 2016, el mercado total de fluidos hidráulicos ascendió a 120.000 toneladas por año. Por su parte, los biolubricantes contribuyen con menos del 1 % de este mercado.

A continuación, se muestran algunos datos que dan cuenta de la capacidad de molienda y producción de aceites en Argentina. Según la información provista por la Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina (CIARA) en el segundo semestre de 2017 había operativas y en funcionamiento 47 fábricas con una capacidad de molienda teórica de 199.966 toneladas de aceite (incluye aceite de soja, girasol, maní, carcamo, tártaro, algodón, maíz, germen de maíz, tung y lino). Estas fábricas se localizaban de la siguiente manera: 13 en la provincia de Buenos Aires con una capacidad de 18.430 tn, 6 en Córdoba con una capacidad de 22.410 tn, Santa Fe con 22 plantas y una capacidad de 157.406 tn, Entre Ríos con 3 plantas y una capacidad de 1720 tn; el resto es marginal y lo aportan las provincias de La Pampa y San Luis.

Las empresas con capacidad para refinar aceite, relevadas por la CIARA, se muestran en la Tabla 1

**Tabla 1. Refinerías de aceites vegetales (año 2017)**

Empresa	Localidad	Capacidad diaria en Tm Base Girasol
<b>Prov. de Buenos Aires</b>		
Ingredion S. A.	Chacabuco	50
Arcor S. A. I. C.	San Pedro	23
S.E.D.A. S. A.	Lezama	180
Molino Cañuelas S. A. C. I. F. I. A.	Cañuelas	300
COFCO Argentina S. A.	Valentin Alsina	650
Germaiz S. A.	San Justo	150
Refinadora Pilar	Pilar	120
Molino Navarro S. R. L.	Villa Madero	170
<b>Provincia de Santa Fe</b>		
Molinos Rio de la Plata S. A.	Rosario	500
Vicentin SAIC (Planta Puerto)	Puerto S. Lorenzo	1.000
Bunge Argentina S. A.	Pto. San Martín	500
Bunge Argentina S. A.	San Jerónimo S	210
AFA (Agric. Federados Args.)	Los Cardos	150
Tanoni Hnos. S. A.	Bombal	150
Buyatti S. A. I. C. A.	Reconquista	150
Vicentin SAIC	Avellaneda	240
<b>Provincia de Córdoba</b>		
Aceitera Gral. Deheza SAICA	Gral. Deheza	900
Oleag. Gral. Cabrera OLCA S. A.	Gral. Cabrera	70
Bunge Argentina S. A.	Tancacha	30
Niew Wereld S. A.	Río Tercero	100
<b>Provincia de La Pampa</b>		
Gente de La Pampa S. A.	Catriló	130
<b>Provincia de Santiago del Estero</b>		
Viluco S. A.		600
<b>TOTAL</b>		<b>6373</b>

Fuente: CIARA (J.J. Hinrichsen).



En la Tabla 2 se presentan las empresas productoras de aceite en el Norte Grande argentino. Cabe aclarar que el aceite de Tung se produce en la provincia de Misiones a partir de una nuez de origen asiática y es una rareza en la que Argentina es el 3er productor mundial.

**Tabla 2. Región Norte - Argentina: fabricas de aceites vegetales en actividad**

Establecimientos	Localidad	Segundo Semestre de 2012		Segundo Semestre de 2013		Segundo Semestre de 2014		Segundo Semestre de 2015		Segundo Semestre de 2016		Segundo Semestre de 2017	
		Tipo de Grano Procesado	Capacidad teórica en 24hs en Tm	Tipo de Grano Procesado	Capacidad teórica en 24hs en Tm	Tipo de Grano Procesado	Capacidad teórica en 24hs en Tm	Tipo de Grano Procesado	Capacidad teórica en 24hs en Tm	Tipo de Grano Procesado	Capacidad teórica en 24hs en Tm	Tipo de Grano Procesado	Capacidad teórica en 24hs en Tm
<b>Provincia de Misiones</b> Coop. Agr. Ltda. de Picada Libertad	T. N. Alem	Tung	140	Tung	140	Tung	140	Tung	140	Tung	140	Tung	
<b>Provincia de Salta</b> Cia. Aceitera de Tartagal	Tartagal	Tartago	40	Tartago	40	Tartago	40	Tartago	40	Tartago	40	Tartago	40
<b>Provincia de Santiago del Estero</b> Viluco S. A.	Fias	Soja	3.000	Soja	3.000	Soja	3.000	Soja	3.000	Soja	3.000	Soja	3.000
<b>TOTAL CAPACIDAD</b>			167.056		187.056		184.836		183.986		184.186		180.596

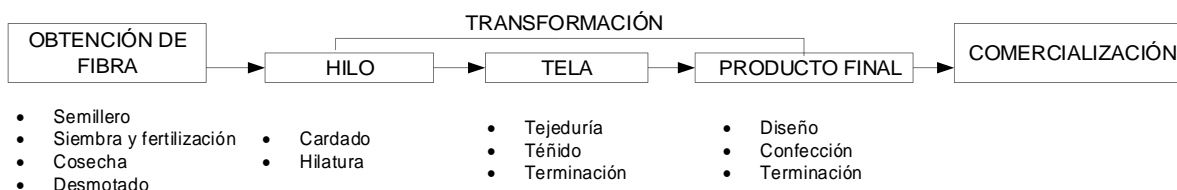
Fuente: CIARA.

### Biofibras

Con respecto a la producción de hilados, en Argentina, se realiza en plantas especializadas que proveen a las tejedurías, venden ese producto en el mercado interno o lo exportan. Algunas plantas están integradas hacia atrás, participando en la etapa de desmotado y/o hacia adelante, integrándose con las tejedurías. En este caso, la producción de hilados está destinada a abastecer su propia elaboración de tejidos. Las hilanderías no integradas presentan una escala significativamente mayor a las integradas.

### Fibra de algodón

La cadena de producción de algodón se estructura de la siguiente forma:



El Cuadro 12 muestra el nivel de desarrollo de la industria algodonera y su nivel de integración en la Argentina.

**Cuadro 12. Empresas de la cadena de producción del algodón en Argentina**

Empresa	Plantas	Procesos
Alpargatas	4 (Buenos Aires, Catamarca, Chaco y Corrientes)	Desmotado, hilandería y tejeduría
TN Platex	7 hilanderías (2 en La Rioja, 2 en Tucumán, 1 en Chaco, 1 Corrientes y 1 en Buenos Aires)	Desmotado e hilandería
Algodonera Avellaneda	6 plantas desmotadoras (1 en Santa Fe, 3 Chaco, 1 Santiago del Estero y 1 Formosa) y 1 hilandería (Santa Fe)	Desmotado, hilandería y tejeduría
Tipoiti	3 desmotadoras (Corrientes) y 1 hilandería (Corrientes)	Desmotado e hilandería
Textil Iberoamericana	5 (4 en San Juan y 1 en Buenos Aires)	Hilandería y tejeduría
Emilio Alal	2 desmotadoras (Corrientes y Chaco) y 1 hilandería (Corrientes)	Desmotado e hilandería
Santana Textil Chaco	1 (Chaco)	Hilandería y tejeduría
Algoselan Frandría	2 (Buenos Aires)	Hilandería y tejeduría
Tecotex	2 (La Rioja y Tucumán)	Hilandería y tejeduría
Texcom	3 (Buenos Aires, San Luis y Tierra del Fuego)	Hilandería y tejeduría
Cladd	3 (2 en Buenos Aires y 1 en La Rioja)	Hilandería y tejeduría
Tavex Argentina	1 (Tucumán)	Desmotado, hilandería y tejeduría
Coteminas Argentina	1 (Santiago del Estero)	Hilandería y tejeduría
Algodonera del Valle	1 (Catamarca)	Hilandería y tejeduría
Industria Textil Argentina	1 (Santiago del Estero)	Hilandería y tejeduría
Las Marías Textil	1 (Chaco)	Hilandería y tejeduría
Algodonera San Nicolás	1 (CABA)	Hilandería y tejeduría
Fibraltex	1 (Buenos Aires)	Hilandería y tejeduría

## Fibra de camélidos

Los camélidos sudamericanos se dividen en especies silvestres (vicuña y guanaco) y domésticas (llama y alpaca). En la Argentina se encuentran todas las especies excepto la alpaca, y más del 95 % de llamas y vicuñas se localizan en la región NOA. Es evidente la falta y acceso a información oficial sobre producción y comercialización de fibra en nuestro país (en la Tabla 3 se presentan los datos más actualizados).

Dentro del mercado internacional, Argentina se presenta como el tercer país productor de fibras de camélidos de Latinoamérica, aunque los volúmenes son considerablemente menores a Perú y Bolivia.

**Tabla 3. Producción de fibra de camélidos en Argentina**

Fibra	Población	Animales esquilados por año	Producción anual (kg)
<b>Vicuña</b>	72.678 - 127.072 <sup>[1]</sup>	3.623	845
<b>Guanaco</b>	2.087.039 <sup>[2]</sup>	6.000	2.000
<b>Llama</b>	161.402 <sup>[3]</sup>	60.000	60.000 / 100.000

<sup>[1]</sup> Bolkovic *et al.*, 2008; <sup>[2]</sup> INTA, 2015; <sup>[3]</sup> INDEC, 2002.

Para estudiar el mercado internacional de la fibra de llama, es necesario hacer referencia al mercado de la fibra de alpaca (goza de mayor posicionamiento y trayectoria). Ambas tienen características similares y esto genera que el precio de la primera sea de referencia para la segunda. Por otro lado, la fibra de llama presenta una desventaja productiva respecto a la alpaca, ya que precisa de un proceso industrial adicional (descerdado) que genera menores rendimientos y dificultades de acceso.

Esto significa que, para insertarse con más fuerza en el mercado internacional, la Argentina se enfrenta con una fuerte barrera de entrada impuesta por las grandes empresas peruanas (que establecen ciertos estándares de calidad con bajo costo de mano de obra) y una alta competitividad dentro del mercado de fibras exóticas, dominado por el cashmere de producción asiática.

En la Argentina, la exportación de fibra en formato de *top*, previo a la hilatura, a través de empresas de Chubut (empresas con amplia experiencia en exportación en base a la producción lanera de la Patagonia), representa un 80 % de la producción total. Este modelo estableció los lineamientos de la cadena de valor en donde los productores de fibras se encuentran en significativa inequidad frente a las grandes empresas y donde el precio del *top* exportado, que podría estar aproximado a los 10 USD/kg (tomando como referencia el top de alpaca según IWTO Market Information) evidencia un porcentaje de renta muy bajo para el productor primario. Referentes de INTA aseguran que el precio de la fibra de llama representa un bajo incentivo para el productor que ve en el aprovechamiento de la carne mejores perspectivas.

De esta forma, continuar con este modelo impedirá el crecimiento del sector, la distribución de los beneficios entre un mayor número de actores y el desarrollo regional.

La oportunidad para la Argentina dentro del mercado internacional se encuentra en obtener productos diferenciados a la competencia regional, priorizando calidad y diseño por sobre cantidad y precio. Sin embargo, los intentos de diversificar y avanzar en la cadena de valor, en los eslabones de hilandería, tejeduría y diseño de productos, se han encontrado con diversas dificultades.

La producción de hilos y prendas en Argentina se encuentran dispersos en un amplio y atomizado sector artesanal y emprendimientos de diseño.

La llama se esquila generalmente cada 2 años, obteniendo un vellón de entre 2 y 5 kg, aunque luego de la clasificación y lavado, el rendimiento es menor (60 a 70 %).

El vellón de vicuña, que se esquila bajo sistemas en silvestría asegurando el bienestar animal, pesa de 200 a 400 g, con un rendimiento luego del descordado del 50 al 70 %.

En Argentina, se estiman de 60 a 100 toneladas anuales de fibra de llama (un 80 % se exporta), y 1,5 de fibra de vicuña (se exporta más del 95 %). Estos datos (no oficiales) se calculan a partir de distintos informes sectoriales y consultas personales con los referentes en cada provincia. Sólo el 30 % de las llamas se esquila actualmente, por lo tanto, se podría estimar que la capacidad productiva de la región podría duplicarse (INTA Informa, 2013).

Las principales empresas que realizan exportaciones son Pelama y Fuhman, de *top* de llama y fibra de vicuña descordada (productos intermedios anteriores a la hilatura). Ambas empresas se localizan en Trelew, Chubut. Los datos de exportación se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4. Exportaciones de fibra de camélidos en el período 2010-2015**

Fibra	USD	kg	USD/kg
Vicuña	5.864.839	6.781	865
Llama	1.915.911	272.480	7
Guanaco	391.645	3.340	117
Total	8.172.395	282.601	28,9

En el NOA argentino se localizan 6 empresas que procesan fibra de llama a nivel industrial, cada una con distinto nivel de actividad (Cuadro 13). Se caracterizan por ciertas limitaciones tecnológicas que no posibilitan alcanzar la calidad de los competidores de Perú y Bolivia, aunque se menciona que empresas como Hilandería Warmi y Textil Los Andes realizaron durante los últimos años, y en vías de realización, inversiones en nueva maquinaria, lo que debería conllevar a futuro, mejoras de calidad en los productos. A grandes rasgos, si se suma la capacidad de producción de todas estas plantas, se

alcanzarían las 150 toneladas anuales, aunque se estima que la actividad actual no supera las 20 toneladas por año.

**Cuadro 13. Empresas de fibras camélidas en el NOA**

Empresa	Ubicación	Procesos
Cooperativa textil del Norte argentino (COOTEXNOA)	Palpalá, Jujuy	Lavado, cardado, regulación de cintas
Corporación para el Desarrollo de la Cuenca de Pozuelos (CODEPO)	Abra Pampa, Jujuy	Regulación de cintas, hilatura
Hilandería Warmi	Palpalá, Jujuy	Todos hasta tejeduría
Hilados Santa María	Santa María, Catamarca	Todos hasta hilandería
Hilandería Badel	Santa María, Catamarca	Todos hasta hilandería
Textil Los Andes	Capital, Catamarca	Todos hasta hilandería

Fuera del NOA se encuentran otras hilanderías (Capen y Paso del Rey en Buenos Aires, son las más importantes).

Catamarca tiene un sistema de distribución de fibra de vicuña que asegura la provisión a artesanos locales en un 10 % del total. Actualmente existen en Catamarca 17 módulos de esquila, 8 privados y 9 comunitarios. Durante 2016, la provincia produjo 1088 kg, de los cuales, 700 kg pertenecen a privados (II Jornadas de Actualización de Camélidos, 2017). En Catamarca la empresa Textil Los Andes comenzará a procesar y comercializar fibra descerdada.

#### 6.4. Capacidades productivas, tecnológicas y de innovación potenciales

El empleo de materias primas renovables para producir compuestos químicos y polímeros crece año a año. Los pronósticos plantean que los reactivos químicos biobasados como ácido adípico, butanodiol, ácido furanodicarboxílico, ácido láctico y ácido succínico formarán una plataforma biobasada valorada en más de 30 billones de euros para el año 2030 (Nova-Institute, 2017). Aunque estas moléculas orgánicas son ampliamente utilizadas en la producción de polímeros, existen disponibles otras estrategias con igual propósito a partir de materias primas renovables.

##### Bioplásticos

Los bioplásticos se pueden obtener a partir de: fuentes agrícolas (almidones de trigo, papa, maíz); proteínas de origen animal (caseína, suero láctico, colágeno/gelatina); polímeros obtenidos a partir de microorganismos (polihidroxialcanoatos - PHAs); síntesis convencional a partir de bio-monómeros (procesos biotecnológicos, ej.: fermentación para obtener ácido láctico para luego por polimerización obtener poliláctico - PLA), a partir de bio-pre-monómeros (bioetanol para sintetizar luego bio-polietileno). Las distintas estrategias tecnológicas para el desarrollo de bioplásticos se muestran en el Cuadro 14.

**Cuadro 14. Estrategias tecnológicas para el desarrollo de bioplásticos**

Generación de materias primas	Observaciones
<i>Primera generación:</i> empleo de materias primas naturales basados en biomasa rica en hidratos de carbono (cultivos), almidón (maíz y papa), celulosa y proteínas (soja y girasol).	Esta estrategia ha recibido críticas; por ejemplo, la competencia con alimentos y el empleo de importante cantidad de agua para riego y uso de fertilizantes.
<i>Segunda generación:</i> desarrollos relacionados con materias primas a partir de residuos agroindustriales.	Puede presentar problemas de estacionalidad. Ejemplos: residuos de proteína de suero de leche disponible en grandes cantidades en Europa y EE. UU. y residuos de café, ambos para producción de PHAs.
<i>Tercera generación:</i> biomasa a partir de algas con alta tasa de crecimiento, mayor que los cultivos empleados en primera y segunda generación.	El escalado industrial de estos desarrollos implicará el uso de grandes volúmenes de agua y potencialmente fertilizantes.

Otras fuentes de carbono disponibles para obtener plásticos biobasados también involucran (Lambert and Wagner, 2017): i) residuos de la industria de alimentos (ejemplo: cascara de cítricos, suero de la industria láctea, granos de café pos consumo); ii) microalgas (ejemplo: *Chlorella vulgaris*); iii) levaduras modificadas (ejemplo: *Candida tropicalis*).

#### Biolubricantes

La transición de lubricantes a base de aceite mineral a lubricantes biodegradables a partir de materias primas renovables está en curso. Las ciencias químicas y la biotecnología vegetal son disciplinas cruciales en el diseño de lubricantes ambientalmente aceptables para una amplia variedad de aplicaciones.

Los biolubricantes se originan a partir de aceites vegetales (triglicéridos), ésteres de cera y carbohidratos poliméricos vegetales. En un sentido amplio, las plantas del complejo agroindustrial argentino poseen un enorme potencial para convertirse en una fuente renovable de materias primas de alta calidad para la industria; en particular las oleaginosas. Los cultivos de semillas oleaginosas en todo el mundo proporcionan intermediarios químicos como los ácidos grasos, los alcoholes grasos y las amidas a la industria oleoquímica, con aplicaciones muy diversas.

#### Biofibras

Los productos diversificados de las fibras vegetales, como los geotextiles y los compuestos, se fabrican en cantidades relativamente pequeñas constituyendo nichos de mercado con productos de alto valor.

Distintas iniciativas internacionales (“Fibras del Futuro”/FAO, “Fibrenamics”/Portugal y distintos centros de I+D) estudian el uso de las fibras vegetales en materiales poliméricos reforzados; las fibras incrustadas en las matrices confieren propiedades de alta

resistencia y rigidez. Es posible mejorar las propiedades mecánicas de materiales poliméricos de uso convencional, mediante la incorporación de fibras de alta resistencia, ampliando el campo de aplicación desde el sector calzado hasta la industria aeroespacial, dependiendo del tipo de fibras utilizadas como refuerzo y la resistencia de la matriz polimérica de partida.

Los residuos lignocelulósicos también representan una importante fuente de materias primas para el desarrollo de nuevos materiales reemplazando los artificiales y no renovables. Dichos residuos incluyen el bagazo y las hojas de caña de azúcar, que representan el mayor volumen, los residuos de madera de la explotación e industrialización, y la paja de varios cultivos de cereales.

## 6.5. Problemas y oportunidades

### Bioplásticos

El mercado global actual de bioplásticos se caracteriza por una tasa de crecimiento dinámico y una fuerte diversificación. El crecimiento global anual de los bioplásticos, según un reporte de Tecnavio, resultará superior al 29 % en el período 2016-2020 (Mohan, 2016). Estas informaciones son ampliadas en el informe “Global Bioplastics Market 2016-2020,” que abarca el escenario y prospectiva de crecimiento de los bioplásticos en las regiones claves (Europa, América del Norte y Asia-Pacífico; y resto del mundo).

Los bioplásticos son generalmente más caros que los plásticos convencionales. Por ejemplo los polímeros biobasados como el polietilentereftalato (BioPET) o polietileno (BioPE, a partir de caña de azúcar/ bioetanol) son aproximadamente un 20 % más caros que PET o PE de origen petroquímico (IfBB, 2017)<sup>61</sup>.

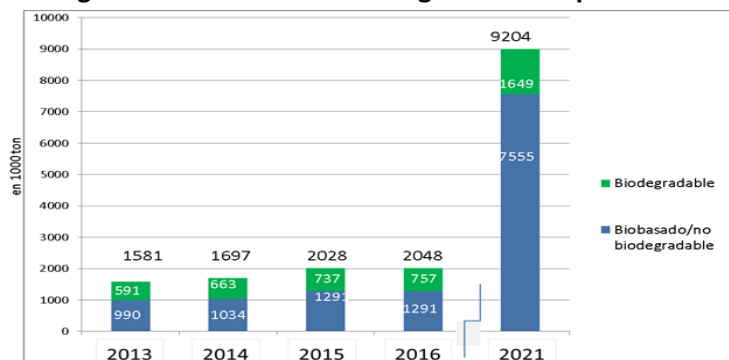
El aumento de los volúmenes de bioplásticos en el mercado, dará lugar a que los mayores costos de producción se adapten pronto a los precios de las materias primas de origen petroquímico.

La Figura 21 muestra que el crecimiento de polímeros biobasados no biodegradables se mantuvo aproximadamente constante entre 2013 y 2016 (61-64 %), respecto del total de polímeros biodegradables y no biodegradables producidos. Sin embargo, el crecimiento esperado para 2021 es considerablemente superior (82 % respecto del total). En la Figura 22 el análisis de la capacidad de producción por tipo de polímeros, permite observar que el crecimiento que se espera es adjudicado fundamentalmente al PET (no biodegradable, 30 % biobasado).

---

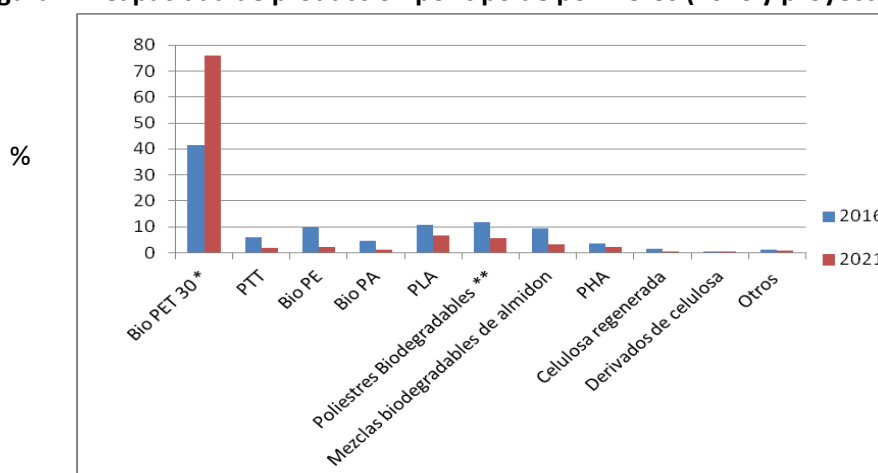
<sup>61</sup> En los informes anuales del *Institute of Bioplastics and Biocomposites* - IfBB, se actualizan los esquemas de los procesos de obtención de los distintos biopolímeros a partir de fuentes renovables de diversos cultivos, los requerimientos de materias primas renovables, los requerimientos de tierras a cultivar y el consumo de agua por tipo de cultivo.

**Figura 21. Datos del mercado global de Bioplásticos**



Fuente: Ambiente Plástico, 2020.

**Figura 22. Capacidad de producción por tipo de polímeros (2016 y proyección 2021)**

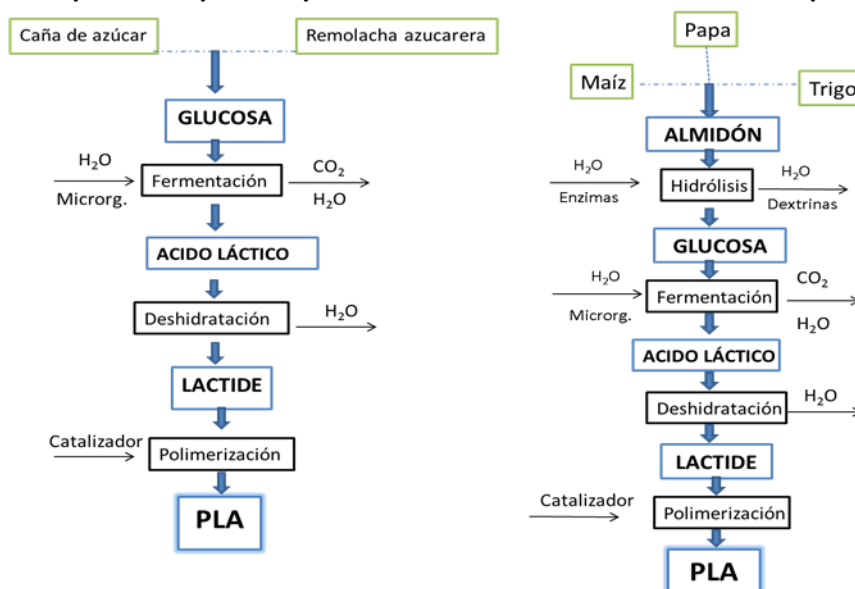


\*PET 30 % biobasado.

\*\*Incluye policaprolactona (PCL), polibutilenadipato tereftalato (PBAT) y polibutilesuccinato (PBS).

A modo de ejemplo, la Figura 23 muestra el esquema del proceso de obtención de PLA a partir de fuentes renovables de distintos cultivos

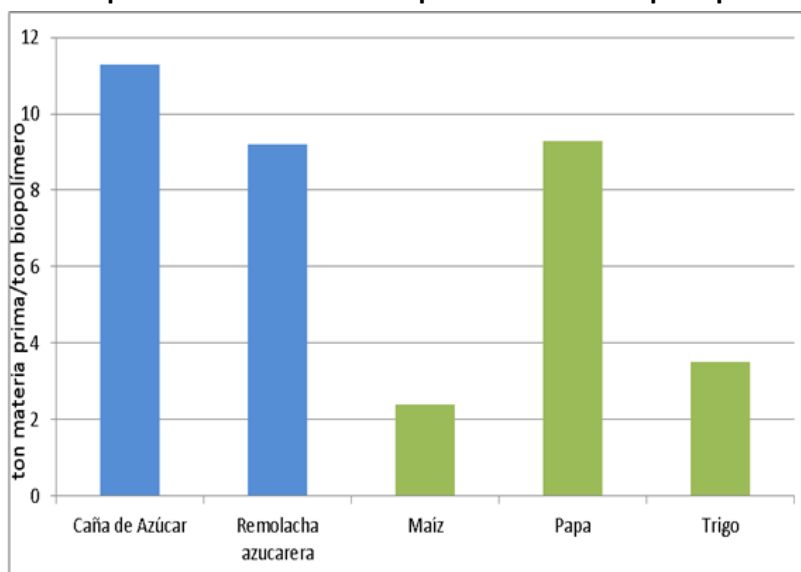
**Figura 23. Esquema del proceso para la obtención de PLA en función del tipo de cultivo**





En la Figura 24 se presentan los requerimientos de materias primas renovables por tipo de cultivo (toneladas de materia prima renovable por tonelada de biopolímero producido) (IfBB, 2017).

**Figura 24. Requerimientos de materias primas renovables por tipo de cultivo**



Las tendencias muestran un aumento en el crecimiento de producción y demanda de bioplásticos. La tecnología para la producción de diversos polímeros biobasados está desarrollada (IfBB, 2017). Sin embargo, el costo involucrado en la puesta en marcha de las plantas para muchos polímeros deberá ser tema de estudio para cada región, donde se planea la producción de bioplásticos. La fuerza impulsora del crecimiento del uso de bioplásticos está dado principalmente, como muestran los datos de las figuras 21 y 22, por el consumo de polímeros biobasados, no biodegradables como el BioPET, empleado principalmente en el envase de bebidas carbonatadas.

### *Biolubricantes*

Los actores más destacados de la cadena de valor de los biolubricantes están compuestos por las instalaciones de molienda de aceite vegetal, la industria de fabricación de lubricantes, los reguladores y los usuarios finales.

En Argentina la cadena de valor de las oleaginosas está muy desarrollada. El complejo de molienda y aceitero es importante en cuanto a capacidad instalada y tecnología. Este complejo se desarrolla armónica y paralelamente con el auge de la siembra directa y el aumento de los rendimientos de los principales cultivos. Este complejo es el que tracciona la producción de aceites lubricantes.

La tecnología para la fabricación de aceites lubricantes de alta performance está protegida por patentes –principalmente internacionales; lo mismo que los paquetes tecnológicos de la siembra directa de las principales oleaginosas. Asimismo, hay trabajos de investigación que estudian el desarrollo de tecnologías y bioprocesos para la

producción de biolubricantes a partir de aceites microbianos (Papadaki *et al.*, 2018). Son procesos biotecnológicos que podrían ser desarrollados e implementados en Argentina.

### Biofibras

#### *Algodón*

Si bien en la búsqueda de producciones agrícolas sustentables se promovió la producción orgánica de fibras de algodón, ésta quedó estancada en volumen por las dificultades que implican su certificación y condiciones productivas, tal como su elevado precio respecto a la fibra estándar (más del doble). Como alternativa a la certificación orgánica, en la Argentina se impulsa el sistema “Better Cotton” (Better Cotton Initiative - BCI). Este sistema presenta un enfoque holístico para la producción sostenible de algodón que abarca aspectos ambientales, sociales y económicos, bajo siete principios: minimizar el impacto nocivo, administración de agua, cuidado del suelo, mejora de la biodiversidad, calidad de fibra, trabajo decente y sistema de gestión.

#### *Fibra de llama*

##### Producción y obtención de fibra

La producción primaria de la fibra de llama se realiza a través de más de 3.000 pequeños y dispersos productores rurales en situación de pobreza, que tienen como principal dificultad la lejanía entre sus explotaciones, situación de subsistencia, difícil acceso al mercado y el bajo volumen de producción por unidad productiva que hace indispensable la figura de un intermediario acopiador. Esta situación genera dos efectos principales: i) el pequeño productor pierde capacidad de negociación y permanece en una posición de inferioridad, y ii) dificulta la provisión de fibra de llama para las empresas en cantidad y calidad, principalmente para las nuevas, ya que precisan de contactos y acceso a intermediarios.

#### *Calidad*

Las deficiencias del sector primario influyen en las características de calidad de los productos finales. Una característica de la fibra de llama es su alta heterogeneidad, entre distintas partes del vellón y entre distintos animales, como así también por la particularidad de “doble-capa” que implica la presencia de fibras gruesas y fibras finas.

El sistema de comercialización “al barrer” en el cual los vellones se agrupan y se venden por peso sin distinción de calidad, aporta un mayor grado de variabilidad. Esta modalidad de comercialización de fibra es similar en Bolivia y Perú, y por tal motivo, las industrias incorporan a su línea de producción, la clasificación manual en distintos grupos de finura y color. En la Argentina, empresas que fabrican hilos con fibra de llama realizan una clasificación poco minuciosa y con menor grado de tecnificación. Estudios del INTI Textiles demuestran que este es uno de los factores que perjudican la calidad de los procesos y productos finales. Sin embargo, incorporar un tipo de clasificación de mayor precisión, ya sea por parte de los productores de fibra o por la industria, podría agregar un costo demasiado alto de afrontar por la estructura actual.

El término “calidad” se debería aplicar según los distintos usos y requerimientos de consumidores finales. La gama de productos con fibra de llama incluye indumentaria y textil hogar. La industria de indumentaria y moda es de las más competitivas en términos de calidad, y el uso de fibras animales (lana, cashmere, mohair, alpaca) exige solucionar aspectos como confort (eliminar la picazón) y facilidad de uso (permitir el lavado en máquina sin encogimiento). En este sentido, los productos de fibra de llama de Argentina no alcanzan estos requerimientos básicos y requieren grandes inversiones tecnológicas de largo plazo, principalmente en mejora genética (producción primaria) y maquinaria (manufactura).

#### *Fibra de vicuña*

Durante los últimos años distintos movimientos intentan la entrada de nuevos actores al mercado. Por un lado, en Jujuy, mediante la Secretaria de Biodiversidad, se promueve desde el año 2013 la captura y aprovechamiento racional y sustentable de la vicuña en silvestria con las comunidades originarias de la provincia. Con mucho esfuerzo se realizaron distintas esquilas, con la participación de 9 comunidades. Durante el período 2014-2016 se obtuvieron un poco más de 250 kg de fibra que fueron destinadas a la venta mediante licitación pública.

En Catamarca se encuentran más avanzados en las iniciativas privadas. Las empresas o comunidades que quieran montar un módulo de esquila en silvestría, deben contar con un asesoramiento técnico de profesionales veterinarios, agrónomos y biólogos para la aprobación de un proyecto en la Dirección Provincial de Biodiversidad, Secretaria del Estado del Ambiente y Desarrollo Sustentable.

La producción de fibra de vicuña presenta un alto grado de complejidad, desde el ámbito legal, político, comercial y científico. El costo/beneficio económico de la esquila en silvestría parece tener sus limitantes en la baja que se registra en el precio de la fibra sucia. Por otro lado, avanzar en la cadena de producción (descordado, hilatura, tejeduría) presenta un importante desafío, que es alcanzar los niveles de calidad que requiere el exigente mercado de lujo.

Las fibras de camélidos se utilizan también para artesanías, como tradición de las familias rurales (la utilizan para su propia vestimenta) y entre distintos emprendimientos productivos (artesanos individuales, asociaciones, cooperativas).

#### *Fibras vegetales*

La producción de fibras vegetales duras en la Argentina se encuentra en un nivel de desarrollo inicial y principalmente destinado a artesanías.

Como primer paso hacia perspectivas de investigación y desarrollo, tanto en la obtención de fibra para textil convencional o uso técnico, es necesario identificar y caracterizar las especies más relevantes (Chaguar, Palo borracho, Agave, Copernica alba).

## 6.6. Conclusiones

La participación en el mercado de los bioproductos a nivel mundial es baja, en particular, en el caso de Argentina. No obstante, en el mundo el consumo de productos ecológicos, reciclados y biobasados está creciendo en los últimos años a tasa creciente y se espera que la tendencia se mantenga. Es necesario tener presente que los costos de producción de los productos no biobasados siguen siendo (en términos generales) sensiblemente menores que los similares biobasados.

Por su parte los gobiernos de las principales economías del mundo están imponiendo cada vez con más frecuencia, “barreras ambientales” o eco-restricciones tanto a procesos productivos al interior de los países como también a los productos que se comercializan internacionalmente.

En línea con el cambio de preferencias de los consumidores hacia productos biobasados, los Estados a través de normas y reglamentos técnicos establecen nuevas condiciones que afectan la oferta y demanda de bienes y servicios, reorientando así las condiciones de intercambio; en algunos casos creando nuevos mercados, y en todos los casos adaptando las reglas de juego (regulaciones) a las nuevas realidades.

Considerando las tendencias globales de producción y consumo, el Norte Grande argentino atento a su dotación intrínseca de factores de producción (recursos naturales - clima, suelo, biodiversidad - y recursos humanos) tiene condiciones óptimas para protagonizar un crecimiento económico acelerado a partir de dinamizar estos factores de producción en la obtención de biomateriales.

El Estado deberá tener un rol central en este proceso. Desde la definición de las condiciones necesarias para la creación y/o adecuación de los nuevos mercados y su regulación, como también en la promoción de condiciones básicas (legales, de competencia, crediticias, cambiarias, científicas, de incentivos, entre otras) para hacer posible las inversiones necesarias, públicas (principalmente infraestructura) y privadas (dirigidas a la producción), tendiendo a poner en marcha la bioindustria dentro de un desarrollo armónico y con equidad.

## Bibliografía

Ambiente Plástico. (2017). N° 84, p. 27: <http://www.ambienteplastico.com/ap84/cana-de-azucar-de-plastico/>

Bart, J. C. J., Gucciardi, E. and Cavallaro, S. (2012). *Biolubricants: science and technology*. Woodhead Publishing Series in Energy. UK: Philadelphia, PA: Woodhead Publishing.

Better Cotton Initiative – BCI: <https://bettercotton.org>

Bolkovic, M., Aued, M., Li Puma, M. & Scandalo, R. (2008). *Manejo de fauna silvestre en la Argentina: primer censo nacional de camélidos silvestres al norte del Río Colorado*. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

- Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP). (2015). *Anuario Estadístico de la Industria Plástica*. Actualización 2015.
- European Bioplastics. (2017).
- European Bioplastics. (2018).
- European Commission – Public Opinion. (2014). Recuperado de [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/public_opinion/index_en.htm)
- INDEC. (2002). *Encuesta Nacional Agropecuaria*.
- Institute of Bioplastics and Biocomposites (IfBB). (2017). *Biopolymers facts and statistics*.
- INTA Informa. (2013). *La fibra de llama puede multiplicar las ganancias*. Recuperado de <https://intainforma.inta.gob.ar/la-fibra-de-llama-puede-multiplicar-las-ganancias/>
- INTA. (2015). Distribución y densidad de guanacos (Lama guanicoe) en la Patagonia. *Informe Relevamiento 2014-2015*.
- II Jornadas de Actualización de Camélidos*. (2017) - 4ta Edición Expo Productiva Catamarca.
- Lambert, S. and Wagner, M. (2017). Environmental performance of bio-based and biodegradable plastics: the road ahead. *Chemical Society reviews*, 46(22), 6855–6871. <https://doi.org/10.1039/c7cs00149e>
- Mohan, A. M. (Senior Editor). (2016). *Packaging World*.
- Ortega Leyva, M. N. (agosto, 2009). Materiales bioplásticos inician comercialización en América Latina. *Tecnología del Plástico*. Recuperado de <http://www.plastico.com/temas/Materiales-bioplasticos-inician-comercializacion-en-America-Latina+3071670>
- Papadaki, A., Vieira Fernandes, K., Chatzifragkou, A., Gonçalves Aguiéiras, E., Cavalcanti da Silva, J., Fernandez-Lafuente, R., Papanikolaou, S., Koutinas, A. and Guimarães Freire, D. (2018). Bioprocess development for biolubricant production using microbial oil derived via fermentation from confectionery industry wastes. *Bioresource Technology* 267, 311-318.
- Nova-Institute GmbH. Press release. Hürth. (30 March 2017). [www.nova-institute.eu](http://www.nova-institute.eu)
- Primary Information Services. Bio-lubricants. Company Profiles, Project, Process, Patent, Consultants, Application, Market. <http://www.primaryinfo.com/scope/bio-lubricants.htm>
- Singh, Y., Garg, R. and Kumar, S. (2015). Aspects of non-edible vegetable oil-based biolubricants in the automotive sector. *Green* 5, 59–72.
- Tecnología del Plástico. (febrero, 2018).
- World Economic Forum. (2017). *Committed to Improving the State of the World*. The New Plastics Economy Catalysing Action.

## 7. Bioinsumos\*

### 7.1. Encuadre conceptual, institucional y técnico

En el año 2013 se realizó el “Taller sobre la institucionalidad para el desarrollo y comercialización de Bioinsumos en Argentina. Experiencias en países de América Latina y el Caribe”. Llevado a cabo en Buenos Aires, fue organizado por la Dirección de Biotecnología del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). El mismo dio inicio a una política explícita en materia de Bioinsumos Agropecuarios para que fuera sostenida en el tiempo. Una muestra de esta decisión fue la creación del Comité Asesor en Bioinsumos de Uso Agropecuario (CABUA), un órgano asesor intersectorial que cumple funciones de gestión y concertación, atendiendo y formulando propuestas sobre los aspectos de relevancia para este sector. Es un espacio de coordinación institucional y acuerdos en una agenda integral para el desarrollo de la bioindustria.

El CABUA define a los Bioinsumos (Resol. Ministerio Agroindustria 29-2016) como *“todo aquel producto biológico que consista o haya sido producido por microorganismos (hongos, bacterias, virus, etc.) o macroorganismos (ácaros e insectos benéficos), extractos o compuestos bioactivos derivados de ellos y que esté destinado a ser aplicado como insumo en la producción agropecuaria, agroalimentaria, agroindustrial, agroenergética. Por ejemplo, esto incluye, pero no se limita a: biofertilizantes, fitoestimulantes y/o fitorreguladores, biocontroladores y agentes fitosanitarios (ya sean de origen fúngico, viral, bacteriano, vegetal o animal, o derivados de estos), biorremediadores y/o reductores del impacto ambiental, biotransformadores para el tratamiento de subproductos agropecuarios y bioinsumos para la producción de bioenergía”* (Lecuona, 2018). En el Cuadro 15 se presenta una clasificación de bioinsumos.

La primera medida de promoción generada desde el MAGyP fue el “Programa de Fomento del uso de Bioinsumos Agropecuarios (PROFOBIO)” (Resol. MAGyP N° 256/2015) con el fin de promover y facilitar el uso de los bioinsumos por parte de los productores agropecuarios de la República Argentina. La convocatoria se realizó en el año 2015 y tuvo una excelente recepción, habiéndose recibido 45 proyectos por un total de más de \$10.000.000. Se aprobaron y financiaron 12 proyectos para distintas regiones del país, beneficiando a los productores agropecuarios de los sectores nogalero, frutícola, hortícola, vitivinícola y forrajero.

---

\* Elaborado por Roberto Lecuona (INTA), con la participación de María C. Iglesias y Amalia Romero (UNNE) y Sara Cáceres (INTA); con la colaboración en temáticas específicas de los siguientes profesionales del INTA: Marcelo Berretta, Graciela Benintende, Diego Sauka, Viviana Barrera, Ricardo Salvador, Mariana Puente, Silvia López, Mariana Viscarret, Gladis Contreras y Damián Alcoba.

**Cuadro 15. Clasificación de bioinsumos**

BIOINSUMOS (registro en SENASA o ANMAT, salvo los de uso en Agroindustria)				
MACROORGANISMOS	MICROORGANISMOS o DERIVADOS DE VEGETALES			
Sanidad Vegetal	Sanidad Vegetal	Producción Vegetal	Salud Pública o Veterinaria	Agroindustria
Entomófagos	Entomopatógenos: hongos, bacterias, virus, etc.		Entomopatógenos	Bioenergía
Predadores	Bioplaguicidas	Biofertilizantes	Bioinsecticidas bacterianos	Vitivinicola
Parasitoides	Bioinsecticidas bacterianos	Inoculantes	Micoplaguicidas	Quesos
	Bioinsecticidas a base de nemátodos entomopatógenos	Bioestimulantes (fitohormonas)	Antiparasitarios	Celulosa, papel
	Bioinsecticidas Virales	Compost, Abonos		
	Micoplaguicidas	Promotores de crecimiento vegetal fúngicos (PGPF)		
	Biofunguicidas microbianos (fúngicos y bacterianos)			
	ioherbicidas			
	Bionematicidas microbianos (bacterianos y fúngicos)			
	<b>Derivados o Extractos Vegetales</b>			
Insecticidas botánicos				

Asimismo, por iniciativa conjunta entre el Ministerio de Agroindustria y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, durante el año 2016 se lanzó la convocatoria para acceder al Fondo de Regulación de Productos Biotecnológicos (FONREBIO). Este instrumento tiene por objeto financiar parcialmente, mediante créditos de devolución contingente, proyectos de desregulación de productos agrobiotecnológicos que incluyen a los bioinsumos.

En el mismo sentido, y con la intervención del CABUA, con el propósito de lograr la reducción de los aranceles para el registro de bioinsumos, el Ministerio de Agroindustria firmó la Resolución E 12/2018 donde se publican los nuevos montos arancelarios percibidos por SENASA, no solo para los bioinsumos, sino también para los productos línea jardín, fitorreguladores, feromonas y coadyuvantes, con un 65 % de reducción arancelaria.

Estas tres iniciativas no han sido suficientes para avanzar cuantitativamente en el desarrollo de bioinsumos registrados, pero han colaborado para imponer el concepto de “bioinsumos” y crear un futuro más auspicioso para incrementar las investigaciones y desarrollos con miras a la obtención de innovaciones en este sector.

Como se aprecia por su definición, la temática de bioinsumos es bastante amplia (Lecuona, 2004), ayudada además por los usos y costumbres que se está dando a este

término, que lo hace “amigable” con el ambiente y políticamente adecuado. En este contexto, se hará referencia a algunos bioinsumos, en general, con mayores posibilidades de éxito, aunque esto no implique siempre su mayor factibilidad económica, tanto por aspectos tecnológicos como de rentabilidad.

Dentro de los bioinsumos se hará referencia a los desarrollados con macroorganismos, es decir a los controladores biológicos entomófagos a base de predadores y parasitoides de artrópodos plagas. Estos se pueden usar mediante su producción masiva en biofábricas y posterior liberación en el campo como así también, mediante prácticas agrícolas para favorecer su presencia en el ambiente o conservación en el agroecosistema (Lecuona, 2004; Leppla *et al.* 2014; El-Arnaouty *et al.* 2014; Borrelli *et al.* 2016; van Lenteren *et al.* 2018; López *et al.* 2019).

Por otro lado, se tiene a los bioinsumos generados con microorganismos (Lecuona, 1996a), tanto para el control de plagas (artrópodos, enfermedades y malezas) como para mejorar la producción vegetal (Mamani de Marchese y Filippone, 2018). En el caso de los bioplaguicidas, se basan en hongos, bacterias, virus, protozoarios y nemátodos entomopatógenos que deben ser producidos mediante fermentación en sustratos sólidos o líquidos o multiplicación *in vivo*, según los casos y formulados adecuadamente para disponer de una vida útil prolongada y factible de ser usados en el campo. Algunos son denominados micoplaguicidas por estar basados en hongos entomopatógenos (Lecuona, 2007; López Lastra y Lecuona, 2019) y otros simplemente bioinsecticidas (Lecuona, 2004; Thakore, 2006).

Otros bioinsumos a base de microorganismos son los denominados biofertilizantes, que se elaboran en base a una o más cepas de microorganismos benéficos que pueden ser aplicados al suelo, a las semillas o plantas y promueven el crecimiento vegetal (PCV) o favorecen el aprovechamiento de nutrientes en asociación con la planta o su rizosfera. Incluye a los inoculantes elaborados con rizobios, micorrizas, rizobacterias PCV. Las rizobacterias que promueven el crecimiento de las plantas se pueden clasificar en extracelulares (ePGPR) e intracelulares (iPGPR). Las ePGPR pueden existir en la rizosfera, en el rizoplano o en los espacios entre las células de la corteza de la raíz, como *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia* y *Pseudomonas* entre otras bacterias. Por otro lado, las iPGPRs generalmente se encuentran dentro de las estructuras nodulares especializadas de las células de la raíz, como por ejemplo *Allorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium* y *Rhizobium*, endófitos y especies de *Frankia* que pueden fijar simbióticamente nitrógeno atmosférico con las plantas superiores (Vessey, 2003; Martínez-Viveros *et al.* 2010). A su vez, las bacterias PGPR pueden ejercer promoción mediante dos mecanismos 1) directos, a través de su capacidad para el suministro de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio y minerales esenciales) o modulando los niveles de hormonas vegetales, o 2) indirectos, disminuyendo los efectos inhibitorios de diversos patógenos en el crecimiento y desarrollo de las plantas en forma de agentes de control biológico, colonizadores de raíces y protectores ambientales (Bhattacharyya y Jha, 2012; Glick, 2012; Kloepper *et al.* 1989; Kloepper, 1994; Ruzzi y



Aroca, 2015; Mamani de Marchese y Filippone, 2018). Estos bioinsumos, bien conocidos como inoculantes, son los más empleados en nuestro país con numerosas empresas locales y productos registrados en SENASA.

Dentro de los biofertilizantes también están comprendidos los bioestimulantes que pueden ser considerados como sustancias (fitohormonas) PCV o microorganismos que las producen (Yakhin *et al.* 2017). En algunos casos son considerados en esta categoría los abonos o compost, obtenidos de transformaciones principalmente aeróbicas de la materia orgánica a partir de residuos agropecuarios y agroindustriales. Los mismos contienen niveles de macro y micronutrientes, microorganismos y pueden tener trazas de hormonas vegetales. Asimismo, en los sistemas de tratamiento de la biomasa para obtener energía, se produce una sustancia gaseosa (Biogás) y un efluente líquido (Biodigerido) el cual, luego de ser tratado, se podría utilizar como biofertilizante. Sin embargo, para todos los casos citados en este párrafo, para que puedan ser considerados como biofertilizantes, deben ser productos estabilizados y analizados por técnicas físico-químicas, respirométricas, microbiológicas y ecotoxicológicas a fin de poder ser aplicados sin riesgos al ambiente y las personas. Por lo tanto, no cualquier abono o compost es un biofertilizante (Bárbaro *et al.*, 2013; Riera *et al.*, 2014, 2018; Rizzo *et al.*, 2015; Salleses *et al.*, 2015; Sánchez *et al.*, 2013).

## 7.2. Inserción en el contexto mundial

La limitada disponibilidad de agua, suelo y energía con los que se debe atender a los niveles de consumo creciente de una población mundial en expansión, la problemática gestión de los residuos agropecuarios e industriales resultantes y las consecuencias sociales y económicas del calentamiento global dibujan un escenario que obliga a buscar alternativas eficientes y sostenibles al paradigma de la economía basada en los combustibles fósiles y los niveles de consumo no sostenibles.

Para el 2050 se espera un crecimiento de la población que llegará a 10.000 millones de habitantes, lo que demandará un mayor consumo de carne, frutas y hortalizas. La ONU aboga por reducir el consumo de recursos naturales a niveles sostenibles y realizar una mejor gestión y utilización de los recursos a nivel mundial. La implementación de una “economía circular” podría ser la vía para salvaguardar la biodiversidad de la tierra y optimizar los recursos, reducir la cantidad de residuos y la contaminación generada por la actividad humana. La economía circular es un concepto económico basado en el principio de “cerrar el ciclo de vida” de los productos, los servicios, los residuos, los materiales, el agua y la energía. Este contexto, ha motivado el desarrollo de nuevos productos para la protección y nutrición vegetal elaborados a base de microorganismos como bacterias, algas, protozoos, virus y hongos, así como extractos botánicos.

La necesidad de aumentar el rendimiento por hectárea, la reducción del consumo energético fósil, el continuo aumento de la demanda de alimentos y la necesidad de una producción con menores residuos y más amigable con el ambiente son factores que

pueden impulsar la demanda de bioinsumos en el futuro (Mamani de Marchese y Filippone, 2018).

Los microorganismos representan un rol clave en la bioeconomía, su aprovechamiento en diferentes procesos da como resultado la producción de menos residuos e integra o conecta el ciclo de producción-consumidor-ambiente.

Es conocido que el empleo de los bioinsumos de uso agropecuario ha tenido un gran impulso y una creciente importancia a nivel mundial en los últimos años debido, principalmente, a que el mercado internacional exige productos ambientalmente sustentables y más seguros para la salud (Seipasa, 2018). Asimismo, la utilización de bioinsumos contribuye a mitigar los efectos del cambio climático, favorece el desarrollo de las economías regionales a través de procesos de valor agregado en origen e impulsa el desarrollo de la agroindustria sustentable.

A modo de ejemplo, la venta y uso de bioplaguicidas a nivel mundial posiciona al hemisferio norte como el mayor responsable de estos rubros, dominando EE. UU. el mercado de los microorganismos y la UE el de los macroorganismos, existiendo más de 30 millones de hectáreas bajo control biológico, usándose más de 350 especies de agentes de control y comercializándose unos 500 productos (Gómez *et al.*, 2018). El 58 % del mercado de los bioinsumos están basados en microorganismos, el 13 % corresponde a macroorganismos y 30 % a los llamados bioquímicos como feromonas y extractos vegetales ([www.bpia.org](http://www.bpia.org); [www.lbma-global.org](http://www.lbma-global.org)).

Dentro del mercado de los bioplaguicidas, los bioinsecticidas representan el 47 %, los biofungicidas el 44 %, los bionematicidas el 3 % y los bioherbicidas el 1 %. Los EE.UU. tienen el 35 % del mercado y la UE el 32 %. Los países de Asia y el Pacífico tienen el 16 % y América Latina el 15 % ([www.bpia.org](http://www.bpia.org); [www.lbma-global.org](http://www.lbma-global.org)). Estos valores están asociados con la cantidad y calidad de la I+D en dicho sector, con políticas proactivas y con inversiones privadas. Así, por ejemplo, países como España impulsan el manejo de plagas con menores usos de agroquímicos y Suecia, Dinamarca, Holanda y Francia tienen políticas de reducción del 50 % de agroquímicos para ser alcanzado en los próximos años (Caballero, 2015; Seipasa, 2018).

A diferencia de lo que ocurre en nuestras latitudes, en los países de la UE se impulsa el establecimiento de programas de Gestión Integrada de Plagas (GIP) (Directiva 2009/128/CEE) que limita el uso de plaguicidas químicos de síntesis, generando en consecuencia una mayor demanda de nuevos agentes de control biológico y, en particular de bioinsecticidas de origen microbiano. Esta medida legal fue acompañada por la reducción del 63 % de sustancias activas autorizadas, marcando la responsabilidad del Estado en la regulación y reglamentación del uso de productos tóxicos para la salud y el ambiente. Asimismo, el desarrollo y comercialización de nuevos bioinsecticidas en la UE no será posible si no se introducen cambios legislativos que hagan factible el registro de nuevas materias activas, formulados en menor tiempo y a menor costo que los actualmente requeridos. Dichas acciones son demandas realizadas por pequeñas y

medianas empresas, apoyadas también por la comunidad científica y serán posibles de aplicación siempre que la UE esté decidida a impulsar el programa GIP (Caballero, 2015).

El uso a campo de estos agrobiológicos requiere que se encuentren legalmente registrados y autorizados. A modo de ejemplo, se puede estimar un costo en la UE de registro para una nueva materia activa, sin incluir los costos administrativos, alrededor de € 500.000 para una cepa nueva si se tiene acceso a información de otras cepas similares previamente registradas. Si no se dispone de esta información el costo se puede llegar a duplicar.

El mercado mundial de bioinsumos y sus proyecciones de ventas varían según las fuentes (Tabla 5); sin embargo, todos coinciden en su crecimiento constante, con un incremento del 10 % anual entre 2005 y 2010 y del 15-20 % entre 2016 y 2025. Incluso, se llega a pronosticar que para la década 2040-2050, los bioinsumos igualarían al mercado de los agroquímicos (Gómez *et al.*, 2018, Marrone, 2014; Markets and Markets, 2019; [www.bpia.org](http://www.bpia.org); [www.ibma-global.org](http://www.ibma-global.org)).

**Tabla 5. Estimaciones del mercado mundial de bioplaguicidas**

<b>Año</b>	<b>Millones U\$S</b>
1993	100
1999	250
2005	500
2009	1.000
2012	1.500
2014	2.000
2018	3.000
2020	5.000
2023	6.400
2025	11.000

Fuente: [www.bpia.org](http://www.bpia.org), [www.ibma-global.org](http://www.ibma-global.org)

En América Latina se ha observado un incremento en I+D y consecuentemente un aumento en la producción local y uso de agentes microbianos de control biológico, en particular en Cuba, Brasil y Colombia con el desarrollo de variados bioinsumos y la reducción de importación de productos biológicos. Sin embargo, hay diferencias marcadas entre estos países. En Cuba, por ejemplo, fue el Estado quien se encargó de la creación de los CREE (Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos) que se encuentran distribuidos a lo largo de toda la isla para la producción de distintos bioinsumos y su posterior uso a campo. En el caso de Colombia, el AGROSAVIA (ex CORPOICA, similar al INTA en Argentina) tiene la política de I+D completa, es decir, el proceso termina con el registro de los bioinsumos para luego ser ofrecidos al sector privado. Esto explica la cantidad de “productos registrados” que tiene este instituto de

investigación. En cambio, la situación de Brasil es más parecida a la de Argentina, donde las I+D son iniciadas en las Universidades, en institutos públicos o en EMBRAPA y luego, se firman convenios con empresas privadas para que registren los productos y así puedan ser comercializados y utilizados en el campo. Esto implica que los bioinsumos disponibles en Brasil tienen mayor uso comercial en diferentes cultivos, con un crecimiento del 70 % en los últimos años.

En la Argentina existen bioinsumos registrados en SENASA como biocontroladores de plagas: 21 productos a base de bacterias benéficas (*Bacillus thuringiensis* y *B. subtilis*), dos a base de virus entomopatógenos, un biofungicida a base de *Trichoderma harzianum* y dos micoplaguicidas a base de *Beauveria bassiana*. Del mismo modo, en ANMAT hay 17 productos registrados a base de bacterias para control de plagas (vectores de enfermedades). Sin embargo, a pesar de encontrarse en el mercado local estos bioinsecticidas bacterianos, su uso a campo es muy reducido. Habrá que analizar si esto se debe al costo de los mismos, a la especificidad o al desconocimiento de su existencia.

### 7.3. Variables y factores que definen el estado del arte a nivel nacional

En la Argentina hace más de tres décadas que se vienen realizando investigaciones sobre agentes biológicos para el control de artrópodos plagas, ya sea con insectos entomófagos como con microorganismos entomopatógenos y también, con promotores de crecimiento vegetal (Mamani de Marchese y Filippone, 2018; Lecuona, 2018). Asimismo, se realizaron grandes avances y logros en el control biológico de malezas con artrópodos fitófagos en la década del 70 y 80, pero los mismos se discontinuaron y actualmente no se conocen líneas de I+D en esta temática.

En general, las mayores capacidades y avances se han obtenido en las áreas del control de artrópodos plagas y en la promoción del crecimiento vegetal (PCV), pero los mismos no siempre se reflejan en el número de desarrollos industriales. Son pocos los ejemplos de transferencia al sector privado, y de uso actual de bioinsumos a nivel de campo. Seguramente el ejemplo más notable es el uso de inoculantes en leguminosas, rubro de los biofertilizantes, altamente desarrollado en los últimos 20 años, con más de 500 productos registrados en SENASA, más de 80 empresas involucradas e inversiones en I+D que superan los 45 millones de pesos. Sin embargo, a pesar de su buen desempeño en el mercado, el sector se ve afectado por la estacionalidad de la demanda y la consiguiente capacidad ociosa de la instalación productiva. Es por esta razón que las empresas intentan ampliar la oferta de sus productos y servicios, en adición al acceso en los mercados de exportación. En esta temática, el IMYZA (INTA-Castelar) desarrolló a través de Convenios I+D y de transferencia de tecnología productos a base de *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense*.

Estos microorganismos cumplen importantes funciones en los vegetales; por un lado, el género *Azospirillum* promueve el crecimiento vegetal en las plantas inoculadas debido a su capacidad de producir y metabolizar compuestos reguladores del crecimiento vegetal o fitohormonas y contribuye a mitigar los efectos negativos generados por el estrés

ambiental (sequía y la salinidad). Por otro lado, el género *Bradyrhizobium* contribuye con el aporte de nitrógeno a los cultivos de leguminosas a través de la fijación biológica de nitrógeno (FBN). El estudio de agentes de control biológico y promotores de crecimiento microbianos (hongos y bacterias) pertenecientes a los géneros *Trichoderma* y *Bacillus* permitió el desarrollo de los biofertilizantes TRICOTRAP® (en base a la cepa de *T. harzianum* Th1) y BIOTRAP® (en base a *Bacillus subtilis*) que fueron desarrollados en convenio con la empresa NITRAP S.R.L. Estas formulaciones fueron probadas *in vivo* en cultivos hortícolas extensivos (Gasoni *et al.*, 2008; Yossen *et al.*, 2010).

Otros ejemplos que se pueden citar de uso de bioinsumos en Argentina son los bioinsecticidas virales para el control de carpocapsa (*Cydia pomonella*) en frutales de pepita y el biofungicida comercial a base de *Trichoderma harzianum* (Rizoderma®) para el control de enfermedades radiculares en cereales de invierno (Zapiola *et al.*, 2012), ambos desarrollados en el IMYZA (INTA-Castelar). Del mismo modo, se tiene la producción del nematodo benéfico *Beddingia siricidicola* en Misiones (INTA-EEA Montecarlo) para control de la avispa del pino *Sirex noctilio*.

Con respecto a los biofungicidas cabe destacar que el producto Rizoderma® se ha registrado en países de la región como Uruguay y Paraguay y se está trabajando en el registro del producto en Francia e India. Los investigadores del IMYZA aportaron estudios genómicos para cumplir con los requisitos del registro en la Unión Europea.

Por otro lado, dentro de los bioinsumos con macroorganismos, se observa su utilización tanto comercial desde el sector privado, por ejemplo, producción de polinizadores y enemigos naturales para el control de plagas hortícolas, como también, desde el sector estatal/mixto, por ejemplo, la producción masiva de mosca de la fruta estéril para la Técnica del Insecto Estéril y la cría y liberación de crisópidos, ambos por el ISCAMEN ([www.iscamen.com.ar/bioplanta](http://www.iscamen.com.ar/bioplanta)). Del mismo modo, la producción del parasitoide *Goniozus legneri* para el control de *C. pomonella* en la región del Alto Valle (CEMUBIO, Centro Multiplicador de Biocontroladores) (INTA Informa, 2018), la producción de los parasitoides *Mastrus ridens* y *Ascogaster quadridentata* para el control de *C. pomonella* en el Laboratorio de Control Biológico de FUNBAPA y la producción masiva de parasitoides de mosca doméstica en la biofábrica del IMYZA (INTA-Castelar).

En los últimos años, se ha visto un marcado interés de distintos sectores productivos por el empleo de agroquímicos menos contaminantes que permitan cumplir con los requisitos normativos y de calidad de los mercados internacionales más exigentes. También se ha notado un mayor interés por disponer de alimentos producidos de manera más natural, con menores insumos químicos, en particular aquellos productos que son para exportación. Sin embargo, esta iniciativa aún no se visualiza en el número de productos biológicos registrados en SENASA o ANMAT que garantizan el cumplimiento de los estándares de inocuidad y presentan la calidad deseada para su empleo con efectividad sobre el control de insectos vectores y plagas agropecuarias, sin afectar al ambiente ni a la salud animal y humana. La presencia en el mercado local de “bioinsumos no registrados” que se comercializan por distintas vías provoca fallas en la eficiencia de

control, al no contar con los estándares de calidad requeridos y como consecuencia, el descrédito y desaliento del productor o consumidor. También se observan productos registrados con menor calidad que la declarada.

Asimismo, habría que agregar a estos usos incorrectos, el hecho que en distintas regiones del Norte argentino se entrega a pequeños y medianos productores un “paquete de agroquímicos fraccionados” (insecticidas y funguicidas) para uso en sus cultivos sin la debida capacitación de quien lo entrega y a quienes va dirigido. Es común que se refieran a los agroquímicos como “remedio” o “veneno”. En consecuencia, esto explica el escaso y nulo conocimiento de los controladores biológicos.

Por lo tanto, aún no se ha dado el salto tecnológico en nuestro país para la producción y uso de bioinsumos, con excepción de los inoculantes, debido al escaso interés del sector privado a instalar biofábricas, tal vez por los costos de producción y registro, disponibilidad de mano de obra, volúmenes de facturación y competencia desleal de bioinsumos comercializados sin las normas legales ni de calidad exigidas para el resto de los agrobiológicos registrados. En cambio, sí se aprecia un incremento de producción y uso de “bioinsumos intraprediales” para los cuales no hay normativas precisas haciendo difícil de estandarizar y cuantificar la inocuidad de estos insumos.

#### 7.4. Capacidades productivas y tecnológicas disponibles y potenciales

Las provincias que comprenden el NOA y NEA argentino presentan una disparidad muy grande en climas, altitudes, niveles socioeconómicos, etc. con ciertas semejanzas a lo que ocurre con los países limítrofes (Bolivia, Brasil y Paraguay) y Colombia. En este ámbito geográfico, salvo Brasil y Colombia y, tal vez en menor medida México y Costa Rica, que tiene un gran número de bioinsumos registrados y en uso a campo, los otros países citados y el Norte argentino se asemejan bastante en la debilidad de este sector productivo. Esto se refiere a que, si bien existen capacidades desde el sector de ciencia y tecnología en aspectos básicos y aplicados de ciertos bioinsumos, no hay en contraposición un fuerte interés empresarial para continuar con las etapas del desarrollo de agrobiológicos para alcanzar finalmente su comercialización.

Se ha convenido en considerar los cultivos más importantes de dichas áreas por sus problemas fitosanitarios y las posibilidades de producción local para el uso de bioinsumos. Cada uno de estos cultivos presentan artrópodos plagas y sus controladores biológicos (enemigos naturales) que podrían ser empleados, previo un proceso de escalado y registro, en bioinsumos para reducir los perjuicios o daños y paralelamente, favorecer el desarrollo de bioindustrias nacionales o regionales de distintos tamaños, como MiPyMES, PyMES o incluso cooperativas de productores.

La industria algodonera, frutihortícola, la producción de yerba y arroz de la región NEA poseen potencial en la elaboración de bioinsumos, como por ejemplo los biofertilizantes mediante la utilización de los residuos o restos de cosecha (como el rastrojo de arroz), residuos de los procesos industriales (frutihortícola, desmotado de algodón).

Dentro de la cadena yerbatera, desde las podas realizadas en el ciclo primario como en el molido, se producen diferentes residuos que pueden ser utilizados en la elaboración de biofertilizantes y reutilizados en la producción primaria. El establecimiento Las Marías (prov. de Corrientes) posee secaderos que funcionan con desechos del aserradero y una planta de compostaje de 10 hectáreas para reciclar residuos; de esta manera el compost elaborado es utilizado en la producción primaria, aportando todos los beneficios al suelo y al vegetal.

La producción de algodón en bruto se concentra principalmente en las provincias de Chaco y Santiago del Estero con un porcentaje de 70 %, distribuido el resto entre las provincias de Santa Fe, Corrientes, Formosa, Salta, entre otras. En cuanto a la capacidad de desmote, la distribución es similar entre las provincias. El desmote es la etapa de transformación agroindustrial a través de la cual el algodón en bruto cosechado es procesado para separar la fibra de la semilla. La fibrilla es empleada para la elaboración de algodón hidrófilo y otros productos textiles. Impurezas mayores del desmote de algodón, como carpelos, fragmentos de tallos y ramas, tienen usos variados como combustible, ladrillos y biofertilizantes orgánicos.

La producción de arroz en Argentina integra una economía regional en el litoral argentino, concentrándose en las provincias de Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe, Chaco, Formosa y Misiones. El cultivo de arroz deja como residuo de la cosecha el rastrojo del cultivo, que en algunos sistemas tiende a acumularse debido a su composición, por lo que los productores adoptan manejos tales como la quema de rastrojo. Los residuos generados a lo largo de las cadenas productivas poseen potencial como sustratos en la elaboración de biofertilizantes como compost, tal el caso de la cascarilla de arroz en las producciones de plantines forestales.

En relación con otras posibilidades de desarrollos de bioinsumos en el Norte argentino, a continuación, se presentará un listado de estas asociaciones cultivo – artrópodo plaga – enemigos naturales factibles de ser producidos y usados en dicha región, siendo algunos de ellos ejemplos muy conocidos y utilizados en otros países; experiencias que podrían ser replicadas en nuestras latitudes. También se citarán las posibilidades de los biofunguicidas (a base de hongos y bacterias benéficos) y biofertilizantes basados en bacterias PCV.

Existen cultivos transgénicos en el mercado con propiedades en el control de lepidópteros plagas, que no son considerados como bioinsumos y tienen un tratamiento legal diferente. Es factible considerar que en estos cultivos (por ejemplo algodón, maíz, soja) no se emplearán bioinsumos contra esas plagas pero hay que destacar también que algunos de estos cultivos modificados no controlan la totalidad de las plagas por la aparición de resistencia (por ejemplo contra *Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa*) o porque las toxinas incorporadas no son efectivas; por lo tanto, el uso de bioinsumos continuaría siendo una posibilidad de desarrollos locales para las múltiples especies de artrópodos plaga presentes en dichos cultivos modificados.

Principales artrópodos plagas y enemigos naturales (predadores, parasitoides, entomopatógenos) con posibilidades de ser usados como bioinsumos

*Acelga*

- Pulgón: *Myzus* spp. con el parasitoide *Aphidius colemani* y el predador *Chrysopa* spp.

*Algodón*

- Picudo del algodouero, *Anthonomus grandis*. Se puede utilizar micoinsecticidas a base del hongo *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.
- Oruga de la hoja, *Alabama argillacea*, presentan enemigos naturales como el predador *Podisus nigrispinus* y *Chrysopa* spp., los cuales podrían ser desarrollados masivamente para su uso en campo. Otra especie factible de utilizarse son los *Trichogramma* spp., parasitoides de huevos de lepidópteros. También está reportada la posibilidad del uso de baculovirus para su control.
- Mosca blanca, *Bemisia tabaci*, esta plaga reúne también otros géneros presentes en distintos cultivos, por lo cual el escalado de sus enemigos naturales podría ser útil a otros cultivos. Se presentan los predadores *Orius insidiosus*, *Chrysopa* spp. y *Tupiococoris cucurbitaceus* y el parasitoide *Eretmocerus* sp. También existen cepas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, para desarrollar micoinsecticidas, como ya dispone Brasil, por ejemplo.
- Lagarta rosada, *Pectinophora gossypiella*, podría utilizarse el parasitoide *Parasierola nigrifemur*. Otra especie factible de utilizarse son los *Trichogramma* spp., parasitoides de huevos de lepidópteros.
- Oruga capullera: *Helicoverpa* sp. se puede utilizar *Trichogramma* spp., parasitoides de huevos de lepidópteros. También existen productos comerciales en otros países a base de baculovirus.

*Arroz*

- Chinche de la panoja, *Oebalus poecilus* y Chinche del tallo, *Tibraca limbativentris*. Existen antecedentes del uso de hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, con potencial de desarrollos futuros.

*Ajo*

- Pulgón: *Myzus persicae* con el parasitoide *Aphidius colemani* y el predador *Chrysopa* spp.
- Trips: *Thrips tabaci* con el predador *Orius insidiosus*.

*Banano*

- Picudo del banano, *Cosmopolites sordidus*, coleóptero que también está presente en Brasil y disponen de cebos a base de hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*. En consecuencia, podría desarrollarse en la región del norte un micoinsecticida en base a cepas nativas.



### Caña de azúcar

- Barrenador de la caña, *Diatraea saccharalis*. Esta plaga, presente también en maíz, tiene varios enemigos naturales con posibilidades de uso, entre ellos el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y el parasitoide de huevos *Trichogramma* spp. y en Cuba se emplea el parasitoide *Lixophaga diatraeae*.

### Cebolla

- Pulgón: *Myzus persicae* con el parasitoide *Aphidius colemani* y el predador *Chrysopa* spp.
- Trips: *Thrips* sp. con el predador *Orius insidiosus*.

### Cítricos

- Psílido de los citrus, *Diaphorina citri*. Este vector de la enfermedad llamada Huanglongbing (HLB) presenta enemigos naturales con posibilidades de uso. Uno de ellos es a base de hongos entomopatógenos (*Beauveria* e *Isaria*) teniendo Brasil ya su primer producto registrado para esta plaga. También se tiene al parasitoide *Tamarixia radiata*. Está en marcha un proyecto para instalar una biofábrica en la EEA Bella Vista.
- Cochinillas, varias especies en el NEA, presentan predadores como *Salpingogaster* sp. y parasitoides como *Aphytis* spp. con posibilidades de uso masivo.
- Hormigas cortadoras, *Atta* y *Acromyrmex*. Como se verá, estas especies plagas están presentes en distintos tipos de cultivos intensivos y extensivos, viveros de frutales y forestales, etc. por lo cual el desarrollo de bioinsumos (cebos a base de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) servirá para ser usado en situaciones muy diversas.
- Pulgones, *Toxoptera* sp. y *Aphis* sp. con el uso de los parasitoides *Aphidius* sp. y *Praon* sp. y el predador *Chrysopa* sp. en el NEA.
- Moscas blancas, *Dialeurodes citri*, *Aleurothrixus floccosus*, *Singhiella citrifolii* presentan varios enemigos naturales con posibilidades de uso a escala de campo, por ej. el parasitoide *Encarsia* sp., el predador *Chrysopa* spp. y el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*.
- Minador de hojas, *Phyllocnistis citrella*, con el parasitoide *Ageniaspis* spp. en el NEA.
- Moscas de la fruta, *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*, con posibilidades de usar a los parasitoides *Diachasmimorpha longicaudata* y al hongo *Beauveria bassiana*.
- Polilla de la naranja, *Ecdytolopha aurantianum*, es una plaga potencial que adquirió importancia en Brasil en los últimos años. Se podría utilizar *Bacillus thuringiensis*.
- Bicho canasto, *Oiketicus kirbyi*, se utilizan bioinsecticidas bacterianos ya disponibles que contengan *Bacillus thuringiensis* como ingrediente activo. Sería factible el desarrollo de nuevos bioinsecticidas que contengan cepas de la región.
- Perro de los naranjos, *Papilio thoas*, puede adquirir importancia en viveros cuando hay brotes tiernos. Se puede utilizar *Bacillus thuringiensis*.

### Espinaca

- Pulgón: *Myzus* spp. con el parasitoide *Aphidius colemani* y el predador *Chrysopa* spp.

## Forestales

### Eucalyptus

- Avispa de la agalla, *Leptocybe invasa*, los parasitoides disponibles son: *Selitrichodes neseri* y *Quadrastichus mendeli*.
- Avispa de la agalla del limbo, *Ophelimus maskelli* y su parasitoide *Closterocerus chamaeleon* (se registró la presencia de la plaga junto con su biocontrolador).
- Chinche del eucalipto, *Thaumastocoris peregrinus*, puede utilizarse el parasitoide *Cleruchoides noackae*.
- Psílido del escudo, *Glycaspis brimblecombai*, con el parasitoide específico *Psyllaephagus bliteus* que ingresó junto con la plaga.
- Hormigas cortadoras, *Atta* y *Acromyrmex*. Uso de micoinsecticidas: cebos a base de hongos entomopatógenos.
- Bicho canasto, *Oiketicus kirbyi*, se utilizan bioinsecticidas bacterianos que contengan *Bacillus thuringiensis* como ingrediente activo. Podrían desarrollarse nuevos bioinsecticidas que contengan cepas más efectivas.

### Pino

- Avispa, *Sirex noctilio* con el entomonematodo *Beddingia siricidicola*.
- Hormigas cortadoras, *Atta* y *Acromyrmex*, desarrollo de cebos a base de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*).

### Girasol

- Isoca medidora, *Rachiplusia nu*. Es susceptible al baculovirus de *Autographa californica* y ya existen productos comerciales en otros países.

### Mandioca

- Hormigas cortadoras, *Atta* y *Acromyrmex*. Uso de micoinsecticidas: cebos a base de hongos entomopatógenos.
- Marandová u oruga rabuda: *Perigonia lusca*, al igual que en yerba mate se sugiere la utilización de *Bacillus thuringiensis*. El desarrollo de formulaciones que contengan nuevas cepas sería totalmente factible.
- *Erinnys ello* puede ser controlada con un granulovirus.

### Maíz

- Barrenador de la caña, *Diatraea saccharalis*, existen cepas de *Beauveria bassiana* efectivas y algunos parasitoides (himenópteros) como *Cotesia flavipes* de larvas y *Telenomus* sp. y *Trichogramma* spp. (parasitoide de huevos), así como el díptero *Lixophaga* y otros.
- Gusanos blancos, *Cyclocephala* y *Diloboderus*, existen posibilidades de formulaciones granuladas a base de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.
- Gusanos de suelo o cogolleros, *Agrotis ipsilon* y *malefida*. Existe reportes de ser susceptibles a varios baculovirus de los cuales hay productos comerciales.

- Larvas de lepidópteros, *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* y *H. gelotopoeon*, los posibles bioinsumos a desarrollar se basan en hongos (*Beauveria bassiana*), virus de granulosis y poliedrosis, *Bacillus thuringiensis* y el parasitoide de huevos *Trichogramma* spp.

#### Membrillo y Nogal

- Gusano de la pera y manzana, *Cydia pomonella*, también está presente en cultivos de nogal en Catamarca y La Rioja. Ya se emplea en el Alto Valle el VGCp, virus de granulosis del cual existen productos en el mercado nacional. También se emplea *Bacillus thuringiensis* serovar *aizawai*. No obstante, estudios recientes en el IMYZA (INTA) sugieren que el control con *B. thuringiensis* podría mejorarse con bioinsecticidas que contengan ciertas cepas nativas. Entre los parasitoides de huevos podrían usarse a *Trichogramma* spp.

#### Quinua

- Lepidópteros dañinos de la quinua, *Eurysacca melanocampta* y *Copitarsia incomoda*, se recomienda el uso de *Bacillus thuringiensis* para su control en toda la región andina. El posible desarrollar un formulado con una cepa nativa altamente eficiente. También se encuentran los parasitoides *Trichogramma* spp. y *Apanteles* sp.

#### Papa

- Polilla de la papa: *Phthorimaea operculella*. En Colombia, Perú y Costa Rica se utiliza un baculovirus a base de PhopGV.

#### Poroto

- Moscas blancas, *Bemisia tabaci*, se puede usar el predador *Tupiocoris cucurbitaceus*.

#### Pimiento y Tomate

- Polilla; *Tuta absoluta*, se puede usar trampeo masivo con feromonas, el parasitoide de larvas *Pseudoapanteles dignus* y de huevos *Trichogramma* spp. y el predador *Tupiocoris cucurbitaceus*. Asimismo, se han realizado ensayos en condiciones de campo con un bioinsecticida a base de una cepa nativa de *Bacillus thuringiensis*, por lo cual se dispondría de este bioinsumo para su fabricación local.
- Mosca minadora, *Liriomyza huidobrensis* con *Diglyphus* y *Opius*.
- Moscas blancas, presentan varios enemigos naturales con posibilidades de uso a escala de campo, por ej. los parasitoides *Eretmocerus* spp. y *Encarsia formosa*, el predador *Tupiocoris cucurbitaceus* y el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, como ya dispone Brasil. La empresa Biobest Argentina tiene programado empezar a usar *Amblyseius swirskii*, de probada eficacia como controlador biológico en Europa.
- Arañuela roja, *Tetranychus urticae*, con *Neoseiulus* y *Phytoseiulus*.
- Pulgones, varias especies, con la posibilidad de usar predadores como *Chrysopa* spp. y coccinélidos. También parasitoides (por ej. *Aphidius* sp.).
- Trips, *Frankliniella occidentalis*, con la posibilidad de usar predadores como *Chrysopa* spp. y *Orius insidiosus*.

### Soja

- Larvas defoliadoras: *Rachiplusia nu* y *Anticarsia gemmatalis*, presentan varios enemigos naturales con posibilidades de uso masivo, como el predador *Podisus*, el parasitoide de huevos *Trichogramma* spp., virus de poliedrosis, hongos entomopatógenos y *B. thuringiensis*.
- Lepidópteros, *Loxostege*, *Helicoverpa*, *Spodoptera frugiperda*, *Pseudoplusia includens*, *Heliiothis*, *Chrysodeixis includens*, *Anticarsia gemmatalis*, *Rachiplusia nu*. Para estas plagas hay una amplia diversidad de productos comerciales a base de baculovirus en otros países. También se puede usar el parasitoide *Trichogramma* spp.
- Chinchas, *Nezara viridula*, tiene posibilidades de utilizarse el parasitoide *Trisolchus basali* y hongos entomopatógenos.

### Sorgo

- *Spodoptera frugiperda*. En Brasil hay un producto en desarrollo a base de baculovirus.

### Tabaco

- Moscas blancas, *Bemisia tabaci*, se puede usar el predador *Tupiocoris cucurbitaceus*.

### Vid

- Polilla de la vid europea, *Lobesia botrana*, el bioinsecticida más utilizado para su control es aquel que contiene *Bacillus thuringiensis*. El desarrollo de un nuevo bioinsecticida con alguna cepa nativa sería necesario y factible de realizar. También hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*.

### Yerba mate

- Psílido de la yerba mate, *Gyropsilla spegazziniana*, el desarrollo de un micoinsecticida con *Beauveria bassiana* fue realizado hace varios años y podría retomarse dado que presentó resultados satisfactorios en ensayos en campo. Asimismo, esta plaga tiene varias especies de predadores coccinélidos, como *Curinus coeruleus*, que podrían complementar el control biológico a campo.
- Hormigas cortadoras, *Atta vollenweideri* y *A. sexdens*, junto con otras especies del género *Acromyrmex*. Uso de micoinsecticidas: cebos a base de hongos entomopatógenos.
- Marandová u oruga rabuda, *Perigonia lusca*, se utilizan bioinsecticidas bacterianos disponibles que contengan *Bacillus thuringiensis* como ingrediente activo.

### Plagas no asociadas a cultivos específicos

- Garrapatas, *Boophilus microplus*, con el desarrollo de un micoacaricida a base de *Beauveria bassiana*.
- Mosquitos vectores, *Aedes aegypti*. El IMYZA (INTA) completó el desarrollo de un método de control para combatir las larvas de este mosquito transmisor del dengue a través de un bioinsecticida elaborado con *Bacillus thuringiensis israelensis*. Esta tecnología fue transferida a una empresa privada que lo registró en la ANMAT. También fue transferida la licencia a Laboratorios LAFORMED S.A., con el objetivo de

producir y distribuir este bioinsumo en la provincia de Formosa. Recientemente, el IMYZA ha iniciado una colaboración con la Universidad Nacional de Salta y la EEA INTA-Salta para el desarrollo local de este biolarvicida.

Principales enfermedades vegetales (patógenos presentes en el suelo), asociadas a cultivos con posibilidades de biocontrol

Cultivo	Enfermedades	Biocontroladores
Acelga	<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. atroviride</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. virens</i>
Arroz	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Trichoderma</i> spp., <i>Pseudomonas</i> spp.
Caña de azúcar	<i>Fusarium moniliforme</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. atroviride</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. virens</i> .
Cebolla	<i>Sclerotium cepae</i> <i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. atroviride</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. virens</i> .
Girasol	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> <i>Verticillium dahliae</i> <i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. atroviride</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. virens</i> . <i>Bacillus subtilis</i> .
Papa	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium</i> spp.	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. atroviride</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. virens</i> .
Poroto	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. atroviride</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. virens</i> .
Pimiento	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>Verticillium</i> spp. <i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. atroviride</i> <i>T. viride</i> , <i>T. virens</i> .
Soja	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. atroviride</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. virens</i> .
Tabaco	<i>Fusarium oxyporum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. atroviride</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. virens</i> . <i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i>
Tomate	<i>Fusarium oxyporum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. atroviride</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. virens</i> .

Cultivos con posibilidades de utilizar Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (BPCV o PGPR en inglés) tanto para la promoción del crecimiento como para la protección vegetal

Actualmente, existen pocas empresas formuladoras de inoculantes radicadas en el NOA y NEA. Esto puede deberse a distintas condiciones económicas, sociales y ambientales que influyen en la competitividad. Los factores territoriales, como distancia, transporte, infraestructura, etc., tienen un papel decisivo en el desempeño de las empresas. La ubicación geográfica va a determinar la infraestructura física, social y financiera con que podrá contar la empresa para sus actividades comerciales, así como la distancia a los mercados de bienes y recursos. Todos estos factores son determinantes para la decisión de inversión y radicación de la empresa.

De todas maneras, como fue expresado, este sector de bioinsumos es el más desarrollado en nuestro país, estando las fábricas concentradas en la región pampeana debido a los volúmenes de venta que manejan y por los cultivos a los cuales van dirigidos. Estos motivos, más la complejidad técnica e inversión en equipamiento necesarias para el funcionamiento de este tipo de empresas o laboratorio de biofertilizantes (iPGPR), hace que no se muestre suficiente interés empresarial por la instalación de biofábricas en el Norte argentino. Sin embargo, esto puede revertirse si se logra un desarrollo de bioinsumos en base a ePGPR para cultivos producidos localmente, al igual que los insecticidas botánicos y los de origen microbiológico ya citados.

Las posibilidades de ser empleados estos microorganismos benéficos en cultivos del NEA y NOA son las siguientes:

#### *Cultivos hortícolas en general*

Se utilizan inoculantes formulados en base a *Azospirillum* y *Bacillus subtilis*, por lo que a futuro podría incrementarse su empleo con nuevas formulaciones o cepas más efectivas. Se podría utilizar *Trichoderma* en la etapa de almácigos, siendo una línea a desarrollar localmente.

#### *Cereales*

Se inocula con *Azospirillum*, *Pseudomonas* y *Bacillus subtilis*, por lo que a futuro podría incrementarse su empleo con nuevas formulaciones o cepas más efectivas. Los residuos del cultivo del arroz es un nicho importante para el uso de microorganismos que puedan acelerar esa descomposición. Esta sería una línea a desarrollar localmente.

#### *Leguminosas*

Se utilizan inoculantes en base a rizobios y hay especificidad planta - microorganismo, haciendo que cada cultivo tenga su simbiote. Además, se utiliza la técnica de co-inoculación con otros PGPR como *Azospirillum*, *Pseudomonas* y *Bacillus subtilis*, por lo que a futuro podría incrementarse su empleo con nuevas formulaciones o cepas más efectivas.

#### *Caña de azúcar*

Hay inoculantes específicos en base a *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Burkholderia*, *Gluconacetobacter* y *Bacillus polymyxa*; a futuro podría incrementarse su empleo con nuevas formulaciones o cepas más efectivas.

#### *Cítricos y forestales*

No hay nada específico, sin embargo, se podría utilizar micorrizas u otros PGPR para favorecer el enraizamiento de los portainjertos. Esta sería una línea a desarrollar localmente.

#### *Yerba mate*

No hay nada específico. Se han iniciado I+D en conjunto entre el IMYZA y la EEA INTA-Montecarlo para evaluar cepas de *Pseudomonas* y *Azospirillum* y se obtuvieron muy

buenos resultados. Por lo tanto, podría ser una línea a desarrollar mediante la producción masiva de estos microorganismos en una planta piloto específica.

#### *Tabaco*

Se utilizan inoculantes a base de *Pseudomonas* y *Azospirillum*; a futuro podría incrementarse su empleo con nuevas formulaciones o cepas más efectivas.

#### *Posibles bioinsumos a ser usados en industrias locales*

##### *Industria vitivinícola*

Producción de cepas de levaduras nativas para su utilización como cultivos iniciadores en la industria enológica. La inoculación permite llevar a cabo la fermentación alcohólica en forma controlada y estandarizada potenciando las cualidades de los vinos de la región. Las que se utilizan comercialmente son exóticas y se importan a precios elevados (Combina *et al.*, 2002).

##### *Elaboración de quesos*

Producción de cepas nativas de bacterias lácticas para la elaboración de quesos a escalas artesanal e industrial (de lechería caprina, ovina y bovina). Las bacterias lácticas generan acidez y contribuyen al desarrollo de texturas y sabores diferenciados. La elaboración de quesos con cepas nativas permitiría disponer de una tecnología apropiada para obtener una calidad uniforme y caracteres organolépticos propios y una potencial herramienta de identificación de origen (Torres *et al.*, 2009).

##### *Industria de celulosa y papel*

La utilización de enzimas en desarrollos relacionados con manufactura del papel es un área tecnológica en plena emergencia impulsada por la necesidad de implementar procesos amigables con el ambiente. El blanqueado del papel utiliza productos que contienen cloro; es factible disminuir el consumo de cloro utilizando enzimas que degradan material lignocelulósico, especialmente lacasas y xilanasas. Los procesos denominados de obtención de biopulpa y de bioblanqueado, constituyen una importante oportunidad para promover la innovación tecnológica del sector (Singh *et al.*, 2016).

#### *Ejemplos de plantas para obtención de extractos naturales con posibilidades de ser usados como bioinsumos para el control de artrópodos plagas (lepidópteros, coleópteros, himenópteros, dípteros, pulgones, ácaros, langostas)*

- *Azadirachta indica*, Nim o Neem.
- *Melia azedarach*, Paraíso.
- *Allium sativum*, Ajo.
- *Capsicum frutescens*, Ají picante.
- *Carica papaya*, Papaya.
- *Nicotiana tabacum*, Tabaco.
- *Chrysanthemum cinerariifolium*, Crisantemo.

### Posibles bioinsumos a ser usados en producción de energía

La producción de bioenergía en general y de bioetanol en particular está directamente relacionada a la disponibilidad geográfica de materia prima para fermentar. En el caso del bioetanol de II generación (que se obtiene a partir de celulosa y hemicelulosa) dependerá de contar con residuos agroforestales o agroindustriales de la región. Las plantas de producción de etanol de II generación han optado por usar tecnología basada en el uso de enzimas para la conversión de biomasa en azúcares fermentables. Pero además el proceso requiere aplicar un pretratamiento de la biomasa para mejorar la accesibilidad de la celulosa a las enzimas hidrolíticas. Este es un paso crítico que, como el de la producción de enzimas, requiere incorporar tecnologías que se deriven de las investigaciones en curso a nivel mundial para reducir el costo y aumentar la eficiencia de todo el proceso (Hemansi *et al.*, 2019).

La producción de enzimas está monopolizada por pocas compañías internacionales. Actualmente se llevan a cabo proyectos de investigación dedicados a la prospección de microorganismos ligno/celulolíticos como así también al estudio de su metagenoma para identificar nuevas enzimas que puedan ser producidas en forma recombinante. En particular, es de interés disponer de enzimas termoestables que resistan amplios rangos de temperatura y pH y resulten versátiles para adaptar a distintas condiciones de proceso (Navas *et al.*, 2019).

En consecuencia, los desarrollos que se puedan hacer en este campo de los bioinsumos serían mediante colaboración con empresas que ya se dedican a estas actividades en otras regiones, apoyadas con decisiones o acuerdos público-privados y con reglas claras de mercado. Existen ejemplos de biorrefinerías en Europa, EE. UU., Asia que contemplan varios factores como los desarrollos de procesos, instalaciones, disponibilidad de materias primas cercanas y por sobre todo grandes inversiones. Las posibilidades de estos emprendimientos en el Norte argentino para la generación de bioetanol II generación, en el diseño y puesta en funcionamiento de biodigestores para tratamiento de efluentes industriales, entre otros temas, necesitarán seguramente del apoyo del INTI y del INTA, así como de la Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiológicos – PROIMI (CONICET) y el Instituto de Tecnología Agroindustrial del Noroeste Argentino - ITANOA (CONICET-Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres - EEAOC).

### 7.5. Factores que condicionan el desarrollo y uso de bioinsumos

Diferentes acciones son necesarias para transformar a los bioinsumos de ser una utopía a una realidad (Lecuona, 1996b); de este modo, se podría realizar un punteo de aspectos a considerar que involucre a los tres actores fundamentales del desarrollo innovador, como son el Estado, el sector de CyT y educativo y, el sector empresarial. Esta clasificación está referenciada en el triángulo de Sábato. No obstante, es necesario posicionarse en la realidad actual con proyección a futuro trayendo con un entramado en red de actores multi y transdisciplinarios que incluyan desde saberes locales, cooperativas, cámaras,



sector universitario, entes reguladores, ministerios, investigadores, extensionistas y empresas (IICA, 2013; Mesa Redonda, 2018; Lecuona, 2018; Lecuona y Posadas, 2019).

*Aspectos relacionados con el Estado (nacional, provincial, municipal) que podrían modificarse para favorecer el desarrollo y uso de bioinsumos*

- Políticas públicas proactivas y adaptables para el desarrollo de bioinsumos.
- Facilitar el acceso y uso de los recursos naturales en el nivel provincial con normativas y exigencias claras, ágiles y unificadas.
- Incentivos (menor carga impositiva) destinados a empresas de bioinsumos para facilitar su creación, el desarrollo industrial y su sostenibilidad en el tiempo.
- Incentivos a productores para la adopción de tecnologías menos contaminantes, entre ellas el uso de bioinsumos.
- Denominación de Productos Diferenciados para aquellas producciones comerciales que provengan del uso de bioinsumos.
- Agilidad y accesibilidad en los trámites para el registro de los bioinsumos con una “ventanilla” específica, diferente a la de agroquímicos.
- Oficinas de vinculación tecnológica más activas en la búsqueda de emprendimientos y su seguimiento.
- Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) a nivel nacional con énfasis en el uso de bioinsumos.
- Organismos de control y fiscalización que garanticen calidad y efectividad de los bioinsumos registrados, con seguimiento en el tiempo. Controles a los “no registrados”, no solo por su publicación en internet, también en los locales de venta.
- Convenios específicos entre organismos de fiscalización y otros entes estatales para colaborar en garantizar calidad de los bioinsumos a registrar y evitar la proliferación de productos no registrados. Un ejemplo es el reciente convenio SENASA – Mercado Libre, otro podría ser con la AFIP para el seguimiento de los comercios de venta de agroquímicos.

Estas iniciativas podrían estar contenidas en una Ley de Bioinsumos de uso Agropecuario y Agroindustrial que favorezca la producción nacional y uso de estos productos en detrimento de su importación.

*Desde el Sistema de CyT, incluyendo universidades, se podría analizar distintos aspectos para beneficiar a los bioinsumos*

- Mejorar y ampliar las currículas universitarias, desde aspectos básicos hasta aplicados, para demostrar las ventajas económicas y ecológicas del control biológico y los bioinsumos en general, su uso y aplicación en campo.
- Favorecer el desarrollo de tesinas y tesis en Manejo Integrado de Plagas (MIP), control biológico, bioinsumos y bioprocesos.
- Fomentar desde las universidades la formación de *start-up* o incubadoras de empresas por parte de estudiantes y/o profesionales; incluyendo en la currícula temas relacionados con esta disciplina y área de trabajo.

- Incrementar la insuficiente I+D estatal, en cuanto a RR\$\$ y RRHH aplicada a esta disciplina y área de trabajo.
- Unificar la nomenclatura de bioinsumos de uso común en distintos países para tener definiciones y reglamentaciones similares y trasladarlas a los organismos competentes.
- Crear una Sociedad Argentina de Control Biológico (SACOBIO) que promueva y favorezca esta disciplina, así como el desarrollo de los bioinsumos específicos asociados.
- Contribuir a la difusión y capacitación de los bioinsumos a distintos niveles: estudiantes, productores, empresarios, funcionarios, extensionistas, cooperativistas y público en general.
- Modificar el enfoque lineal de la innovación por el trabajo transdisciplinario, formando una red de actores proactivos, donde cada bioinsumo es tratado de manera particular y específica.

*Aportes del sector empresarial que deberían realizar de manera coordinada y en red con los otros sectores participantes*

- Fortalecimiento y realización de más I+D en las empresas, articulando con el sector de CyT obteniendo beneficios mutuos.
- Incrementar la inversión privada para la instalación de biofábricas con el fin de producir y comercializar bioinsumos de calidad registrada y sostenida en el tiempo.
- Analizar el sistema de cooperativas, actualmente inexistente en el sector de Bioinsumos con vistas a ser una salida productiva para casos específicos, siempre bajo normas de calidad y registro de productos.
- Priorizar los desarrollos locales en lugar de importar productos biológicos.

7.6. Tendencias

Dentro de la bioeconomía es importante mantener una visión amplia, incorporando al sistema el concepto de “economía circular” como camino al desarrollo sostenible. La producción de bioinsumos, basados principalmente en macro y microorganismos, son factibles de ser utilizados en la producción de cultivos regionales, así como en el aprovechamiento de los residuos generados por la actividad agroproductiva, mediante su transformación y la generación de biofertilizantes estabilizados, seguros y ambientalmente compatibles.

Existen factores capaces de influenciar el desarrollo y uso de los bioinsumos en el sector agropecuario y agroindustrial (Seipasa, 2018; 2019). Estos pueden resumirse en el incremento de la producción agrícola, cambios en las cadenas productivas asociadas a las demandas del mercado, interés concreto de grandes empresas en estrategias de uso de bioinsumos y la trazabilidad de los alimentos y, los cambios positivos en las legislaciones específicas.

Los avances tecnológicos junto con el aumento de la conciencia para el consumo de productos orgánicos o diferenciados a nivel mundial y en este caso, a nivel regional, están

umentando traccionando así la demanda de bioinsumos. De esta manera se compromete también al Estado a establecer un marco de regulación en la producción y comercialización de bioinsumos. Asimismo, las investigaciones por parte de instituciones privadas y públicas han mantenido un ritmo que ha permitido un avance sostenido en el país.

Se espera que el mercado global de bioinsumos crezca en los próximos años debido al aumento de las restricciones para el registro de nuevas moléculas de síntesis, al cambio del paradigma productivista exclusivamente por el del ambientalmente sustentable, a legislaciones más estrictas en las intersecciones urbano-rurales, al mejor aprovechamiento energético, a los beneficios de la conservación de la biodiversidad y al fortalecimiento de las economías regionales.

Un posible motor para el cambio podrá ser el sector exportador que traccionará hacia tecnologías limpias por exigencias de los mercados compradores. Como ejemplo se cita el uso del bioinsecticida viral para el control de *Cydia pomonella* en frutales de pepita y carozo, dado que existen bioinsecticidas registrados y en uso en Argentina, debido a las demandas europeas de alimentos libres de residuos químicos.

Asimismo, otro impulso podría estar dado cuando las normativas en seguridad alimentarias internas sean similares a las de países del hemisferio norte, prestando mayor atención a la producción con menores residuos de agroquímicos, con el uso de productos amigables con el ambiente y respetando a los recursos naturales y a la biodiversidad.

Como fue mencionado, a diferencia de los inoculantes, el resto de los bioinsumos aún no cuentan en la Argentina con un mercado que permita amortizar las inversiones en cuanto a innovación, desarrollo y producción, por lo que se requiere del apoyo estatal a través de diversas líneas de acción y financiación, preferentemente articuladas por los ámbitos ministeriales competentes. A su vez, sería importante destacar el apoyo que podría brindar el sector bancario, facilitando líneas crediticias con tasas subsidiadas a cooperativas, emprendedores privados y hasta entidades públicas competentes.

En consecuencia, se requiere de una firme política de Estado, como lo ha concretado Canadá (Bailey *et al.*, 2010) o la UE, materializada en un programa integral y abarcador que incluya políticas de promoción en I+D+i con integración público-privada, contemplando todas las etapas desde la investigación hasta la comercialización de las innovaciones. A su vez, se requerirá una mayor coordinación entre las acciones de los distintos Ministerios/Secretarías y otras reparticiones provinciales y municipales para facilitar y promover los desarrollos locales de bioinsumos.

Asimismo, se debería contemplar el modelo brasilero y colombiano con buen aprovechamiento de las oportunidades y visión prospectiva, asociado al acompañamiento empresarial y de las cooperativas de productores. Por ejemplo, en Brasil, ante la amenaza en los cítricos de la enfermedad del Huanglongbing (HLB) y su vector, el psílido *Diaphorina citri*, y previendo las graves pérdidas en la producción

citrícola, se planteó en el año 2011 el estudio de distintas alternativas de control, tanto del vector como de la enfermedad. Una de estas tácticas de control se focalizó en el desarrollo de un micoinsecticida para el control de psílido. Luego de siete años aparece en el mercado brasilero el primer bioinsumo registrado para controlar al vector a base de una cepa de hongo entomopatógeno *Isaria fumosorosea* (Challenger®, Koppert Brasil, 2018). Iniciativa similar debió implementarse en nuestro país, dado que también en 2011 se iniciaron algunas pruebas con estos hongos benéficos, entre el IMYZA y la EEA Bella Vista-INTA, sin concretarse el financiamiento. De esta forma, en lugar de disponer de un bioinsumo, se sigue pensando cómo controlar el problema sin el apropiado financiamiento. Se requieren medidas preventivas, con RRHH y RR\$S\$ apropiados, apoyadas en I+D específicas para disponer de herramientas de control eficientes y confiables.

Finalmente, hay que destacar dos eventos importantes ocurridos recientemente en Europa donde se pone de manifiesto la importancia de los bioinsumos (Fernando Bertello, La Nación 05/10/19; Silvia Naishtat, Clarín 20 /10/19). Así, ha quedado registrado el fuerte cuestionamiento hacia el uso de químicos sintéticos en la producción de alimentos bajo normas de seguridad y sustentabilidad de la agricultura a largo plazo. El uso de este tipo de productos se asocia, con o sin base científica, a la producción de alimentos no saludables. Asimismo, los entes reguladores europeos parecen orientados hacia una agricultura sin agroquímicos, donde no hay incentivos para renovar los registros de los productos químicos que van venciendo. En medio de los cuestionamientos, se abren paso productos biológicos dentro de la canasta de insumos de los productores, formados por componentes naturales como microorganismos (bacterias, hongos, virus, protozoos), extractos de plantas, sustancias orgánicas, etc; todo estaría orientado hacia los controles biológicos.

### 7.7. Actores regionales del sector de CyT y empresariado

Existen en la región del Norte argentino algunas empresas que comercializan y/o producen bioinsumos que podrían jugar un rol importante en el futuro. Otras, es probable, que en el futuro lo realicen, impulsadas por la creación de la Cámara Argentina de Bioinsumos (CABIO) con numerosas empresas asociadas, dedicadas a distintos bioinsumos (bioinsecticidas, biofunguicidas, extractos vegetales, productores de enemigos naturales, etc.).

Entre las empresas que se dedican a bioinsumos se pueden citar: Brometan SRL, PROVIV, Laboratorios LAFORMED S. A., Rizobacter Argentina, Nitrap, Prodinsa, HMA 4 S. A., Laboratorios San Pablo, ANNUIT S. A., Agro Advance Technology, Biokeen S. A., Wayne Agro S. A., Pronuar SRL., Síntesis Biológica S. A., FFO, Agrocube S.A., Palaversich y Cia. S. A., Indigo Ag.

Entre las instituciones de CyT con capacidades para iniciar desarrollos u ofrecer asistencia se encuentran: INTI, CIRPON, EEAOC, PROIMI, INQUINOA, ITANOA, CONICET, UNJujuy,

UNSalta, UNNordeste, INTA a través de varias unidades (IMYZA, EEA Yuto, EEA Famailla, EEA Salta, EEA Bella Vista e IPAF NEA) y Biofábrica Misiones.

En este marco, es posible citar ejemplos del Norte argentino de capacidades generadas en CyT para potenciar el futuro:

- EEA Yuto: formulados sólidos en base a *Trichoderma harzianum* para control de *Fusarium oxysporum* en tomate, asociación junto con empresa Brometan.
- EEA Famaillá: cepas de *Trichoderma* sp. para ser aplicadas en cultivos periurbanos para el control de enfermedades en hortícolas.
- UNNordeste - Secretaría de Vinculación Tecnológica y los diferentes grupos de investigación (de las facultades o de los Centros de Investigación) que desarrollan temáticas relacionadas y sus correspondencias mediante incubadoras de empresas o similar.
- UNJujuy: producción artesanal de *Trichoderma*.
- UNTucumán y EEAOC: formulación de cepas de *Trichoderma* para el control de *Sclerotinia sclerotiorum*.
- UNSalta, CONICET e INTA-EEA Salta: *Trichoderma* spp. para el control de *Rhizoctonia solani* en tabaco.
- EEAOC con empresa ANNUIT S. A., productos antimicrobianos, promotores del crecimiento y tolerantes a sequía.
- INTA-IPAF NEA: hongos entomopatógenos contra *Cosmopolites* en banano. Uso de Crisopas y *Trichogramma*.
- INTA-EEA La Rioja (AERChilecito) y EEA Catamarca (AER Andalgalá): bioinsecticida viral (VGCP) para control de *Cydia* y *Grapholita* en manzano, peral, nogal, membrillo y durazno.
- INTA-EEA Bella Vista: predadores (*Orius*) de trips en pimiento y parasitoides de *Diaphorina citri* y hongos entomopatógenos (con participación de IMYZA) en cítricos.
- INTA-EEA Montecarlo: uso del entomonematodo para control de *Syrex* en pino.

## 7.8. Conclusiones

El país en general y el Norte argentino en especial aún no han aprovechado el impulso y la manifiesta importancia que la UE está dando a los bioinsumos, apoyados por un fuerte cuestionamiento hacia el uso de agroquímicos para la producción de alimentos bajo normas de seguridad y sustentabilidad agropecuaria a largo plazo. Aquí se abren paso productos biológicos, formados por componentes naturales como microorganismos (bacterias, hongos, virus, protozoos), extractos de plantas, sustancias orgánicas, etc. Para nuestras latitudes, esto es importante no solo como ejemplo de lo que se puede hacer internamente y regionalmente sino también, para los posibles productos a ser exportados donde los requisitos de inocuidad agroalimentaria tendrán un peso relevante para abrir o cerrar mercados internacionales.

Diferentes acciones son necesarias para transformar a los bioinsumos en un componente importante de la bioeconomía. Es un gran desafío nacional poder disponer de los

incentivos estatales para su desarrollo y producción y así favorecer el registro y comercialización por el sector privado. Es sumamente importante el aporte del sector de Ciencia y Tecnología para las investigaciones necesarias que conduzcan al sólido establecimiento de una cultura más sustentable en la protección y producción vegetal, así como en otros sectores productivos donde los bioinsumos pueden ser empleados.

Se debe recordar que los servicios ecosistémicos son los beneficios que la sociedad obtiene del funcionamiento de los ecosistemas. La disponibilidad y uso de los distintos tipos de bioinsumos en los agroecosistemas contribuirán al mantenimiento de los beneficios ecosistémicos, con impactos ecológico y económico que favorecerán el manejo de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad, la viabilidad socioeconómica local y regional, así como la producción sustentable de materias primas, alimentos, fibras y combustible.

### Bibliografía

- Bailey, K. L., Boyetchko, S. M. & Längle, T. (2010). Social and economic drivers shaping the future of biological control: a Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides. *Biological Control*, 52, 221-229.
- Bárbaro, L., Karlanian, M., Rizzo, P., Riera, N., Della Torre, V., Beltrán, M. & Crespo, D. (2013). Compost de guano de gallina en la composición de sustratos para la producción de plantines florales. *AgriScientia*, 30(1), 25-35. Recuperado de [https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-compost\\_de\\_guano\\_de\\_gallina\\_en.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-compost_de_guano_de_gallina_en.pdf)
- Bhattacharyya, P. N. & Jha, D. K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1327-1350.
- Borrelli, N. P., Wigdorovitz, P. I., Wright, E. R., Rodriguez, J. M. & Torres, Y. L. (octubre, 2016). Producción de Bioinsumos y manejo agroecológico de cultivos horticólicas del cinturón hortícola Platense. En *Tercer Congreso del Foro de universidades para agricultura familiar*. Corrientes, Argentina.
- Caballero, P. (2015). Desarrollo y regulación de los agentes entomopatógenos para su uso en el control de plagas. *Boletín SEEA*, 1, 8-10.
- Combina, M., Daguerre, M. & Catania, C. (2002). Selection of native yeast strain for Malbec fermentation: INTA 01. En *Proceedings of the VII Latin American Congress on Microbiology and Food Hygiene (LATINMIC)*, Santiago, Chile. (pp. 1-7).
- El-Arnaouty, S. A., Pizzol, J., Galal, H. H., Kortam, M. N., Afifi, A. L.; Beyssat, V., Desneux, N., Biondi, A. & Heikal, I. H. (2014). Assessment of two *Trichogramma* species for the control of *Tuta absoluta* in North African tomato greenhouses. *African Entomology*, 22(4), 801-809.
- Flores, C. (2007). *Supresión de la pudrición radicular del palto en un suelo de Jujuy*. (Tesis de maestría). Unidad Integrada Balcarce (UIB), UN Mar del Plata - INTA Balcarce, Mar del Plata.

- Gasoni, L., Kahn, N., Yossen, V., Cozzi, J., Kobayashi, K., Babbitt, S., Barrera, V. & Zumelzú, G. (2008). Effect of soil solarization and biocontrol agents on plant stand and yield on table beet in Córdoba (Argentina). *Crop Protection*, 27, 337-342.
- Glick, B. R. (2012). Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. *Scientifica*, 1-15.
- Gómez, M. I., Alarcón, A., León, M., Oehlschlager, C. & Solórzano, L. 2018. Comercialización de agentes de control biológico. Cap. 16. (pp. 766-793). In A. Cotes (ed.). *Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros*. Vol. 2, Aplicaciones y perspectivas. Colombia: Ed. Agrosavia, Mosquera.
- Harries, E., Cárdenas, G.E.M. & Berruezo, L. (2017). *Trichoderma* spp. para el biocontrol de la infección de *Rhizoctonia solani* en Tabaco. *Agrotecnia*, 25, 23.
- Hemansi, Gupta, R., Yadav, G., Kumad, G., Yadav, A., Saini, J. K. and Kuhad, R. C. (2019). Second Generation Bioethanol Production: The State of Art. In N. Srivastava, M. Srivastava, P.K. Mishra, S.N. Upadhyay, P.W. Ramteke & V.K. Gupta (eds.). *Sustainable approaches for biofuels production technologies. Biofuel and Biorefinery Technologies*, 7 (121-146). Suiza: Springer.
- IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2013). *Propuesta para la construcción de una política para el desarrollo de la industria de bioinsumos en Argentina*. Documento de trabajo. San José, Costa Rica. 34p.
- INTA Informa. (2018). Inauguran un centro para el control biológico de plagas. Recuperado de <https://intainforma.inta.gob.ar/inauguran-un-centro-para-el-control-biologico-de-plagas/>
- Kloepper, J. W. (1994). Plant growth-promoting rhizobacteria. In Y. Okon (ed.). *Azospirillum/Plant Associations* (pp. 137-166). Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- Kloepper, J. W., Lifshitz, R. & Zablutowicz, R. M. (1989). Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. *Trends in Biotechnology*, 7(2), 39-44.
- Lecuona, R.E. & Posadas, J.B. (2019). Control microbiano de artrópodos plaga por medio de hongos entomopatógenos. En C.C. López Lastra y R.E. Lecuona (eds.). *Micopatología de artrópodos. Hongos entomopatógenos para ser usados como bioinsumos en el control microbiano de plagas* Cap. 12 (pp. 233-262). Castelar, Buenos Aires: Ediciones INTA. 263 p. ISBN 978-987-521-975-5.
- Lecuona, R. E. (1996b). Control Microbiano, utopía o realidad. En R.E. Lecuona (ed.) *Microorganismos patógenos empleados en el Control Microbiano de insectos plaga*. (pp. 13-15). Buenos Aires: J.H. Gómez Moreno.
- (2007). Desarrollo de micoinsecticidas para el control de artrópodos plaga. En A., Thuar, F. Cassán y C. Olmedo (comps.). *De la biología del suelo a la agricultura*. (pp. 191-201). Córdoba: UN Río Cuarto.
- (2018). Cuando los bioinsumos vienen marchando. *RIA INTA*. Recuperado de <http://ria.inta.gob.ar/contenido/cuando-los-bioinsumos-vienen-marchando>
- (ed.). (1996a). *Microorganismos patógenos empleados en el Control Microbiano de insectos plaga*. Buenos Aires: J.H. Gómez Moreno.

- (2004). *Bioinsumos. Una contribución a la agricultura sustentable*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA.
- Leppa, N. C., Morales-Ramos, J. A., Shapiro-Ilan, D. & Rojas, M. G. (2014). Introduction. In J.A. Morales-Ramos, M. Guadalupe Rojas & D.I. Shapiro-Ilan (eds.). *Mass Production of Beneficial Organisms Invertebrates and Entomopathogens*. (pp. 3-16). USA: Academic Press.
- López Lastra, C. C. & Lecuona, R. E. (eds.). (2019). *Micopatología de artrópodos. Hongos entomopatógenos para ser usados como bioinsumos en el control microbiano de plagas*. Castelar, Buenos Aires: Ediciones INTA.
- López, S. N., Segura, D. F., Sauka, D. & Viscarret, M. M. (eds.). (2019). *Desarrollo de herramientas para el Manejo Integrado de Artrópodos Perjudiciales. Resúmenes de actividades*. Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_libro\\_pnpv\\_1135033.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_libro_pnpv_1135033.pdf)
- Mamani de Marchese, A. & Filippone, M. P. (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 38, 9-21.
- Markets and Markets. (2019). *Biopesticides Market by Type (Bioinsecticides, Biofungicides, and Bionematicides), Source (Microbials, Plant Extracts, and Beneficial Insects), Mode of Application, Formulation, Crop Application, and Region - Global Forecast to 2023*. Recuperado de <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biopesticides-267.html>
- Marrone, P. (2014). The market and potential for biopesticides. In A. Gross, J.R. Coats, S.O. Duke & J.N. Seiber (eds.). *Biopesticides: State of the art and future opportunities, ACS Symposium Series* (pp. 245-258). Washington, DC: American Chemical Society.
- Martinez-Viveros, O., Jorquera, M. A., Crowley, D. E., Gajardo, G. & Mora, M. L. (2010). Mechanisms and practical considerations involved in plant growth promotion by rhizobacteria. *Journal of soil science and plant nutrition*, 10(3), 293-319.
- Meneguzzi, N. G., Navarro, M. E., Gauna, P. I. & Barrera, V. A. (septiembre, 2017). El problema sanitario de producir hortalizas en suelos infestados con nematodos. En *1er Encuentro Nacional sobre Periurbanos e Interfaces Críticas*. Córdoba, Argentina.
- Mesa Redonda. (2018). El control biológico como alternativa: Informe de sesión y debate. En *I Reunión sobre manejo de plagas y agentes de control biológico del nordeste argentino y II taller de manejo de malezas y plantas invasoras: el control biológico como alternativa* (pp. 35-39). Corrientes, Argentina, 5 y 6/07/2018.
- Navas, L., Martínez, F., Taverna, M., Fetherolf, M., Eltis, L., Nicolau, V., Estenoz, D., Campos, E., Benintende, G. & Berretta, M. (2019). A thermostable laccase from *Thermus* sp. 2.9 and its potential for delignification of *Eucalyptus* biomass. *AMB Express*, 9, 24. DOI: 10.1186/s13568-019-0748-y.
- Riera, N., Bárbaro, L., Karlanian, M., Beily, M., Rizzo, P., Crespo, D. E. & Giuffré, L. (2018). Evaluation of compost of swine waste as amendment for production of cut



- wallflowers (*Matthiolum incanum*). *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 12(2), 1-9. DOI: 10.9790/2402-1202010109.
- Riera, N., Della Torre, V., Rizzo, P. F., Butti, M., Bressan, F. M., Zarate, N., Weigandt, C. & Crespo, D. (2014). Evaluación del proceso de compostaje de dos mezclas de residuos avícolas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Cuyo*, 46(1), 195-203.
- Rizzo, P., Della Torre, V., Riera, N., Crespo, D., Barrena, R. & Sánchez, A. (2015). Co-composting of poultry manure with other agricultural wastes: process performance and compost horticultural use. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 17, 42-50. <https://doi.org/10.1007/s10163-013-0221-y>.
- Ruzzi, M. & Aroca, R. (2015). Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 124-134.
- Salleses, L., Rizzo, P., Riera, N., Della Torre, V., Crespo, D. & Pathauer, P. (2015). Effect poultry manure compost in the production of hybrid clones of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*. *Ciencia del suelo. Revista de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo*, 33(2), 221-228.
- Sánchez, A., Rizzo, P., Della Torre, V., Riera, N., Crespo, D. & Barrena, R. (2013). Compostaje de estiércol de aves de corral para utilizarlo como abono en horticultura. *Revista de la Universidad Autónoma de Barcelona*. Recuperado de <http://www.uab.cat/web/detalle-noticia/compostaje-de-estiercol-de-aves-de-corral-para-utilizarlo-como-abono-en-horticultura-1345680342040.html?noticiaid=1345684960184>.
- Seipasa. (2018). *Biopesticidas: 5 razones para entender su crecimiento en el mercado global*. Recuperado de <https://www.seipasa.com/es/blog/biopesticidas-crecimiento-mercado-global/>
- Seipasa. (2019). *Bioestimulantes: 5 claves para entender los cambios que aporta el nuevo reglamento europeo de fertilizantes*. Recuperado de <https://www.seipasa.com/es/blog/los-bioestimulantes-en-el-nuevo-reglamento-de-fertilizantes/>
- Singh, G., Capalash, N., Kaur, K., Puri, S. & Sharma, P. (2016). Enzymes: Applications in Pulp and Paper Industry (pp 157-172). In: Dhillon, G.S. & Kaur, S. *Agro-Industrial Wastes as Feedstock for Enzyme Production*. UK: Academic Press. 350 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802392-1.00007-1>.
- Stazonelli, E. A., Yasem de Romero, M. G. & Ploper, L. D. (2017). Evaluación de sustratos para la producción de esporas de *Trichoderma* y estudio del crecimiento en arroz de las cepas antagonistas TPT03, TPT02, MRT35 y MRT40. *Rev. Agron. Noroeste Argent.*, 37, 57-66. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/ranar/v37n1/v37n1a06.pdf>
- Thakore, Y. (2006). The biopesticide market for global agricultural use. *Industrial Biotechnology*, 2(3), 194-208.
- Torres, N., Chavez, M. & Audisio, C. (2009). Microbiological characteristics and technological screening of goat milk lactic acid bacteria from temperate valley of

- Salta (Argentina). En *III Simposio Internacional de bacterias lácticas. II Encuentro de la red BAL*. E27 pp. 15. Argentina.
- van Lenteren, J. C., Bolckmans, K., Jurgen, K., Ravensberg, W. J. & Urbaneja, A. (2018). Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl*, 63, 39-59.
- Vessey, K. J. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil*, 255, 571-586.
- Yakhin, O., Iubyanov, A. A., Yakhin, I. A. & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Front. Plant Sci.*, 7, 2049. doi:10.3389/fpls.2016.02049
- Yossen, V., Rojo, R., Barrera, V., Chiessa, G., Zumelzú, G., Cozzi, J., Kobayashi, K. & Gasoni, L. (2010). Efecto de la combinación de enmiendas verdes y microorganismos benéficos sobre el rendimiento de papa en Córdoba. XII Congreso Argentino de Microbiología. Buenos Aires, Argentina, 17-20/10/2010. P 107. *Rev. Arg. Microbiol.*, 42(2), 65.
- Zapiola, J.M., Barrera, V.A., Rojo, R.A., Chiessa, G.H., Cozzi, J. & Gasoni, L. (2012). Effect of different carriers on the shelf-life of *Trichoderma harzianum* formulations. Chapter 1. In S.K. Brar (ed.). *Biocontrol: Management, Processes and Challenges*. UK: Nova Science Pub Inc. 232 p. ISBN: 978-1-61942-809-6.

## IV. ELEMENTOS BÁSICOS Y FUTUROS POSIBLES

### 1. Introducción

En esta última parte del documento, se analizan en una primera instancia tres elementos básicos para el desarrollo de la bioeconomía en la Región Norte. Primero, el perfil productivo lleva a plantear una tipología de empresas que releve su alto grado de heterogeneidad, recurriendo al mismo tiempo a criterios que sean capaces de caracterizar el estilo del modelo bioeconómico que comienza a desarrollarse en el Norte argentino. Su dinámica compromete diferentes tipos y grados de transformación de la biomasa, en respuesta al amplio espectro de actores que componen la diversidad de la estructura productiva y territorial de la región. En segundo término, se ausculta la estructura científico-tecnológica de la región con relación a las capacidades disponibles para impulsar la industrialización biológica buscando indagar sobre las características básicas de los componentes del sistema institucional. En tercer lugar, se realiza un inventario de los marcos regulatorios que encuadran el funcionamiento de las áreas estratégicas tecno-productivas y sirven también de referencia para el sistema científico-tecnológico. En segunda instancia, se procede a indagar sobre los futuros posibles de la bioeconomía regional definiendo las dimensiones críticas y a su vez, identificando las megatendencias y fuerzas impulsoras para proceder a elaborar los bosquejos de escenarios. Por último, se plantean algunos lineamientos que orienten el camino para el fortalecimiento de la bioeconomía del Norte argentino.

### 2. Perfil de la estructura productiva\*

#### 2.1. Introducción

La matriz bioeconómica de la Región Norte no posee un patrón homogéneo. Por el contrario, se puede observar que, en muchos casos, coexisten en los distintos territorios especificidades ambientales, técnicas y tecnológicas que surgen en respuesta a dinámicas particulares que se han modificado a lo largo del tiempo. Los emprendimientos productivos de la región expresan dicha heterogeneidad a través de los distintos perfiles productivos, las distintas escalas y la biodiversidad de recursos disponibles.

Tras la revisión de información secundaria, la realización de entrevistas a actores del sector productivo, científico-tecnológico e institucional, y complementado por los talleres regionales realizados en el NEA y NOA<sup>62</sup>, se logró identificar 126 empresas relacionadas con el desarrollo de la bioeconomía del Norte argentino (Figura 25)<sup>63</sup>. Dichas empresas están asociadas con alguna de las múltiples funciones acreditadas a la bioeconomía: diversificación y transformación de la matriz productiva (alimentos, bioenergía y biomateriales), intensificación sostenible, cuidado del medio ambiente y

---

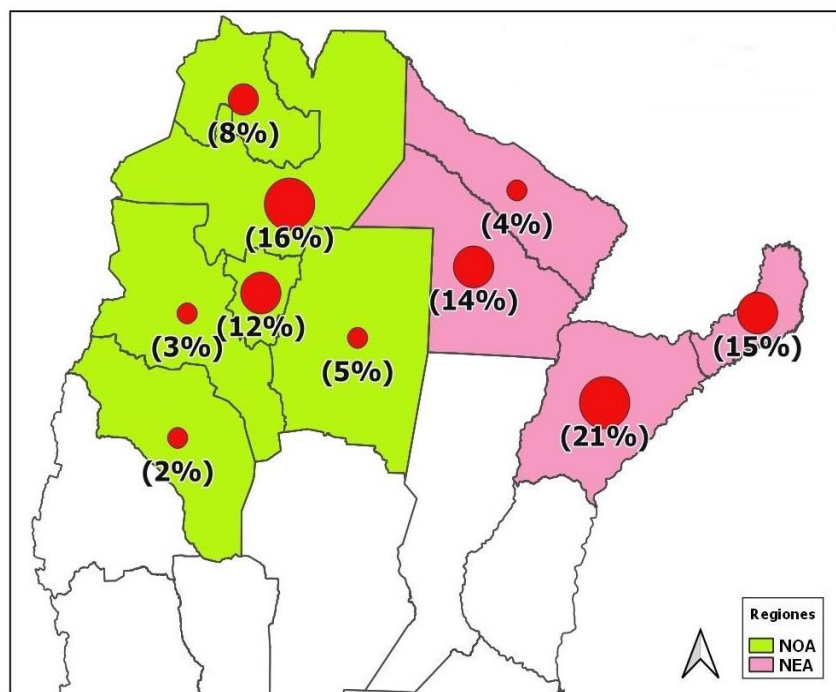
\* Elaborado por Diego Taraborelli (INTA) y Silvina Papagno (INTA).

<sup>62</sup> Ver: Anexo 1. El Proyecto, Planteo operativo.

<sup>63</sup> Ver: Anexo 4.

aprovechamiento de plataformas tecnológicas. En este sentido, la diversidad de empresas relevadas lejos de limitar las proyecciones de la bioeconomía como vector de desarrollo, la potencian a través de los diferentes criterios y alcances establecidos por los propios actores diseminados en la región.

**Figura 25. Distribución espacial de las empresas relevadas**



Es desde allí que deben pensarse y repensarse los marcos normativos e institucionales nacionales para acompañar los distintos emprendimientos, incorporando la diversidad de demandas en función de las diferentes capacidades.

El análisis elaborado, estructura los argumentos del siguiente modo: en primer lugar, se presentan los principales criterios utilizados para la construcción de la tipología; en segundo lugar, se profundiza en las características que adquieren los actores paradigmáticos dentro de la región y; por último, se presentan unas breves reflexiones.

## 2.2. Los tipos de empresa de la Región Norte

La caracterización del mapa productivo que se presenta es una operacionalización taxonómica que de ningún modo debe tomarse como definitiva. La estrategia de abordaje pretende ilustrar parte de los hallazgos del Proyecto de manera que aporten elementos para la definición de políticas públicas que fomenten y validen la bioeconomía como vector de desarrollo en la región.

Usualmente los criterios de clasificación utilizados en la literatura organizacional se corresponden con: i. tamaño de la empresa; ii. propiedad del capital; iii. ámbito geográfico; iv. sector económico y; v. estructura de la toma de decisiones. Para analizar la bioeconomía del Norte argentino es pertinente proponer criterios de mayor profundidad y alcance:

- Modo de producción.
- Grado de transformación de la biomasa.
- Destino de la producción (mercados).
- Origen del capital y su impacto regional (en términos sociales).

En la tipología propuesta se alude a la diversidad de características, situaciones y fenómenos que comparten algún común denominador evidente y que puede identificarse como un modelo diferenciado. Del mismo modo que en el *mosaiquismo*<sup>64</sup>, las características individualidades de las 126 empresas identificadas, y agrupadas por los criterios mencionados, permitirán diseñar una imagen aproximada de la bioeconomía en la región. En otras palabras, se propone la constitución de un conjunto de categorías o tipos a través de la agrupación de un universo de unidades mediante la combinación de las características o las variables que las constituyen.

### 2.3. Criterios para repensar la bioeconomía regional

Se puede realizar una primera aproximación a las empresas de la bioeconomía a través de la clasificación de los modelos de producción. La complejidad de los modelos puede establecerse en función de tres conceptos: el nivel de integración dentro del complejo productivo, las estrategias de inserción comercial y la tecnología incorporada. Con este criterio será posible aprehender el nivel tecnológico de las empresas establecidas en la región y su forma de relacionarse con el resto de los actores del complejo productivo (Cuadro 16).

**Cuadro 16. Complejidad**

<i>Complejidad 1 (baja)</i>	<i>Complejidad 2 (media)</i>	<i>Complejidad 3 (alta)</i>
Empresas establecidas y concentradas comercialmente en un eslabón de la cadena productiva.	Empresas que, si bien tienen su actividad principal identificada con la bioeconomía, incursionan en otros sectores como actividad secundaria.	Empresas integradas verticalmente a lo largo de una cadena y que, eventualmente, tienen la capacidad para insertarse en otras actividades.
Por lo general incorporan tecnologías de procesos que no necesariamente implican agregado de valor. Tampoco promueven la reutilización de la biomasa resultante del primer proceso de transformación.	Incorporan tecnologías de procesos y otras que permiten la reutilización de la biomasa resultante de las primeras etapas de transformación, lo que le posibilita insertarse comercialmente en otros mercados.	Incorporan tecnologías de frontera que facilitan el aprovechamiento completo de la biomasa.

El segundo criterio predefinido es aquel que se vincula con el grado de transformación industrial de la biomasa. Allí se pueden identificar 4 tipos de empresas que van desde los procesamientos mínimos de biomasa hasta aquellas que implican una transformación en la composición físico-química de los productos. En líneas generales este criterio se enlaza directamente con los niveles

<sup>64</sup>El arte del *mosaiquismo* se basa en la confección de obras mediante la unión de diferentes piezas sobre un soporte común.

de complejidad de las empresas en cuanto a sus niveles organizacionales y tecnológicos (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Grado de procesamiento de la biomasa**

<i>Procesamiento 1 (mínimo)</i>	<i>Procesamiento 2 (mediano)</i>	<i>Procesamiento 3 (alto)</i>	<i>Procesamiento 4 (muy alto)</i>
Empresas que apenas dan un acondicionamiento a la biomasa, sin cambiar su forma o composición físico-química	Empresas que cambian la composición física de la biomasa, pero no modifican su composición química.	Empresas que modifican la composición física, química y organoléptica de la biomasa.	Empresas que generan una transformación profunda de la composición de los productos.

El tercer criterio para la clasificación de las empresas del Norte argentino indaga en los orígenes del capital y su articulación con el medio social, entendido como elemento central para el desarrollo regional<sup>65</sup>. Siguiendo los esquemas clásicos, se establecen tres tipos de empresas, las extra-regionales (nacionales o extranjeras), las regionales y las locales. Cada una de estas se caracterizan por tener diferente impacto regional, a través de la promoción de inversiones productivas o generación de empleo. Con este criterio será posible detectar las dificultades para la generación de emprendimientos bioeconómicos nuevos, promovidos por los actores regionales (Cuadro 18).

**Cuadro 18. Origen de la empresa**

<i>Extra-regional</i>	<i>Regional</i>	<i>Local</i>
Empresas multinacionales o provenientes de otras regiones del país. Por lo general importan modelos de producción y de negocios basados en sistemas de producción ajenos a las características ambientales de la región.  Cuentan con importantes recursos de capital y capacidad técnica  Tienen un importante impacto económico y social en la región porque, en líneas generales, promueven inversiones tipo <i>greenfield</i> <sup>66</sup> .  Generan más de 150 puestos de trabajo directos.	Empresas con trayectoria e identificadas regionalmente en alguna de las actividades agropecuarias.  Como estrategia de marketing o por demanda de los mercados incorporan innovaciones sustentables.  Tienen un importante impacto económico y social puesto que en muchos casos se convierten en los principales actores económicos regionales.  Generan entre 50 y 150 puestos de trabajo directos.	Pequeñas y medianas empresas locales (en muchos casos de gestión cooperativa) cuyo principal impacto regional es de índole social, a través de la generación de empleo.  Generan menos de 50 puestos de trabajo directo.

El cuarto y último criterio para la construcción de la tipología propuesta se refiere al destino de la producción, según sea: principalmente orientada al mercado de

<sup>65</sup> El origen del capital importa por el sentido de pertenencia social, la reinversión del capital en bienes de producción colectivos, la identidad regional de la empresa, etc.

<sup>66</sup>Sustentan proyectos que comienzan desde cero.

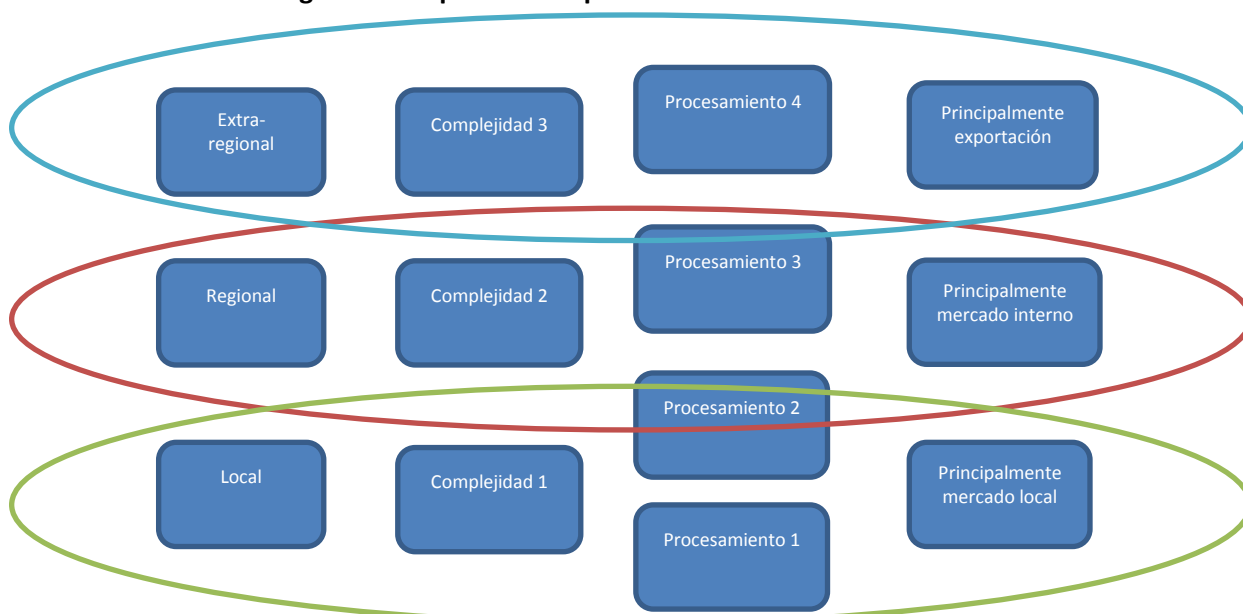
exportación, centrada en el mercado interno nacional o de la región y la articulada al ámbito local. Con este criterio es posible revisar el tipo de producto y su relación con las diferentes exigencias y requerimientos de calidad de los mercados (Cuadro 19).

**Cuadro 19. Destino de la producción**

<i>Principalmente exportación</i>	<i>Principalmente mercado interno</i>	<i>Principalmente mercado local</i>
El destino de la producción se destina casi en su totalidad a la comercialización en el mercado de exportación.	La producción se destina principalmente al mercado nacional, pudiendo escalar a los mercados regionales y extra-regionales.	La producción se comercializa en pequeña escala en el nivel local, con perspectivas de ampliarse a nivel de la región.
Cuentan con el respaldo suficiente para establecer esquemas de certificación y control requeridos por los principales mercados.	Tienen proyección de ampliar los mercados a través de la oferta de nuevos productos con mayor valor agregado	El valor agregado es nulo o básico
Por lo general muestran ciertos niveles de valor agregado		

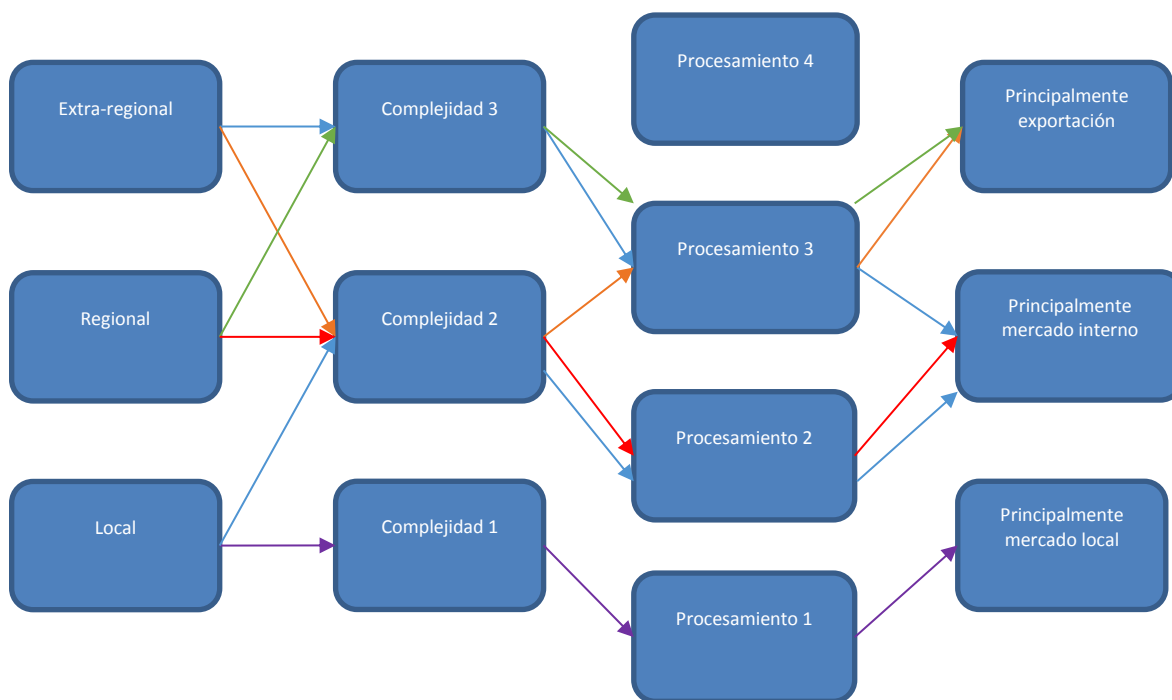
En una primera aproximación, se puede arribar a tres tipos básicos de empresas: i. las ajenas al espacio regional (NOA y NEA), integradas verticalmente a lo largo del complejo, poseen grados de transformación de la biomasa elevados y utilizan tecnología de frontera, orientadas al mercado de exportación; ii. las originarias de la región NOA-NEA que orientan su producción principalmente al mercado regional y nacional, por lo general, cuentan con una actividad principal y otra secundaria incursionando en algún aspecto del paradigma bioeconómico, con niveles de transformación de la biomasa intermedios; iii. las de origen local y fuertemente ancladas al territorio cuya estructura está integrada horizontalmente alrededor de alguna de las etapas de transformación de la biomasa, orientadas principalmente al mercado local (Figura 26).

**Figura 26. Esquema del tipo básico de articulación**



Asimismo, el trabajo de campo realizado permite afirmar que en la región estos tipos “puros” de empresas conviven con modelos “alternativos”, más complejos y heterogéneos, que articulan de manera distinta los criterios centrales de los modelos originales (Figura 27). Desde diferentes puntos de partida, los distintos tipos básicos de empresa se esfuerzan por incorporar el potencial desestimado de la biomasa disponible en la región, con el fin de reemplazar insumos convencionales.

**Figura 27. Esquema de tipos alternativos de articulación**



Esta tipología de empresas representa el alto grado de heterogeneidad de la estructura productiva regional que puede ser encuadrada dentro del enfoque de la bioeconomía. Los diferentes tipos de empresas pueden estar alineadas con diversos grados de transformación de la biomasa. De esta forma, las empresas quedan relacionadas a determinada fase de una cadena de valor o en casos más reducidos en la región a una plataforma de biorrefinería de pequeña o gran escala.

Este encuadre del perfil productivo es también el resultado de la forma en que los actores aproximan sus visiones a la bioeconomía regional que asume una continuidad en el proceso de transformación que integra la biomasa natural con la producida y residual. Es decir, la bioeconomía comprende la transformación de todo tipo de biomasa y no sólo aquella más relacionada con los procesos que involucran a las plataformas de biorrefinería de pequeña y gran escala. En definitiva, constituye el propio proceso que fue vertebrando este estudio compartiendo la dinámica del desarrollo de la bioeconomía en el país y que comienza a recalar en el Norte argentino.

Con la finalidad de ilustrar la complejidad del escenario bioeconómico de la Región Norte, se identifican una serie de empresas que se adecuan a las características de cada uno de los tipos puros y, en segunda instancia, se avanza sobre aquellas otras que responden a tipos alternativos.



## Caracterización de empresas que responden a los diferentes tipos de articulación

### Tipos puros

#### *Tipo 1: Empresa extra-regional, de complejidad alta (3) y orientada a la exportación<sup>67</sup>*

Estas empresas tienen una larga trayectoria en el rubro productivo en el que se desempeñan. Incluso, pueden llegar a ser reconocidas internacionalmente debido a su inserción comercial, la calidad de sus productos o el volumen exportado.

Si bien pueden ser de origen nacional, por lo general se encuentran total o parcialmente administradas por grupos globales. A nivel regional, las empresas adoptan modelos de integración vertical de alta transformación que, de todas formas, pueden llegar hasta la producción de materias primas. En la amplitud del proceso de producción, manejan numerosas hectáreas dentro y fuera de la región; complementando generalmente la producción principal (directa o indirectamente) con otras actividades relacionadas, de manera que puedan aumentar la eficiencia logística y disminuir su impacto ambiental negativo.

Estas empresas manejan flujos económicos y financieros que les permite incorporar tecnología que, por un lado, incrementa su capacidad de producción, rendimiento y calidad del producto conforme las exigencias del mercado internacional y, por el otro, haga más eficiente el tratamiento de la biomasa y sus desechos.

#### *Tipo 2: Empresa regional de complejidad media (2) y orientada al mercado nacional*

Estas empresas podrían ser consideradas referentes en las dinámicas productivas de la región. Por lo general se ubican en un eslabón del complejo productivo, con ramificaciones cortas “aguas arriba” o “aguas abajo”. En caso que su actividad principal se encuentre en el rubro de la producción primaria, pueden contar con esquemas mixtos de tenencia de tierras (propias y arrendadas) y si la actividad principal es el procesamiento de materias primas, es probable que presenten relaciones directas con sus proveedores (asesorándolos técnica e incluso financieramente).

Estas firmas si bien pueden ser de origen familiar, cuentan con recursos humanos capacitados atentos a la búsqueda de respuestas innovadoras para los problemas recurrentes. En ese mismo orden, tienen la capacidad técnica y financiera de reformular sus esquemas de negocios en función de los nuevos mercados de nicho a nivel regional o nacional. La oferta de sus productos puede realizarse a través de los mercados tradicionales o bien, imponiendo una marca propia de reconocimiento local.

#### *Tipo 3: Empresa local, de baja complejidad (1) y orientada al mercado local*

Estas empresas tienen un fuerte arraigo local. Pueden ser organizaciones que articulen productores, artesanos o industriales locales. Si bien sus orígenes pueden estar ligados a

---

<sup>67</sup> Dentro de este grupo de empresas es posible considerar aquellas proveniente de cultivos tradicionales que, si bien son de origen regional, en los últimos años se transfirieron a capitales extra-regionales. Junto con la transferencia de la propiedad se incorporaron nuevas prácticas productivas y se amplió el horizonte de negocios de la empresa, incrementando la complejidad y el grado de transformación de la biomasa.

la búsqueda de mejoras en la inserción comercial, con el tiempo tienen la posibilidad de cambiar sus objetivos, incorporando nuevas actividades o servicios a la comunidad.

Este tipo de empresa tiene una fluida articulación con las universidades y las instituciones públicas de ciencia y tecnología. A través de la cooperación pública-privada acceden a tecnologías e innovaciones organizacionales que le permiten escalar sus niveles de producción y mejorar la calidad de los productos. Los esquemas horizontales de gestión permiten a las empresas de este tipo experimentar con alternativas de producción, conforme identifiquen nuevas oportunidades de mercado. Por lo general, la pequeña escala y el componente artesanal de sus productos funcionan como sello distintivo en mercados masivos.

Este tipo de empresa por lo general cuenta con apoyo de las autoridades locales. Asimismo, el escalamiento a nivel regional, e incluso nacional, se ve limitado por la falta de normativas que protejan y respalden las particularidades de estos esquemas de negocio.

### *Tipos alternativos*

*Tipo A: Empresa extra-regional, de complejidad media (2) y orientada principalmente al mercado nacional*

Estas empresas se componen de capitales nacionales, generalmente provenientes de la región. Se destacan por su trayectoria y desempeño en ciertas actividades productivas. Su capacidad técnica, producto de la articulación con asociaciones y cámaras del rubro, le permiten estar actualizadas y promover la incorporación de innovaciones que optimicen los resultados en sus procesos productivos, tanto en sus niveles de productividad como en lo referente al impacto ambiental. La comercialización de sus productos tiene como destino el abastecimiento regional y nacional.

*Tipo B: Empresas de organización horizontal, complejidad media (2) y orientada a la exportación*

Estas empresas como son las cooperativas de distinto orden, permiten mejorar los sistemas productivos, agrupar la cosecha y concentrar el empaque y la comercialización de los pequeños productores. Si bien el fuerte de estas empresas gira en torno de la calidad de los productos comercializados, en muchos casos pueden incorporar valor a sus producciones y explotar nuevos mercados. Cuando se encuentran bien gestionadas incrementan el capital fijo invirtiendo en infraestructura de producción, por ejemplo, de acopio y procesamiento.

*Tipo C: Empresa extra regional, de complejidad alta (3) y orientada al mercado local*

Estas empresas por lo general se ubican en las actividades que requieren una fuerte inversión de capital. En muchos casos se asocian a las empresas nacionales transnacionalizadas o directamente pertenecen a grupos globales que ofrecen servicios a un público masivo, tanto de los espacios urbanos como rurales. El volumen de capital y su capacidad de planificación de mediano plazo les permite ajustar los procesos de

producción a las características socio-económicas del entorno. En ese sentido, suelen incorporar el uso de efluentes, desechos industriales o forestales como insumos en sus actividades productivas.

*Tipo D: Empresa regional de complejidad media (2) y orientada al mercado externo*

Estas empresas provienen de capitales con importante trayectoria en la región. Pueden o no ser empresas de origen agroindustrial, pero se caracterizan por sus emprendimientos innovadores, con tecnologías de frontera que les permite ajustar los procesos de producción a las condiciones impuestas por los mercados europeos y asiáticos (por lo general están certificadas con normas ISO u otras). Además del impacto productivo, las innovaciones técnicas que incorporan permiten dar tratamiento a los efluentes y desechos resultantes del proceso de producción.

2.4. Imaginario para las políticas públicas

La transición hacia la bioeconomía como paradigma de desarrollo, al igual que lo ocurrido en otras experiencias históricas, requiere de diversas intervenciones de políticas públicas (abarcando desde lo global hasta el nivel nacional, regional y local) a ser posteriormente incorporadas a las estrategias de negocios del sector privado.

En regiones tan asimétricas, en cuanto a sus diferentes indicadores de desarrollo (PBI, PBI *per capita*, infraestructura, educación, etc.), es menester prefigurar herramientas de políticas que partan de las condiciones mismas del contexto y de las necesidades de sus actores. Es decir, las políticas internalizan la comprensión de las dinámicas territoriales inducidas por los procesos poblacionales y socio-ambientales en la región y el comportamiento de los mercados en escalas superiores (nacional e internacional), puesto que estos terminan por definir los factores de conectividad espacial intra e interterritorial.

En el análisis de la amplitud de actores promotores (y sus asimetrías) del desarrollo bio-económico en el Norte argentino, se han identificado una serie de situaciones de demandas en término político/institucional según el tipo de empresa que se trate (dentro del universo de las 126 identificadas). Si bien muchas de las demandas son transversales a los diferentes tipos de actores, es posible establecer algunos denominadores comunes que se reflejan en el Cuadro 20.

**Cuadro 20. Demandas de políticas públicas por tipo puro de empresa**

<i>Empresa</i>	<i>Problema</i>	<i>Demanda política/institucional</i>
Tipo 1	Estabilidad macroeconómica para inversiones de largo plazo. Tipo de cambio. Políticas arancelarias.	Plan económico de largo plazo. Tipo de cambio alto. Negociación de políticas para-arancelarias. Régimen tributario previsible y marcos regulatorios consistentes.

Tipo 2	Segmentación espacial de las políticas. Excesiva carga impositiva. Universalidad de las reglas. Falta de financiamiento. Falta de control y fiscalización del uso de biomasa.	Generación de instrumentos de políticas acorde a una estrategia provincial. Coordinación interinstitucional. Segmentación de políticas por estrato productivo. Facilidad de acceso a la tecnología.
Tipo 3	Regularización de pequeños productores. Falta de financiamiento. Falta de acompañamiento público para la adecuación de normativas. Peso impositivo. Tenencia precaria de la tierra. Economía informal.	Modificación del código alimentario. Reglamentación de la Agricultura Familiar. Adaptación de salas para elaboración de alimentos. Sellos y certificaciones. Regularización de tierras.

### 3. Estructura científico-tecnológica \*

#### 3.1. Introducción

La expansión de la bioeconomía se asienta en la disponibilidad de abundantes fuentes de biomasa, una estructura productiva y empresarial con capacidad potencial y resiliencia para encarar la industrialización biológica, como también una institucionalidad público-privada que articulando e integrando el sector gubernamental, la sociedad civil organizada y el sistema científico-tecnológico diseñen e implementen una estrategia intensiva en conocimientos e innovación para el desarrollo regional y nacional, comprometidos con el crecimiento económico, la sustentabilidad ambiental y una sociedad más igualitaria.

Dentro de este encuadramiento la estructura científico-tecnológica se convierte en un factor crítico para aportar conocimientos de las ciencias básicas, aplicadas y de las ingenierías con vistas a sustentar, potenciar e instrumentar la expansión y fortalecimiento de la bioeconomía en el Norte argentino. Si bien el sistema institucional de I+D+i está mayormente localizado en la región pampena, esta sección del documento busca mostrar que el Norte Grande dispone de una amplia y densa estructura científico-tecnológica, como también de educación y formación profesional que constituye una invaluable base de partida para consolidar las capacidades que requiere una estrategia de industrialización biológica basada en marcos de cooperación y coordinación entre las instituciones y organismos arraigados y consustanciados con el territorio.

Para contribuir con ese propósito se efectúa un relevamiento de las capacidades organizativas y competencias básicas más comprometidas con el desarrollo de la

---

\* Elaborado por Roberto Bocchetto (INTA), con la participación de Gonzalo Bravo (INTA).

bioeconomía regional de los estamentos institucionales que son el núcleo y dan apoyatura al sistema científico-tecnológico de la Región Norte: los institutos y organismos tecnológicos, los organismos de fiscalización, control y certificación, la red institucional del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, y, el sector universitario. El objetivo planteado es obtener, a partir de la información secundaria disponible, una síntesis de referencias históricas, geográficas y curriculares que permitan dimensionar la estructura básica y la densa red territorial científico-tecnológica disponible. Esta información facilitará conocer el mapa de vinculaciones y redes temáticas que servirán de base para sustentar el desarrollo del sistema bioindustrial del Norte Grande.

### 3.2. Componentes del sistema

#### 3.2.1. Institutos y organismos tecnológicos

##### INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

<https://www.inta.gob.ar/>

El INTA es un organismo descentralizado y autárquico del Estado Nacional, creado en diciembre de 1956 por Decreto-Ley Nº 21.680; depende del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. El INTA ejerce poder de convocatoria y coordinación para elaborar con el sector público y privado: prospectiva estratégica, agendas de innovación y planes de desarrollo que integren los mapas tecno-productivo, de competitividad-mercados, ambiental y social, buscando proponer programas de intervención y políticas públicas que aporten al desarrollo nacional, regional y territorial en el ámbito bioindustrial y rural. Esta acción es complementada por la proyección del INTA a nivel internacional impulsando desde el sector tecnológico emprendimientos comerciales y actividades de cooperación técnica que fortalecen el intercambio y facilitan la exportación directa de su experiencia institucional.

En las diez provincias que componen la Región Norte, el INTA cuenta con seis Centros Regionales, 20 Estaciones Experimentales y 136 Unidades de Extensión (Agencias de Extensión Rural, Oficinas de Información Técnica y Campos Anexos). Los Consejos de Centros Regionales y de Investigación dan amplia participación a las entidades del agro, las provincias, las universidades y la comunidad científica en sus respectivas instancias jurisdiccionales.

El complejo institucional del INTA en la Región Norte está apoyado por una red de centros de investigación que forman parte del CNIA - Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, con sede en Castelar, provincia de Buenos Aires. Estos centros son: el CIRN – Centro de Investigación en Recursos Naturales, CICVyA – Centro de Investigación en Ciencias Veterinarias y Agronómicas, CIA - Centro de Investigación en Agroindustria y, CIPAF – Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar. A su vez, la acción de estos centros se complementa con el CIAP – Centro de Investigaciones Agropecuarias que tiene sede en Córdoba, y, el CIEP - Centro de Investigación en Economía y Prospectiva localizado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. El conjunto

de esta red está constituido por 20 institutos de investigación, de los cuales tres están localizados en la Región Norte: el Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiarido (IIACS) perteneciente al CIAP, en el Departamento de Leales, provincia de Tucumán y dos de los institutos de investigación para la Agricultura Familiar, el IPAF-NOA, en Posta de los Hornillos, provincia de Jujuy y el IPAF-NEA en Laguna Naineck, provincia de Formosa.

El INTA interviene sobre las regiones y sus territorios a través de la investigación y desarrollo tecnológico, transferencia y extensión, vinculación tecnológica y cooperación institucional. Las principales líneas de trabajo están relacionadas con la producción sustentable agropecuaria y agroindustrial, como también, el ajuste de tecnologías para el aprovechamiento de residuos de biomasa, desarrollo de bioinsumos y bioproductos, entre otros. En la Región Norte, las principales cadenas atendidas por la acción institucional se asocian con la producción y en algunos casos los procesos de transformación de bovinos para carne, caprinos para carne y leche, camélidos, como también, la producción acuícola, frutícola, hortícola, olivícola, cítrica, ciertos cereales y oleaginosas, legumbres, cultivos industriales, cultivos andinos, aromáticas, forestales y el manejo de ganado en sistemas silvopastoriles, abarcando a su vez, la producción de insumos, equipos, maquinarias y energía renovable.

*INTI – Instituto Nacional de Tecnología Industrial*

<https://www.inti.gob.ar/>

El INTI es un organismo creado mediante el Decreto-Ley N° 17.138 del Poder Ejecutivo Nacional en diciembre de 1957. Se trata de un ente nacional autárquico que funciona bajo la órbita del Ministerio de Desarrollo Productivo. El INTI tiene como misión acompañar e impulsar el desarrollo industrial federal mediante la innovación y la transferencia de tecnología, promoviendo el crecimiento de las pymes argentinas. Cuenta con áreas estratégicas orientadas a los alimentos y las energías renovables entre otras.

La institución busca acompañar e impulsar el crecimiento de industrias nacionales a través de asistencias técnicas y, asociaciones y consorcios público-privado en proyectos de I+D+i en ámbitos nacionales e internacionales como Unión Europea, Latinoamérica y Asia (Japón), en la obtención de nuevos productos y mejora de procesos.

El INTI presenta en la Región Norte 11 Centros Regionales de Investigación y Desarrollo que se vinculan al sector industrial, universidades, organismos estatales y privados de investigación con el propósito de alcanzar un mayor desarrollo tecnológico. Estas acciones han sido respaldadas por cooperación internacional mediante la instalación de nuevos laboratorios y plantas demostrativas en el Norte Grande, aportando además equipos, capacitación y asistencia técnica.

A su vez, el INTI apoya a sus unidades regionales mediante Centros Sectoriales como los de Energías Renovables, Agroalimentos, Carnes, Lácteos, Plásticos, Celulosa y Papel, Energía, Biotecnología Industrial, entre otros. Cada uno de estos Centros tiene una amplia

relación con el sector productivo y público local vinculado con cada temática, constituyendo estas redes un importante canal de información.

El INTI se dedica al desarrollo de procesos, métodos de producción y evaluación, con vistas a la creación de nuevos productos y agregado de valor en origen. En este sentido, cuenta con capacidades transferibles en la producción sustentable de alimentos y bebidas, en la utilización de biomasa y en el desarrollo de biorrefinerías para la producción de biocombustibles, biogás, bioinsumos y bioproductos, llegando a compuestos químicos de alto valor agregado. Mediante las biorrefinerías procura integrar tres grandes áreas estratégicas: las energías renovables y el uso eficiente de la energía, los nuevos productos industriales y la prevención/remediación de los problemas del medio ambiente.

En ese marco, trabaja en metodologías para la correcta valorización de los recursos de acuerdo a su ubicación y potencial energético, en el desarrollo de cadenas de valor que involucran el aprovechamiento de residuos agro-forestal industriales y la sustitución de importaciones, generando industria local vinculado con las pymes metalmecánicas; como también, mitigando los problemas ambientales derivados de la mala disposición de los residuos biomásicos.

*EEAOC – Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes*

<https://www.eeaoc.org.ar/>

La Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes fue creada en 1909. Es un ente autárquico del gobierno de Tucumán dedicado al estudio y resolución de los problemas agropecuarios y agroindustriales de la provincia. Su identidad está asociada a las demandas de los principales actores del sector – Estado provincial, productores agrícolas, industriales, e investigadores.

Tiene como objetivo principal contribuir con el desarrollo sostenible en términos sociales, ambientales y económicos, a través del avance en el conocimiento orientado a la generación de tecnologías que mejoren la productividad, la sanidad, el procesamiento y la prospectiva industrial de cultivos y biomasa vegetal. Con este propósito, coordina y articula un trabajo multidisciplinario que integra investigadores, técnicos y operarios con amplia experiencia en investigación y desarrollos tecnológicos en áreas como la fitopatología, el mejoramiento genético, la biotecnología, la zoología agrícola, la química e ingeniería industrial.

Comparte con el CONICET el Instituto de Tecnología Agroindustrial del Noroeste Argentino – ITA-NOA, llevando a cabo líneas de investigación comprometidas con la biorrefinería, biocombustibles, bases ecológicas y genéticas para el manejo fitosanitario, como también, la genética y genómica de los cultivos regionales y bioinsumos.

Las líneas de investigación de la EEAOC están vinculadas al uso racional e innovador de nuevas fuentes de energía (bioenergía) y el cuidado ambiental. Ha puesto atención a la evolución de los principales cultivos de la región y otros alternativos; control de enfermedades y plagas recurrentes en los cultivos de la caña de azúcar, citrus, frutas y

hortalizas; exploración de alternativas de producción especialmente en caña de azúcar y citrus, así como, incorporación de nuevas especies de cultivos; exploración de opciones para la creación y reconversión de biomasa en energía; el progreso en la eficiencia energética; y, el tratamiento del agua y de los efluentes de las fábricas sucroalcoholeras y cítrícolas de su área de influencia.

*Chacra Experimental Agrícola Santa Rosa*

<http://www.chacraexperimental.org/>

Esta Chacra Experimental situada en la Colonia Santa Rosa, Departamento de Orán, provincia de Salta, fue creada en 1951. Es el primer y único instituto privado de mejoramiento de caña de azúcar en la Argentina y tiene como objetivo principal la obtención de nuevas variedades adaptadas a las condiciones ecológicas del norte argentino. Es un emprendimiento del Centro Azucarero Regional del Norte Argentino – CARNA, institución que agrupa a los ingenios de Salta y Jujuy.

La misión de la Chacra Experimental es desarrollar y transferir tecnología e innovación genética en caña de azúcar, de manera económica, ambiental y socialmente sostenible. Cumple en realizar experimentación e investigación que puedan ser eventualmente utilizadas en el ciclo comercial del azúcar. El objetivo es producir nuevas y mejores variedades y recopilar información de investigaciones básicas y aplicadas nacionales y extranjeras para adaptarlas y adoptarlas al programa de mejoramiento y actividad industrial con el fin de mejorar la competitividad de la producción nacional.

*INYM - Instituto Nacional de la Yerba Mate*

<https://www.inym.org.ar/>

El INYM fue creado en julio de 2002, en medio de una profunda crisis que afectaba el sector primario de la yerba mate, tras diluirse la Comisión Reguladora de la Yerba Mate (CRYM) y el Mercado Consignatario Nacional de la Yerba Mate Canchada. Tiene sede en Posadas, Misiones. Es el único instituto nacional de un cultivo industrial (pudiendo nombrar entre ellos: algodón, caña de azúcar, mandioca, maní, quínoa, stevia, tabaco, té y yerba mate) vigente en la Argentina.

El INYM persigue garantizar el abastecimiento de productos sanos, naturales, genuinos y de calidad; impulsar el desarrollo integral y equitativo de la cadena yerbatera; ampliar el mercado interno y acceder a los mercados externos con nuevos productos; generar acuerdos internos entre los distintos eslabones de la cadena yerbatera; y, promover normas claras y estables para el funcionamiento de la actividad. El Instituto interviene en la producción de plantines, el eslabón primario de la producción y los secaderos, como así también, en la molinería y comercialización.



### 3.2.2. Organismos de fiscalización, control y certificación

#### SENASA – Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria

<https://www.argentina.gob.ar/senasa>

Las raíces históricas del SENASA se remontan a fines del siglo XIX. El Organismo actual se establece por Decreto Presidencial Nº 660 de junio de 1996, mediante el que se fusiona el Servicio Nacional de Sanidad Animal (Senasa) y el Instituto Argentino de Sanidad y Calidad Vegetal (IASCAV). El SENASA es un organismo descentralizado, dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, encargado de ejecutar las políticas nacionales en materia de sanidad y calidad animal y vegetal e inocuidad de los alimentos, así como, verificar el cumplimiento de la normativa correspondiente.

También es de su competencia el control del tráfico federal y de las importaciones y exportaciones de los productos, subproductos y derivados de origen animal y vegetal, productos agroalimentarios, fármaco-veterinarios y agroquímicos, fertilizantes y enmiendas. El SENASA nuclea un Sistema Integrado Sanitario y Fitosanitario Nacional con la activa participación del Estado nacional, provincial y municipal, focalizando la fiscalización y el control sobre los procesos y no sobre los productos terminados.

En la actualidad el SENASA dispone de 14 Centros Regionales con la finalidad de descentralizar las funciones operativas y fortalecer las acciones zoofitosanitarias en el territorio. En el Norte Grande se sitúan los Centros Regionales de Chaco-Formosa, Corrientes-Misiones, NOA-Norte (Salta-Jujuy), NOA-Sur (Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca). Por su parte, La Rioja queda comprendida en el Centro Regional Cuyo. Los Centros Regionales disponen de oficinas locales en las cabeceras de los principales departamentos provinciales.

De tal forma, el SENASA planifica, organiza y ejecuta programas y planes específicos que reglamentan la producción, orientándola hacia la obtención de alimentos inocuos para el consumo humano y animal. Es un organismo regulador y controlador relevante para asegurar la calidad agroalimentaria de todas las cadenas de valor tanto dirigidas al consumo interno y/o a la exportación.

#### IRAM - Instituto Argentino de Normalización y Certificación

<http://www.iram.org.ar/>

Es una asociación civil sin fines de lucro, fundada en el año 1935 por representantes de los diversos sectores de la economía, del Gobierno y de las instituciones científico-técnicas. Desde 1937, a lo largo de los años y en mérito a su actividad, el IRAM fue reconocido como Organismo Nacional de Normalización por sucesivas legislaciones nacionales. Es el primer organismo de normalización creado en América Latina. Se propone mejorar la calidad de vida, el bienestar y la seguridad de personas y bienes; promover el uso racional de los recursos y la innovación; y, facilitar la producción, el comercio y la transferencia de conocimiento. Tiene representación comercial en la ciudad de Salta.

El IRAM desarrolla cuatro actividades básicas: normalización, certificación, capacitación y documentación. Lidera los comités técnicos nacionales que analizan los documentos de trabajo, canaliza las propuestas nacionales, fija la posición de Argentina ante los organismos especializados y está presente en la conducción de varios de los comités técnicos internacionales. Ha generado desarrollos y mejoramientos productivos asociado a instituciones públicas y empresas privadas. Entre sus áreas de trabajo figuran: agroindustria, alimentos y agricultura; medio ambiente; y, energía (biocombustibles, energía solar y tecnologías del hidrógeno, entre otras).

### 3.2.3. CONICET - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

<https://www.conicet.gov.ar/>

El CONICET fue creado por Decreto-Ley Nº 1.291 en febrero de 1958. Revista como ente autárquico del Estado Nacional bajo la órbita del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Su sede central funciona en el área de dicho Ministerio dentro del Polo Científico Tecnológico ubicado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Su misión es la promoción y ejecución de actividades científicas y tecnológicas en todo el territorio nacional y en las distintas áreas del conocimiento.

El CONICET está integrado por 16 Centros Científicos Tecnológicos (CCT), 11 Centros de Investigaciones y Transferencia (CIT), un Centro de Investigación Multidisciplinario y más de 300 institutos y centros de su propia incumbencia o de doble y triple dependencia con universidades nacionales y otras instituciones, constituyendo la mayor red de investigaciones científicas y técnicas del país. Su actividad se desarrolla en cuatro grandes áreas del conocimiento: ciencias agrarias, de ingeniería y de materiales; ciencias biológicas y de la salud; ciencias exactas y naturales; y, ciencias sociales y humanidades.

Los CCT son concebidos, dentro de un modelo territorial descentralizador, como ámbitos de generación de iniciativas regionales y de representación local, descentralización administrativa e instrumentación de políticas a nivel nacional. La Región Norte contiene tres CCT: NOA Sur (Tucumán, Santiago del Estero, Catamarca, y, La Rioja), Nordeste (Corrientes, Chaco, Misiones y Formosa), y Salta-Jujuy.

#### Centro Científico Tecnológico NOA Sur

<https://noasur.conicet.gov.ar/>

Este Centro está constituido por 22 institutos:

- *CERELA – Centro de Referencia en Lactobacilos (Tucumán).*
- *IMMCA – Instituto de Investigación en Medicina Molecular y Celular Aplicada (Tucumán).*
- *IBN – Instituto de Biodiversidad Neotropical (Tucumán).*
- *IER – Instituto de Ecología Regional (Tucumán).*
- *IER – Instituto de Biotecnología Farmacéutica y Alimentaria (Tucumán).*
- *INBIOFIV – Instituto de Bioprospección y Fisiología Vegetal (Tucumán).*
- *ILAV – Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (Tucumán).*

- *INFINOA – Instituto de Física del Noroeste Argentino (Tucumán).*
- *INQUINOA – Instituto de Química del Noroeste Argentino (Tucumán).*
- *INVELEC – Instituto de Investigaciones sobre el Lenguaje y la Cultura (Tucumán).*
- *INSUGEO – Instituto Superior de Correlación Geológica (Tucumán).*
- *INSIBIO – Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (Tucumán).*
- *ISES – Instituto Superior de Estudios Sociales (Tucumán).*
- *ITA-NOA – Instituto de Tecnología Agroindustrial del Noroeste Argentino (Tucumán).*
- *PROIMI – Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiológicos (Tucumán)<sup>68</sup>.*
- *UEL – Unidad Ejecutora Lillo (Tucumán)<sup>69</sup>.*
- *CIBAAL – Centro de Investigación en Biofísica Aplicada y Alimentos (Santiago del Estero).*
- *IMSaTeD – Instituto Multidisciplinario de Salud, Tecnología y Desarrollo (Santiago del Estero).*
- *INBIONATEC – Instituto de Bionanotecnología del NOA (Santiago del Estero).*
- *INDES – Instituto de Estudios para el Desarrollo Social (Santiago del Estero).*
- *CREAS – Centro Regional de Energía y Ambiente para el Desarrollo Sustentable (Catamarca).*
- *IREs – Instituto Regional de Estudios Socio-Culturales (Catamarca).*

#### Centro Científico Tecnológico – Nordeste

<https://nordeste.conicet.gov.ar/>

Este Centro está constituido por 10 institutos:

- *CECOAL – Centro de Ecología Aplicada del Litoral (Corrientes).*
- *IBONE – Instituto de Botánica del Nordeste (Corrientes).*
- *IMIT – Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (Corrientes).*
- *IQUIBA-NEA – Instituto de Química Básica y Aplicada del Nordeste Argentino (Corrientes).*
- *IIDTHH – Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Territorial y del Hábitat Humano (Chaco).*
- *IIGHI – Instituto de Investigaciones Geohistóricas (Chaco).*
- *INIPTA – Instituto de Investigaciones en Procesos Tecnológicos Avanzados (Chaco).*
- *IBS – Instituto de Biología Subtropical (Misiones).*
- *IMAM – Instituto de Materiales de Misiones (Misiones).*

---

<sup>68</sup> El PROIMI fue creado en Julio de 1978 por convenio entre el CONICET y la Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura – FECIC y es sede del Centro de Recursos Microbiológicos (Microbiological Resources Center - MIRCEN) para Sudamérica.

<sup>69</sup> La UEL es una unidad de doble dependencia entre el CONICET y La Fundación Miguel Lillo. Esta Fundación tiene sede en la Universidad Nacional de Tucumán y está dedicada a la investigación en ciencias naturales. Su quehacer abarca las áreas de botánica, geología, zoología, puras y aplicadas, y realiza trabajos en taxonomía, ecología y recursos naturales. Dispone de 16 institutos propios, 5 de ellos por convenios con el CONICET: el CERELA y, además, el Centro de Investigaciones sobre Regulación de Poblaciones de Organismos Nocivos – CIRPON (Tucumán); el Centro de Ecofisiología Vegetal – CEVEG (Buenos Aires); el Centro de Investigaciones de Recursos Geológicos – CIRGEO (Buenos Aires); y, el Centro de Estudios Fotosintéticos y Bioquímicos – CEFOBI (Rosario).

- *IESyH – Instituto de Estudios Sociales y Humanos (Misiones).*

Centro Científico Tecnológico Salta-Jujuy

<https://salta-jujuy.conicet.gov.ar/>

Este Centro está constituido por 9 institutos:

- *INENCO – Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (Salta).*
- *INIQUI – Instituto de Investigaciones para la Industria Química (Salta).*
- *IPE – Instituto de Patología Experimental (Salta).*
- *IBIGEO – Instituto de Bio y Geociencias del NOA (Salta).*
- *ICSOH – Instituto de Investigaciones en Ciencias Sociales y Humanidades (Salta).*
- *UE-CISOR – Unidad Ejecutora en Ciencias Sociales Regionales y Humanidades (Jujuy).*
- *INECOA – Instituto de Ecorregiones Andinas (Jujuy).*
- *CIITed – Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Tecnologías y Desarrollo Social para el NOA (Jujuy).*
- *INDYA – Instituto de Datación y Arqueometría (Jujuy).*

Por último, cabe citar los Centros de Investigación y Transferencia que promueven la conformación y consolidación de grupos de investigación orientados a la generación y transferencia de conocimientos a través de la radicación de investigadores, así como la formación de becarios doctorales y postdoctorales. En la Región Norte funcionan dos CIT, uno en Catamarca de doble dependencia con la Universidad Nacional de Catamarca y otro en Formosa teniendo como contrapartes la Universidad Nacional de Formosa y el gobierno de la provincia de Formosa. En este mismo orden, funciona el Centro Regional de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica de La Rioja – CRILAR, unidad compartida con la Universidad Nacional de Catamarca, la Universidad Nacional de La Rioja, el Servicio Geológico Minero Argentino - SEGEMAR y el gobierno de la provincia de La Rioja.

#### 3.2.4. Universidades nacionales integradas en el Norte Grande

En términos sociales, la demanda de educación superior en el Norte Grande no sólo responde a la necesidad de formación profesional centralizada hasta el momento en Buenos Aires, La Plata y más cercano geográficamente en Córdoba, Tucumán y Corrientes-Chaco, sino también porque el acceso a la universidad pública y gratuita constituía un mecanismo de movilidad y ascenso social en la Argentina. Esto se daba en reciprocidad con el crecimiento del sector productivo que radicaba no sólo en la base económica de la agroindustria, minería y siderurgia, sino también en una amplia base social de medianos y pequeños productores y empresas que demandaban asistencia técnica para su evolución, complementando las actividades llevadas a cabo por el INTA y el INTI, sirviendo como impulsoras de nuevos sectores productivos y el desarrollo territorial.

En este contexto económico y social, el ámbito universitario del Norte Grande comienza a echar raíces más profundas entre 1972 y 1973 con la creación de nuevas universidades nacionales o provinciales (sus predecesoras) en el resto de las provincias del Norte

Grande (propuesta conocida como “Plan Taquini”) con el fin de descentralizar y distribuir la matrícula de instituciones existentes, permitiendo acceder a muchas personas a la capacitación y perfeccionamiento en su provincia natal.

Este proceso que unifica y busca nivelar en el nivel académico la enseñanza, investigación y extensión, se fortalece 30 años después con el convenio de cooperación de las Universidades Nacionales del Norte Grande Argentino (UNNGA) firmado en agosto de 2002. Este convenio une las voluntades de las 9 universidades de esta gran región: Tucumán, Nordeste (Corrientes-Chaco), Salta, Santiago del Estero, Jujuy, Formosa, Misiones, La Rioja, Catamarca y, la Universidad Nacional de Córdoba que no integra geográficamente el Norte Grande, pero fue impulsora del fortalecimiento académico en el NEA y NOA. Posteriormente se registró la adhesión de la Universidad Tecnológica Nacional, Universidad Nacional de Chilecito y Universidad Nacional del Chaco Austral.

El acuerdo nace fundamentalmente para integrar la investigación y fortalecer el intercambio y formación de masas críticas a través de los postgrados y, al mismo tiempo, aunar voluntades para la discusión de fondos y presupuesto en el orden nacional. En este marco se generaron acuerdos de cooperación internacional para potenciar las capacidades profesionales a través de redes o sistemas compartidos en el logro de mayor excelencia y calidad académica. Se refuerza de igual forma el fortalecimiento de unidades compartidas entre varias de las universidades con el CONICET<sup>70</sup> consolidando al Norte Grande en sus potencialidades para promover el desarrollo regional y nacional.

#### UNT – Universidad Nacional de Tucumán

<http://www.unt.edu.ar/>

La Universidad Nacional de Tucumán fue fundada en de mayo de 1914 y nacionalizada en 1921 con la promulgación de la Ley Nº 11.027. Registra su sede central en la ciudad de San Miguel de Tucumán. Cuenta con 13 facultades, 2 escuelas universitarias y 7 escuelas pre-universitarias. Las funciones de docencia, investigación y extensión estuvieron presentes desde su concepción comprometidas con el desarrollo del medio local y regional. Por su infraestructura y cantidad de alumnos, es la mayor universidad del Norte Argentino.

Nació como universidad provincial a partir de un conglomerado de instituciones como el Instituto Agroindustrial, el Museo de Ciencias Naturales, el Archivo histórico de la provincia y los Cursos de Ciencias Sociales. La Universidad ha jugado un rol trascendental en la consolidación de la cultura del Norte argentino, basada en el predominio de su visión industrialista. De sus distintos institutos nacieron las Universidades nacionales de Salta, Jujuy, Santiago del Estero, Catamarca, como también, la Universidad Nacional del Nordeste y la Sede Regional homónima de la Universidad Tecnológica Nacional.

Entre las 13 facultades que integran la UNT, al menos 6 de ellas guardan algún compromiso con el desarrollo de la bioeconomía regional: Facultad de Agronomía y

---

<sup>70</sup> En el texto que sigue las unidades ejecutoras del CONICET compartidas con las universidades que fueron listadas en la sección anterior por sus nombres respectivos serán mencionadas únicamente por sus siglas.

Zootecnia; Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia; Facultad de Ciencias Económicas; Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología; Facultad de Ciencias Naturales; Facultad de Derecho y Ciencias Sociales. Además, comparte dependencia con el CONICET en varios institutos: IBN, IER, INBIOFAL, INBIOFIV, ILAV, INFINOA; INQUINOA, INVELEC, INSUGEO, INSIBIO e ISES. En el caso del CERELA la dependencia con el CONICET se comparte además con la Fundación Miguel Lillo y la Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura (FECIC). En el caso del IMMCA la dependencia con el CONICET se comparte también con el Ministerio de Salud de la Provincia de Tucumán que comanda el Sistema Provincial de Salud - SIPROSA.

#### *UNSE – Universidad Nacional de Santiago del Estero*

<https://www.unse.edu.ar/>

La Universidad Nacional de Santiago del Estero fue fundada por la Ley N° 20.364 en mayo de 1973. Tuvo su base en la Facultad de Ingeniería Forestal dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba, con sede en la ciudad de Santiago del Estero desde el año 1958.

La UNSE se encuentra conformada por 5 Unidades Académicas: Facultad de Ciencias Forestales; Facultad de Humanidades, Ciencias Sociales y de la Salud; Facultad de Agronomía y Agroindustrias; Facultad de Ciencias Médicas; y Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. Comparte además con el CONICET la pertenencia de los siguientes institutos: CIBAAL, IMSaTeD, INBIONATEC e INDES.

La UNSE se encuentra en un territorio donde el porcentaje de población rural es muy superior al promedio del país y, a su vez, se ubica en el rango más alto con relación a las demás provincias de la Región Norte. En este contexto, los desafíos de la investigación se vinculan a un modelo agroindustrial descentralizado de desarrollo humano sustentable. Se promueve la generación de servicios ecosistémicos con valoración de la biodiversidad dentro de una perspectiva forestal y la transformación de los territorios para generar desarrollo local con inclusión y equidad social. A partir de este encuadre, la UNSE trabaja en aspectos relacionados con la expansión de la producción agrícola en la biodiversidad regional, como también, sobre la función del monte chaqueño como servicio ecosistémico, fuente de recursos y espacio de vida para los pequeños productores y comunidades campesinas.

#### *UNCa – Universidad Nacional de Catamarca*

<http://www.unca.edu.ar/>

Fue fundada por la Ley N° 19.831 en setiembre de 1972. Sus funciones sustantivas son la docencia, la investigación y la extensión. Es una entidad comprometida desde su creación con la cultura y la identidad de Catamarca y la promoción de su desarrollo. En consecuencia, revaloriza el patrimonio socio cultural tangible e intangible y promueve el estrechamiento de sus vínculos con el sector socio-productivo público y privado.

Algunas de sus unidades académicas están relacionadas con el campo de la bioeconomía. La Facultad de Ciencias Agrarias dicta la carrera de ingeniería agronómica; y, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales las carreras de biología y de tecnología. A nivel de

postgrado dicta las maestrías en desarrollo de zonas áridas y semiáridas, de producción animal y, en conservación y gestión ambiental; como también, los doctorados en ciencias con mención en ambiente, biología y estudios sociales y culturales.

Cabe mencionar que la UNCa ha construido un moderno centro de tecnologías de información geoespacial que fomentará el desarrollo de tareas de investigación científica y producción en el campo de la infraestructura de datos espaciales y las tecnologías de información geográfica. Forma parte de la red latinoamericana “LatinGEO” – Colaboratorio de Tecnologías de la Información Geográfica que promueve la formación de recursos humanos para la investigación científico-tecnológica. Además, funcionan en su ámbito dos unidades de doble dependencia con el CONICET: el CREAS y el IDES, ambos pertenecientes al CCT NOA Sur.

#### UNNE – Universidad Nacional del Nordeste

<https://www.unne.edu.ar/>

La UNNE fue fundada por el Decreto-Ley Nº 22.299 en diciembre de 1956 y agrupó a varias entidades dependientes de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) y la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), así como otras instituciones locales.

La Universidad Nacional del Nordeste es una universidad pública con rectorado en la ciudad de Corrientes y vicerrectorado en Resistencia, Chaco. También posee Centros Regionales Universitarios que cuentan con extensiones áulicas ubicadas en las ciudades chaqueñas de Charata, Juan José Castelli y General Pinedo, y en las ciudades correntinas de Goya, Paso de los Libres, Ituzaingó, Santo Tomé, Esquina y Curuzú Cuatía. También dispone de sedes en Formosa, tanto en la ciudad capital como en Clorinda y en Posadas, Misiones. Además, es sede de un instituto de enseñanza media con más de noventa años de trayectoria; como también, de la Escuela Regional de Agricultura, Ganadería e Industrias Afines (ERAGIA).

Se suman, además, los institutos de doble dependencia UNNE-CONICET: CECOAL, IMIT, IQUIBA-NEA e IBONE con asiento en Corrientes y el IIGHI, e IIDTHH con residencia en el Chaco.

La UNNE desarrolla sus acciones bajo cuatro pilares fundamentales: docencia de grado y posgrado; extensión; investigación y desarrollo; e Innovación y transferencia tecnológica. Asociada al área bioeconómica presenta las unidades académicas de: Ciencias Naturales y Agrimensura; Ciencias Veterinarias; Ciencias Agrarias; Ciencias Económicas; y, Ciencias Sociales y Políticas.

La UNNE trabaja en aprovechamiento energético de biomasa y rotación agrícola que incluye la piscicultura. También cuenta con un grupo de investigadores con larga experiencia en el estudio de energías renovables y su aplicación a nivel local y regional: cuantificación, caracterización y evaluación biomásica, procesamientos ecológicamente sustentables, diagnóstico de potencial energético y análisis de sistemas fotovoltaicos, entre otras líneas de trabajo.



### UNCAus – Universidad Nacional del Chaco Austral

<https://uncaus.edu.ar/>

La Universidad Nacional del Chaco Austral fue creada en diciembre de 2007 por Ley Nº 26.335. Tiene su sede central en la ciudad de Sáenz Peña, en la provincia del Chaco.

La organización de la docencia e investigación se realiza a través de dos departamentos académicos. El Departamento de Ciencias Básicas y Aplicadas coordina las carreras de: Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, Ingeniería Zootecnista, Licenciatura en Biotecnología, y, Licenciatura en Nutrición. El Departamento de Ciencias Sociales y Humanísticas gestiona el Profesorado en Ciencias Químicas y del Ambiente. En estos dos ámbitos se seleccionaron las áreas de estudio que más se articulan con la bioeconomía. Por su parte, la UNCAus dicta el doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, con foco en la actividad productiva y exportadora en el nivel regional y nacional.

A su vez, en 2019 se inauguró el INIPTA que es la primera unidad ejecutora de doble dependencia entre la UNCAus y el CONICET, perteneciente al CCT Nordeste.

### UNaM - Universidad Nacional de Misiones

<https://www.unam.edu.ar/>

La Universidad de Misiones fue fundada en abril de 1973, por la Ley Nº 20.286, como parte también del redimensionamiento de la Universidad Nacional del Nordeste. Está compuesta por seis facultades distribuidas de la siguiente manera: en la ciudad de Posadas funcionan las facultades de Humanidades y Ciencias Sociales; Ciencias Exactas, Químicas y Naturales; y, Ciencias Económicas. En la ciudad de Oberá se encuentran las facultades de Ingeniería; Arte y Diseño; mientras que, en Eldorado, se sitúa la Facultad de Ciencias Forestales que contempla las carreras de Ingeniería Forestal; Ingeniería en Industrias de la Madera; Ingeniería Agronómica; y, el Profesorado en Ciencias Agrarias.

La UNaM dicta los postgrados de: Maestría en Diseño orientada a la Estrategia y la Gestión de la Innovación; Maestría en Ciencias de la Madera, Celulosa y Papel; Maestría en Gestión Ambiental; Maestría en Tecnología de los Alimentos; y, Maestría en Ciencias Forestales. Asimismo cuenta con tres institutos de doble dependencia con el CONICET: IBS, IMAM e IESyH.

Entre las actividades de investigación aplicada puede destacarse la creación en 2003 de una biofabrica de germoplasma en el Parque Tecnológico Misiones, localizado en Posadas, destinado a la optimización de la conservación y el uso de los recursos fitogenéticos, con el apadrinamiento del INTA. Entre las plantas que se conservan están incluidos cultivos alimentarios de importancia económica, especies hortícolas, forrajeras, medicinales y árboles autóctonos.



### UNaF – Universidad Nacional de Formosa

<http://www.unf.edu.ar/>

La actividad universitaria se inició en Formosa con un convenio firmado entre el Gobierno de esta provincia y la Universidad Nacional del Nordeste. Más tarde, se crea el Instituto Universitario de Formosa que inicia su actividad en abril de 1971. Por Ley N° 23.631 de septiembre de 1988 nace la Universidad Nacional de Formosa y se inicia el proceso de transferencia de las unidades académicas dependientes de la UNNE, con asiento en esta provincia, a lo que sería la nueva casa de estudios.

La UNaF tiene como misión la formación de científicos y profesionales con alto nivel académico y ética ciudadana, en aquellos campos disciplinarios acordes con las demandas de crecimiento económico sostenido del país y con el fortalecimiento de la identidad, el desarrollo cultural y social de la Región Chaqueña y de la provincia de Formosa.

Esta universidad contiene la Facultad de Administración, Economía y Negocios, con las licenciaturas en comercio exterior y administración de empresas agropecuarias; de Ciencias de la Salud con la carrera de técnico en alimentos y licenciatura en nutrición; de Humanidades con el profesorado en biología; de la Producción y Medio Ambiente que dicta la tecnicatura en producción agropecuaria y la licenciatura en ciencias ambientales y, la de Recursos Naturales donde se cursa la carrera de ingeniería forestal. Estas son las carreras que más se vinculan con la bioeconomía.

### UNSa – Universidad Nacional de Salta

<http://www.unsa.edu.ar>

La Universidad Nacional de Salta fue fundada por la Ley N° 19.633 en mayo de 1972. Tiene su sede central en la ciudad de Salta. Se extiende en la provincia a través de Sedes Regionales ubicadas en Cafayate, Metán, Rosario de la Frontera, Orán y Tartagal. Cuenta con 6 facultades: Ciencias Exactas, con las tecnicaturas en energía solar, las licenciaturas en energías renovables, química y bromatología; Ingeniería, con varias especialidades (entre ellas, industrial y electromecánica) y la tecnicatura en tecnología de alimentos; Ciencias Económicas, Jurídicas y Sociales, con las licenciaturas en administración de empresas y en economía; Humanidades, con varios profesorados y licenciaturas como las de antropología y ciencias de la comunicación; Ciencias Naturales, con las ingenierías en recursos naturales y medioambiente y en agronomía, además, la licenciatura en ciencias biológicas; y, Ciencias de la Salud, con las licenciaturas en enfermería y nutrición. En la Sede Orán cabe mencionar las tecnicaturas en recursos forestales y en administración de empresas agropecuarias.

Entre los posgrados pueden mencionarse como los más vinculados a la bioeconomía: Especialidad y Maestría en Energías Renovables, Doctorado en Ciencias con áreas en energías renovables y en química aplicada, Doctorado en Ingeniería, Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente,

Maestría en Desarrollo de Zonas Áridas y Semiáridas, Maestría en Riego y Uso Agropecuario del Agua, y Doctorado en Ciencias Biológicas.

La UNSa colabora con la identificación y solución de los problemas nacionales y regionales, difunde sus conocimientos, presta asesoramiento técnico y participa en actividades comunes con instituciones estatales y privadas mediante convenios de cooperación. Contiene 5 Institutos de dependencia compartida con el CONICET: INIQUI, INENCO, IPE, IBIGEO e ICSOH.

Esta universidad a través de sus unidades académicas e institutos trabaja en el desarrollo de procesos químicos y utilización de recursos renovables, nuevos materiales, aprovechamiento energético de biomasa y energías renovables. En su agenda se destaca también la producción de alimentos de interés social. Tiene grupos trabajando desde una perspectiva integral de manejo sustentable de los recursos naturales, con enfoque territorial.

Cabe mencionar el Laboratorio de Estudios Medio Ambientales que cuenta con experiencia en sistemas generadores de biogás y manejo del agua; el grupo de Planificación Energética y Gestión Territorial que aborda aspectos del potencial de los recursos y territorios, con vista a la planificación de estrategias de mitigación y adaptación al Cambio Climático Global; como también, un grupo de investigación y desarrollo para la agroindustria, con foco en el estudio de indicadores económicos y sociales para la planificación estratégica de las energías renovables. También se destacan algunos grupos que trabajan en el área de alimentos desde distintos enfoques, y varias áreas de la biotecnología, incluyendo investigaciones en bioproductos y bionsumos.

*UNJu – Universidad Nacional de Jujuy*

<https://www.unju.edu.ar/>

La UNJu tiene sus raíces en los institutos de investigación creados por la Universidad de Buenos Aires y, fundamentalmente, la Universidad Nacional de Tucumán, en la provincia de Jujuy; llegando a fines de los 50' con la apertura del Instituto Superior de Ciencias Económicas. Con esa base nace en 1972 la Universidad Provincial que se convierte en Universidad Nacional de Jujuy por la Ley N° 20.579 en 1974. La sede central está radicada en la ciudad de San Salvador de Jujuy con sedes complementarias en las ciudades de San Pedro, Humahuaca y Tilcara de la misma provincia.

La UNJu tiene cuatro facultades: Ciencias Agrarias con las carreras de Ingeniería Agronómica y licenciaturas en Ciencias Biológicas, Desarrollo Rural y Gestión Ambiental, como también, la Tecnicatura Universitaria Forestal; Ciencias Económicas con licenciaturas en Administración y Economía Política; Ingeniería con foco en el sector industrial; y, Humanidades y Ciencias Sociales, con la licenciatura en Educación para la Salud; en la medida que se buscan identificar las áreas que más pueden comprometerse con el desarrollo de la bioeconomía. Se complementa este curriculum con las maestrías en Desarrollo de Zonas Áridas y Semiáridas, y en Riego y Uso Agropecuario del Agua, como también, los doctorados en Ciencias Naturales y Ambientales, Ciencias

Agronómicas, Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Ciencias Sociales e Ingeniería Industrial.

Además, en el ámbito de la UNJu funcionan el Instituto de Biología de la Altura - INBIAL, que abarca los departamentos de Entomología, Ecología Regional y, Genética y Bioantropología, entre otros; el Instituto de Estudios Celulares, Genéticos y Moleculares (ICeGeM); el Centro de Investigación en Tecnología de los Alimentos (CITA); y, el programa de investigación en Productos Naturales de Interés Regional (PRONOA). A su vez, funcionan en su ámbito el CIITed, INECOA y UE-CISOR, unidades ejecutoras de doble dependencia con el CONICET.

También, la UNJu, comparte con el gobierno de la provincia de Jujuy, el Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía de Jujuy – CIDMEJu (“Instituto del Lito”), conjuntamente con el CONICET; el Centro de Investigación y Desarrollo de Energías Renovables y Eficiencia Energéticas (IJERYEE), convenio firmado también con el MINCyT; y el INDyA, donde además del CONICET se asociaron en la creación la UNT y el MINCyT. Estos institutos funcionan en el Centro de Desarrollo Tecnológico “General Manuel Savio” ubicado en Palpalá en la provincia de Jujuy.

*UNLaR – Universidad Nacional de La Rioja*

<https://www.unlar.edu.ar/>

Fue creada como Universidad Provincial por Ley provincial Nº 3.392 en junio de 1972 y ascendida al rango de Universidad Nacional por Ley Nº 24.299 en diciembre de 1993. Con sede central en la ciudad de La Rioja, posee también sedes regionales en Aimogasta, Chamental, Chepes, Villa Unión y Villa Santa Rita de Catuna. Cuenta además con delegaciones académicas ubicadas en Tama, Olta, Ulapes y Vinchina dentro de la provincia homónima. La Universidad tiene por función esencial el desarrollo y la difusión de la cultura en todas sus formas a través de la enseñanza superior, la extensión, la investigación, transferencia e innovación científica-tecnológica y la educación profesional y técnica.

La UNLaR cuenta con cinco departamentos: Ciencias de la Salud; Ciencias Humanas y de la Educación; Ciencias Sociales, Jurídicas y Económicas; Ciencias y Tecnologías Aplicadas a la Producción, al Ambiente y al Urbanismo; Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Entre las carreras más afines a la bioeconomía se dictan las de ingeniería agronómica, agroindustrial, en alimentos y, en recursos naturales renovables para zonas áridas, como también, la licenciatura en ciencias biológicas.

Dentro de los ámbitos donde se desarrollan actividades científicas-tecnológicas se destaca: el Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CENIIT). Este centro, cuenta con laboratorios para el desarrollo de líneas disciplinares de los Institutos Superiores de Biotecnología, Nanotecnología y Energías Naturales Renovables. Se dicta además la maestría en riego y manejo agropecuario del agua y el doctorado en ciencias agronómicas. Como fue mencionado, la UNLaR comparte con la UNCa, el SEGEMAR y el

gobierno riojano el CRILAR, Unidad Ejecutora del CONICET. El CRILAR, con sede en la localidad de Anillaco, desarrolla investigaciones referidas a las ciencias naturales de las zonas áridas y semiáridas del NOA.

#### *UNdeC - Universidad Nacional de Chilecito*

<https://www.undec.edu.ar/>

Esta Universidad Nacional con sede en Chilecito, La Rioja, fue fundada en diciembre de 2002 por decreto del Poder Ejecutivo Nacional Nº 2.615, refrendado en noviembre de 2003 por la Ley Nº 25.813, constituyendo sus raíces en la sede habilitada por UNLaR en esta ciudad desde el año 1973. La Universidad es consciente del desafío de cumplir sus funciones en el “interior del interior profundo” buscando convertirlo en un polo de desarrollo regional a través de la educación, la investigación científico-tecnológica, la extensión y la producción, estando al servicio y siendo parte de su sociedad.

Su organización académica es por departamentos, escuelas e institutos de investigación. Los departamentos son los responsables de gestionar los recursos humanos y están divididos en Ciencias Básicas y Tecnológicas; Ciencias de la Educación y Salud; y, Ciencias Sociales, Jurídicas y Económicas. Las escuelas son las responsables del dictado de las carreras de: Licenciatura en Economía; Licenciatura en Enología; Ingeniería Agronómica; y, Licenciatura en Ciencias Biológicas, entre las más vinculadas al área de la bioeconomía. La Escuela de Posgrado gestiona el dictado de la Maestría en Cultivo e Industria del Olivo, con especialidad en Olivicultura; y la Maestría en Riego y Uso Agropecuario del Agua. Ambas maestrías se dictan a través de un acuerdo interinstitucional. La primera maestría surge de un acuerdo entre las universidades de la Región cuyana y el INTA. La segunda entre las facultades de ciencias agrarias de las universidades nacionales del NOA.

#### *UTN - Universidad Tecnológica Nacional*

<https://utn.edu.ar/>

En agosto de 1948 fue creada por Ley Nº 13.229 la Universidad Obrera Nacional que en octubre de 1959 por Ley Nº 14.885 se transforma en la Universidad Tecnológica Nacional. Con organización federal, su estructura académica tiene a las ingenierías como objetivo prioritario. Su sede central administrativa se encuentra en la Ciudad de Buenos Aires pero cuenta con 30 facultades Regionales, con el propósito de que la curricula de cada carrera sea funcional a las necesidades del territorio. Tres de estas facultades se localizan en la Región Norte: Facultad Regional Tucumán (FRT), Facultad Regional Resistencia (FRRe) y la Facultad Regional La Rioja (FRLR).

La UTN se fundó con el propósito de preparar profesionales (artesanos, operarios, técnicos e ingenieros) en el ámbito de la tecnología para satisfacer las necesidades correspondientes de la industria, sin descuidar la formación cultural y humanística.

La FRT fue establecida en 1954. Dicta carreras en el área de la ingeniería civil, eléctrica, electrónica, y en sistemas de información. A nivel de postgrado desarrolla las maestrías en Ingeniería Ambiental e Ingeniería Bionérgica. Es sede del Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental (CEDIA).

La FRRe fue fundada en 1960. Dicta las carreras de ingeniería química, electromecánica y sistemas de información, así como, las licenciaturas en administración rural y tecnología educativa. A nivel de postgrado desarrolla las maestrías en Administración de Negocios e Ingeniería en Calidad.

La FRLR adquiere su presente estatus en 2005. Dicta las carreras de ingeniería civil, electrónica y electromecánica. A nivel de postgrado, se destacan las maestrías en Ingeniería Ambiental y en Energías Renovables.

### 3.2.5. Universidades privadas

#### USP-T – Universidad de San Pablo-T

<https://uspt.edu.ar/>

Fue creada en julio de 2007 por la Fundación para el Desarrollo de Tucumán, mediante el Decreto Presidencial N° 859. Su campus está localizado en San Pablo en las instalaciones del ex-ingenio azucarero de igual nombre y su sede central en San Miguel de Tucumán. Está acreditada como incubadora de emprendedores y PyMEs.

La USP-T se propone como metas la investigación científica y tecnológica entendida como la creación de capital de conocimientos, el desarrollo tecnológico para la competitividad global articulado a la modernización de los sectores productivos y exportadores, el acople de la tecnología a la mejora de la calidad de vida de los segmentos de la población, y el estímulo general a la innovación para la solución de problemas locales en el ámbito del NOA.

Entre las carreras más directamente articuladas al área de la bioeconomía pueden mencionarse: gestión de empresas agroindustriales; ciencia y tecnología de los alimentos; y, comercio exterior, gestionadas por el Instituto de Desarrollo e Innovación Tecnológica para la Competitividad Territorial. Contempla como carrera de postgrado la Especialización en Caña de Azúcar. En el ámbito de la USP-T funciona el Centro Integral de Biotecnología Aplicada (CIBA) para generar tecnologías que hagan competitivo al sector agroindustrial. Contiene también, la Reserva Natural y de Usos Múltiples San Pablo, y el Centro de Tecnología Disruptiva (CTD), para facilitar el desarrollo exponencial de nuevas tecnologías con foco en la biología sintética entre otros proyectos.

#### UNSTA – Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino

<https://www.unsta.edu.ar/>

Inició su vida como Instituto Universitario Santo Tomás de Aquino, anexo a la Universidad Nacional de Córdoba. En 1965 se consolida como universidad por Decreto N° 6.257 del Poder Ejecutivo de la Nación. Es regida por la Orden de los hermanos dominicos. Se propone ser una universidad de referencia regional en la formación de los líderes que necesita la sociedad y se plantea el compromiso a favor de la comunidad en una perspectiva de pertenencia social y respuesta a las necesidades del medio. Tiene sede en la ciudad de San Miguel de Tucumán. Cuenta con un campus central en Yerba Buena y otro en Concepción, ambos ubicados en la provincia de Tucumán, mientras que el Centro

de Estudios de Filosofía y Teología de la Orden de Predicadores (CEFTOP), funciona en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Está organizada en cinco facultades: Economía y administración; Ciencias jurídicas, políticas y sociales; Ciencias de la salud; Ingeniería; y, Humanidades. Entre las áreas más relacionadas con la bioeconomía dicta las licenciaturas en gestión ambiental, nutrición, comercialización, logística y gestión del transporte, como también, la carrera de ingeniería industrial. En su ámbito funciona el Centro de Investigaciones Económicas para el Desarrollo Humano (CIEDH), creado con el objetivo general de estudiar la evolución histórica y la situación actual de los principales indicadores de desarrollo humano en Tucumán y el NOA, con foco en la evaluación de las políticas públicas en el presente y a futuro.

#### UCASAL – Universidad Católica de Salta

<https://www.ucasal.edu.ar/>

La UCASAL fue creada en marzo de 1963 mediante Decreto del Arzobispado de Salta, contando con la autorización definitiva en 1982 por Decreto del Poder Ejecutivo N° 491. Su misión fundamental es *“la constante búsqueda de la verdad mediante la investigación, la conservación y la comunicación del saber para el bien de la sociedad”*. Su organización y dirección académica fue puesta en manos de la Compañía de Jesús. La sede central se ubica en Campo Castañares, con sedes alternativas en: Cafayate, el Carril, General Guemes, Metán, Orán y Tartagal.

La UCASAL se organiza en facultades: ciencias agrarias y veterinarias; economía y administración; artes y ciencias; ingeniería; ciencias jurídicas; arquitectura y urbanismo; y, escuela de negocios. Las carreras más asociadas al área de la bioeconomía son: ingeniería industrial, y licenciaturas en: economía; administración agropecuaria; comercialización; y, comercio internacional. A nivel de postgrado se dictan las maestrías en agronegocios; gestión ambiental; y, comercio internacional. A su vez, se dictan las especialidades en: evaluación de impacto ambiental y, gerenciamiento de empresas vitivinícolas, como también, la tecnicatura en ciencias forestales y, la diplomatura superior en ecología integral. Cabe mencionar además que funciona en su ámbito el Instituto de Derecho Ambiental y de la Sustentabilidad.

#### UGD - Universidad Gastón Dachary

<https://www.ugd.edu.ar/>

Desde 2001 funcionó como instituto universitario y en febrero de 2009, por Decreto N° 138 del Poder Ejecutivo de la Nación, se le otorgó el reconocimiento definitivo como universidad. Tiene su sede académica en la ciudad de Posadas y una académico-administrativa en la ciudad de Oberá, ambas en la provincia de Misiones. Es una universidad que muestra un fuerte compromiso con la región. A través de la docencia, la investigación y la difusión científica y tecnológica, trabaja por el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de su comunidad.

Está organizada por departamentos: ingeniería y ciencias de la producción; ciencias económicas y empresariales; ciencias de la salud; ciencias jurídicas y sociales; y, arquitectura, diseño y comunicación visual. Entre las licenciaturas más cercanas a la bioeconomía dicta producción agropecuaria, comercio internacional, nutrición, y diseño industrial. Estas carreras de grado son complementadas por la Maestría en Desarrollo regional y el Doctorado en Desarrollo Sustentable e Integración. A su vez, funciona en su Rámbito el Observatorio para el Desarrollo de Misiones – ODEM que tiene como objetivo principal la elaboración de información sobre el contexto socio económico de la provincia.

*UCP - Universidad de la Cuenca del Plata*

<https://www.ucp.edu.ar/>

La Universidad de la Cuenca del Plata nace en 1993 por impulso de la Fundación Jean Piaget. La autorización definitiva se concreta en 2006 por Decreto N° 091 del Poder Ejecutivo Nacional. Se organiza sobre la base de facultades: Arte, Diseño y Comunicación; Ciencias Empresariales; Ciencias Jurídicas y Políticas; Ingeniería y Tecnología; y, Psicología, Educación y Relaciones Humanas. Con sede central en la ciudad de Corrientes, se articula con 7 unidades regionales: Posadas, Formosa capital, Resistencia, Saenz Peña, Goya, Curuzú Cuatiá y Pasos de los Libres.

La Facultad de Ingeniería y Tecnología ofrece la licenciatura en Nutrición e Ingeniería en Alimentos, canalizando investigaciones en esta área de trabajo. También se relevan investigaciones relacionadas con la seguridad alimentaria, sanidad vegetal, abastecimiento de mercados locales, desarrollo y cluster forestal, extensión y desarrollo rural.

*USAL – Universidad del Salvador*

<http://www.usal.edu.ar/>

Fue fundada por la Compañía de Jesús en junio de 1944 como Instituto Superior de Filosofía, con sede en el Colegio del Salvador. En diciembre de 1959 quedó reconocida como universidad privada por Decreto Nacional N° 16.365. La sede central está ubicada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y cuenta con el Campus Nuestra Señora del Pilar en la provincia de Buenos Aires y el Campus San Roque González de Santa Cruz en la Provincia de Corrientes.

En la sede de Corrientes se dictan las carreras de agronomía y veterinaria, ingeniería forestal, como también, tecnicatura en producción ganadera. Las actividades de investigación están organizadas en institutos. Las del área agropecuaria se desarrollan en el Instituto de Investigación en Agronomía y en el Instituto de Investigación en Veterinaria. Son actividades ejecutadas tanto por los equipos localizados en la sede de Pilar, como en la sede de Virasoro, Corrientes.

### 3.3. Conclusiones

El sistema institucional de I+D+i del Norte argentino tiene conformada su base sobre 5 institutos y organismos tecnológicos entre ellos el INTA y el INTI que son actores importantes de despliegue territorial en áreas de aplicación tanto vinculadas a la producción de biomasa como a su transformación y agregado de valor, a la par del aporte histórico de la EEAOC al desarrollo del NOA. Esta acción de los entes tecnológicos en la región es complementada a su vez por organismos de fiscalización, control y certificación como el SENASA y el IRAM. Por su parte, si bien los institutos del CONICET localizados en la Región Norte comprenden apenas el 10 % de las unidades totales distribuidas en el país, el Centro Científico Tecnológico NOA Sur con 22 institutos, el Centro Científico Tecnológico del Nordeste con 10 y el Centro Científico Tecnológico Salta-Jujuy con 9 unidades, en interacción con las 13 universidades nacionales integradas en el Norte Grande y 6 universidades privadas cubren en su conjunto todos los ámbitos provinciales.

De esta forma, se ha consolidado una amplia y densa estructura científico-tecnológica, de educación y formación profesional e infraestructura de I+D en ingeniería y ciencias básicas, producción agropecuaria, biociencias, bioindustrias, ambiente, salud humana, salud animal y otras disciplinas afines. Es la base que posibilita consolidar las capacidades que requiere una estrategia de industrialización biológica para el Norte Grande argentino sustentada en marcos de cooperación y coordinación entre las instituciones y organismos arraigados y consustanciados con el territorio, en integración con el sistema nacional de CTI.

La transformación conjunta de estas capacidades deberá ser evaluada por los resultados esperados y el impacto en el logro de los objetivos de desarrollo regional, en función de las transformaciones productivas e institucionales que se generen, viabilizadas a través de planes, políticas, programas, proyectos y acciones. Con ese propósito será necesario diseñar un plan estratégico sustentado en conocimientos tecnológicos y de innovación, articulados por formas de organización en redes, cadenas de valor, plataformas y procesos de economía circular de base biológica, interconectados y transversales tanto en la faz tecno-productiva como disciplinaria, en el ámbito económico-social, ambiental y político-institucional del Norte argentino.

Al mismo tiempo, corresponderá adecuar la legislación, marcos regulatorios, requerimientos de calidad e inocuidad y bioseguridad vinculados al desarrollo de la bioeconomía regional. Será necesario por su parte, fortalecer los sistemas de transferencia y vinculación tecnológica en el campo productivo e institucional que posibiliten organizar y crear nuevas formas de organización sobre la base de consorcios público-privados que articulen e integren todas las capacidades disponibles sobre cada uno de los principales ecosistemas regionales.

El cometido general debería ser la elaboración de una agenda de I+D+i y plan de acción que den lugar a proyectos e identifiquen instrumentos de financiamiento para resolver los principales desafíos que afronta el desarrollo de la bioeconomía regional. En tal caso,



las ciencias sociales tendrían que realizar su aporte buscando promover los cambios institucionales y sustentar las políticas que encuadren el proceso de bioindustrialización dentro de los lineamientos de un proyecto de desarrollo nacional basado en la cohesión social y territorial, condición necesaria para un equilibrio regional más federal e igualitario.

#### **4. Marcos regulatorios\***

##### 4.1. Introducción

Un estilo concreto de desarrollo está condicionado históricamente por su propio pasado y por las articulaciones nacionales e internacionales contemporáneas. De esta forma, la revisión y el análisis de las políticas públicas constituyen un punto de observación útil para comenzar a reflexionar sobre las posibilidades concretas del desarrollo bioeconómico.

En esta sección se procura explorar el marco normativo existente en cada una de las áreas estratégicas tecno-productivas. A seguir se condensan las principales leyes y normativas nacionales, regionales e internacionales que hacen al marco regulatorio de la bioeconomía.

Se parte de la base de que las políticas públicas y las estrategias de desarrollo no tienen presentes en plenitud los condicionantes sociales y los efectos ambientales específicos de las prácticas económicas vigentes. Por una parte, el marco regulatorio existente no logra percibir y aprovechar las oportunidades para hacer más eficiente el uso de los recursos y las tecnologías, en función de los condicionantes sociales que determinan el nivel y la calidad de vida y, por la otra, deja abierta la posibilidad de generar graves consecuencias ambientales, que llevan al fracaso de políticas y estrategias.

Como parte del estudio, dentro de cada una de las áreas estratégicas tecno-productivas se revisó el marco regulatorio asociado a sus dinámicas sociales, políticas y económicas. Fueron identificadas 14 leyes nacionales, 7 leyes provinciales, 9 resoluciones y normativas nacionales de regulación, asociadas a procedimientos de Ministerios o Secretarías. En cuanto a la normativa internacional se destacan las regulaciones existentes en las áreas estratégicas de alimentos y bebidas, bioenergía, bioplásticos y biolubricantes. Al final, en el Cuadro 21 se presenta una síntesis de los marcos regulatorios relevados.

Entre las áreas estratégicas analizadas, no existe en la Argentina un marco regulatorio específico para las biorrefinerías. Cabe destacar que la UE presenta directivas sobre biorrefinerías de primera y segunda generación, como también, biobasados industriales; mientras que la legislación en países como Italia y Grecia, son casos muy destacables, sirviendo como marco de referencia para el país. De igual forma, a diferencia de los inoculantes, el resto de los bioinsumos aún no cuentan en la Argentina con una

---

\* Elaborado por: Sergio Vaudagna (INTA), Martín Rearte (INTI), Jorge Hilbert (INTA), Patricia Eisenberg (INTI), Liliana Molina (INTI) y Roberto Lecuona (INTA).

legislación específica, siendo registrados en SENASA dentro de la Resolución 350/99 para productos fitosanitarios, con orientación marcada hacia los agroquímicos. Hay varias acciones recientes desde distintos organismos públicos y privados para que los bioinsumos tengan un tratamiento particular y de este modo estimular su registro y control, tanto en la calidad de los productos como en las empresas desarrolladoras. Existe consenso generalizado que el costo del registro de los bioplaguicidas es un factor clave, en particular para las pequeñas y medianas empresas dedicadas a estos bioinsumos. De todas maneras, desde hace muchos años que varios países se encuentran en la avanzada, tanto en América Latina (Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, México) como EE.UU., Canadá, Australia, Nueva Zelanda y la UE (Directiva 2001/36/EC), entre otros. Estas últimas consideraciones justifican que ambas áreas estratégicas no sean incluidas en el presente relevamiento.

#### 4.2. Alimentos y bebidas

La existencia de sistemas nacionales de control de los alimentos es condición esencial para proteger la salud y seguridad de los consumidores, así como la sanidad animal y la protección vegetal. En ese sentido, el nuevo contexto mundial del comercio de alimentos determina que tanto los países importadores como los exportadores deben reforzar sus sistemas de control de alimentos, y adoptar y hacer cumplir estrategias de control basadas en el riesgo.

En general, la preocupación sobre la inocuidad de los alimentos se ha focalizado en los riesgos microbiológicos, los residuos de agentes fitosanitarios, los contaminantes químicos (incluidas las toxinas de origen biológico como las micotoxinas), la utilización inadecuada de los aditivos alimentarios, los alérgenos alimentarios y la adulteración de los alimentos.

A nivel internacional, las iniciativas y actividades relacionadas con el manejo y evaluación de riesgo en la aplicación de tecnologías emergentes en alimentos, como la nanotecnología, no son homogéneas. Hay regiones que avanzaron en la armonización de los conceptos; algunas otras tienen regulaciones específicas en el tema, y muchas todavía no han realizado ninguna mención explícita. En función de ello, es importante contar con definiciones claras y armonizadas, y, si se plantean diferencias en las definiciones en el área de alimentos, estas deberán ser abordadas por el *Codex Alimentarius* (FAO, Organización Mundial de la Salud-OMS).

En relación al análisis de la inocuidad de los alimentos generados mediante técnicas de biotecnología moderna, tanto la OMS, como la FAO y el *Codex Alimentarius* establecieron directrices para la evaluación de la inocuidad de estos productos. En el año 2003 se aprobaron los siguientes documentos: Principios para el análisis de riesgos de alimentos obtenidos por medios biotecnológicos (CAC/GL 44-2003); Directrices para la realización de la evaluación de la inocuidad de los alimentos obtenidos de plantas de ácido desoxirribonucleico-ADN recombinante (CAC/GL 45-2003); y Directrices para la realización de la evaluación de la inocuidad de los alimentos producidos utilizando

microorganismos de ADN recombinantes (CAC/GL 46-2003). En el periodo 2005-2008 se generaron tres nuevos documentos: Directrices para la realización de la evaluación de la inocuidad de los alimentos obtenidos de animales de ADN recombinante (CAC/GL 68-2008); Directrices para la realización de la evaluación de la inocuidad de los alimentos derivados de plantas de ADN recombinante modificadas para obtener beneficios nutricionales o de salud (CAC/GL 45-2003, Anexo 2) y Directrices para la realización de la evaluación de la inocuidad de los alimentos obtenidos de plantas de ADN recombinante relativo a la presencia de niveles bajos de material vegetal de ADN recombinante (CAC/GL 45-2003, Anexo 3).

La evaluación de la inocuidad de los alimentos genéticamente modificados (OGM) se basa en el concepto conocido como “equivalencia sustancial”, el cual consiste en una evaluación integrada, paso por paso y caso por caso, dirigida por los resultados que arroja la comparación entre el alimento evaluado y su homólogo consumido por una población. Cuando el alimento OGM se distingue de su homólogo tradicional por la presencia de uno o varios genes nuevos, sus productos se aíslan y estudian, cómo se hace en los ensayos convencionales de la toxicidad de aditivos alimentarios. La finalidad es determinar si el nuevo alimento es igualmente seguro (inocuidad), y no menos nutritivo que el producto homólogo convencional con el que se ha comparado. La normativa argentina regula los avances y desarrollos tecnológicos en biotecnología agropecuaria desde los inicios de estas actividades en el país (1991). Su objetivo es garantizar que los OGM con los que se realizan ensayos experimentales en una primera instancia, y los que eventualmente obtengan un permiso de comercialización, sean seguros para el agroecosistema e inocuos para el consumo humano y animal.

En relación a las nuevas tecnologías de procesamiento de alimentos, las normativas de referencia, vigentes en Estados Unidos y en la UE, presentan diferencias. En los Estados Unidos la normativa contempla la aplicación de tecnologías de procesamiento como APH, radiación UV y otras nuevas tecnologías tanto térmicas como no térmicas, mientras que los procesos sean diseñados y validados por personal idóneo y demuestren que cumplen con las reducciones de microorganismos patógenos exigidas para los tratamientos convencionales. En la legislación vigente en la UE relacionada con la aplicación de nuevas tecnologías de procesamiento de alimentos, se aplica también el principio equivalencia sustancial. Por lo que no solo se exige el mismo nivel de seguridad microbiológica, sino también equivalencia en la composición química del producto con respecto a un proceso convencional, y la evaluación de la generación de nuevos compuestos con potencial tóxico o alergénico, entre otros factores.

En el artículo 158 del Capítulo III del Código Alimentario Argentino (CAA) se establece, que se entiende por alimentos conservados o alimentos preservados, los que, habiendo sido sometidos a tratamientos apropiados de conservación o preservación, se mantienen en las debidas condiciones higiénico-sanitarias y de aceptabilidad para el consumo durante lapsos variables. El artículo 159 establece que se consideran autorizados los siguientes procedimientos: conservación por el frío (refrigeración y congelación);

conservación por el calor (esterilización, esterilización industrial o técnica, pasteurización); desecación, deshidratación y liofilización; salazón, ahumado, encurtido y escabechado; radiaciones ionizantes, elaboración de productos de humedad intermedia y otros procedimientos.

Con respecto a las tecnologías no térmicas de preservación, se destaca que el CAA contempla sólo el uso de radiación ionizante. En este sentido, en 2017 se actualizaron los requerimientos generales y la definición de la conservación por irradiación del artículo 174 y también la autorización de irradiación para ocho clases de productos, similares en composición. Si bien aún no se ha especificado la utilización de las denominadas nuevas tecnologías de preservación, en el artículo 174 tris (Capítulo III), se regula el uso de otros procedimientos no contemplados. En relación a esto último, se considera que la conservación de alimentos por otros procedimientos podrá realizarse siempre que merezca la aprobación de la Autoridad Sanitaria Nacional, debiendo garantizar las condiciones higiénico-sanitarias y de aceptabilidad requerida para los alimentos que se someten a otras variantes.

#### 4.3. Biomasa

En el marco legislativo, la Argentina no cuenta aún con una legislación unificada para la definición y uso de la biomasa dado que es un recurso variable, heterogéneo, transversal a diferentes sectores productivos y es la materia prima para los procesos que integran el mapa bioeconómico.

Por esta razón, el marco regulatorio puede ser caracterizado a través de 3 ejes: el bioenergético, el forestal y el agropecuario.

Actualmente existen leyes de referencia como la Ley 26.093 (2006) “Régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentables de biocombustibles” que es la primera iniciativa hacia un marco regulatorio de una actividad industrial basada en la producción de biomasa, en este caso para los *biocombustibles líquidos*, resultando aplicable a todas las actividades de la cadena de valor, desde la producción, mezcla, distribución, comercialización y formas de consumo. Sus modificaciones incluyen la Ley Nº 26.190 (2007) “Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica” y la Ley 26.334 (2008) “Régimen de promoción de la producción de bioetanol”.

Recientemente en el año 2015 se aprobó la Ley Nº 27.191, modificación de la Ley Nº 26.190 que busca aumentar la participación de las energías renovables en la matriz energética nacional, incluida la biomasa, para alcanzar un 8 % de energías renovables en el año 2018 y un 20 % en el año 2025. Además, esta Ley propone metas obligatorias de alcance nacional y promueve la diversificación tecnológica y geográfica a través de la creación del Fondo Fiduciario para el Desarrollo de Energías Renovables (FODER), dedicado a financiar y garantizar las inversiones e introducir incentivos fiscales promoviendo así el desarrollo de la cadena de valor de la biomasa para energía.

La integración de este marco regulatorio ha dado como resultado la Resolución E 25/2017 del ex-Ministerio de Agroindustria, creando el “Programa para la promoción de la energía derivada de la biomasa (PROBIOMASA)”. Este Programa quedó establecido en la órbita de la Subsecretaría de Agroindustria de la Secretaría de Agregado de Valor. El objetivo del Programa es incrementar la participación de la biomasa como fuente de generación de energía en la matriz energética nacional. Esta resolución promueve la elaboración y ejecución de planes, programas y políticas para el desarrollo sostenible de los sectores agroindustrial, bioenergético y biotecnológico.

Este conjunto de normas derivó en otras, en el nivel provincial, referidas a temas como dendroenergía, cultivos energéticos implantados, biocombustibles y promoción de usos sustentable de las fuentes de energías renovables. Misiones, dentro de la Región Norte, es la provincia que cuenta con mayor legislación: Ley XVI – Nº 106/2010 y su Decreto Reglamentario 1.226/2012 que instituye el marco regulatorio de los recursos dendroenergéticos renovables en el ámbito de la Provincia, *“con el objetivo de promover el aprovechamiento múltiple y racional de los mismos, a fines de valorar el recurso renovable, disminuir las emisiones contaminantes y mejorar la calidad de vida de la población.”*. Asimismo, se destaca en el NOA la provincia de Salta por la Ley Nº 7.676/2011 que crea el régimen de promoción para la producción de tártago, jatropa, colza y moringa, destinado a la fabricación de biocombustibles, con beneficios de exención de impuestos en caso de aplicación.

La dendroenergía es la energía producida con biomasa forestal, una de las producciones más relevantes en función a la masa cultivada; de ella se deriva la foresto industria y la industria de la celulosa y papel principalmente. Este sector cuenta con leyes nacionales y provinciales que regulan su extracción controladas por organismos de ambas jurisdicciones como ser la Ley Nº 26.331 (2009): “Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos”, conocida popularmente como la *Ley de Bosques*. Esta Ley es un ejemplo en el logro de un mejor control y desarrollo futuro del uso de la tierra, aunque su implementación ha sido débil. Está estructurada sobre la base de dos medidas centrales: una que se esfuerza por detener inmediatamente la deforestación, y la otra que produce un código territorial ambiental para los usos del suelo de cada provincia, incluidos los bosques nativos. Su objetivo es lograr la conservación, el uso sostenible de los bosques y el pago de los servicios del ecosistema, que se brindan a la comunidad local. Por lo tanto, el código debe reflejar las diferentes categorías de conservación: I (rojo), II (amarillo) y III (verde), que reflejan el valor ambiental de las diferentes unidades forestales nativas y los servicios ambientales provistos. En febrero de 2009, el Poder Ejecutivo Nacional dictó el Decreto Nº 91/2009 que implementa la Ley de Bosques Nativos. Este Decreto no financió adecuadamente el Fondo Nacional para el Enriquecimiento y Conservación de los Bosques Nativos, cuyo propósito es contratar el pago de servicios ambientales, lo que genera serias preocupaciones sobre la implementación de la Ley que lo fundamentó. Por último, la Ley de fomento más importante antes de llegar a los procesos de industrialización, es la Ley Nº 25.080: “De inversiones para bosques cultivados” que instituye un régimen de promoción de las

inversiones efectuadas en nuevos emprendimientos forestales y en las ampliaciones de los bosques existentes.

En cuanto a la producción agropecuaria, cada sector cuenta con regulaciones orientadas al uso del suelo y de los productos químicos necesarios tanto para la producción agrícola como la ganadera. Para esta plataforma productiva se han desarrollado planes estratégicos y legislaciones nacionales y provinciales orientadas a un ordenamiento territorial por ecorregiones definidas por el uso de sus recursos y población, identificando problemáticas asociadas a la falta de adaptación a las condiciones del mercado y al cambio climático, la pérdida de servicios, el avance de los desmontes, desbalances en nutrientes por intensificación de cultivos, deficiente gestión del recurso hídrico y la ausencia de cuantificación de la pérdida de biodiversidad.

Dentro del marco normativo, existen algunas normas de referencia para los biocombustibles líquidos que se han instalado para sectores específicos. En el caso de los combustibles sólidos, cabe mencionar el esfuerzo entre el IRAM e INTI en la implementación de la primera norma para regularizar el mercado de este tipo de combustibles. La norma permitirá dar un marco legal a la actividad (productores, comercializadores y usuarios) necesario para el incentivo de su uso tanto para industrias, como residencias. Esta norma será de aplicación y referencia voluntaria para clasificar las diversas biomásas que se encuentran en Argentina, destinadas a la generación de energía renovable, ya sea térmica o eléctrica.

En el área ambiental, si bien hoy no es un requisito obligatorio la cuantificación del uso de recursos, la Huella de Carbono (HC) es uno de los indicadores del desarrollo de mercados ambientalmente sostenible. Las acciones del ex-Ministerio de Agroindustria y del IICA que se están utilizando hoy para medir la Huella de Carbono están basadas en las normas ISO, PAS 2050:2008, GHG Protocol y métodos Bilan carbone.

Existen al menos dos sistemas de normas relacionados con los agroalimentos que contemplan algunos parámetros de Responsabilidad Social Empresarial (RSE):

- EUREP – GAP (inocuidad de los alimentos, bienestar de los animales, protección del ambiente y justicia social).
- IFOAM – Producción orgánica (cuidado del ambiente, bienestar animal, justicia social).

Es preciso asegurar que la producción de los alimentos se realice en forma responsable, no sólo desde lo sanitario y ambiental, sino también desde el eje social. Lo confirma la creciente difusión que van adquiriendo distintos sistemas que exigen a los productores de alimentos el cumplimiento de normas de RSE.

Se observan tendencias a maximizar la seguridad alimentaria, más allá de la eficiencia, incluyendo la adquisición de tierras por entes estatales o paraestatales; como, por ejemplo, nuevas formas de explotación de arrozales.

#### 4.4. Bioenergía

La Ley N° 26.093 (2006) de biocombustibles en la Argentina puso foco en el desarrollo del mercado local de biocombustibles, estableciendo requerimientos de B5 (compuesto por 95% de gasoil y 5% de biodiesel) y E5 (compuesto por 95% de naftas y 5% de etanol) a partir del 1º de enero de 2010. Esa cota inferior fue elevada (Resolución de la Secretaría de Energía 7/2010 del 9 de febrero de 2010) al 7 %, a fin de incrementar el volumen de reemplazo de gasoil, y finalmente fue fijada al 10 % durante el año 2013 para ambos biocombustibles. En el 2016 el corte de etanol se estableció en el nivel de 12 %.

Posteriormente, un conjunto de reglamentaciones se ha sucedido. En un sector tan regulado y promocionado estos cambios repercuten significativamente en la creación y ampliación de mercados, como así también en la viabilidad de la producción frente a cambios en los precios de insumos.

Las reglamentaciones del mercado internacional también van a condicionar el potencial productivo de los biocombustibles en Argentina; tal como puede observarse, por ejemplo, en la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. Esta normativa, establece criterios para el uso de biocombustibles dentro de la UE y la potencial aplicación a programas de asistencia financiera. Se abrió así una oportunidad para la Argentina de abastecer este mercado; pero, por otra parte, también la misma Directiva, plantea en su Artículo 17, los Criterios de sostenibilidad para los biocarburantes y biolíquidos, *“independientemente de que las materias primas se hayan cultivado dentro o fuera del territorio de la Comunidad”*. Esto plantea un gran desafío de analizar y demostrar la sustentabilidad de los sistemas productivos de los biocombustibles para exportar a la UE.

En síntesis, en términos de estímulo, las normativas han impulsado el desarrollo de la bioenergía en Argentina. La normativa nacional lo ha hecho desde 2006 con la ley que promueve el corte de los combustibles fósiles y más recientemente desde 2015, como ya se mencionó, con la Ley N° 27.191 de promoción de energías renovables en la matriz energética argentina. En términos negativos, se observa cambios continuos en las fórmulas de determinación de precios, así como en porcentajes de corte, división por materias primas y tamaño de plantas.

El programa RenovAr se enmarca dentro del plan nacional del Subsecretaría de Energías Renovables (SSER) en respuesta a la Ley N° 27.191. Cuatro rondas del programa ya se han llevado a cabo con éxito, RenovAr 1, RenovAr 1.5 y RenovAr 2 y MiniRenovAr 3.

El programa tiene muchos beneficios e incentivos. En primera instancia, lo más importante es el hecho de firmar un contrato de suministro de energía (PPA) con la Sociedad Gestora del Mercado Mayorista de Electricidad (CAMMESA), por un plazo de 20 años.

La Ley N° 27.191 establece que todos los usuarios deben contribuir con los objetivos para aumentar el uso de fuentes renovables en el consumo de energía eléctrica, hasta alcanzar los siguientes objetivos: 8 % a finales de 2017, 12 % a finales de 2019, 16 % a fines de

2021, 18 % para fines de 2023 y 20 % para fines de 2025. Al mismo tiempo, en su artículo 9, la Ley establece que los autogeneradores, los Grandes Usuarios del Mercado Mayorista Eléctrico (GUMA y GUME) y los Grandes Usuarios de Distribución (GUDI), con demandas de potencia igual o superior a 300 kW, deben cumplir individualmente estos objetivos. Estos usuarios se denominan Usuarios Grandes Habilitados (GUH) y representan una demanda anual promedio de 31.4 TWh. Entonces, en 2025, deben consumir un mínimo de 6.3 TWh de energía renovable para cumplir con el objetivo de la Ley N° 27.191.

Según el marco normativo nacional vigente, la generación distribuida de energía eléctrica se considera generada por fuentes de energía renovables, en el punto de consumo, y por los propios usuarios que están conectados a la red eléctrica de distribución.

La generación distribuida generalmente ocurre a través de sistemas diseñados para el autoconsumo con eventual inyección de energía excedente a la red de distribución existente. Los usuarios que adoptan esta modalidad de generación tienen la capacidad de producir energía eléctrica, permaneciendo a su vez conectados al suministro proporcionado por la red de distribución eléctrica. Este es el modelo adoptado en Argentina por la Ley N° 27.424 publicada en 2017.

La instalación de un sistema de generación distribuida renovable permite al usuario cubrir parte de la demanda de energía eléctrica sin la necesidad de recurrir al suministro de la red, lo que resulta en ahorros económicos debido al autoconsumo. A su vez, si hay un excedente de energía eléctrica generada por la fuente renovable, el usuario-generador puede percibir un beneficio económico de la inyección de excedente a la red.

A principios de 2018, la Ley fue regulada por el Decreto N° 986, donde el objetivo era incorporar 1,000 MW de energía de las instalaciones de generación distribuida para 2030. Además, la Secretaria de Gobierno de Energía (SGE) fue designada como la Autoridad de Aplicación. A finales de 2018, la Resolución 314 de la SGE creó el RENUGER, que es el Registro Nacional de Usuarios-Generadores de energía renovable que los clasifica en tres grupos: pequeños (hasta 3kW), medianos (hasta 300 kW) y grandes (hasta 2MW). Esta resolución estableció el procedimiento para la conexión entre el usuario y el generador y los estándares para el contrato básico entre los actores.

La Ley N° 27.424 establece un régimen de beneficios promocionales, que incluye un Certificado de Crédito Fiscal, también crea el FODIS para otorgar préstamos, incentivos, garantías, contribuciones de capital y la adquisición de otros instrumentos financieros, todos destinados a mejorar la implementación de sistemas de generación distribuida a partir de fuentes renovables.

Para implementar uno de estos beneficios, la Disposición N° 48 de la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética (SSERyEE) en abril de 2019 establece que conjuntamente con la AFIP estarán a cargo de la instrumentación y la aplicación de los Certificados de Crédito Fiscal bajo la modalidad de Bono Electrónico, que puede ser aplicado al pago de impuestos nacionales.



En julio de 2019, se emite la Disposición N° 83, por la cual el procedimiento definió la fijación de los montos y las condiciones para obtener el Certificado de Crédito Fiscal para usuarios generadores. Este documento detalla una validez de 5 años para el certificado una vez otorgado y describe el modo de cantidad fija para cada unidad de potencia instalada.

Algunas provincias pertenecientes a la región objeto de este estudio ya habían implementado sus propios regímenes y leyes, como: Salta (Ley N° 7824 de saldo neto), Misiones (Ley N° XVI-97 de saldo neto) y Jujuy (Ley N° 6023). Los diferentes regímenes provinciales pueden variar conceptualmente en relación con la Ley nacional.

#### 4.5. Bioproductos

##### Bioplásticos

Según la UE, en 2014 más del 25 % de los consumidores opinaba que los proveedores de envases para alimentos deberían concentrarse más en el desarrollo de envases de productos ecológicos. La creciente aceptación de los consumidores de envases sostenibles y productos ecológicos impulsará el mercado de bioplásticos. Estos consumidores perciben a los plásticos biobasados con una ventaja clara en comparación con los plásticos convencionales<sup>71</sup>.

Para satisfacer esta demanda por parte de los consumidores es importante que la comercialización de plásticos biobasados sea transparente y explicada claramente. El etiquetado adecuado debería contener información respecto al contenido de base biológica que tenga el producto o envase, emisiones de CO<sub>2</sub> y si la biomasa fue cultivada en forma sostenible.

Los miembros de la asociación European Bioplastics, se han comprometido voluntariamente para certificar y etiquetar sus productos compostables industrialmente de acuerdo con la norma de la UE EN 13432 / EN 14995, si desean anunciar propiedades "compostables". El Comité Europeo de Normalización (CEN) ha publicado el CEN /TS/ 16137 sobre el rótulo 'biobasado' de los bioplásticos. Esta norma elabora cómo medir el contenido de carbono de base biológica de acuerdo con el método carbono-14 (<sup>14</sup>C)<sup>72</sup>, aunque aún, no se haya definido un etiquetado común.

Otro factor que impulsa el mercado de los bioplásticos es la decisión gubernamental de promover la compra de productos sostenibles y ecológicos. Importantes inversiones financieras en producción y comercialización para guiar y acompañar el desarrollo del mercado de bioplásticos han sido realizadas. Las condiciones del marco legal brindan incentivos para el uso de bioplásticos en varios países de todo el mundo, proporcionando estímulo al mercado<sup>73</sup>.

---

<sup>71</sup>[http://ec.europa.eu/public\\_opinion/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/public_opinion/index_en.htm), 2014: encuesta sobre preferencias del consumidor en el envasado de alimentos a 28.000 entrevistados.

<sup>72</sup> El isótopo radioactivo carbono-14 (<sup>14</sup>C).

<sup>73</sup> European bioplastics, 2017.

Legislaciones y disposiciones gubernamentales como, por ejemplo, la prohibición del empleo de bolsas plásticas que no sean biodegradables (México, Argentina, Francia, Italia, Alemania) es otro factor que impulsara el empleo de bioplásticos biodegradables/compostables en materiales para envases. Además de las legislaciones que limitan el uso de plásticos tradicionales, los gobiernos también están ofreciendo incentivos tales como exenciones de impuestos y certificaciones a los proveedores que producen y promueven materiales ecológicos.

En abril 2018, el Parlamento Europeo aprobó un paquete de medidas para actualizar la legislación de residuos, incluyendo la Directiva Marco de Residuos y la Directiva de *Packaging* y Residuos de *Packaging*. La actualización da instrucciones para que los envases biodegradables y compostables sean gestionados con los residuos orgánicos y reciclados en plantas de compostaje y digestión anaeróbicas. Ha sido implementado en varios estados miembros con éxito. Para el año 2023 esta directiva será mandatoria para toda Europa.

Las directivas reconocen que los plásticos biobasados ayudan a minimizar el impacto ambiental de los plásticos empleados para envases, y reduce la dependencia de Europa en materias primas importadas. Los materiales biobasados y reciclables son ambas soluciones viables para hacer sustentables los envases. Este paquete de directivas es un elemento clave en el marco del plan de acción de Economía Circular que la Comisión Europea adoptó en diciembre 2015.

En consonancia con el ambicioso objetivo de aumentar la eficiencia de los recursos, el Parlamento Europeo apoyó una definición que confirma que los subproductos no son residuos e introdujo una definición de residuos alimentarios y una jerarquía de prevención de residuos alimentarios. También votó a favor de excluir los residuos reciclables mecánicos u orgánicos de los vertederos.

En cuanto a la directiva sobre envases y residuos de envases, la adopción de la enmienda que fomenta el uso de recursos biológicos para la producción de envases es un primer hito importante que vincula concretamente los conceptos de economía circular y bioeconomía. La EUBP espera continuar el diálogo en la próxima propuesta referente a la "Estrategia sobre Plásticos en una Economía Circular" de la Comisión Europea y trabajará en estrecha colaboración con las instituciones europeas y las partes interesadas para construir un marco coherente y global para una bioeconomía circular en Europa<sup>74</sup>.

### *Biolubricantes*

El mayor inconveniente del uso de lubricantes petroquímicos está asociado con la contaminación de agua y suelo. Durante la última década, la producción y uso de lubricantes convencionales ha sido regulada por políticas estrictas para minimizar el impacto y contaminación del ambiente. En particular la Unión Europea ha establecido el "*European Ecolabel for Lubricants*" como una marca europea oficial de productos verdes

---

<sup>74</sup> Tecnología del plástico, febrero 2018.

y la Directiva 2008/98/EC (*Waste Framework Directive*) para la protección del ambiente y salud humana consecuencia del uso de los residuos de aceites.

Los criterios de consumo de lubricantes varían según los países. Algunos requieren que el 50 % de los aceites sea de origen renovable, y otros la utilización de biolubricantes en aguas no navegables. Aproximadamente el 50 % de los lubricantes empleados en el mundo terminan en el ambiente a través de pérdidas durante su uso, por evaporación, derrames o accidentes. Las pérdidas estimadas de fluidos hidráulicos son aún mayores (70-80 %). Cerca del 95 % de estos materiales son de base petroquímica o aceites sintéticos. Los aceites minerales son tóxicos para mamíferos, peces y bacterias<sup>75</sup>. El reemplazo de aceites de base petroquímico por productos biodegradables es una de las formas de reducir uno de los efectos adversos causados por el uso de lubricantes en los ecosistemas.

Algunas estimaciones de la industria predicen que la introducción del ecoetiquetado y los incentivos para el uso de biolubricantes podrían aumentar la participación en el mercado en un 5 % de manera inmediata<sup>76</sup>. Se estima que el mayor potencial de expansión de los mercados de biolubricantes reside en los fluidos hidráulicos. El factor clave que definirá el crecimiento del mercado europeo serán: el marco jurídico, las legislaciones, y los programas de fomento que desarrollen tanto los países miembros de manera independiente, como la Comisión Europea para efectos comunitarios.

### Biofibras

#### *Algodón*

En la Argentina se impulsa el sistema "*Better Cotton*". Este sistema cuenta en el mundo con 1,3 millones de establecimientos que produjeron 3,3 millones de toneladas métricas durante 2017, en 21 países (14 % de la producción mundial de algodón) y espera alcanzar el 30 % en 2020. Se desarrolló por primera vez en 2010 sobre la base de aportes y consultas con grupos de trabajo regionales en Brasil, India, Pakistán y África Occidental y Central.

#### *Fibra de llama*

En término de calidad, la mayor proporción de la fibra de llama en la Argentina aún no alcanza los niveles para el desarrollo de productos de indumentaria. Por lo tanto, al contrario de forzar el modelo actual para alcanzar características de calidad solo para indumentaria o en competencia con Perú, la Argentina podría elaborar estrategias para diseñar y desarrollar productos diferenciados en otros rubros de la industria textil, principalmente textil hogar (frazadas, tapizados) y alfombras, en mezcla con otras fibras de producción nacional (lana, fibras de cabra, guanaco).

---

<sup>75</sup> Biolubricants, Science and Technology. In: Woodhead Publishing Series in Energy, Book 201.

<sup>76</sup> <http://www.primaryinfo.com/scope/bio-lubricants.htm>

### *Fibra de vicuña*

El marco legal referente a la fibra de vicuña está constituido por normativa internacional, nacional y provincial. Argentina ratifica mediante la Ley Nº 22.344 la Convención CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), que incluye a la vicuña en el apéndice 1 de la Ley, es decir que cuenta con el grado de protección internacional más alto dentro de dicha Convención, aunque por excepción, las poblaciones de Catamarca y Jujuy pasaron al Apéndice 2 (especies que tienen autorización para su comercialización, siempre y cuando no se ponga en peligro su supervivencia).

Los únicos productos que pueden ser exportados de acuerdo a dicha Convención y a la legislación local son: fibra esquilada de vicuñas vivas, telas y productos manufacturados bajo la marca Vicuña-Argentina y artesanías bajo la marca Vicuña-Argentina-Artesanías. El organismo de aplicación es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

**Cuadro 21. Regulaciones referenciales para la bioeconomía en Argentina**

	Leyes nacionales	Leyes provinciales	Resoluciones y normas nacionales	Normativa internacional
Alimentos y bebidas	Código Alimentario Argentino: Arts. 158/159/174.		Sistema Nacional de Control de alimentos.	Codex Alimentarius (FAO-OMS): (CAC/GL 44-2003); (CAC/GL 45-2003); (CAC/GL 46-2003); (CAC/GL 68-2008); (CAC/GL 45-2003, Anexo 2); (CAC/GL 45-2003, Anexo 3).  EUREP – GAP (inocuidad de los alimentos, bienestar de los animales, protección del ambiente y justicia social).  IFOAM – Producción orgánica (cuidado del ambiente, bienestar animal, justicia social).  En los Estados Unidos la normativa contempla la aplicación de

	Leyes nacionales	Leyes provinciales	Resoluciones y normas nacionales	Normativa internacional
				<p>tecnologías de procesamiento como APH, radiación UV y otras nuevas tecnologías tanto térmicas como no térmicas, mientras que los procesos sean diseñados y validados por personal idóneo y demuestren que cumplen con las reducciones de microorganismos patógenos exigidas para los tratamientos convencionales.</p> <p>La UE relacionada con la aplicación de nuevas tecnologías de procesamiento de alimentos, aplica también el principio equivalencia sustancial. Por lo que no solo se exige el mismo nivel de seguridad microbiológica, sino también equivalencia en la composición química del producto con respecto a un proceso convencional.</p>
Biomasa	<p>Ley Nº 25.080 “De Inversiones para Bosques Cultivados”.</p> <p>Ley Nº 26.093 (2006) “Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles”.</p>	<p>Misiones: Ley XVI – Nº 106/2010 y su Decreto Reglamentario Nº 1.226/2012 que instituye el marco regulatorio de los recursos dendroenergéticos renovables en el ámbito de la Provincia, “con el</p>	<p>UNE-EN ISO 17225-1:2014 “Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustibles”.</p> <p>Normas ISO, PAS 2050:2008, GHG Protocol, Bilan Carbone para</p>	

	Leyes nacionales	Leyes provinciales	Resoluciones y normas nacionales	Normativa internacional
	Ley Nº 26.331 (2009) de “Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos”.	objetivo de promover el aprovechamiento múltiple y racional de los mismos, a fines de valorar el recurso renovable, disminuir las emisiones contaminantes y mejorar la calidad de vida de la población.”  Salta: Ley Nº 7.676/2011 que crea el régimen de promoción para la producción de tártago, jatrofa, colza y moringa, destinado a la fabricación de biocombustibles, con beneficios de exención de impuestos en caso de aplicación.	medir la Huella de Carbono.  Resolución E-25/2017 del ex-Ministerio de Agroindustria: Programa para la promoción de la energía derivada de la biomasa (PROBIOMASA).	
Bioenergía	Ley Nº 23.966, T.O. Título III, Capítulo 1, artículo 4 – Impuesto a los Combustibles y Gas Natural, alícuotas.  Ley Nº 26.028, Impuesto a la Transferencia e Importación de Gasoil.  Ley Nº 26.190 (2006) “Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica”.  Ley Nº 26.334 para promoción específica de bioetanol de caña.	Salta, Ley Nº 7.824 (2014), Energía Eléctrica. Balance neto, generadores residenciales, industriales y/o productivos.  Misiones, Ley Nº XVI- 971, Marco regulatorio y promoción para la investigación, desarrollo y uso sustentable de fuentes de energías renovables no convencionales, biocombustibles e hidrógeno.  Jujuy, Ley Nº 6.023, Generación Distribuida de Energía Renovable.	Decreto Nº 1396/01 (2001): Plan de competitividad para el combustible biodiesel. Modificaciones al impuesto sobre los combustibles líquidos y el gas natural. Normas complementarias.  Resolución conjunta del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Ministerio de Industria y Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios: 438/12, 269/12 y 1001/12. Créanse el Registro de	Directiva Nº 2009/28/CE del Parlamento Europeo relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.  Decreto Nº 1339/12 (2012): Nomenclatura Común del MERCOSUR y Arancel Externo Común. Modificación de las alícuotas de los Derechos y del Reintegro a la Exportación para el biodiesel y sus mezclas.

	Leyes nacionales	Leyes provinciales	Resoluciones y normas nacionales	Normativa internacional
	<p>Ley Nº 26.784, Presupuesto Nacional 2013, artículo 56 – desgravación a la importación de hasta 8,4 millones de metros cúbicos de gasoil y de hasta 240.000 metros cúbicos de naftas para 2013.</p> <p>Ley Nº 26.895, Presupuesto Nacional 2014, promulgada por Decreto Nº 1577/13, artículos 30 y 31 – desgravación a la importación de hasta 8,4 millones de metros cúbicos de gasoil y de hasta 1,2 millones de metros cúbicos de naftas para 2014.</p> <p>Ley Nº 27.191 (2015), modificación de la Ley Nº 26.190 “Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica”.</p> <p>Ley Nº 27.424 (2017) “Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la Red Eléctrica Pública”.</p>		<p>Operadores de Soja Autorizados (ROSA) y la “Unidad Ejecutiva Interdisciplinaria de Monitoreo”.</p> <p>Resolución Nº 44/14 del Ministerio de Energía y Minería. Cortes obligatorios incrementales y fórmulas para el cálculo precio bioetanol de caña de azúcar y soja.</p>	

	Leyes nacionales	Leyes provinciales	Resoluciones y normas nacionales	Normativa internacional
Bioplásticos	Proyecto de Ley Nacional: Presupuestos mínimos de protección ambiental para la reducción progresiva y prohibición específica de los plásticos de un solo uso (Expediente 3951-D-2019).	Ley Nº 13868 – Prohibición del uso de bolsas de polietileno - Provincia de Buenos Aires.  Ley Nº 9696 – Provincia de Córdoba -. Prohibición en todo el territorio provincial del uso de bolsas de polietileno y otro material plástico convencional.	Varias provincias y ciudades de Argentina (Ej.: Santa Fe, Salta, Ciudad de Buenos Aires, Rosario, Villa Gessel, Pinamar, Esquel, Ushuaia) disponen de ordenanzas o proyectos de ley relacionados con la prohibición o restricción al uso de bolsas plásticas.	Norma de la UE EN 13432 / EN 14995 Comité Europeo de Normalización (CEN) ha publicado el CEN / TS / 16137 sobre el tema del elemento 'biobasado' de los bioplásticos Directiva Marco de Residuos y la Directiva de Packaging y Residuos de Packaging (UE).
Biolubricantes				“European Ecolabel forLubricants” como una marca europea oficial de productos verdes y la Directiva 2008/98/EC (Waste Framework Directive) para la protección del ambiente y salud humana consecuencia del uso de los residuos de aceites.
Biofibras	Ley Nº 22344 la Convención CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).		Sistema “Better Cotton”.	



## 5. Bosquejos de escenarios\*

### 5.1. Introducción

Este capítulo abre la mirada a futuro para dejar planteado los bosquejos de escenarios. Posibilitará al final elaborar algunos lineamientos para una estrategia. No obstante, quedará abierto el camino para que en esta nueva etapa político-institucional del país se puedan resolver las restricciones de financiamiento afrontadas por el proyecto. De esa forma, a partir de este trabajo exploratorio se podrá en su momento diseñar de forma colectiva y en territorio el escenario deseado a partir del cual elaborar una agenda de I+D+i y un plan de acción que contribuya a impulsar el desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino.

El capítulo se estructura de la siguiente manera: en una primera instancia se plantea el encuadre metodológico para después desarrollar las etapas que conducen a los escenarios exploratorios. Desde un punto de vista más general tres momentos engloban esas etapas. Primero, se analiza el objeto de estudio y relevan las dimensiones críticas. Segundo, se identifican y caracterizan las megatendencias y fuerzas impulsoras. En tercer término, se elaboran los bosquejos de escenarios, incluyendo tanto las imágenes de futuro como sus respectivas narrativas.

### 5.2. Encuadre metodológico

La base del análisis prospectivo reside en dos principios fundamentales: que no hay un único futuro posible y que las personas y las organizaciones poseen algún grado de influencia sobre qué futuro pueden alcanzar (Bishop and Hines, 2012). La metodología de Escenarios se ha convertido en la metodología más popular en los estudios prospectivos, debido a la plasticidad y afinidad que posee con los principios fundamentales mencionados previamente.

Los escenarios como técnica tienen su origen en la posguerra, de la mano de las contribuciones de Herman Kahn en la *RAND Corporation* y posteriormente en el Instituto Hudson. La popularidad de la técnica se intensificó con las contribuciones de Pierre Wack en el desarrollo de la metodología de escenarios de la empresa Shell, a principios de la década del '70, que continúa hoy vigente y que dio origen al campo conocido como planeamiento por escenarios<sup>77</sup>. En la actualidad la metodología de escenarios es utilizada en forma regular tanto por instituciones públicas y privadas, existiendo múltiples técnicas y enfoques para el diseño y construcción de los mismos<sup>78</sup>.

---

\* Elaborado por: Diego Gauna (INTA) y Roberto Bocchetto (INTA), con la participación de: Diego Taraborelli (INTA), Mercedes Patrouilleau (INTA), Silvina Papagno (INTA), y la colaboración de: Jorge Hilbert (INTA), Martín Rearte (INTI), Gonzalo Bravo (INTA), Claudia Gonzalez (INTA), Liliana Molina (INTI), Patricia Eisenberg (INTI) y Germán Pasetti (INTI).

<sup>77</sup> <https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios.html>

<sup>78</sup> La bibliografía sobre la metodología de escenarios es profusa. Como punto de partida se citan los libros de Schwarz (1991), Godet y Durance (2011) y, Bishop y Hines (2012).

En términos generales, un escenario se caracteriza por la descripción de algún estado futuro posible y cuenta una historia de cómo ese futuro puede ser alcanzado. En otras palabras, un escenario se caracteriza por la descripción de una imagen de futuro y una narrativa. Un buen escenario tiene que relatar una historia que sea específica, provocadora, verosímil, relevante, equilibrada (en el sentido de que eventos negativos tienen buenas consecuencias y eventos positivos tienen efectos indeseados) y coherente (Bishop and Hines, 2012). En este estudio no se pretende construir los escenarios en forma completa<sup>79</sup>. Más bien, se pretende elaborar bosquejos de escenarios, que sean la base para una discusión política-institucional acerca de los futuros posibles de la Bioeconomía del Norte argentino y de su importancia para el desarrollo territorial.

La metodología seleccionada para el presente estudio se basa en la experiencia acumulada a lo largo del tiempo del equipo del Centro de Investigación de Economía y Prospectiva del INTA en los últimos años (Patrouilleau, R. *et al.*, 2012; Patrouilleau, M., 2016; Schuff *et al.*, 2017; Gauna *et al.*, 2019), que combina influencias de diferentes escuelas de pensamiento y un aprendizaje institucional que permite contar con una metodología propia para el desarrollo de estudios prospectivos basados en la metodología de escenarios.

### 5.3. Etapas del estudio

En la Figura 28 se puede observar las diferentes etapas que conforman la construcción de los bosquejos de escenarios para la Bioeconomía del Norte argentino, procediéndose a continuación a describir en detalle cada etapa<sup>80</sup>.

#### 5.3.1. Etapa 1: Definición del objeto de estudio, el foco, el horizonte temporal y las dimensiones críticas

El objeto de estudio es la Bioeconomía del Norte argentino, mientras que el foco son las capacidades de investigación, desarrollo e innovación vinculadas a la misma. El horizonte temporal del estudio es el año 2030, aunque en la etapa de elaboración de los escenarios se realizarán aclaraciones respecto a este punto.

Las dimensiones críticas de los escenarios definen, colectivamente, el espacio multidimensional dentro de los cuales los escenarios son mapeados o construidos (Gallopín, 2014). Las dimensiones críticas son definidas en términos de su importancia como descriptoras de los atributos más importantes de las imágenes de futuro, utilizándose para evaluar la deseabilidad y las implicancias de los futuros alternativos. Es decir, la elaboración de los bosquejos de escenarios debe incluir una apreciación de las implicancias de cada uno en las dimensiones críticas del estudio. A los fines del presente

---

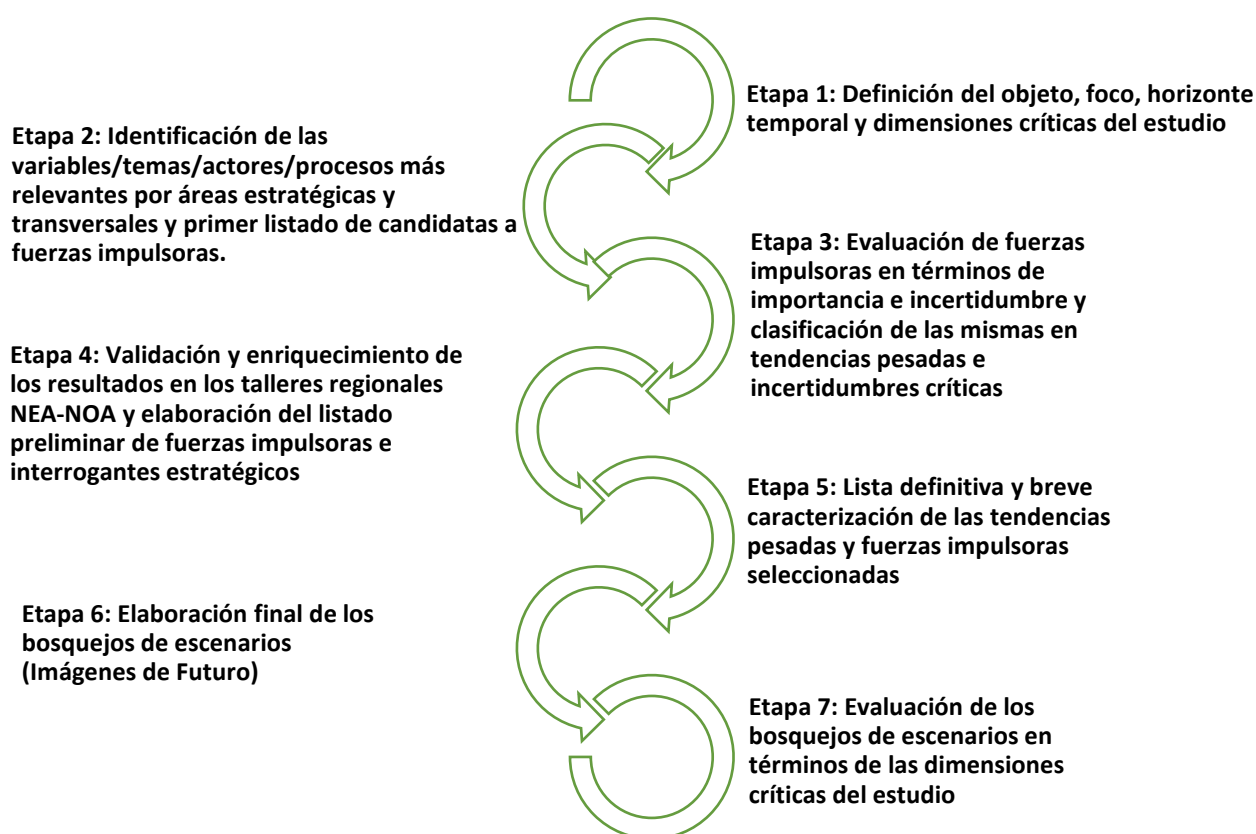
<sup>79</sup> Las razones expuestas en la Introducción de este documento referente al financiamiento del Proyecto llevaron a adoptar este enfoque más restringido.

<sup>80</sup> Si bien la figura puede dar la falsa impresión de que el proceso es lineal y unidireccional, el ejercicio dista de ser construido de dicha manera. Hay permanentes mecanismos de retroalimentación entre las etapas, con convergencias y divergencias hasta llegar a una versión definitiva y consensuada del proceso. Se presenta la figura de una manera más sencilla para que las etapas puedan ser bien diferenciadas.

ejercicio, se seleccionaron las siguientes dimensiones críticas, que reflejan el marco conceptual del estudio:

- a. Seguridad alimentaria.
- b. Inclusión social y trabajo digno.
- c. Desarrollo regional y territorial equilibrado.
- d. Diversificación productiva y competitividad de las cadenas de valor.
- e. Desarrollo bioindustrial.
- f. Sostenibilidad ambiental y adaptación al cambio climático.
- g. Estado instituyente y fortalecimiento de la institucionalidad.

**Figura 28. Etapas del diseño metodológico**



### 5.3.2. Etapa 2: Identificación preliminar de las tendencias pesadas y las fuerzas impulsoras por áreas estratégicas y transversales

En la primera etapa del estudio, los responsables de cada área estratégica tecno-productiva del proyecto (alimentos y bebidas, biomasa, biorrefinería, bioenergía, bioproductos y bioinsumos) y los responsables de las áreas transversales (contexto económico-social, ambiental y político-institucional, y prospectiva) identificaron, a través del uso de entrevistas en profundidad, fuentes secundarias y el conocimiento específico y experiencia en las correspondientes áreas, los temas más relevantes para la configuración futura de la Bioeconomía del Norte argentino. Como producto de esa actividad y luego de una discusión e intercambio en un taller destinado a tal fin, se

consolidó un primer listado preliminar de 31 candidatas a fuerzas impulsoras<sup>81</sup>, de diferentes niveles de agregación y escala, que se presenta en el Cuadro 22<sup>82</sup>.

**Cuadro 22. Listado preliminar de candidatas a fuerzas impulsoras**

- Cambios en los hábitos de consumo (frecuencia, preparación, modos de comercialización) (HC).
- Avance en las TICs para plantas de pequeña escala (TICs).
- Creciente mecanización de la producción agropecuaria (Mec).
- Nuevas tecnologías "duras" para la bioeconomía (TecBioHard).
- Adopción de Tecnologías "Blandas" para la bioeconomía (TecBioSoft).
- Evolución del costo de la energía solar y eólica (Csolar).
- Exigencias de acceso a nuevos mercados (EAMercados).
- Certificación de la producción y los procesos (huella de carbono, huella hídrica, buenas prácticas (Cert).
- Cambio climático (CC).
- Expansión de los acuerdos comerciales intra y extra regionales (Comercio).
- Mayores compromisos de reducción de CO2 de los países (RedCO2).
- Nuevos valores y atributos asociados a los alimentos (ValyAtr).
- Reconfiguración del espacio urbano-rural (Espacio UrbRur).
- Crecimiento de la productividad con manejo sustentable de la producción (Productividad).
- Factores macroeconómicos a nivel nacional (Macro).
- Desarrollo de estándares nacionales para la valorización y comercialización (Estand).
- Expansión de los modelos de negocios pampeanos al Norte Argentino (Emodelneg).
- Expansión de la frontera agropecuaria (Efronter).
- Política científico-tecnológica para el desarrollo de la bioeconomía (PolCyT).
- Tropicalización del clima (Tropic).
- Insuficiencia de políticas integrales para el desarrollo del Norte argentino (Insufplnt).
- Legislaciones y normativas para la bioeconomía (Legisl).
- Nuevas normativas ambientales (Normas).
- Desarrollo de infraestructura en todos los segmentos de la cadena (Infraes).
- Lógicas históricas predominantes en las economías regionales (Loghist).
- Metropolización del territorio (Metrop).
- Niveles significativos de conectividad en áreas rurales (Conect).
- Salud financiera de las economías del Norte argentino (Salud).
- Valorización de productos y derivados con industrialización local (Valorizlocal).
- Escaso desarrollo del cooperativismo (Cooperat).
- Evolución de los procesos de ordenamiento territorial (Ordterrit).

### 5.3.3. Etapa 3: Evaluación de fuerzas impulsoras en términos de importancia e incertidumbre y clasificación en incertidumbres críticas e invariantes estratégicas

La evaluación del listado preliminar de candidatas a fuerzas impulsoras tiene como objetivo comenzar a identificar, por un lado, aquellas fuerzas impulsoras que se consideran de alta importancia (en relación al foco del estudio) y sobre las cuales se percibe una alta incerteza en relación a su evolución futura (denominadas

<sup>81</sup> Las fuerzas impulsoras son aquellas variables, procesos o actores que, se conoce o se piensa, capaces de influenciar el objeto de estudio en el presente y/o el futuro, en este caso la Bioeconomía del Norte argentino. Por esta razón se les llama también factores portadores de futuro o factores de cambio (o, coloquialmente, utilizando el anglicismo *driver*).

<sup>82</sup> Se espera que en esta etapa del proceso haya mucha heterogeneidad en las variables seleccionadas y el modo de expresarlas, como se desprende de la lectura del cuadro. Resulta importante reflejar todo el proceso desde el inicio, de modo que ilustre la complejidad y las elecciones intermedias que se realizan durante un estudio de esta naturaleza.

incertidumbres críticas) y, por otro lado, aquellas fuerzas impulsoras que se consideran de alta importancia pero percibidas como de baja movilidad hacia el futuro (denominadas invariantes estratégicas). Adicionalmente, el ejercicio permite diferenciar aquellas tendencias pesadas o megatendencias globales, de las invariantes estratégicas de carácter nacional y regional<sup>83</sup>.

El ejercicio de evaluación fue completado en forma individual por el equipo-núcleo del proyecto y luego discutido en un taller presencial. Cada participante calificó, en una escala de 1 a 5, su percepción acerca de la importancia e incertidumbre de cada fuerza impulsora candidata. Si, por ejemplo, un participante calificó a una variable con 4 en importancia y 2 en incertidumbre, entonces su percepción es que la variable es de alta importancia, pero tiene baja movilidad hacia futuro. En base a las respuestas de todos los participantes, se calculó el promedio y el desvío estándar de la importancia e incertidumbre asignada a cada fuerza impulsora candidata. El desvío estándar se calcula para tener una medida auxiliar que refleje el nivel de disenso de la calificación de los participantes. A mayor desvío estándar, mayor es el disenso a nivel grupal sobre una fuerza impulsora en particular. Los disensos pueden deberse a diferentes visiones sobre la evolución de la fuerza candidata o a cuestiones de interpretación de los participantes, por lo cual es importante no dejar de lado a priori las fuerzas que muestran altos niveles de disenso.

Los resultados del ejercicio pueden observarse en la Figura 29, donde las líneas paralelas a los ejes representan los puntos de corte para las dos dimensiones del estudio, establecidos en primer lugar en 3,25 para el promedio de incertidumbre y 3,25 para el promedio de importancia.

Con los mencionados puntos de corte, la figura queda dividida en 4 cuadrantes. En el *cuadrante Noreste* se localizan las fuerzas impulsoras que pueden conceptualizarse como incertidumbres críticas, las cuales se listan a continuación:

- Factores macroeconómicos a nivel nacional.
- Política científica-tecnológica para el desarrollo de la bioeconomía.
- Desarrollo de infraestructura en todos los segmentos de la cadena.
- Insuficiente de políticas integrales para el desarrollo del Norte argentino.
- Evolución de los procesos de ordenamiento territorial.
- Expansión de los acuerdos comerciales intra y extra regionales.

En el *cuadrante Sureste* se ubican las fuerzas impulsoras candidatas a ser consideradas tendencias pesadas o invariantes estratégicas; es decir, son las fuerzas impulsoras consideradas importantes, pero con baja movilidad hacia futuro. Estas fuerzas impulsoras estarían presentes en la mayoría de los escenarios posibles de imaginar. No es de sorprender que la mayoría de las fuerzas impulsoras se localicen en este cuadrante, dado que los mismos han sido de algún modo priorizados en las discusiones previas. Haciendo

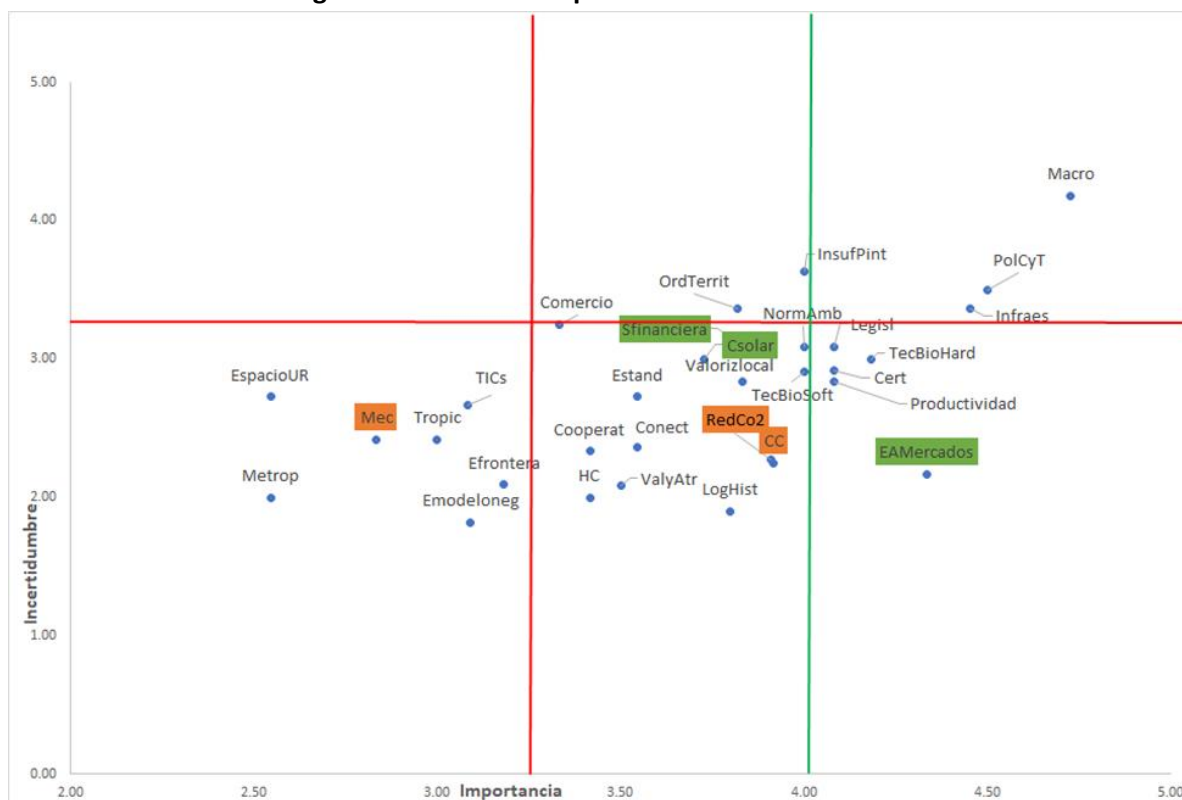
---

<sup>83</sup> Resulta oportuno realizar esta distinción para diferenciar los grandes procesos globales que configuran el devenir de la Bioeconomía Global, a los cuales se denominan tendencias pesadas o megatendencias, de los procesos con baja movilidad de escala nacional y regional.

un corte un poco más exigente en términos de importancia (calificación promedio 4), las fuerzas impulsoras que aparecen en dicho cuadrante y que deben ser parte de la construcción de la mayoría de los futuros posibles son:

- Exigencia de acceso a mercados.
- Certificación de la producción y los procesos.
- Crecimiento de la productividad con manejo sustentable de la producción.
- Nuevas tecnologías “duras” para la bioeconomía.
- Legislaciones y normativas para la bioeconomía.

**Figura 29. Matriz de importancia-incertidumbre**



El resto de las fuerzas impulsoras se ubicaron en el *cuadrante Suroeste*, que a priori no aparecen como esenciales para trabajar sobre los escenarios. Finalmente, en color naranja aparecen señaladas las fuerzas impulsoras con mayor desvío estándar en términos de importancia y en color verde están los *drivers* con mayor desvío estándar en términos de incertidumbre.

#### 5.3.4. Etapa 4: Validación y enriquecimiento de los resultados preliminares en los talleres regionales

La lista preliminar de fuerzas impulsoras candidatas fue validada y enriquecida en los talleres regionales que se realizaron en el NEA y en el NOA a finales del año 2019. Como parte de las actividades colectivas, se solicitó a los participantes que analicen y discutan en forma crítica el listado, sugiriendo asimismo que amplíen las fuerzas impulsoras de carácter regional. Adicionalmente, para facilitar el proceso de construcción de escenarios durante la jornada del taller, se elaboraron un conjunto de interrogantes estratégicos

que sirvieron como puerta de entrada para realizar el ejercicio. A continuación, se muestra la lista de fuerzas impulsoras e interrogantes estratégicos que corresponden a la síntesis realizada con posterioridad a los talleres regionales:

#### Listado preliminar de fuerzas impulsoras

- Acuerdos de libre comercio (bilateral y multilateral).
- Evolución de la agenda internacional del cambio climático.
- Nuevos desarrollos científicos y tecnológicos aplicados a la bioeconomía.
- Exigencias crecientes de acceso a mercados internacionales.
- Contexto macroeconómico nacional y regional.
- Políticas nacionales y regionales para la apertura de canales comerciales a nivel global.
- Políticas científicas y tecnológicas nacionales y regionales para el desarrollo de la bioeconomía y nuevas formas de gobernanza de la ciencia e innovación.
- Inversiones en infraestructura y logística a lo largo de toda la cadena de valor de la bioeconomía.
- Evolución de los procesos de ordenamiento territorial en el Norte argentino.
- Mecanización, automatización y digitalización de la producción agropecuaria.
- Certificación de la producción y los procesos (huella de carbono, huella hídrica, BPAs).
- Desarrollo de estándares nacionales para la valorización y comercialización de productos y derivados con industrialización local.
- Clima más continental con menos lluvias en el Norte argentino.
- Legislaciones y normativas para la producción y el ambiente.
- Lógicas históricas predominantes en las economías regionales.
- Disponibilidad, acceso y usos del agua.

#### Interrogantes estratégicos

- ¿El cambio de matriz energética como consecuencia de la expansión de las bioenergías en la región será centralizado o distribuido y con qué eficiencia?
- ¿La expansión de la bioeconomía en la región será fundamentalmente vía commodities o vía specialities?
- ¿Podrán los gobiernos provinciales generar condiciones para el desarrollo de ecosistemas locales de innovación para la bioeconomía, que promueva el desarrollo de tecnología nacional y específica para los territorios del Norte argentino o los desarrollos científicos y tecnológicos serán fundamentalmente importados de otros países y desconectados de las necesidades específicas de los territorios?
- La institucionalidad educativa regional, ¿Está en condiciones de transformarse para acompañar los cambios tecnológicos y sociales que provocaría una aceleración de la tasa de cambio tecnológico en la región?
- ¿Cómo impacta en el desarrollo de la bioeconomía en el NEA y el NOA la geopolítica sudamericana y la institucionalidad regional?
- El desarrollo de la bioeconomía del Norte argentino, ¿Promoverá los principios de la economía circular y la intensificación sostenible de la producción? Si ese fuera el caso, ¿cómo se modificaría el perfil productivo y exportador de la región?

- ¿Cómo sería la incorporación de los principios de la bioeconomía, que predominan en la zona pampeana, en actores, cadenas y territorios del Norte argentino?
- ¿Cuál será el grado de aceptación y la posibilidad de adaptación de la explotación bioeconómica de los recursos por parte de cada sector social de la región al 2030?
- ¿Será la bioeconomía parte de los procesos de ordenamiento territorial de la región de cara al 2030?
- ¿Qué modelos de organización de la producción serán los predominantes en una primera etapa de expansión de la bioeconomía a nivel regional?
- ¿La biomasa puede llegar a ser un buen complemento para los sistemas híbridos de generación de energía?

### 5.3.5. Etapa 5: Megatendencias y fuerzas impulsoras

Con posterioridad a los talleres regionales del NEA y NOA se procedió a consensuar, en el seno del equipo-núcleo, las megatendencias y las fuerzas impulsoras que son utilizadas para la construcción de los escenarios. Esta caracterización fue realizada a principios del 2020 previo a la declaración de la pandemia de COVID-19 (11-03-20). El carácter disruptivo de la pandemia que hoy el mundo está atravesando constituye un fenómeno aún en análisis que marcará el futuro de la economía y la sociedad global. No obstante, puede considerarse que las megatendencias y fuerzas impulsoras identificadas siguen siendo válidas para explorar el futuro de la bioeconomía del Norte argentino, aunque la intensidad y la evolución de algunas de ellas pueden ponerse en cuestión. Más relevante aun, la irrupción de la pandemia cambia el punto de partida para la construcción de escenarios; en particular, agrava la situación económica y social de Argentina, que ya de por sí era muy compleja al inicio del 2020. Este fenómeno y la incertidumbre acerca de la resolución de la pandemia requieren ser cautos en la lectura de los escenarios y de sus potenciales implicancias en el corto y mediano plazo.

#### Megatendencias

Las megatendencias o tendencias pesadas pueden conceptualizarse como procesos globales que reflejan cambios sociales, tecnológicos, culturales, económicos, ambientales e institucionales que se germinaron durante un largo tiempo y que, una vez instaurados en el sistema, tienen un efecto perdurable y significativo sobre el gobierno y la sociedad en múltiples esferas. A los fines del presente estudio, se identificaron las siguientes megatendencias<sup>84</sup>, las cuales se describen a continuación:

- Revolución industrial 4.0 (M1).
- Diversificación de la matriz energética global (M2).
- Mudanza de riqueza y capacidades tecnológicas a los países emergentes (M3).
- Nuevos hábitos y preferencias de los consumidores (M4).
- Exigencias crecientes de acceso a mercados para productos agroindustriales y bioindustriales (M5).
- Cambio Climático (M6).

---

<sup>84</sup> Las megatendencias se seleccionan en relación con los objetivos y el foco del estudio.



- Intensificación sostenible de la producción (M7).
- Creciente importancia de los intangibles en el agregado de valor y generación de riqueza (M8).

#### *M1: Revolución industrial 4.0*

El mundo se encuentra en la puerta de una nueva revolución industrial, donde las líneas divisorias entre las esferas física, biológica y digital es cada vez más borrosa. La Cuarta Revolución Industrial (Revolución 4.0) se define como la transición hacia nuevos sistemas ciberfísicos que operan en forma de redes más complejas y que se construyen sobre la infraestructura de la revolución digital en curso. Los rasgos distintivos de esta cuarta revolución industrial, según la bautizó Klaus Schwab (2017), es la velocidad a la cual ocurren los cambios y el proceso de convergencia entre los mundos físico, digital, biológico y cognitivo.

En el sector agropecuario, la cuarta revolución industrial se refleja en el concepto de Agricultura 4.0 o Agricultura Digital, que se puede conceptualizar como una nueva etapa en la evolución de la agricultura de precisión. El núcleo de esta nueva agricultura son las innovaciones digitales a través de tecnologías tales como *big data*, internet de las cosas, realidad aumentada, robótica, sensores, impresión 3-D, inteligencia artificial, aprendizaje por máquinas, sistemas de posicionamiento global, automatismo, plataformas de gestión de datos, vehículos autónomos para tareas agrícolas y sus potenciales combinaciones entre sí y con otras nuevas tecnologías que están ganando fuerza en el sector. La agricultura digital, en conjunto con avances en genómica, nuevas técnicas de mejoramiento genético, biología sintética, nanotecnología, ingeniería de tejidos, microbioma, agricultura celular, nuevas tecnologías para el desarrollo de energías renovables, entre otros campos científicos y tecnológicos que son parte de la cuarta revolución industrial, desafía a los actuales sistemas agropecuarios/agroindustriales en múltiples dimensiones: organización de la producción, uso de la tierra, comercialización, trazabilidad, infraestructura digital, ética y privacidad en el uso de la información agropecuaria, magnitud y naturaleza del empleo rural, desarrollo territorial, inversión pública en ciencia y tecnología, entre otras.

Los potenciales desarrollos tecnológicos de carácter disruptivo para la bioeconomía global se van a asentar en dicha revolución industrial y en los avances en el campo de la biotecnología, el vector tecnológico central para hacer viable la bioeconomía de segunda y tercera generación (Issa *et al.*, 2019).

#### *M2: Diversificación de la matriz energética global*

Esta megatendencia refleja el proceso de transición de las economías mundiales hacia sistemas menos dependientes de los combustibles fósiles. Este proceso, si bien no ha sido uniforme a lo largo del tiempo ni homogéneo entre países, está llevando a una progresiva diversificación de la matriz energética mundial, empujada por el crecimiento de las fuentes renovables, proceso que se espera continúe y se intensifique en las próximas décadas.

En la actualidad, el mundo sigue siendo altamente dependiente de los combustibles fósiles. Según la última información disponible (OWD, 2019), el porcentaje del consumo global de energía que proviene de combustibles fósiles asciende al 84 % (33 % corresponde al petróleo, 27 % al carbón y 24 % al gas natural), mientras que el porcentaje de fuentes renovables asciende al 16 % (siendo las fuentes hidroeléctricas y nuclear las más importantes)<sup>85</sup>.

A nivel global se proyecta que, para el año 2050, el porcentaje del consumo de energía proveniente de fuentes renovables casi se duplicará, alcanzando el 28 % del total del consumo de energía (EIA, 2019). La distribución espacial no será homogénea. El porcentaje de renovables al año 2050 se espera que alcance el 40,5 % en Europa, el 14,5 % en EE.UU. y el 34,7 % en China.

### *M3: Mudanza de riqueza y capacidades tecnológicas a los países emergentes*

En las últimas décadas se ha observado un cambio gradual en el centro de gravedad de la economía mundial, desde las economías del G-7 (Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Reino Unido y Estados Unidos) hacia las economías emergentes, fundamentalmente las economías asiáticas. Al precio de poder de compra, el conjunto de economías avanzadas representaba el 63 % del PBI mundial en el año 1980, porcentaje que en el año 2017 alcanzó el 41 %. A este proceso se lo denomina mudanza de riqueza.

En base a las proyecciones realizadas por PricewaterhouseCoopers en el 2017 (PWC, 2017) y la Unidad de Inteligencia del semanario The Economist, al año 2050, se espera que el crecimiento de la economía mundial sea impulsado principalmente por los países emergentes y los países en desarrollo. China e India se constituirán probablemente en las principales economías del mundo. Es decir, el proceso de mudanza de riqueza continuará, reduciendo la brecha en términos relativos, pero persistiendo importantes disparidades en los niveles absolutos de ingreso per cápita.

La mudanza de riqueza coexiste asimismo con un crecimiento significativo de las inversiones en ciencia y tecnología en los países asiáticos, tanto pública como privada, lo cual puede desafiar la primacía de la plataforma científica-tecnológica euro-americana. Las diferencias de costo entre economías avanzadas y emergentes, junto con un aumento en la formación de capital humano calificado en economías emergentes, pueden llevar a una reubicación de las actividades de investigación de los países de renta más alta hacia los de menor renta (Molders, 2016). En el caso de China, es importante destacar que la bioindustria es considerada una de las siete industrias emergentes estratégicas para el futuro del país (German Bioeconomy Council, 2019).

Si bien en la actualidad EE.UU. es el líder global indiscutido en ciencia y tecnología, su participación en las actividades globales viene disminuyendo, a expensas del crecimiento

---

<sup>85</sup> Es interesante observar que si bien con respecto a 1990 el porcentaje que proviene de combustibles fósiles tuvo sólo un ligero descenso (del 87 % al 84 %), sí se observaron cambios significativos en el mix de fósiles y renovables. En el caso de los combustibles fósiles, el gas natural ganó protagonismo a expensas del petróleo; en el caso de las fuentes renovables, crecieron las correspondientes a energía eólica, solar y biomásica.

de China. Las inversiones en ciencia y tecnología de China han ido creciendo a una tasa del 18 % anual desde el año 2000, ocupando en la actualidad el segundo lugar en el ranking mundial, detrás de EE.UU. (National Science Board, 2018). Más importante aún, las inversiones en capital de riesgo para la comercialización de tecnologías emergentes en China incrementaron su participación desde un 5 % del total en 2013 a un 27 % del total en el año 2016 (EE.UU. posee un poco más del 50 % de dichas inversiones). Adicionalmente, según el último informe de indicadores de propiedad intelectual de 2019 de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, en el año 2018 China recibió 1.54 millones solicitudes de patentes (46,4 % de la solicitud de patentes a nivel global), seguido por EE.UU. (18 %) y Japón (9,4 %). Es importante destacar que la mayoría de las solicitudes son patentes domésticas; el crecimiento de las patentes internacionales es aún limitado para China.

#### *M4: Nuevos hábitos y preferencias de los consumidores*

Las decisiones relativas al consumo de alimentos se están volviendo cada vez más complejas y sofisticadas. Si bien el precio, la seguridad en el consumo y el gusto siguen siendo factores fundamentales, temas tales como la transparencia y la equidad en la distribución de los beneficios al interior de las cadenas, el impacto ambiental de la producción, el bienestar animal, el origen del producto, la medida en que el alimento consumido es natural, nutritivo y saludable, entre otros, están ganando cada vez mayor peso en la toma de decisiones referidas al consumo de alimentos. Los hábitos también están sufriendo fuertes cambios: desde la mayor demanda a comer alimentos fuera del hogar a las compras vía plataformas online.

Estos cambios en las preferencias y hábitos de los consumidores, que representan una oportunidad de mayor segmentación para la industria alimentaria, están impactando en las tradicionales cadenas de valor agroalimentarias. Los efectos de dichos cambios son aún inciertos. Por un lado, según un reciente informe (Embrapa, 2018), las empresas y redes más valorizadas serán aquellas que incluyan a pequeños productores o productos que provengan de comunidades locales, por la responsabilidad social que significa, así como también, aquellas cadenas empresariales que sean ambiental y socialmente correctas, esperándose un crecimiento de los movimientos relacionados al comercio justo. Por otro lado, las exigencias para la certificación de productos que cumplan con determinados estándares de sostenibilidad ambiental o porcentaje del producto que proviene de recursos renovables, puede acelerar la concentración de la producción, en la medida que solo los productores con gestión profesional de la actividad y orientación al mercado externo podrán cumplir con dichos requerimientos. En el caso de las cadenas de valor asociadas a la nueva generación de productos biobasados, la certificación será un activo clave para el acceso a mercados.

#### *M5: Exigencias crecientes de acceso a mercados para productos agroindustriales y bioindustriales*

El acceso a los mercados internacionales de alimentos y productos biobasados es cada vez más complejo por las políticas internas de países que protegen su sector primario, así

como por las nuevas demandas de la sociedad en términos de sustentabilidad económica, social y cultural. La importancia relativa de las medidas no arancelarias (MNA) en el comercio mundial aumentó considerablemente respecto a los aranceles de exportación de los países en desarrollo. Se han multiplicado las barreras no arancelarias, como las cuotas, la imposición de licencias no automáticas, los subsidios domésticos y las medidas sanitarias y fitosanitarias. Asimismo, las normas públicas que exigen cumplir estándares de sustentabilidad ambiental son cada vez más populares. Por ejemplo, la Directiva de Energías Renovables de la Unión Europea (RED II) exige una “prueba de sostenibilidad” para que los biocombustibles puedan entrar al mercado, basado en la medición de las emisiones según el ciclo de vida. Dichos estándares no son fijos en el tiempo, como lo muestra la incertidumbre reinante con relación a los indicadores de sustentabilidad según el nuevo Green Deal europeo, afectando la estabilidad de las exportaciones. Adicionalmente, más allá de las normas públicas centradas en requisitos de calidad e inocuidad, los estándares privados en el mercado de alimentos crecieron fuertemente en las últimas décadas. Si bien estos son de carácter voluntario, en muchos casos resultan más difíciles de cumplir que las normas públicas.

#### *M6: Cambio Climático*

El cambio climático (CC) ocupa un lugar cada vez más preponderante en la agenda internacional, debido a la mayor evidencia acumulada acerca de la naturaleza del fenómeno y sus potenciales impactos en los sistemas productivos, los mercados, los ecosistemas y las poblaciones. Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), este fenómeno, incluyendo el incremento en la frecuencia y la intensidad de eventos extremos, está impactando negativamente en la seguridad alimentaria y en los ecosistemas terrestres, así como contribuye a los procesos de desertificación y degradación de tierras en muchas regiones del mundo.

Según la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), alrededor del 40 % de la población mundial habita en zonas áridas. Asimismo, según la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas se espera que, para el año 2050, la degradación de la tierra y el CC en conjunto, reducirán los rendimientos de los cultivos en un promedio del 10 por ciento a nivel mundial y de hasta el 50 por ciento en algunas regiones del mundo, obligando a migrar a una población estimada de entre 500 y 700 millones de personas. Este impacto no es homogéneo ya que, por ejemplo, en algunas regiones originalmente desérticas o con climas muy fríos el CC puede dar lugar a transformaciones en los ecosistemas que posibiliten cultivos que estaban con anterioridad fuera de la matriz productiva.

En América Latina y el Caribe, el diseño de políticas públicas de mitigación y adaptación al CC debe estar anclada en una visión de largo plazo de la región (2030-2050), reconocer la paradoja temporal (se necesita actuar en forma inmediata, aun cuando el CC es de largo plazo), tener en cuenta la doble asimetría (los países que históricamente contribuyeron menos son los más vulnerables y los segmentos más pobres son los que

mayores consecuencias sufren) y priorizar la instrumentación de estrategias de adaptación.

Adicionalmente, emergen nuevas oportunidades relacionadas al potencial del sector agropecuario para capturar y almacenar carbono en el suelo. En los mercados internacionales ya han comenzado las operaciones concretas de pago de créditos de carbono a productores agropecuarios en diferentes países, basadas en la medición y verificación de los cambios en las emisiones netas de GEI por la aplicación de prácticas agropecuarias que secuestran carbono<sup>86</sup>.

#### *M7: Intensificación sostenible de la producción*

La expansión de la producción agroalimentaria ha estado impulsada en forma creciente por mayores niveles de productividad y no por expansión de la frontera agropecuaria. En los últimos 15 años, el crecimiento de la producción agropecuaria a nivel mundial se explica fundamentalmente por el crecimiento en la productividad total de los factores (PTF), estimándose en un 77 % su contribución al crecimiento de la producción global (el restante 23 % representa la expansión de tierras cultivadas y una intensificación en el uso de los insumos). La expansión de la frontera y la intensificación en el uso de los insumos van a estar restringidas por el peso relativo creciente que está adquiriendo la agenda ambiental en el sector, llevando a los países líderes agroalimentarios a seguir promoviendo el crecimiento de la productividad como factor clave para el aumento de la producción.

Como consecuencia del avance de la agenda ambiental en el sector, los enfoques de intensificación sostenible, de servicios ecosistémicos y de la agroecología están ganando peso como marco conceptual de referencia en las instituciones de ciencia y tecnología agropecuaria. En términos generales, la intensificación sostenible como modelo promueve asegurar aumentos de la producción junto con la productividad y la eficiencia en el uso de los insumos y recursos, incrementar el cuidado de los recursos naturales, particularmente el suelo, bosques, agua y biomas no agriculturalizados, reducir el impacto de la producción agropecuaria en el ambiente y contribuir al desarrollo sostenible de los territorios. El enfoque de servicios ecosistémicos representa un avance superador de la dicotomía producción-conservación, ya que permite relacionar las diferentes funciones de los ecosistemas y paisajes rurales con los beneficios directos e indirectos que generan para el ser humano. El enfoque de servicios ecosistémicos, reconoce que la agricultura es en la práctica la transformación de un ecosistema natural para maximizar el servicio de provisión de alimentos mediante la aplicación de energía externa y tecnología, en detrimento de otros servicios ecosistémicos, dentro de los cuales se destaca la biodiversidad. Finalmente, la agroecología propone la aplicación de principios ecológicos a los sistemas de producción agropecuaria, de modo de optimizar las interacciones entre plantas, animales, humanos y el ambiente. La agroecología

---

<sup>86</sup> <https://www.indigoag.eu/for-growers/carbon-farming>.

pregona la reducción en el uso de insumos sintéticos, tales como pesticidas, antibióticos y fertilizantes, a través de la explotación de las técnicas de control biológico.

#### *M8: Creciente importancia de los intangibles en el agregado de valor y la generación de riqueza*

La llamada globalización se convierte en un compendio de cinco flujos internacionales interactivos: comercio de bienes, comercio de servicios, inversión extranjera directa, inversiones financieras y -lo más importante- intercambio de datos, información y conocimiento. El más relevante componente de la nueva economía es el capital intangible (CI), entendido como aquel que no tiene una representación física o financiera concreta. Según la OECD (2011), el capital intangible comprende tres categorías: información computarizada (tales como software y base de datos), propiedad innovativa (inversiones en I+D, de carácter científico y no científico, secretos industriales, marcas registradas) y competencias de la nueva economía (capital humano específico a la tarea, redes, saber-hacer organizacional, entre otros).

A nivel de economías nacionales, el impacto del capital intangible en la formación del PBI es muy heterogéneo. Según la última información disponible<sup>87</sup>, mientras que en países como EE.UU. el capital intangible contribuye a más del 70 % de su economía, en las economías latinoamericanas la contribución no llega al 40 %, con la sola excepción de Perú. En términos del índice de capital nacional intangible, Argentina ocupa la posición número 56 sobre un total de 59 países relevados, siendo una de las economías con menor proporción de capital intangible en su economía.

El impacto del capital intangible en las economías se va a potenciar en los próximos años debido al avance de la digitalización de la economía y al crecimiento exponencial del trabajo colaborativo y en redes.

#### *Fuerzas impulsoras*

Es importante enfatizar que las fuerzas impulsoras co-determinan el despliegue de los escenarios futuros; es decir, la combinación de las diversas trayectorias que pueden seguir cada una de estas fuerzas da lugar a diferentes configuraciones de escenarios. Por esta razón siempre aparece una disyuntiva en este tipo de ejercicios: cuanto mayor sea el número de fuerzas impulsoras y mayores sean las hipótesis de evolución futura de cada una, mayores son las configuraciones posibles de escenarios<sup>88</sup>, dificultando la tarea de seleccionar los escenarios más representativos según el marco conceptual y el objeto de estudio.

A continuación, se presenta el listado de fuerzas impulsoras seleccionadas para la construcción de los escenarios y una breve caracterización de cada una de ellas. Los

---

<sup>87</sup> <https://www.bimac.fi/nic4n/>

<sup>88</sup> Este es el espíritu básico del análisis morfológico aplicado a estudios de prospectiva. La ganancia de adicionar una fuerza impulsora en términos de complejidad y riqueza conceptual no es ilimitada. Aparece un punto donde, a medida que se adicionan nuevas fuerzas impulsoras, las mismas contienen o están contenidas en las ya existentes y la riqueza de adicionar una fuerza impulsora adicional es cada vez menor o nula.

desdoblamientos posibles de cada una de las fuerzas impulsoras se presentarán en la sección de construcción de escenarios:

- Dinámica de la economía global (F1).
- Naturaleza de los acuerdos comerciales (F2).
- Contexto macroeconómico nacional y regional (F3).
- Infraestructura para el desarrollo del Norte argentino (F4).
- Política nacional agroindustrial (F5).
- Legislación y/o estrategia nacional para la promoción de la bioeconomía (F6).
- Estándares y certificación de productos biobasados (F7).
- Sistemas de innovación (F8).
- Ordenamiento territorial (F9).
- Lógicas Históricas Predominantes (F10).

*F1: Dinámica de la economía global (Incertidumbre crítica de escala global)*

El sector bioeconómico argentino (incluyendo agropecuario y agroalimentario tradicional) está fuertemente integrado al mercado internacional. Por lo tanto, la dinámica de la economía global tiene influencia en el desarrollo de la bioeconomía del Norte argentino, a través de múltiples canales con diferentes direcciones. Por un lado se destaca el efecto ingreso real que impacta en la demanda de alimentos con atributos diferenciados y productos biobasados, los efectos que se generan a través de las inversiones en países emergentes y el estímulo para el desarrollo de nuevas tecnologías en el área de la bioeconomía. Por el otro, las perspectivas de la economía global no eran muy alentadoras en la etapa pre-pandemia, dado que aun persistían los desequilibrios económicos, financieros y comerciales derivados de la crisis financiera de 2008-09. En los escenarios más optimistas se avizora una tasa de crecimiento global inferior a la correspondiente de las últimas décadas, siendo los países emergentes asiáticos el motor de la economía mundial. La pandemia complejiza aún más el escenario económico global y las proyecciones de crecimiento futuro sufren hoy elevados niveles de incertidumbre, producto de las diferentes hipótesis en relación a la recuperación de la economía mundial.

*F2: Naturaleza de los acuerdos comerciales (Incertidumbre crítica de escala nacional)*

En los últimos años el número de Acuerdos Comerciales Regionales (ACR) y Tratados de Libre Comercio (TLC) ha ido creciendo y su alcance se ha ampliado. Durante 2018 y 2019 se establecieron negociaciones y firmaron dos acuerdos clave en el comercio internacional. El primero es el Tratado Integral y Progresivo para la Asociación Transpacífico (TPP11). Este tratado cubre un mercado de casi 500 millones de personas y las economías que lo integran representan aproximadamente el 13 % del PBI mundial. Es importante destacar que elimina los aranceles en aproximadamente el 95 % de los bienes comercializados entre los países miembros. El otro gran acuerdo es el que están negociando entre el MERCOSUR y la UE. El acuerdo prevé levantar las barreras arancelarias en un mercado de 800 millones de habitantes, casi una cuarta parte del Producto Bruto Interno (PBI) mundial y con más de US\$ 100.000 millones de comercio

bilateral de bienes y servicios. Asimismo, como consecuencia de la relación de permanente cooperación-conflicto entre EE.UU.-China en un nuevo orden mundial bipolar, comienzan a tomar fuerza la realización de acuerdos bilaterales y un creciente nivel de proteccionismo, el cual puede verse exacerbado como consecuencia de la pandemia de COVID-19.

*F3: Contexto macroeconómico nacional y regional (Incertidumbre crítica de escala nacional y regional)*

La economía argentina viene sufriendo un proceso de deterioro secular, agravado por la combinación explosiva de recesión e inflación observada en los últimos dos años. Argentina enfrenta la pandemia de COVID-19 con dos años de recesión consecutiva y una década pérdida en términos de crecimiento económico, dado que el PBI real del año 2019 fue un 2,5 % inferior al PBI real del año 2011. Ese proceso de deterioro secular ha generado que Argentina hoy exhiba niveles de pobreza superiores al 35 %, los cuales seguramente subirán como consecuencia de la pandemia. La economía argentina se percibe hoy, más allá del acuerdo final de reestructuración de la deuda que pueda alcanzar el país, como una economía altamente incierta y volátil, lo cual limita la llegada de inversión directa enfocada en la producción, con horizonte de mediano y largo plazo. Asimismo, los altos niveles de pobreza urbana condicionan los procesos de inversión internos, debido al alto porcentaje de gasto público que por esa razón se destina a la seguridad social. La inestabilidad de la economía nacional impacta directamente en las economías de las diferentes regiones del país. No obstante, una negociación favorable de la deuda proveerá mejores condiciones para planificar la inversión y el futuro de la Argentina.

Asimismo, según el Índice de Complejidad Económica (ICE) que elabora la Universidad de Harvard<sup>89</sup>, Argentina ocupa el puesto número 73 a nivel mundial, que refleja bajos niveles de diversificación de sus exportaciones y complejidad económica. En sólo 10 años, Argentina ha cedido 14 puestos en el ICE. Asimismo, el desempeño exportador del país, más allá de algunos sectores puntuales, ha sido muy errático. En el período 2011-2019 el valor de las exportaciones se redujo en más del 20 %. La baja performance exportadora es un indicador de la debilidad estructural de nuestro país y un condicionante para el éxito de las estrategias de desarrollo.

Por encima de esta visión general del período 2011-2019 es necesario tomar en cuenta que estuvieron vigentes dos diferentes proyectos de gobierno que sustentan políticas macroeconómicas divergentes, una industrialista con foco en la producción (2011-2015) y otra basada en la especulación financiera generando impactos diferenciales en la promoción de la industrialización y en la evolución del PBI. Si se recurre a la historia económica del país se llegará a igual conclusión, indicando que la estrategia del proyecto

---

<sup>89</sup> <https://atlas.cid.harvard.edu/countries/8>. El ICE es una estimación de cuán diversificada y compleja es la canasta de exportaciones de un país. Complejidad se define en términos del *know-how* requerido para producir un bien.



de gobierno y de su política económica resulta ser un factor determinante para tomar en cuenta al analizar los caminos que conducen al escenario deseado.

#### *F4: Infraestructura para el desarrollo del Norte argentino (Incertidumbre crítica de escala nacional y regional)*

Las regiones del NEA y NOA en Argentina son aquellas que exhiben las mayores limitantes para la expansión de los complejos productivos en el país mostrando, asimismo, altos niveles de heterogeneidad intra-regional (CEPAL, 2017). Una de las limitantes consideradas de mayor relevancia son los déficits históricos de infraestructura, que inhiben el potencial productivo y exportador (tanto internacional como regional) del Norte argentino. Estos déficits incluyen tanto la infraestructura básica (redes de energía, gas y cloacas), la de transporte (rutas nacionales, aeropuertos, ferrocarriles, puertos) y para la conectividad virtual.

El Plan Belgrano, lanzado en el año 2015, se presentó como un plan social, productivo y de infraestructura para reducir la inequidad y fomentar el crecimiento del Norte argentino. En términos de infraestructura de transporte, se preveía una inversión total de 16.300 millones de dólares, de los cuales 10.500 millones correspondían a infraestructura vial, 5.550 millones a infraestructura ferroviaria y 250 millones a infraestructura aeroportuaria<sup>90</sup>. Las estimaciones con relación al grado de avance realizado en las obras del Plan Belgrano son muy variables y, ante la falta de información oficial y sistematizada, resulta dificultoso realizar un balance al respecto. Con la asunción de la nueva gestión política en la Argentina, el Plan Belgrano fue rebautizado como Unidad-Belgrano Norte Grande bajo la órbita del Ministerio de Obras Públicas.

La Unidad del Norte Grande buscará "compensar las asimetrías de inversión en obra pública" que hay en las regiones NEA y NOA. Se propone mejorar las condiciones de accesibilidad, eficiencia y seguridad de ambas regiones, mediante "la ampliación, rehabilitación y mejora de redes viales provinciales que conectan centros de producción con mercados locales y externos".

Esta Unidad apuntará a "reducir los costos operacionales vehiculares y el tiempo de viaje para el transporte de cargas y pasajeros en las regiones NEA y NOA, y ampliar el acceso sostenible al servicio de agua potable". Se alentará así la mejora en las condiciones de salubridad de la población, mediante el incremento del número de habitantes con acceso a servicios de saneamiento. Asimismo, impulsará el desarrollo de obras de infraestructura de protección de inundaciones, drenajes urbanos y efectos del cambio climático; y desarrollará obras en municipios con necesidades básicas insatisfechas<sup>91</sup>.

Por su parte, las políticas públicas de inclusión digital han recibido atención del Estado Nacional en la última década, a partir de la creación de diversos programas de alfabetización digital y planes de conectividad y desarrollo de infraestructura para un

---

<sup>90</sup> Jefatura de Gabinete de Ministros - Unidad Plan Belgrano (2016). El desarrollo del Norte Argentino a través del Plan Belgrano. Cancillería Argentina. Buenos Aires.

<sup>91</sup> Información extraída de La Gaceta de Tucumán, 13/03/20.

mayor acceso a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en todo el territorio argentino (Piazzentino y Tourn, 2019). Según datos del INDEC, a diciembre de 2019 el 60,9 % de los hogares argentinos tenía acceso a una computadora, el 82,9 % a internet, 84 de cada 100 usaban teléfonos móviles y 80 de cada 100 utilizaban internet en ese dispositivo.

No obstante, al referirnos al sector agropecuario, los datos preliminares del Censo Nacional Agropecuario del año 2018 (CNA18) muestran que sólo el 34 % de las Explotaciones Agropecuarias (EAP) posee acceso a Internet. Adicionalmente, se observan fuertes inequidades a nivel regional. Cinco provincias del Norte Argentino (La Rioja, Santiago del Estero, Catamarca, Formosa y Jujuy) poseen niveles de acceso a internet de EAP inferiores al 10 %, siendo que la infraestructura de conectividad virtual es esencial para mejorar la competitividad de las cadenas de valor en el futuro próximo.

#### *F5: Política nacional agroindustrial<sup>92</sup> (Incertidumbre crítica de escala nacional)*

El desarrollo argentino estuvo marcado por la histórica controversia entre el campo y la industria como eje del proceso de acumulación y transformación estructural. Esta divergencia montada en los diferentes proyectos de gobierno y rol asignado al Estado dio lugar a sucesivas estrategias de industrialización y desindustrialización con quiebre económico, institucional y social, consumadas generalmente por la restricción externa.

La capacidad de industrialización del campo estuvo condicionada por la propia estrategia tecno-productiva dependiente del interés sectorial agrario, centrada en el modelo sojero que afectó la sustentabilidad ambiental, social y territorial. Esta estrategia asociada a las ventajas comparativas estáticas de orden natural quedó desarticulada de las capacidades y posibilidades de transformación industrial aguas arriba y de las potencialidades regionales, como también carente de ser orientada explícitamente con ese propósito por la política industrial. De esta forma, no se avanzó en el encadenamiento hacia una mayor diversificación y diferenciación de la producción, que comprometiese etapas más avanzadas de la industrialización biológica.

La disruptiva trayectoria en la dinámica de transformación de las ventajas comparativas del país y en el rol del Estado para diseñar y regular su política y estrategia de industrialización condujeron a un sector manufacturero con dificultades para resolver el déficit comercial y un sector agroindustrial que genera bajo valor exportable. Si bien el sector agropecuario y agroindustrial redituó un importante superávit de la balanza comercial, su matriz de exportación tiene una diferencia sustancial en la generación de valor agregado con respecto al conjunto mundial. A su vez, esta estrategia contribuyó para que la Pampa Húmeda se convierta en un territorio de fuerte concentración productiva, espacial, de mercados y de la riqueza. En definitiva, se careció de una política de desarrollo agroindustrial que articulara el proceso de transformación de la industria con la riqueza y potencialidad de nuestros recursos biológicos en la amplia dimensión regional.

---

<sup>92</sup> Referencia básica de esta sección: Bocchetto *et al.* (2015).

El mayor desafío de la política agroindustrial es convertirse en instrumento estratégico para impulsar la dinámica de desarrollo de todas las regiones del país. Producir mayor valor agregado expandiendo el uso sustentable de la riqueza biológica implica crear ventajas competitivas dinámicas en el ámbito espacial, a partir de una matriz productiva integradora de las potencialidades regionales. Contribuirá a resolver las asimetrías regionales económicas, sociales e institucionales que prevalecen en el desarrollo nacional. Requiere modificar el actual patrón de acumulación regional y consolidar nuevas alianzas público-privadas en el ámbito territorial. Demanda nuevos esquemas de gobernanza desde una gobernabilidad democrática con mayor fortaleza regional. En consecuencia, estará asociada a un salto de calidad en la configuración de un nuevo orden institucional que sea más federal (García Delgado y Cao, 2015).

Más específicamente, la estrategia de transformación estructural, innovación tecnológica e institucional de la agroindustria debe explorar las potencialidades de nuestra base biológica poniendo foco en la diversificación de la matriz productiva y de los mercados, el agregado de valor, la generación de empleo y el fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas agroindustriales, actuando sobre todo el espacio territorial.

Desde el interés nacional, esta reestructuración de la producción, la circulación y el consumo de bienes alimentarios y no alimentarios, como también de las instituciones y procesos regulatorios involucrados debe estar inserta dentro de la política industrial y de desarrollo regional. Sólo volviendo a la génesis de la política industrial es posible resolver la desarticulación de la estrategia de industrialización y la transformación de la agroindustria (Schteingart y Coatz, 2015). La convergencia campo-industria se logra con voluntad y decisión política de largo plazo, como componente central de la política de desarrollo industrial y en el marco de un proyecto nacional de desarrollo con cohesión social y territorial.

*F6: Legislación y/o estrategia nacional para la promoción de la bioeconomía (Incertidumbre crítica de escala nacional)*

La experiencia histórica de los países que hoy lideran la bioeconomía a nivel mundial muestra que la existencia de un marco legal nacional de apoyo y promoción a la bioeconomía<sup>93</sup> o de estrategias de bioeconomía nacional contenidas en planes nacionales de bioeconomía<sup>94</sup>, que se materialicen en instrumentos y programas concretos, previsibles y sostenidos en el tiempo, son esenciales para el desarrollo y consolidación de la bioeconomía y la bioindustria de un país.

Desde el año 2006 existe en la Argentina un régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentable de biocombustibles, regulado por la Ley N° 26.093, que fija

---

<sup>93</sup> Por ejemplo, la ley de Política Energética de EE.UU. en el año 2005, que crea el Programa Estándar de Combustibles Renovables, con vigencia hasta el año 2022, y que constituyó el marco para la expansión de la industria del etanol de maíz en EE.UU.

<sup>94</sup> Al año 2018 se habían contabilizado 49 países con estrategias nacionales de bioeconomía, según el Consejo de Bioeconomía de Alemania.

un horizonte de 15 años para la actividad (el régimen vence a mediados del año 2021). Esta ley originalmente establecía cortes obligatorios de 5 % de biocombustibles en las naftas (etanol derivado del maíz) y el gasoil (biodiesel derivado de la soja), que regirían a partir del año 2010.

En la actualidad dichos cortes ascienden al 12 % (también incluyendo etanol derivado de caña de azúcar) y al 10 %. Este marco legal ha sido fundamental para la expansión de la primera fase de la bioeconomía en la Argentina, posicionando al país en los mercados internacionales de biodiesel y fomentando la producción y consumo interno de bioetanol. Si bien los últimos 4 años fueron muy desfavorables para el sector, producto del espacio marginal que tuvo el tema en la agenda política y que llevó a niveles de capacidad ociosa cercanos al 50 %, en la actualidad existen 53 plantas de biocombustibles en Argentina distribuidas en 10 provincias (donde 13 de ellas representan plantas de bioetanol derivado de caña de azúcar en el NOA). La situación del sector se agravó debido al no cumplimiento de la actual ley de biocombustibles, al no respetarse la fórmula de actualización de precios, que ha provocado (y sigue provocando) el quebranto y el cierre de muchas empresas del sector.

Existen fuertes debates en torno al futuro de la ley de biocombustibles, que refleja las posiciones contrapuestas y los juegos de poder al interior de la bioeconomía<sup>95</sup>. Por un lado, la posición histórica de las empresas petroleras, las provincias que reciben regalías por el petróleo y las empresas automotrices de limitar el alcance de una nueva ley de biocombustibles. Por otro lado, las provincias generadoras de biomasa por excelencia han conformado una liga bioenergética presentando un proyecto superador que incrementa substancialmente la participación de los biocombustibles en la matriz nacional. Este proceso es independiente de las políticas de provincias como Santa Fe y Córdoba, que han iniciado un camino independiente impulsando el uso de biocombustibles en diferentes mercados dentro de sus territorios acompañando por incentivos fiscales y crediticios para su desarrollo.

#### *F7: Estándares y certificación de productos biobasados (Invariante estratégica de escala nacional y regional)<sup>96</sup>*

Con el creciente interés en biomasa y subproductos para biocombustibles y bioenergía, la necesidad de estándares a lo largo de toda la cadena de valor de la bioeconomía se ha hecho más evidente con respecto a asuntos de sostenibilidad. Esto significa que el aseguramiento de una producción que sea ambiental, social y económicamente sostenible es necesario por varias razones: la evidencia de que está contribuyendo a la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI); que no produce impactos negativos (ambientales y socio-económicos); y que está aportando impactos sociales positivos. Un 'estándar' se refiere a un conjunto de principios y criterios que se utilizarán consistentemente como reglas, directrices o definiciones de características para asegurar

---

<sup>95</sup> La última información disponible muestra que una extensión de la ley actual es el escenario más probable para los próximos 3 años.

<sup>96</sup> Referencia básica de esta sección: Hilbert, J. (2018).

que materiales, productos, procesos y servicios cumplan su propósito. El 'estándar' también definirá indicadores y métodos que se utilizan para medir el cumplimiento de los principios y de los criterios. La certificación es un procedimiento por el cual una tercera parte garantiza que el proceso, producto o servicio cumpla con determinados estándares.

En la actualidad existen un conjunto de esquemas de certificación nacional e internacional, tanto obligatorios como voluntarios, relacionados a la sustentabilidad ambiental y social de los procesos de producción de la bioeconomía<sup>97</sup>. Los esquemas de certificación se evalúan en cuanto a la cobertura de las siguientes acciones y aspectos ambientales: tierra, agua, aire, biodiversidad, así como carbón y cambios en el uso de la tierra. En relación a los aspectos sociales, se evalúan cuestiones tales como la calidad de las relaciones laborales y el respeto y el diálogo con comunidades locales y tradicionales. En algunos casos los esquemas de certificación pueden funcionar como condición de entrada a ciertos mercados (por ejemplo, las directivas de la Unión Europea), mientras que en otros casos pueden ser utilizados por los productores agropecuarios y empresas agroindustriales para diferenciar su producto y buscar mejores precios y/o nuevos nichos de mercado. Existe una importante área de vacancia en los esquemas de certificación para la valorización de recursos locales y con identidad territorial, que puede ser un importante activo para el desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino.

#### *F8: Sistemas de innovación (Incertidumbre crítica de escala nacional y regional)*

Según los últimos datos oficiales (año 2017), la inversión pública en ciencia y tecnología como porcentaje del PBI en Argentina ascendió a 0,54 %, un valor muy inferior al correspondiente a los países líderes agroalimentarios y competidores de Argentina en el mercado internacional de commodities agropecuarios y alimentos. Por ejemplo, el mismo ratio asciende a 1,92 % en Australia, 1,26 % en Brasil, 1,55 % en Canadá, 2,79 % en EE.UU. y 1,23 % en Nueva Zelanda. Asimismo, el porcentaje del gasto total asignado a ciencia y tecnología en el presupuesto nacional 2019 ascendió sólo al 1,1 %. Si bien los bajos niveles de inversión en I+D constituyen un rasgo estructural de la economía argentina, dado que desde que se tienen registros homogeneizados (año 1996) el porcentaje no superó nunca el 0,65 % del PBI, la situación se agravó considerablemente en los últimos 4 años. Los niveles actuales de inversión pública en CyT en relación al PBI son incompatibles con pensar en la ciencia y tecnología como vector esencial del desarrollo económico de un país.

Adicionalmente, el sistema de ciencia y técnica nacional posee el problema de la centralización de los recursos, tanto económico-financieros como humanos. Según las cifras del año 2019<sup>98</sup>, el 71 % de los institutos de investigación dependientes del CONICET están en la región Centro, mientras que en el NOA y en el NEA dicho porcentaje asciende

---

<sup>97</sup> A nivel internacional, en el caso específico de los biocombustibles, se destacan los esquemas RSB, RTRS, 2BSvs y ISCC. A nivel nacional, se destaca el esquema voluntario de certificación de agricultura sustentable diseñada por AAPRESID.

<sup>98</sup> <https://cifras.conicet.gov.ar/publica/>

a 9,4 % y 3,2 % respectivamente, existiendo provincias como la Rioja o Formosa que cuentan sólo con un centro de investigación y transferencia. Alternativamente, en términos del número de investigadores por cada 100.000 habitantes, CABA es la región que exhibe el indicador más elevado, cercano a 100, seguido por Río Negro, Tierra del Fuego, Chubut y Córdoba. Todas las provincias del Norte argentino, a excepción de Tucumán, poseen un valor de dicho indicador inferior a 10 (es decir, menos de 10 investigadores cada 100.000 habitantes).

Otros rasgos estructurales del sistema argentino son las bajas tasas de innovación del sector privado, la escasa conexión entre el conocimiento científico y el desarrollo productivo y socioeconómico del país o la región y la baja densidad del desarrollo tecnológico en relación al desarrollo científico.

#### *F9: Ordenamiento territorial (Incertidumbre crítica de escala regional)*

El sistema territorial plantea múltiples interrogantes y desafíos derivados de los conflictos por la falta de planificación. Estos conflictos son de naturaleza dinámica y mutan constantemente en respuesta a cambios en la forma en que es gestionado el territorio, impulsados por cuestiones sociales, tecnológicas, económicas, ambientales, políticas y culturales, entre otras. El inadecuado abordaje de esos conflictos lleva al colapso de los recursos naturales y de los sistemas productivos. Es así que surge la necesidad de generar instrumentos de políticas, tendientes al desarrollo sostenible, con equidad social y seguridad ambiental que conlleven una visión compartida de futuro (Papagno, 2019).

La Constitución Nacional Argentina, luego de la Reforma de 1994, deja asentado que el Gobierno debe garantizar el crecimiento armónico, y promover políticas que tiendan a equilibrar el desigual desarrollo de provincias y regiones en su Art. 75 inc.19 o “cláusula del progreso”; generar normas que contengan los presupuestos mínimos necesarios para la protección ambiental, respetando las jurisdicciones locales de acuerdo a nuestro sistema federal; velar por la utilización racional de los recursos naturales, (Art. 41) y faculta a las provincias a crear regiones que estén orientadas hacia el desarrollo económico y social, estableciendo que les corresponde el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio (Art. 124). Asimismo, los Artículos 121, 122 y 123 establecen las competencias provinciales. De esta forma, queda definido el marco jurídico para el dictado de políticas que establezcan lineamientos para el modelo territorial. (Papagno y Vitale, 2019, p.170).

Esta fragmentación respecto a las competencias jurisdiccionales que habilita el sistema federal de gobierno dificulta la posibilidad de pensar un proceso de Ordenamiento Territorial (OT) de escala nacional. En la Argentina no ha logrado consagrarse normativamente el OT, si bien existió un anteproyecto<sup>99</sup> generado en el ámbito del Consejo Federal de Planificación. Solo dos, de las 24 provincias, cuentan con normativa específica, la Provincia de Buenos Aires, con el Decreto Ley N° 8.912/1977, y la Provincia de Mendoza, con la Ley de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo 8051/2009.

---

<sup>99</sup> <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anteproyecto.pdf>

Dos de los principales exponentes de los conceptos y la metodología vinculada al OT lo definen como un enfoque integral y sistémico que integra aspectos económicos, sociales, culturales, estéticos y físicos (Gómez Orea, 1994). El objetivo principal del OT es intervenir en el orden territorial creado de manera espontánea por las fuerzas económicas para inducir la construcción de escenarios deseados que contemplen además el punto de vista ambiental, social y espacial (Massiris Cabeza, 1991).

Entre los objetivos del OT relevados en la literatura (Gómez Orea, 2013; MAGyP, 2012; Massiris Cabeza, 2001; 2005, Massiris Cabeza *et al.*, 2012, Méndez Casariego y Pascale Medina, 2014; Pascale Medina, Papagno y Michel, 2014; Paruelo *et al.*, 2014) se encuentra territorializar las políticas y estrategias del desarrollo como aporte para la construcción de un modelo de desarrollo integral, con proyección espacial de las políticas económicas, sociales, ambientales y culturales; orientar el proceso de ocupación y transformación del territorio, mediante la distribución y localización ordenada de las actividades y usos del espacio, en armonía con el ambiente de manera que contribuya a la protección de la diversidad étnica y cultural; contribuir al logro de la autonomía de las entidades territoriales y el fortalecimiento de la participación democrática; proporcionar estrategias que determinen un desarrollo territorial equilibrado, que se traduzcan en una mejor distribución espacial y estructural del bienestar social; fortalecer la coordinación administrativa e institucional para la planificación solidaria, coherente, eficiente y eficaz; y propiciar la asignación eficiente de la inversión pública y privada, la distribución y dotación adecuada de servicios públicos y sociales, la implementación de infraestructura, la transferencia tecnológica y la capacitación de la comunidad.

#### *F10: Lógicas históricas predominantes (Invariante estratégica de escala regional)*

Históricamente la matriz socio-productiva del Norte Grande Argentino se apoyó en las actividades agropecuarias y forestales. Si bien desde el inicio del siglo XXI estas actividades mostraron un importante crecimiento, aún persisten los rasgos de asimetría y heterogeneidad estructural que debilitan las lógicas de desarrollo regional.

En la región se pueden identificar, al menos, cinco invariantes históricas: 1) la presencia atomizada de pequeños productores, 2) el lugar periférico de los complejos productivos dentro del mercado exportador argentino, 3) la inestabilidad del mercado internacional por las fluctuaciones de la demanda, 4) las dificultades para avanzar en amplias reconversiones productivas (por aptitud ecológica de los suelos o dinámicas socio-técnicas y culturales), y 5) la presencia de empresas de gran tamaño y poder de negociación en las etapas de procesamiento y comercialización finales, quienes se apropian de la mayor proporción de los excedentes.

Estas cinco tendencias históricas, hacia fines del siglo XX, se manifestaron en torno de una serie de problemáticas específicas.

La reprimarización de la economía, donde la dotación de RRNN desencadenó un activo e intenso proceso de inversión externa. Este fenómeno se tradujo en dos dinámicas singulares, la expansión de la frontera agrícola y la promoción de políticas concebidas

para fortalecer la formación de capitales en actividades con alto potencial exportador (por ejemplo, en el sector forestal). Ambas dinámicas se apoyaron en estrategias de reconversión tecno-productiva e innovaciones organizacionales basadas en el aumento de la escala de las unidades productivas, el uso de una mayor dotación de capital, insumos industriales y la introducción de técnicas ahorradoras de fuerza de trabajo (Gorenstein, 2012).

El esquema de reconversión instalado en la región conllevó un incremento en el nivel de concentración y extranjerización de los nodos dinámicos de los complejos productivos. Este tema no es menor en la medida en que los centros de decisión se ubican fuera del Norte Grande y una proporción considerable del excedente generado se canaliza fuera de la región. En esta línea, el dinamismo de los complejos productivos (dada su ligazón con grupos económicos nacionales y transnacionales) no ha derivado en un proporcional aumento del ingreso de los actores locales que, en muchos casos, siguen funcionando sin estar registrados en la economía formal.

A pesar de este panorama se vislumbra una serie de empresas privadas, cooperativas y asociación de productores que han iniciado en las provincias de Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba, San Luis y Mendoza un camino de industrialización del agro con un concepto de circularidad, cuidado del medio ambiente y agregado de valor en origen<sup>100</sup>.

Como síntoma de las asimetrías territoriales se destaca el costo de los fletes y de las comunicaciones. Ambos elementos constituyen dos de los principales condicionantes económicos de la Región Norte, mediante los cuales se define la viabilidad de diversas actividades económicas (marginales para los grandes rubros exportadores del país, pero vitales para la recuperación de las regiones de donde provienen) (Bolsi *et al.*, 2005). Tras décadas de infructuosos procesos licitatorios que intentaron mantenerlo en el ámbito privado (2005), en 2016 desde el Estado nacional se anunció la puesta en marcha Plan Belgrano como instrumento orientado a posibilitar un corredor bioceánico. Asimismo, al 2020 sus avances han sido escasos.

### 5.3.6. Etapa 6: Construcción de Escenarios

En el estudio se aplicó una versión adaptada del modelo de construcción de escenarios por arquetipos, introducido por Jim Dator a fines de los '70 (Dator, 2009). Según el autor, las narrativas de cambio social pueden ser agrupadas en cuatro grandes grupos (llamados arquetipos) de imágenes e historias:

- *Continuación* o el escenario conocido comúnmente como “Business as Usual”. En este escenario, se extrapolan las tendencias del presente al futuro. Es el escenario más probable en la mente de los tomadores de decisiones, pero, como bien argumentó Herman Kahn, el padre de la metodología de escenarios, *el futuro más probable no es probable*. Es no apostar a la capacidad de transformación de la sociedad y donde la inercia es la fuerza más dominante.

---

<sup>100</sup> Entre ellas Tigonbú, Bio4, Bioeléctrica, Coop. Monje, ACABio y el Talar.



- *Nuevos Equilibrios* o el escenario que representa un comportamiento adaptativo a cambios en el sistema planteando nuevos límites o disciplinas. Este arquetipo ha sido rebautizado por Hines (2017) como Nuevos Equilibrios. En el estudio trabajaremos con dos escenarios de Nuevos Equilibrios, que reflejen diferentes trayectorias adaptativas posibles derivadas de proyectos políticos-institucionales alternativos.
- *Colapso* o el escenario que representa la situación donde el sistema que rige actualmente deja de funcionar. Se produce una degradación general del sistema y las partes que lo componen. No necesariamente el Colapso significa que todos pierden. Como en todo escenario, hay ganadores y perdedores.
- *Transformación* o el escenario que representa un cambio fundamental en el tópico y/o sistema bajo estudio, donde nuevas formas de hacer las cosas emergen. En este estudio se asocia al escenario de construcción de una Visión de largo plazo para el tópico y/o sistema bajo estudio.

La irrupción de la pandemia de COVID-19 en el mismo tiempo que se estaban bosquejando los escenarios llevó a replantear las condiciones de partida y sus posibles trayectorias a futuro, debido a los potenciales impactos que tendrá la pandemia, en múltiples dimensiones, sobre el mundo y la Argentina. Por un lado, se plantean dos hipótesis en relación a la pandemia: la primera postula que se resuelve a nivel global en el corto plazo por el descubrimiento de una vacuna que demuestra eficacia y seguridad para su control y el acceso global está garantizado (2021-2022), mientras que la hipótesis alternativa es que la vacuna tarda más tiempo en materializarse o el acceso global no puede garantizarse, produciendo nuevos brotes, de menor intensidad, pero generando que las medidas de aislamiento y protección se prolonguen por más tiempo (2023-2025)<sup>101</sup>. Los escenarios de Continuidad y Nuevos Equilibrios asumen la primera hipótesis y el escenario de Colapso la segunda. El escenario de Transformación, por otro lado, asume que su configuración puede comenzar a pensarse recién a partir del año 2025, una vez que se logre cierto grado de normalización en la sociedad y de la economía de los países.

Las otras hipótesis que son centrales para pensar el futuro de la bioeconomía del Norte argentino y que estructuran en gran parte la lógica subyacente de los escenarios es el contexto político-institucional en el nivel nacional y regional que modela la respuesta del país y la región en ese nivel a la nueva realidad de la agricultura y la bioeconomía. Tanto el Estado como los sectores productivos juegan un rol fundamental en el equilibrio de la estructura de poder que encuadra la configuración de los escenarios futuros. Este equilibrio ha estado condicionado históricamente por la divergencia campo-industria y por la grieta económico-social y político-institucional que permeó la vida del país. La forma en que se resuelven estas dos premisas posibilita plantear cinco hipótesis

---

<sup>101</sup> No estamos considerando la hipótesis de que la pandemia se prolongue aún más del 2025, por las razones epidemiológicas que puedan esgrimirse para que esto ocurra. Esta hipótesis llevaría a un escenario difícil de imaginar para el objeto de estudio que se está abordando y que nos aleja del foco establecido para este análisis.

alternativas, cada una de ellas funcionando como una fuerza impulsora central en cada uno de los escenarios:

- En el Escenario de Continuidad se asume que, una vez despejada la amenaza de la pandemia, el país Argentina inicia un proceso de recuperación económica, que se ve menguado por el movimiento pendular que ha caracterizado a la economía argentina en las últimas décadas. Este movimiento pendular refleja la pugna permanente entre dos estrategias de desarrollo económico: una de ellas basada en las ventajas comparativas históricas de Argentina y en el potencial del modelo agroexportador y otra estrategia que promueve mayores niveles de transformación de la producción primaria y la industrialización del país. Esta pugna impide la consolidación de cualquiera de los dos modelos, llevando a la dificultad de establecer políticas de Estado que impulsen el desarrollo del sector agropecuario y agroindustrial en el país y en el Norte argentino.
- En el Escenario de Nuevos Equilibrios I, se asume que la recuperación económica del país se logra mediante el impulso a un nuevo modelo de desarrollo del sector agroindustrial argentino, donde la intervención del Estado es considerada esencial para apuntalar una nueva estrategia y modelo de gobernanza basada en la agro-bioindustria, dentro de un proceso político-institucional que impulsa la industrialización general del país, mayor exportación e inserción en los mercados internacionales. Es un escenario más propositivo que requiere organizar su institucionalidad y gobernanza y que coloca al sector agro-bioindustrial en el centro de la estrategia de desarrollo del país.
- En el Escenario de Nuevos Equilibrios II, se asume que la recuperación económica del país se logra mediante el re-establecimiento de un modelo agroexportador, donde la intervención del Estado es limitada y se eliminan o reducen la mayoría de las distorsiones y regulaciones que recaen sobre el sector agropecuario. Se inserta en un modelo de desarrollo que privilegia la eficiencia económica y promueve maximizar la producción de las actividades actualmente más competitivas del sector agropecuario, sin propiciar políticas específicas para el desarrollo de la agro-bioindustria y donde la sustentabilidad ambiental tiene un peso menor en las políticas de gobierno quedando supeditada a los compromisos nacionales de reducción de emisiones y los planes de adaptación al CC. Es un escenario donde predomina más la experiencia histórica de su institucionalidad y gobernanza.
- En el Escenario de Colapso, se asume que la prolongación de la pandemia y sus consecuencias económicas y sociales llevan a profundizar el rol asistencialista del Estado Nacional y los estados provinciales, donde los recursos son direccionados fundamentalmente para atender las demandas derivadas de los incrementos en los niveles de pobreza y desigualdad en el país y en el Norte argentino. No queda margen para diseñar políticas industriales que promuevan una transformación estructural de la economía argentina. Las agendas ambiental y productiva quedan supeditadas a los programas de emergencia social y económica.

- En el Escenario de Transformación se asume que el país resuelve en forma definitiva la pandemia de COVID-19, cuya dramática experiencia pone en evidencia a su vez que la Nación no tiene futuro si no se desactiva la grieta económico-social y político-institucional que agudizó la pobreza y desigualdad social, en la última etapa democrática. En ese contexto, el país consolida el equilibrio macroeconómico y el proceso de inversión. Se instala un modelo de industrialización fuertemente integrado en todos sus sectores que abastece satisfactoriamente el mercado interno y la exportación y donde la agenda de sustentabilidad ambiental ocupa un lugar central. La explotación sustentable de los recursos biológicos pasa a ser un vector estratégico para el aumento del valor agregado y del saldo neto exportable, promoviendo un equilibrio entre las actividades predominantes de la región y los nuevos desarrollos impulsados por la bioeconomía, como también, entre el crecimiento de los actores tradicionales, las pymes agroindustriales y los pequeños y medianos agricultores familiares de la región. La economía argentina inicia un sendero de agregado de valor centrado en el conocimiento y los intangibles que pasan a constituir un porcentaje significativo del incremento en el ingreso nacional.

Las imágenes de futuro de cada arquetipo surgen de las hipótesis de base y del comportamiento postulado de las fuerzas impulsoras en cada uno de los arquetipos presentados. El comportamiento de cada fuerza impulsora en los arquetipos no está integrado por opciones mutuamente excluyentes: es decir, en algunos casos, el comportamiento de cada fuerza impulsora puede ser idéntica en más de un arquetipo. Todos los escenarios tienen como horizonte el 2030, a excepción del escenario de transformación, ya que se asume que es el escenario de visión y que trasciende cuestiones coyunturales y estructurales. El comportamiento de las fuerzas impulsoras en cada uno de los arquetipos se presenta en la Cuadro 23.

**Cuadro 23. Fuerzas impulsoras y arquetipos<sup>102</sup>**

Fuerzas impulsoras	Continuidad	Nuevos equilibrios I	Nuevos equilibrios II	Colapso	Transformación
Dinámica de la economía global	Recuperación de la economía global post-pandemia (sea en forma de V o U). Los desequilibrios globales acumulados generan una mayor volatilidad en la economía global y se acelera el proceso de cierre de brecha entre el G-7 y los	Recuperación de la economía global post-pandemia (sea en forma de V o U). Los desequilibrios globales acumulados generan una mayor volatilidad en la economía global y se acelera el proceso de cierre de brecha entre el G-7 y los	Recuperación de la economía global post-pandemia (sea en forma de V o U). Los desequilibrios globales acumulados generan una mayor volatilidad en la economía global y se acelera el proceso de cierre de brecha entre el G-7 y los emergentes asiáticos.	Recuperación en forma de W o en forma de silla. Crisis recurrentes y transición hacia un estancamiento permanente que lleva a una prolongada paralización de la economía global.	Recuperación de la economía global post-pandemia (sea en forma de V o U) de la mano de los emergentes asiáticos, pero la tasa de crecimiento es inferior a la correspondiente a la primera década del siglo XXI. Se registra una paulatina corrección de los desequilibrios

<sup>102</sup> A diferencia del análisis morfológico tradicional, no todos los desdoblamientos son mutuamente excluyentes bajo la lógica de construcción de arquetipos.

Fuerzas impulsoras	Continuidad	Nuevos equilibrios I	Nuevos equilibrios II	Colapso	Transformación
	emergentes asiáticos.	emergentes asiáticos.			globales acumulados.
Naturaleza de los acuerdos comerciales	Ciclos de multilateralismo y bilateralismo recurrentes y de políticas comerciales erráticas.	Acuerdos comerciales focalizados en la expansión de industrias estratégicas. El acuerdo Mercosur-UE registra una lenta materialización.	Se fomentan los acuerdos multilaterales a expensas de los acuerdos bilaterales. Se producen esfuerzos para avanzar en el acuerdo Mercosur-UE y/o en una mayor integración con América del Norte. Se fortalece la disputa China-EE.UU. por la hegemonía en América Latina.	Fuerte expansión del bilateralismo. Ruptura de acuerdos multilaterales; guerras comerciales y de monedas frecuentes.	Se firman acuerdos inteligentes de libre comercio que promueven la inserción de alimentos y productos biobasados en el mundo. Fuerte apoyo al proceso de integración Mercosur-UE.  Continúa la tendencia a la participación de los intangibles y el conocimiento en el agregado de valor.
Contexto macroeconómico nacional y regional	El movimiento pendular entre un modelo agroexportador y un modelo de industrialización del país impide la consolidación de un proceso de recuperación económica en la post-pandemia, llevando a la clásica dinámica del <i>stop and go</i> .	La economía argentina retorna a una senda de crecimiento sostenido de la mano de un modelo de crecimiento basado en la agro-bioindustria y las industrias intensivas en conocimiento, con fuerte impulso por parte del Estado. Nuevos equilibrios en términos de sustentabilidad macroeconómica y la política industrial emergente.	La economía argentina retorna a una senda de crecimiento de la mano del sector agropecuario, con centro en la región pampeana. La sustentabilidad macroeconómica se encuentra condicionada a la resolución de los desequilibrios sectoriales emergentes, en función de la experiencia histórica del país.	La extensión de la pandemia y/o crisis institucional en el marco de su resolución, demora la reactivación económica y productiva del país. Se prolonga la recesión y se demora el retorno a una senda de crecimiento sostenido, en un contexto de alta volatilidad, y con escaso margen para políticas de transformación productiva.	La economía argentina retorna a una senda de crecimiento sostenido, en el marco del establecimiento de políticas de estado y acuerdos a nivel país que permiten configurar un nuevo marco político-institucional orientado al desarrollo en el mundo post-pandemia.
Infraestructura para el desarrollo del Norte argentino	Focalizadas en los sectores concentrados y agroexportadores del Norte argentino.	Reorientada a sectores y tecnologías específicas en el marco de una nueva política industrial con eje en la agro-bioindustria.	Focalizadas en los sectores agroexportadores, las energías renovables y la minería del Norte argentino.	Paralizada por el cambio de prioridades producto de las consecuencias económicas y sociales de la pandemia.	Elaboración y ejecución de un plan estratégico de infraestructura que impulsa el desarrollo regional.  Fuerte apoyo a la educación generación y aplicación del

Fuerzas impulsoras	Continuidad	Nuevos equilibrios I	Nuevos equilibrios II	Colapso	Transformación
					conocimiento en todas las áreas productivas.
Política nacional agroindustrial	La pugna entre los dos modelos de país limita el fortalecimiento de la política industrial, sin un sector agroindustrial que pueda constituirse en un vector estratégico. Se mantiene la vigencia de los enfoques sectoriales y programas de intervención compensatorios dirigidos a los estamentos productivos más débiles. No existen bases institucionales sólidas para el fortalecimiento de la bioeconomía como instrumento del desarrollo regional / territorial	El establecimiento de un modelo industrialista posibilita constituir lineamientos sólidos para la política agroindustrial. Se instalan las bases del enfoque bioeconómico y un proceso de industrialización biológica liderado por los actores de mayor peso regional en la actualidad, sin lograr una amplia integración de la base productiva e institucional a nivel regional.	El predominio de la estrategia agroexportadora mantiene la divergencia campo-industria en el marco de políticas que estimulan la producción granaria y pecuaria, asegurando un saldo comercial favorable, pero sin impulsar la industrialización de la producción agropecuaria. Se fortalece la institucionalidad del sector primario y pierden peso relativo los actores del sector agro-industrial.	Sin una clara política macroeconómica y la falta de una política industrial de integración sectorial, el país profundiza las condiciones de sus crisis históricas, incumple las responsabilidades ambientales y mantiene un esquema de producción primarizante inhibiendo las posibilidades de instalar el esquema bioeconómico en el nivel nacional. Por su parte la pandemia acelera la crisis vigente incrementando el desequilibrio entre la producción de exportación y la pequeña producción, aunque potencia este sector como reaseguro para la producción de alimentos.	El país consolida su macroeconomía e instala un modelo de industrialización fuertemente integrado, donde la explotación sustentable de los recursos biológicos pasa a ser componente estratégico para el aumento del saldo exportable con valor agregado neto, montado en la integración campo-industria y una sólida institucionalidad en el nivel nacional y regional.
Legislación nacional para la promoción de la bioeconomía	Sólo se introducen cambios marginales a la ley vigente y se mantienen las deficiencias en cuanto a su cumplimiento efectivo.	Se introduce una nueva legislación que apuntala los sectores agro-bioindustriales con una alta inserción internacional.	La bioeconomía no logra consolidarse como estrategia del desarrollo regional en el Norte argentino.	Sólo se introducen cambios marginales a la ley vigente o la misma no puede ser renovada por la falta de consenso y/o de recursos para apuntalar a la bioeconomía	Legislación nacional para la promoción de una nueva bioeconomía con amplia base institucional. Las legislaciones provinciales acompañan el desarrollo de la bioeconomía regional.

<b>Fuerzas impulsoras</b>	<b>Continuidad</b>	<b>Nuevos equilibrios I</b>	<b>Nuevos equilibrios II</b>	<b>Colapso</b>	<b>Transformación</b>
Estándares y certificación de productos biobasados	Limitada y focalizada en los productores más competitivos.	Alcanza a los productores más competitivos y a industrias y cadenas de valor con potencial exportador.	Sólo se introducen cambios marginales a la ley vigente o la misma no puede ser renovada por la falta de consenso y/o de recursos para apuntalar la bioeconomía.	Limitada y focalizada en los productores más competitivos y mercados externos de nicho.	Ampliada e integral; tiene en cuenta las diferentes realidades de la producción regional. Los procesos de certificación generan nuevas oportunidades de ingreso y agregado de valor sin mayor presión sobre el ambiente.
Sistema de innovación nacional y regional	Sistemas de innovación con bajos niveles de federalización, escaso apoyo y financiamiento a la ciencia y tecnología, direccionado hacia el sector agroexportador.	Iniciativas para un sistema más federal focalizado en el desarrollo regional y con mayor orientación al conjunto del sector productivo, pero aún con bajos niveles de inversión (menor al 1 % del PBI).	Sistema de innovación focalizado en las ventajas comparativas que impulsan el ecosistema agroexportador, con intervenciones complementarias para las potencialidades y actores territoriales.	Los esfuerzos de I+D se orientan a resolver problemáticas emergentes de la pandemia y a cuestiones de seguridad alimentaria y pobreza. Sistemas de innovación fragmentados y desfinanciados.	Sistema integrado y encolumnado en un plan estratégico de CTI. Fuertes inversiones para impulsar el desarrollo regional y territorial (mayor al 1 % del PBI en 10 años).  Importantes incentivos a la incorporación de conocimiento en los productos con mínimo impacto ambiental.
Ordenamiento territorial	Insuficiencia de las políticas de ordenamiento territorial para la resolución de problemas de sustentabilidad ambiental, conflictos socio-ambientales emergentes y en la adaptación al cambio climático.	Se implementan políticas de ordenamiento territorial para la transformación productiva y resolución de conflictos socio-ambientales emergentes.	Se expande la frontera agropecuaria e incentiva la deforestación y conflictos socio-ambientales, requiriendo la incorporación de prácticas agroecológicas para viabilizar el agronegocio.	La pandemia reconfigura el territorio. La crisis económica y social genera bolsones de pobreza a nivel regional, exacerbando los conflictos socio-ambientales y obstaculizando los procesos de ordenamiento territorial.	Se impulsan políticas de ordenamiento territorial integradas a las estrategias de desarrollo productivo regional que posibiliten la exploración y el uso sustentable de la riqueza biológica del país, permitiendo asimismo capturar el valor de los servicios ecosistémicos. Compatibilidad y articulación de las iniciativas de OT en

Fuerzas impulsoras	Continuidad	Nuevos equilibrios I	Nuevos equilibrios II	Colapso	Transformación
					las provincias del Norte argentino.
Lógicas históricas predominantes	Se mantiene la lógica actual con base agropecuaria y forestal, fortalecimiento de la inversión externa e importantes sesgos de asimetría y heterogeneidad estructural.	Se incrementan los complejos productivos con mayor peso en la industrialización.	Se intensifican las actividades primarizantes con alto perfil exportador.	Se registran mayores niveles de concentración y extranjerización.	Se incorporan nuevos actores que disputan la hegemonía de las lógicas predominantes poniendo foco en el potencial biológico regional y la valorización territorial.

En síntesis, los bosquejos de escenarios que se plantean surgen de analizar el comportamiento que pueden asumir la convergencia campo-industria y la grieta económico-social y político-institucional que marca la vida del país, en conjunción con el rol protagonizado por el Estado y las políticas públicas que, por su parte, condicionan la posibilidad de alcanzar un desarrollo equilibrado entre la pampa húmeda y las regiones no pampeanas o extra-pampeanas.

Este encuadre será determinante para analizar el desarrollo que puede alcanzar a futuro la bioeconomía en el ámbito nacional y, en particular, en el Norte Grande Argentino. En consecuencia, a partir de una visión de largo plazo que transita y trasvasa la década 2021-2030, se vislumbran las siguientes estructuras básicas de los arquetipos: continuidad de la divergencia productiva y estrategias antagónicas de desarrollo, con predominio de la estrategia pampeana y muy lento despegue de la bioeconomía; supremacía de la estrategia industrialista, liderada por los actores de mayor peso relativo en el sector agro-bioindustrial, con crecimiento de la bioeconomía de mayor escala y de las industrias orientadas a incrementar el valor neto exportable; supremacía de la estrategia agroexportadora, liderada por los actores tradicionales de la economía pampeana y nuevos actores que compiten en el sector primario, con escaso o nulo impulso a la bioeconomía; colapso pospandémico y crisis económico-social y político-institucional; y, convergencia productiva y acuerdo económico-social y político-institucional, con protagonismo de la industrialización con base biológica asumiendo como vector estratégico el incremento de las exportaciones, la sustentabilidad ambiental y el despliegue del desarrollo regional y territorial equilibrado.

En el Cuadro 24, se presentan las imágenes de futuro de cada bosquejo de escenario, enfatizando que representan la foto de la Bioeconomía del Norte argentino al final del horizonte temporal.

## Cuadro 24. Imágenes de futuro de la Bioeconomía del Norte argentino

### Escenario de Continuidad (2030)

- La bioeconomía como instrumento del desarrollo regional en el Norte Argentino no logra consolidarse como estrategia de desarrollo regional. Sólo algunas industrias asociadas a la bioeconomía de la primera generación sobreviven, en un contexto de falta de políticas hacia el sector y una política industrial nacional que se mueve al ritmo del péndulo entre estrategias de desarrollo antagónicas.
- No se observan cambios significativos en la estructura productiva regional, donde predomina el sector primario y los cultivos tradicionales de la región, con altas asimetrías entre los productores más y menos competitivos.
- Los Estados provinciales no tienen la fuerza suficiente para crear ecosistemas de innovación locales dinámicos, priorizando sus recursos para resolver los problemas históricos en términos de salud, seguridad alimentaria, empleo y pobreza.
- Mayor fragilidad ambiental y reducción en la provisión de servicios ecosistémicos de los recursos naturales del Norte argentino, que exacerban los conflictos socioambientales en la región.
- Las limitantes históricas en infraestructura no se resuelven y el costo interno de transporte sigue constituyendo un factor que reduce la competitividad de las economías del Norte argentino.
- Los actores históricamente predominantes en la región mantienen y/o potencian su influencia en las cadenas de valor regionales.
- La creación de empleo privado en el sector agro-bioindustrial es muy limitada y el empleo público sigue siendo determinante en varias de las provincias del Norte argentino.
- Se mantienen o exacerban los desequilibrios regionales/territoriales existentes.
- La agricultura familiar mantiene un nivel bajo de incorporación tecnológica y una proporción importante de pequeños y medianos productores agropecuarios produce a niveles de subsistencia.
- Las deficiencias en términos de seguridad y soberanía alimentaria regional no se resuelven.
- Se mantienen brechas significativas entre el trabajo formal e informal y no se observan mejoras sustanciales en procesos de inclusión social.

### Escenario de Nuevos Equilibrios I (2030)

- La bioeconomía como instrumento del desarrollo regional comienza a consolidarse en la región. Se produce un crecimiento importante en la bioeconomía de primera generación y se sientan las bases para una segunda y tercera generación, en el contexto de una política industrial nacional que apuntala una estrategia de desarrollo basada en la industrialización de base biológica.
- La estructura productiva regional comienza a cambiar lentamente, con una mayor preeminencia de la agroindustria en la región y diversificación de las actividades productivas. Las asimetrías entre los productores más competitivos y menos competitivos siguen siendo muy marcadas.
- Aumenta la densidad y el entramado de los ecosistemas de innovación locales, de la mano de un Estado que prioriza e impulsa líneas de investigación y desarrollo relacionados a la agro-bioindustria regional y en asociación con las empresas más importantes de la región.
- Emergen nuevos conflictos socioambientales producto de la expansión de la agro-bioindustria, pero al mismo tiempo se reducen los conflictos por la expansión de la frontera agropecuaria, proceso que se encuentra muy limitado en este escenario.
- Si bien no se observa un salto cuantitativo de magnitud en términos de inversiones en infraestructura, se registran inversiones específicas que incrementan la competitividad de la agro-bioindustria regional.
- Los actores históricamente predominantes en la región potencian su influencia en las cadenas de valor regionales, especialmente en las nuevas cadenas de valor asociadas a la expansión de industrialización biológica.
- La creación de empleo privado en el sector agro-bioindustrial se incrementa en forma modesta y de naturaleza complementaria con las nuevas inversiones en capital. No obstante, el empleo público sigue siendo determinante en varias de las provincias del Norte argentino.



- El efecto sobre los desequilibrios regionales/territoriales existentes es ambiguo, dependiendo de la localización, el tipo de inversiones y la forma organizacional de la nueva agro-bioindustria regional.
- Los pequeños y medianos productores agropecuarios y/o los agricultores familiares que se integran a las nuevas cadenas de valor regionales incrementan su competitividad y nivel tecnológico, mientras que una proporción relevante de los mismos siguen produciendo a niveles de subsistencia, en las actividades tradicionales de la región.
- Los niveles de seguridad alimentaria regional mejoran en la medida que se incrementa la densidad del complejo agro-bioindustrial, mientras que las mejoras en términos de soberanía alimentaria son modestas.
- Se reduce en forma significativa la brecha entre el trabajo formal e informal, observándose mejoras en procesos de inclusión social por los mayores niveles de formalización de las economías del Norte argentino.

#### **Escenario de Nuevos Equilibrios II (2030)**

- La bioeconomía como instrumento del desarrollo regional en el Norte Argentino tiene un alcance muy limitado, sólo impulsado por algunos desarrollos orientados al sector primario y sin la existencia de una política industrial y/o políticas públicas específicas que apuntalen el crecimiento de la agro-bioindustria en la región dentro de un modelo agroexportador.
- Continúan los procesos de expansión de la frontera agropecuaria, aunque a una menor tasa que en décadas anteriores, liderados fundamentalmente por actores extra-regionales. Las asimetrías entre los productores más competitivos y menos competitivos se agudizan y el sector primario gana peso relativo en la región, con incrementos significativos en los niveles de producción de los cultivos tradicionales.
- La formación de ecosistemas de innovación locales es limitada y está impulsada fundamentalmente por el sector privado y los emprendedores regionales. La inversión estatal en ciencia básica y en procesos de investigación y desarrollo es muy acotada, comprometiendo la densidad y el entramado de la ciencia y tecnología en la región.
- La expansión de la frontera agropecuaria agudiza los conflictos socioambientales y la provisión de servicios ecosistémicos se ve reducida por la falta de políticas específicas destinadas a tal fin, afectando la sustentabilidad productiva y ambiental de los sistemas productivos predominantes en la región.
- Si bien no se observa un salto cuantitativo de magnitud en términos de inversiones en infraestructura, se registran inversiones específicas destinadas a incrementar la competitividad del sector primario agroexportador.
- Los actores históricamente predominantes en la región mantienen o pierden influencia relativa en las cadenas de valor regionales, en la medida que nuevos actores extra-regionales se consolidan en el sector primario.
- La creación de empleo privado en la agroindustria es nulo o negativo, con excepción del sector de servicios de los pueblos y ciudades que se desarrollan a la par de la expansión de la producción primaria.
- Se profundizan los desequilibrios regionales/territoriales existentes.
- Se incrementan los niveles de productividad del sector primario y los niveles de concentración de la producción, generando que una proporción de pequeños y medianos productores agropecuarios y/o agricultores familiares dejen de ser competitivos y abandonen la actividad agropecuaria.
- Se pueden esperar mejoras en términos de seguridad alimentaria asociados a los mayores ingresos derivados de la expansión de la producción primaria en la región. No se producen avances o se registra un retroceso en términos de soberanía alimentaria.
- Se reduce la brecha entre el trabajo formal e informal y las mejoras en los procesos de inclusión social son dependientes de la sustentabilidad del modelo agro-exportador en la región.

#### **Escenario de Colapso (2030)**

- La bioeconomía como instrumento del desarrollo regional no se materializa. La falta de políticas hacia el sector genera la desaparición de la mayoría de las empresas de la bioeconomía regional, a excepción de casos aislados de éxitos, asociados a mercados externos de nicho. Todo en un contexto donde la política

industrial nacional queda supeditada a la agenda de emergencia económica y social producto de las consecuencias en la prolongación de la pandemia.

- Expansión de la frontera agropecuaria que incrementa transitoriamente la producción en el Norte argentino, pero al mismo tiempo, aumenta la fragilidad de los ecosistemas regionales y compromete la cantidad y calidad del capital natural de la Región Norte para las futuras generaciones.
- Desarticulación y pérdida de densidad del sistema de innovación regional, con escasa adopción y/o desarrollo nacional y regional de tecnologías para la agricultura y la bioeconomía.
- Descapitalización y debilitamiento de la infraestructura regional, reduciendo la competitividad de las economías del Norte argentino.
- Los actores históricamente predominantes en la región potencian su influencia en las cadenas de valor regionales.
- Destrucción de empleo a nivel privado e incremento del empleo público en varias de las provincias del Norte argentino.
- Se profundizan los desequilibrios regionales/territoriales existentes y se agudizan los conflictos socioambientales.
- Se compromete significativamente la seguridad alimentaria en múltiples dimensiones, especialmente en las áreas más vulnerables del Norte argentino.
- Los pequeños y medianos productores y de la agricultura familiar sufren un proceso de descapitalización que amenaza su supervivencia. Aparecen oportunidades para agricultores familiares en mercados de cercanía basados en productos esenciales, por la magnitud de la crisis económica.
- Los niveles de pobreza y desigualdad se incrementan, al igual que la brecha entre trabajo formal e informal, comprometiendo seriamente los procesos de inclusión social.

#### **Escenario de Transformación (2040)**

- La bioeconomía se convierte en un vector del cambio estructural y en una fuerza motora del desarrollo económico regional. Se expanden los modelos de organización productiva correspondiente a la bioeconomía tanto de primera generación como de segunda generación, utilizando materia prima regional de alto valor.
- Argentina avanza hacia un sector agropecuario neutral en carbono al 2040 que obliga a un cambio substancial en las políticas de uso del suelo en todos los territorios, así como los métodos de producción, transformación industrial y transporte de bienes y servicios.
- La expansión de la frontera agropecuaria es casi nula y se plantea la recuperación de territorios desmontados hacia servicios ecosistémicos, en el marco de procesos de ordenamiento territorial y políticas públicas que preservan los recursos naturales y promueven el uso sostenible del capital natural del Norte argentino. La agenda de sustentabilidad ambiental se gestiona a la par de la agenda productiva.
- Una nueva política industrial que supera la histórica antinomia campo-industria se consolida como política de Estado y permite la reconfiguración de los sistemas productivos en el Norte argentino.
- Los procesos de transformación y agregado de valor toman fuerza en la región, de la mano de plataformas de biorrefinería de diferentes tipos de escala y amplia aplicación industrial de las ciencias biológicas.
- El Norte argentino se consolida como región en el desarrollo de biocombustibles sólidos derivados del agro y foresto-industria en concordancia con la creciente demanda energética de estos formatos en Europa y Asia. Se realiza en el NEA basado en el recurso forestal y en el NOA en derivados de la industria azucarera.
- La industria algodonera logra estándares y certificación BCI alcanzando mayores mercados en Brasil y el mundo; el sector olivícola atrae inversiones al sector energético y la exportación de subproductos certificables.
- La reconfiguración del sistema de innovación a nivel nacional genera masa crítica de recursos y capacidades a nivel regional, aumentando la densidad de investigaciones y desarrollos tecnológicos en el área de la agroindustria y la bioeconomía, orientadas a las problemáticas propias del Norte argentino.
- La ejecución de planes nacionales de infraestructura de significativa magnitud comienza a revertir el proceso histórico de descapitalización y abandono de la infraestructura para el desarrollo del Norte argentino, aumentando gradualmente la competitividad de sus economías.

- Los actores históricamente predominantes en la región ven desafiada su supremacía por la aparición de nuevos actores, tanto regionales como extra-regionales.
- La creación de empleo privado y formal aumenta a la par del crecimiento registrado en el sector servicios asociado a las industrias que se desarrollan en este período y a la mayor demanda de empleo industrial en el sector de la agro-bioindustria.
- Los niveles de seguridad y soberanía alimentaria mejoran sustancialmente, tanto en términos de acceso como en la variedad de alimentos disponibles basados en las tradiciones y cultura de la región.
- Los medianos y pequeños productores y la agricultura familiar transitan un período de reconversión para ser proveedores de alimentos en el mercado interno, fundamentalmente en mercados de cercanía. Al mismo tiempo y conjuntamente con pymes agroindustriales avanzan en el proceso del desarrollo bioindustrial, incrementando sus niveles de adopción tecnológica, competitividad y opciones de exportación.

Finalmente, a continuación, se presentan las narrativas de cada bosquejo de escenario que funcionan como puentes entre el presente y el futuro.

### Escenario de Continuidad

La pandemia de COVID-19 genera en el primer año una crisis sin precedentes en la economía global que produce fuertes caídas del PBI siendo diferenciales de acuerdo a las estrategias seguidas por cada uno de los países, incrementándose en aquellos con peores estrategias y más afectados sustancialmente por la tasa de desempleo, como también, en los niveles de pobreza y desigualdad. Sin embargo, la recuperación de la economía es relativamente rápida (recuperación estilo V o U) por el descubrimiento de una vacuna eficaz que es accesible para una proporción importante de la población mundial (2021-2022). A pesar de este logro y en línea con las proyecciones pre-pandemia, el escenario macroeconómico global se caracteriza por economías que crecen a tasas más bajas que las correspondientes al período 2000-2019, con períodos de alta volatilidad. El cierre de brecha entre los países emergentes asiáticos y los países del G-7 se acelera dado que los coletazos de la crisis son más profundos en éstos últimos.

No se avizora la puesta en marcha de acuerdos de alto impacto potencial para el sector agroalimentario y agroindustrial argentino, como el Acuerdo Mercosur-Unión Europea, debido a las posiciones antagónicas de los países dentro de cada bloque, en el marco de la disputa entre China y Estados Unidos por la hegemonía en América Latina.

A nivel nacional y una vez que la pandemia se resuelve por la aparición de una vacuna eficaz, la economía inicia un proceso de lenta recuperación económica, en un contexto de altos niveles de desempleo y pobreza, exacerbados por las consecuencias sociales de la COVID-19. Las tensiones y pujas existentes entre dos estrategias de desarrollo para el sector agropecuario y agroindustrial ponen en riesgo la sostenibilidad del proceso de recuperación económica. Por un lado, se encuentra el modelo agroexportador, basado en el estímulo a la producción del complejo cerealero-oleaginoso enraizado en la región pampeana con expansión hacia la Región Norte, acompañado por una intervención mínima del Estado en la cadena de valor. Y por el otro, un modelo de industrialización del país, donde la intervención del Estado se considera esencial para apuntalar una estrategia de mayor valor agregado que compromete a la agroindustria y el potencial

bioeconómico. Las tensiones y pugnas ralentizan el crecimiento económico del sector agropecuario y agroindustrial, dificultando el establecimiento de políticas de Estado, con muy lento despliegue de la bioeconomía.

El nuevo contexto de crecimiento global y el movimiento pendular de la economía argentina dificultan las inversiones de largo plazo en el país y en el Norte argentino, por lo cual no se pueden materializar las soluciones en infraestructura que se consideran necesarias (pero no suficientes) para un salto tecno-productivo en la región. Las inversiones incrementales que se realizan tienen como objetivo mejorar la conectividad en el medio rural y complementariamente estimular la capacidad de generación de divisas de los sectores agroexportadores. La continuación de una falta de integración entre los sectores energético y agropecuario para la definición de políticas agroenergéticas a nivel nacional y la realización de cambios sólo de carácter marginal a la ley nacional que regula la producción y uso de biocombustibles en el territorio nacional, conspiran en la expansión del paradigma de la bioeconomía. Frente a este panorama las provincias avanzan con legislaciones propias a fin de preservar el desarrollo y la expansión de sus procesos de transformación de biomasa en origen. En el Norte argentino las iniciativas más viables son aquellas que ya se encuentran consolidadas, lideradas por los actores dominantes de la región, o nuevas oportunidades basadas en el modelo de negocios de la bioeconomía que está siendo exitoso en la pampa húmeda en los últimos años, basado en la explotación de economías de alcance y en la integración de los sistemas de producción.

No obstante, los precios internacionales de los *commodities* que exporta Argentina muestran una tendencia estable o a la baja, con moderados niveles de volatilidad, que reduce los incentivos para la expansión de la frontera agropecuaria en el Norte argentino. Asimismo, no se producen avances significativos en acuerdos comerciales que flexibilicen las barreras de acceso para la producción biobasada, dificultando la diversificación de exportaciones por producto o destino. La excepción a esto último está dada por empresas agro-exportadoras regionales, de capital nacional, extranjero o mixto, o por productores de punta. La profesionalización de su gestión e historia en los mercados les permite cumplir con los estándares y certificaciones de sustentabilidad requeridas para colocar productos de base biológica en el exterior, especialmente aquellas relacionadas a la medición de la huella de carbono según el ciclo de vida. En este contexto, el crecimiento del sector agropecuario y agroindustrial es lento, focalizado en las provincias del Norte argentino con mayores capacidades instaladas y potencial productivo y utilizando fuentes tradicionales de biomasa agropecuaria. Este hecho refuerza las tendencias actuales de concentración de la tierra y la producción, incrementando la brecha entre los grandes productores agropecuarios y los agricultores familiares.

Debido al movimiento pendular de la economía argentina, no se consolidan políticas científicas y tecnológicas que promueven una mayor integración entre el sistema científico-tecnológico nacional y regional, siendo las inversiones en investigación y desarrollo muy bajas con relación al PBI y volátiles. En este contexto, los desarrollos

nuevos para el sector bioindustrial son escasos y la expansión de las empresas se realiza fundamentalmente con tecnología importada. Adicionalmente, la baja densidad del sistema científico-tecnológico regional, en términos de recursos financieros disponibles, investigadores y articulación pública-privada o pública-pública, reduce los incentivos para la radicación de jóvenes investigadores en instituciones científicas del Norte argentino, comprometiendo en el mediano plazo el desarrollo de innovaciones que valorizan los recursos y la producción local. Como producto de ello, la biomasa local asociada a características únicas de la región y al potencial de los pequeños productores y agricultores familiares no es aprovechada con relación a su potencial, reduciendo la diversificación de la matriz productiva y la sustentabilidad económica y social de la región.

Los conflictos socio-ambientales emergentes en el Norte argentino no encuentran un marco institucional apropiado para su resolución, debido a la falta de legislación adecuada o a los niveles inadecuados de *enforcement* de las leyes actuales de ordenamiento territorial. Esto genera tensiones permanentes entre actividades históricamente predominantes en la región, como la minería, y la producción agropecuaria.

El modelo de organización de la bioeconomía en este escenario sigue siendo altamente dependiente de la biomasa agropecuaria de primer orden (cultivos), donde se consolida el posicionamiento de los actores que hoy tienen una fuerte presencia en la bioeconomía regional, tales como los ingenios azucareros y las compañías multinacionales de papel y forestación. En este escenario los niveles de pobreza no mejoran en forma significativa y el desarrollo territorial basado en la bioeconomía no logra consolidarse, salvo para aquellos territorios integrados a mercados externos, que operan con lógica de redes y clúster, certificando sus procesos de producción de acuerdo con los estándares internacionales.

#### Escenario de Nuevos Equilibrios I

Si bien la pandemia de COVID-19 genera en el primer año una crisis sin precedentes en la economía global, que incrementa sustancialmente la tasa de desempleo, como también, los niveles de pobreza y la desigualdad, la recuperación de la economía es relativamente rápida (recuperación estilo V o U) por el descubrimiento de una vacuna que es accesible a una proporción importante de la población mundial. Sin embargo, en línea con las proyecciones pre-pandemia, el escenario macroeconómico global se caracteriza por economías que crecen a tasas más bajas que las correspondientes al período 2000-2019, con períodos de alta volatilidad. El cierre de brecha entre los países emergentes asiáticos y los países del G-7 se acelera dado que los coletazos de la crisis son más profundos en éstos últimos.

La necesidad de reemplazar recursos fósiles da lugar a acuerdos comerciales focalizados en la expansión de industrias estratégicas de base biológica. No obstante, el acuerdo Mercosur-UE registra una lenta materialización, producto de los impactos asimétricos

que tendría el acuerdo sobre la industria argentina y trabas medioambientales por el lado europeo.

A nivel nacional y una vez que la pandemia se resuelve, la economía argentina inicia un proceso de lenta recuperación económica, en un contexto de altos niveles de desempleo y pobreza, exacerbados por la crisis de la COVID-19. Este proceso de recuperación económica va acompañado de un cambio significativo en la política industrial que busca la sustitución de combustibles y materiales fósiles impulsando la industrialización de la producción agropecuaria como componente estratégico del desarrollo nacional. En este caso, el cometido central que se persigue es generar saldos exportables y divisas para aliviar la restricción externa que enfrenta históricamente el país. El rol del Estado es considerado esencial en este nuevo esquema de gobierno, por lo cual se redefinen políticas claves para el sector agroindustrial, a partir de acuerdos con los actores dominantes de la cadena agro-bioindustrial (integra al sector agropecuario, agroalimentario, agroindustrial y bioindustrial).

La desaceleración del crecimiento global dificulta las inversiones de largo plazo en el país y en el Norte argentino. El elevado endeudamiento y las altas tasas de interés que enfrenta el país también impiden recurrir a esta alternativa de financiamiento. Estos condicionamientos reforzados por la necesidad de disminuir el gasto fiscal, obstaculizan la inversión en infraestructura de transporte y comunicaciones que sólo es de carácter incremental y estratégica. De esta forma, resulta clave en una primera instancia obtener incrementos en productividad/competitividad y acceso a nuevos mercados a través de las tecnologías disponibles para generar un mayor saldo comercial que posibilite el incremento de inversiones tendiente a promover una mayor conectividad y mejorar el perfil exportador de la agroindustria argentina, incentivado por políticas que promuevan este comportamiento.

Al mismo tiempo, las históricas desavenencias entre las políticas energéticas y agropecuarias nacionales tienden a resolverse, mediante el establecimiento de políticas que tienen una mirada integral sobre las relaciones entre ambos sectores de la economía. Si bien no se esperan cambios sustanciales en los contenidos de la ley nacional que regula componentes básicos de la bioeconomía, más allá de elevar los porcentajes de corte de biocombustibles y reconocer nuevas fuentes de biomasa, se promueve una institucionalidad que garantiza una mayor estabilidad y previsibilidad en las políticas agroenergéticas cuya demanda es motorizada por las provincias del Norte argentino con alto potencial para la producción de biocombustibles de primera generación. Asimismo, basado en el movimiento legislativo que se está produciendo en las provincias más avanzadas en términos de bioeconomía, tales como Córdoba y Santa Fe, las provincias del Norte argentino comienzan a pensar sus propias leyes de bioeconomía regional. Las biorrefinerías de escala mediana y grande comienzan un proceso de consolidación a finales del horizonte.

El establecimiento de un modelo industrialista posibilita establecer lineamientos sólidos para la política agroindustrial en la búsqueda de un mayor valor neto exportable,

fortaleciéndose en la Región Norte las bases del enfoque bioeconómico. Se instala un proceso de industrialización biológica liderado en la actualidad por los actores de mayor peso regional que tienen las mejores condiciones para superar problemas y costos establecidos por la pandemia. De esta forma no se logra en una primera instancia una amplia integración de la base productiva e institucional en el nivel regional cuya gobernanza tiene que ser construida. Por esa razón, pasa a ser fundamental en la política agroindustrial establecer las condiciones para que las pequeñas empresas agroindustriales y la agricultura familiar se inserten en este proceso de transformación del desarrollo territorial a partir de sus capacidades y fortalezas para la creación de riqueza y, en particular, sean un protagonista esencial para sostener y abastecer los mercados alimentarios locales y promover la generación de bioproductos y bioinsumos.

El cambio en la política industrial ocurre en forma gradual, con foco en el agregado de valor en el sector agroalimentario dado que al inicio del período se destina una importante cantidad de recursos a mitigar las consecuencias sociales y económicas de la pandemia, como también, a asegurar el incremento del saldo comercial y la generación de divisas. La principal estrategia reside en alcanzar las fases más avanzadas de la transformación de granos y carnes, incluyendo todo tipo de frutas, hortalizas y legumbres para el consumo humano directo a nivel local y, a su vez, fortalecer y/o establecer el acceso a los mercados de exportación de productos diferenciados. Esta priorización no excluye promover y apoyar las iniciativas que a partir de la producción y uso de la biomasa posibilitan la producción de bioenergía, bioinsumos y biomateriales, acompañada por la producción de maquinaria y equipamiento para el procesamiento bioindustrial.

Estos avances en el proceso de industrialización biológica son promovidos por nueva legislación que apuntala actividades de las economías regionales con mayor capacidad de diversificación y agregado de valor, impulsando a su vez formas de asociación productiva y conglomerados agroindustriales con alta inserción internacional. En forma concomitante se promueve el fortalecimiento de los sistemas de calidad y trazabilidad, con especificidad sobre los productos biobasados. Se promueve fuertemente la inclusión de conocimiento en los productos, constituyendo los intangibles un componente cada vez más importante en el valor final de los productos.

Se asumen iniciativas dirigidas a fortalecer el sistema de CTI. Se promueve la economía del conocimiento impulsando la revolución digital y las bases científicas en particular la biotecnología y nanotecnología, con metas dirigidas a aumentar el empleo e incrementar las exportaciones del sector. Se promueve la creación de polos regionales que impulsen la economía del conocimiento. Sobre esa base, se fomenta una mayor federalización del sistema de CTI promoviendo la articulación público-privada. Los Estados provinciales diseñan mecanismos de apoyo para apuntalar los procesos de bioindustrialización con mayor potencial actual. La salida de la pandemia y la restricción fiscal enlentece el mayor financiamiento del sistema de CTI que no logra sobrepasar el 1 % del PBI. El impulso de la bioeconomía busca a su vez establecer políticas de ordenamiento territorial para la

transformación productiva y resolución de conflictos socio-ambientales emergentes, aunque nuevos conflictos pueden surgir como consecuencia de la nueva orientación de la política industrial. Este escenario establece el inicio de la ruptura de las lógicas históricas dominantes, aunque en el período considerado esta escisión no logra materializarse.

### *Escenario de Nuevos Equilibrios II*

Si bien la pandemia de COVID-19 genera en el primer año una crisis sin precedentes en la economía global, que incrementan sustancialmente la tasa de desempleo, como también, los niveles de pobreza y la desigualdad, la recuperación de la economía es relativamente rápida (recuperación estilo V o U) por el descubrimiento de una vacuna que es accesible a una proporción importante de la población mundial (2021-2022). Sin embargo, en línea con las proyecciones pre-pandemia, el escenario macroeconómico global se caracteriza por economías que crecen a tasas más bajas que las correspondientes al período 2000-2019, con períodos de alta volatilidad. El cierre de brecha entre los países emergentes asiáticos y los países del G-7 se acelera dado que los coletazos de la crisis son más profundos en éstos últimos.

La estrategia de desarrollo basada en el modelo agroexportador promueve el multilateralismo, incrementando las posibilidades de poner en marcha acuerdos de alto impacto potencial para el sector agroalimentario y agroindustrial argentino, como el Acuerdo Mercosur-Unión Europea o un acuerdo más amplio con América del Norte o la región del Asia-Pacífico. La disputa entre China y Estados Unidos por la hegemonía en América Latina recrudece en este escenario.

Despejada la amenaza de la pandemia la economía argentina inicia un proceso de lenta recuperación económica. El país busca salir de la alternancia de visiones que plantearon disímiles estrategias de transformación productiva asociadas al debate sobre el protagonismo de los distintos sectores y, en particular, de la industrialización en el desarrollo nacional. La controversia campo-industria se resuelve por el predominio de una estructura de poder que instala políticas macroeconómicas de largo plazo impulsando al sector agro-exportador con base en el agronegocio pampeano y sus ramificaciones en el nivel regional. Por peso político el sector agroexportador pasa a ser el núcleo transformador de la economía, manteniendo el sector industrial tradicional, incluyendo la agroindustria, un lugar secundario. Se carece de una política que posibilite a la industria la creación de ventajas competitivas dinámicas sobre la base de mayor sustentabilidad ambiental y la transformación 4.0. La intervención estatal en el sector se reduce al mínimo y se promueve la expansión de la producción primaria, basados en las ventajas comparativas históricas de Argentina y los criterios de eficiencia económica.

Las inversiones en infraestructura quedarán reducidas en el Norte argentino a las que viabilizan los sectores agroexportadores. En igual sentido, la política agroindustrial estimulará la producción granaria y pecuaria asegurando un saldo comercial favorable, sin impulsar la generación de un mayor valor agregado neto exportable. Aunque se observan pequeños núcleos transformadores de biomasa que surgen de sus propias



bases productivas y que crean procesos de desarrollo territorial localizado. No obstante, no existe una concreta legislación nacional que promueva la bioeconomía y los estándares y certificaciones de calidad quedan reducidos a los eslabones primarios. En consecuencia, se mantiene y robustece la institucionalidad que sustenta un mayor peso del sector primario en la economía.

El abordaje de la institucionalidad y las capacidades estatales necesarias para la transformación productiva y social no puede ser encarado sin contextualizar la relación del Estado con la sociedad y su intervención en la economía dentro de la visión de desarrollo dominante. Por esta razón, dentro del modelo agroexportador que sostiene un Estado mediador y la preeminencia de una estrategia agraria, se espera que el sistema de innovación esté focalizado en las ventajas comparativas que sustentan ese ecosistema de producción, con intervenciones sólo complementarias para las potencialidades y actores territoriales que más podrían impulsar el uso potencial de la riqueza biológica regional.

De igual forma, se desarrollará la expansión de la frontera agropecuaria bajo la lógica que vaya asumiendo la evolución del agronegocio pampeano, pudiendo incentivarse la deforestación y conflictos socio-ambientales que a su vez requerirán la incorporación de prácticas agroecológicas que aseguren una mínima sustentabilidad. A la par, el modelo de desarrollo hace previsible el mantenimiento del nivel de concentración y extranjerización asentado en nodos dinámicos de los complejos productivos, con intensificación de las actividades primarias de alto perfil exportador; sumándose también, el sostenimiento de las asimetrías territoriales asentadas en las debilidades de la logística y las comunicaciones.

#### Escenario de Colapso

Debido a la prolongación y expansión de la pandemia, la insuficiencia que asumen los paquetes de ayuda para aliviar y mitigar sus consecuencias económicas y sociales y la ineficacia de la políticas fiscal y monetaria para generar un proceso de reactivación, la economía global entra en un sendero de menor crecimiento que termina en un proceso de estancamiento permanente o trampa de liquidez global. Este proceso significa un mundo de tasas de interés nominales cercanas a cero, deflación y demanda global deprimida, que no responde a los incentivos de la política monetaria. En el mundo de estancamiento permanente, las relaciones entre EE.UU.-China se tensan fuertemente, llevando a frecuentes guerras comerciales y monetarias que exacerban la volatilidad en los mercados internacionales. El bilateralismo se fortalece y China aumenta su presencia en la región latinoamericana con crédito e inversiones en múltiples sectores, entre ellos el sector de la agricultura y la alimentación, que profundiza el proceso de primarización y dependencia de China por parte de la región. Asimismo, no se realizan avances con relación a la agenda ambiental del sector agropecuario y, en particular, la agenda del cambio climático, dado que la pandemia lleva a los países a priorizar el destino de sus recursos para el fortalecimiento de los sistemas de salud, la atención de la población vulnerable y la seguridad alimentaria.

A excepción de períodos esporádicos de picos de precios por disrupciones en los mercados producto de la pandemia o guerras comerciales y de monedas, los precios internacionales y de *commodities* agropecuarios son sustancialmente inferiores a los correspondientes a décadas anteriores, reduciendo los incentivos para invertir en el sector agroindustrial y bioindustrial.

La crisis global y las dificultades propias de la economía argentina en un contexto de prolongación de la pandemia profundizan la crisis social y económica imperante en el país, elevándose fuertemente los niveles de desempleo y pobreza. Esto lleva al Estado Nacional a priorizar políticas para garantizar pisos mínimos de ingresos a la población más vulnerable y la seguridad alimentaria, fundamentalmente en los grandes centros urbanos del país. El tamaño del déficit fiscal producto de esta coyuntura que se extiende en el tiempo y la falta de acceso al crédito a tasas razonables en los mercados internacionales, limita las opciones de política fiscal que puede aplicar el gobierno para diseñar un proceso de reactivación productiva liderado por los complejos agroindustriales. En este contexto de crisis, la política energética basada en combustibles fósiles domina la situación y las energías renovables tienen un rol muy secundario. La región del Norte argentino no es ajena a este nuevo contexto, dado que los ingresos por coparticipación se reducen significativamente producto de la continuidad de la recesión económica y sectores de la economía que son clave para la región, como el turismo, aún están lejos de alcanzar los niveles previos a la aparición de la COVID-19.

Dado que el sector agropecuario y agroalimentario en la pampa húmeda es uno de los sectores más resilientes a la crisis económica global y nacional, la producción primaria y los servicios asociados no sufren caídas significativas, a excepción de eventos climáticos extremos que puedan ocurrir en el período o mediante la elevación de cargas impositivas al sector con el objetivo de reducir el déficit fiscal, que asume valores muy elevados en relación al PBI. No ocurre lo mismo con la producción en el Norte argentino, ya que los incentivos a incorporar nuevas tecnologías son muy bajos y áreas que antes eran rentables dejan de serlo. La caída en la producción del Norte argentino es más pronunciada en los bienes y servicios asociados a los procesos de transformación agroindustrial y bioindustrial. La imposibilidad de diseñar una política energética y agropecuaria integral y coordinada en un contexto de pandemia lleva a un cierre importante de empresas y emprendimientos vinculados a la agroindustria y bioindustria nacional y regional. Este hecho se agrava por la paralización de las inversiones en infraestructura para la producción en el Norte argentino, desconectando aún más los mercados de los centros de producción y distribución y haciendo inviable una gran parte de la producción agroindustrial regional.

En este escenario, los conflictos socio-ambientales se agudizan por la falta de leyes de ordenamiento territorial o el incumplimiento de las mismas. Se dejan de lado prácticas ambientales sostenibles para maximizar la producción agropecuaria en el corto plazo, de modo de generar recursos para una región en una crisis profunda. En el mismo sentido, los sistemas de ciencia y tecnología regionales se descapitalizan, produciéndose una

paulatina sangría en el capital humano de la región. Las innovaciones que utilizan y valorizan recursos con identidad local son circunstanciales y sólo los actores que actúan con la lógica histórica predominante sobreviven y se fortalecen en este contexto, concentrando aún más los recursos y la producción. El Norte argentino se encuentra enmarcado en un círculo vicioso de desarrollo regional anémico, concentrado en manos de actores históricos, donde los ecosistemas de innovación están ausentes o focalizados en esporádicas áreas productivas y donde el sector agropecuario se encuentra aún más primarizado. Se produce una caída importante en el número de pequeños productores y agricultores familiares, haciendo que un número significativo se ubique por debajo de la línea de la pobreza, teniendo que dejar la actividad y migrar si es necesario.

### Escenario de Transformación

La pandemia que azotó al mundo se encuentra bajo control y no aparecen nuevos fenómenos en el horizonte de este escenario que puedan desencadenar un episodio similar al COVID-19. La sociedad, economía y política global sufren cambios tanto de carácter transitorio como permanente y los mercados e instituciones comienzan lentamente a adaptarse y reconfigurarse. La internalización de este escenario puede pensarse recién a partir del año 2025, una vez que se logre cierto grado de normalización en la sociedad y economía a nivel mundial. Si bien la economía global no vuelve a exhibir las tasas de crecimiento de inicios del siglo, se retoma una senda de crecimiento sostenido, impulsado por la dinámica de los países emergentes asiáticos que, en términos relativos, han salido fortalecidos de la pandemia.

La vuelta de Argentina a una senda de crecimiento y equilibrio macroeconómico, se logra por un acuerdo económico-social y político-institucional basado en la convergencia de los sectores productivos sobre una estrategia de industrialización sustentable que promueve las ventajas competitivas dinámicas del país buscando avanzar en la integración entre la producción de base renovable y el desarrollo regional/territorial. Esta estrategia implica un cambio en la lógica y formas de producción de la industria tradicional que integra las tecnologías disruptivas con base en los recursos naturales, buscando sustituir gradualmente y en un período aún indefinido de tiempo los recursos fósiles.

De esta forma, la Argentina pone en marcha un proceso de reconstrucción del tejido productivo e industrialización del país, desalentando la especulación financiera, en un marco de equidad y cohesión social, sustentabilidad ambiental y desarrollo territorial equilibrado, en base a cuatro ejes: una inserción inteligente en el mundo; una ley nacional para catapultar el potencial de los recursos biomásicos en todo el país; un plan de infraestructura nacional que alivia las desigualdades regionales; y, finalmente, un conjunto de políticas científicas y tecnológicas para fortalecer el sistemas nacional y los sistemas regionales de innovación.

La inserción de Argentina en la economía mundial se materializa con sintonía fina; acuerdos comerciales y políticas que incrementan la competitividad de los sectores bioeconómicos con mayor potencial exportable que incluyen a la mediana y pequeña

escala, en el marco de procesos certificados de sustentabilidad ambiental, permite mejorar el saldo de la balanza comercial (con políticas expansivas y no contractivas) y posicionar la marca país de la bioindustria argentina. Un ejemplo, es el potencial de los emprendimientos de cultivos de cannabis para usos medicinales basados en estándares industriales. El posicionamiento de la marca país alivia la histórica restricción externa y promueve un proceso de crecimiento económico sostenido en pos de evitar que Argentina caiga nuevamente en la lógica del *stop and go*.

Se elabora y promulga una ley nacional de bioeconomía promovida por la institucionalidad política regional (en tal caso por la Liga Bioenergética Argentina), que tiene en cuenta los cambios tecnológicos acaecidos en la región en los últimos años, incrementa sustancialmente los porcentajes obligatorios de corte y aumenta el portafolio de productos, tales como el biogás y el biometano. Asimismo, se desarrollan los marcos normativos para bioproductos y biocombustibles sólidos como así también los orientados a la certificación forestal y de biomasa como la promovida por el Programa para la Homologación de Sistemas de Certificación Forestal - PEFC (Cadena de Custodia). Se promueve a su vez, una ley de fomento a la energía térmica derivada de la biomasa, como alternativa para dinamizar al sector de los biocombustibles. Este proceso a nivel nacional podría ser acompañado en algunas provincias con legislaciones locales que generan nuevos mercados y apoyan la conversión de biomasa a nivel local con agregado de valor en origen y desarrollo de nuevas alternativas energéticas.

Este nuevo marco legal ofrece incentivos y previsibilidad para la realización de inversiones de mediano y largo plazo en el sector de la bioeconomía, en sintonía con las experiencias más exitosas a nivel internacional, todo en el marco de una fuerte integración entre la política energética y la política agroindustrial.

Se diseña y pone en ejecución asimismo un plan de infraestructura nacional que permita corregir desequilibrios estructurales y potenciar la capacidad exportable de las diferentes regiones del país. Este plan es uno de los mayores desafíos que enfrenta la materialización de este escenario, especialmente en el Norte argentino, debido al peso de la historia y los sucesivos planes que no han cumplido con las expectativas que acarreaban.

Finalmente, la bioindustrialización como eje del desarrollo territorial requiere una potenciación y cambio de perfil del sistema nacional de innovación que deberá resultar en el surgimiento de nuevas formas, estrategias y coordinación interinstitucional e interdisciplinaria sustentadas por programas de capacitación y formación profesional. Esta agenda tendrá que ser promovida e incentivada a través de específicas medidas de política. Los niveles de inversión en ciencia y tecnología, tendrán que sobrepasar el 1 % del PBI hacia el 2040 y fortalecerse las políticas para una mayor federalización del sistema nacional de CTI. Esta federalización se traduce en un mayor desarrollo y/o adopción de tecnologías propias para el Norte argentino, que promueven en general la industrialización, y en particular, valorizan los recursos genéticos de la región y su biodiversidad, impulsando las bioindustrias y el valor agregado en origen,

complementado por el desarrollo de estándares y certificaciones para una amplia gama de productos y escala. El agregado de valor pasa a estar centrado en la incorporación de conocimiento, información ambiental y demás componentes intangibles. Esos procesos de desarrollo y adopción de tecnologías se ven potenciados por las políticas provinciales de CTI y por una mayor articulación público-pública y público-privada, que permiten explotar el potencial científico y tecnológico de las capacidades instaladas actualmente en la región.

La estrategia de desarrollo económico implementada transforma el perfil productivo del Norte argentino coexistiendo, en la transición, modelos de organización de la bioeconomía que han sido exitosos en la pampa húmeda y son imitados y/o adaptados por actores de la región, con nuevos modelos de organización en el nivel nacional y propios para el Norte argentino. Estos modelos se basan en la profundización del enfoque de las plataformas de biorrefinería focalizado en la pequeña y mediana escala y en los procesos de economía circular que el sistema productivo y científico-tecnológico regional ha ido experimentando y adaptando en la última década facilitando la inserción del sistema cooperativo y PyMES agroindustriales. Esto permite la aparición y consolidación de nuevos actores en la bioeconomía del Norte argentino que desafían progresivamente la preeminencia de las lógicas históricas predominantes. La nueva estrategia de desarrollo económico, apuntalada por la política agro-bioindustrial regional, no está exenta de conflictos. La atracción que genera el Norte argentino estimula las inversiones en múltiples sectores de la economía, incluidos los sectores mineros e inmobiliarios urbanos, pudiendo dar lugar a un nuevo ciclo de conflictos socio-ambientales que requerirán el diseño de políticas de ordenamiento territorial afines a este contexto.

La incorporación de la comercialización de servicios ecosistémicos como la preservación de bosques, el incremento de carbono en suelos, pasan a ser componentes de importancia creciente para las economías locales constituyendo una tendencia virtuosa donde la preservación y recuperación de los recursos naturales brinda una nueva oportunidad de ingresos y desarrollo, contribuyendo a alcanzar la visión de un sector agropecuario neutral en carbono hacia el 2040.

### 5.3.7. Etapa 7: Evaluación de los escenarios en términos de las dimensiones críticas

En el Cuadro 25, se analiza el comportamiento de las dimensiones críticas en cada uno de los escenarios.

**Cuadro 25. Dimensiones críticas y escenarios**

<b>Dimensiones críticas</b>	<b>Continuidad</b>	<b>Nuevos equilibrios I</b>	<b>Nuevos equilibrios II</b>	<b>Colapso</b>	<b>Transformación</b>
Desarrollo regional y territorial equilibrado.	Se mantienen y/o exacerban los desequilibrios regionales y territoriales.	Se magnifican desequilibrios en algunas regiones y en otras se reducen, producto del comienzo de un	Se mantienen y/o exacerban los desequilibrios regionales y territoriales.	Se profundizan y agravan los desequilibrios regionales y territoriales.	Se establecen las bases para el diseño de una política agro-bioindustrial con fuerte articulación al desarrollo territorial.

<b>Dimensiones críticas</b>	<b>Continuidad</b>	<b>Nuevos equilibrios I</b>	<b>Nuevos equilibrios II</b>	<b>Colapso</b>	<b>Transformación</b>
		proceso de desarrollo bioindustrial.			
Desarrollo bioindustrial	Predomina el sector agroexportador y programas de intervención compensatorios para los sectores más débiles.	Focalizado en agroindustrias más concentradas de alto peso histórico en la región.	Predomina el sector agroexportador que actúa con la lógica histórica predominante.	No alcanza a plantearse como estrategia productiva sin lograr inserción en la economía.	Se afianza el modelo industrial. Aumenta la densidad del entramado bioindustrial, coexistiendo modelos de biorrefinerías medianas/ grandes con la consolidación de la pequeña escala.
Diversificación productiva y competitividad de las cadenas de valor	Mejora la competitividad de sectores agroexportadores que adoptan prácticas de certificación ambiental a nivel primario. Menor diversificación productiva.	Se fortalece la competitividad de sectores agroindustriales. Acceso a nuevos potenciales del desarrollo regional. La competitividad de las cadenas de valor tradicionales puede verse comprometida.	Predomina la producción de base granaria, pecuaria y forestal de bajo valor agregado y factor preponderante del saldo comercial.	Pérdida de competitividad regional y menores niveles de diversificación productiva.	Incremento de la diversificación productiva y aumento de la competitividad de las cadenas de valor agro-bioindustrial. Se afianza un nuevo plan nacional de infraestructura y cambio en el perfil del sistema de innovación.
Estado instituyente y fortalecimiento de la institucionalidad	El Estado apunala erráticamente el crecimiento del sector agroexportador y al sector agroindustrial en función de las pugnas permanentes de carácter sectorial e intersectorial.	El Estado es esencial para la definición de una nueva política industrial que capitalice las oportunidades de la convergencia agro-industria y minimice las pugnas intra e intersectoriales.	Estado moderador y regulador de las fallas del mercado sobre la base de un modelo rentístico/financiero.	La crisis de la COVID-19 incrementa el protagonismo del Estado pero en temas vinculados a la asistencia a la población vulnerable, a los sistemas de salud y al empleo.	El Estado es el actor central de la estrategia de desarrollo que impulsa la bioindustrialización, interinstitucionalidad, vinculación público-privada y tecnologías de información y comunicación.
Seguridad alimentaria	La pandemia puede agravar inicialmente los problemas de seguridad alimentaria por incremento en	La pandemia puede agravar inicialmente los problemas de seguridad alimentaria por incremento en los niveles de pobreza.	La pandemia puede agravar inicialmente los problemas de seguridad alimentaria por incremento en los	La caída en los ingresos reales puede generar problemas serios de acceso a los alimentos e importante	Mejora en los niveles de seguridad alimentaria en múltiples dimensiones por efecto de la diversificación

Dimensiones críticas	Continuidad	Nuevos equilibrios I	Nuevos equilibrios II	Colapso	Transformación
	los niveles de pobreza. No se evidencia en el mediano plazo problemas serios de acceso a alimentos. Puede verse afectada la variedad del tipo de alimentos por la expansión de los sectores agroexportadores.	No se evidencia en el mediano plazo problemas serios de acceso a alimentos. Puede verse afectada la variedad del tipo de alimentos por la expansión de los nuevos sectores agroindustriales regionales.	niveles de pobreza. No se evidencia en el mediano plazo problemas serios de acceso a alimentos. Puede verse afectada la variedad del tipo de alimentos por la expansión de los sectores agroexportadores .	incremento en los niveles de inseguridad alimentaria, que requiere un rol muy activo por parte del Estado.	productiva, el mejoramiento del contexto macroeconómico y el crecimiento del empleo.
Inclusión social y trabajo digno	No mejora sustancialmente respecto a la situación actual. Se mantienen brechas significativas entre el trabajo formal e informal.	Incremento del empleo agroindustrial en la región que potencia el sistema educativo regional. Se mantienen brechas significativas entre el trabajo formal e informal.	No mejora sustancialmente respecto a la situación actual. Se mantienen brechas significativas entre el trabajo formal e informal.	Sociedad fragmentada y alarmantes niveles de pobreza alteran sustancialmente las condiciones de inclusión social y generación de puestos de trabajo.	Mejora gradual de las condiciones de vida en la región debido al nuevo contexto macroeconómico, la consolidación del proceso de industrialización y perfil de la bioeconomía regional.

## Bibliografía

- Bishop, P. and Hines, A. (2012). *Teaching about the future*. Editorial AIIA.
- Bocchetto, R., Ghezan, G., Obschatko, E., Corradini, E., Basco, C., Pizarro, J., Ferreyra, C. y Nocetti, J. (2015). *Desarrollo, industrialización y convergencia campo-industria: bases para una estrategia y agenda de política pública*. MAGyP – SAGyP. Buenos Aires.
- Bolsi, A.; Paolasso, P. y Longhi, F. (2005). El norte grande argentino entre el progreso y la pobreza. *Población y sociedad*, 12/13(1), pp. 231-270.
- CEPAL. (2017). *Territorio, infraestructura y economía en la Argentina. Restricciones al comercio de distintos complejos productivos argentinos*.
- Dator, J. (2009). Alternative Futures at Manoa School. *Journal of Futures Studies*, nov, 14(2), 1 – 18.
- Energy Information Administration's - EIA (2019). Annual Energy Outlook.
- Embrapa. (2018). *VISÃO 2030. O Futuro da Agricultura Brasileira*. Brasilia DF, Brazil, 201 p.

- Gallopín, G. (2014). *La metodología de escenarios*. Presentación realizada en el marco del Seminario Prospectiva y Pensamiento Estratégico organizado por el INTA.
- García Delgado, D. y Cao, H. (2015). Desarrollo regional, recursos naturales y organización federal. *Realidad Económica*, 292.
- Gauna, D., Vial, A., Szostak, J., Oviedo, S., Pena Junior, M. y Campos, S. (2019). *El Cono Sur ante una instancia crucial del desarrollo tecnológico mundial: megatendencias, incertidumbres críticas y preguntas claves del futuro del sistema agropecuario y agroalimentario*. Montevideo: IICA.
- German Bioeconomy Council. (2019). *Asia: strong roads to bioeconomy*. Bioeconomy Council Press Release.
- Giobellina B., Murillo, N., y Celiz, Y. comp. (2020). *Aportes para el ordenamiento territorial de Argentina: bases teóricas, herramientas y algunas experiencias modelo*. Programa Nacional de Recursos Naturales, Gestión Ambiental y Ecoregiones. 1a ed revisada. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Giobellina B; N. Murillo; y Celiz, Y. comp. (2020). *Aportes para el ordenamiento territorial de Argentina: estudios de casos y experiencias*. 1a ed revisada. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Godet, M y Durance, P. (2011). *La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios*. Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura. Dunod: UNESCO.
- Gómez Orea, D. (1994). *Ordenación del Territorio. Una aproximación desde el Medio Físico*. Madrid: Agrícola Española.
- Gómez Orea, D. y Gómez Villarino, A. (2013). *Ordenación Territorial*. Madrid: Mundi Prensa.
- Gorenstein S. (org.). (2012). *¿Crecimiento o desarrollo? El ciclo reciente en el norte argentino*. Buenos Aires: Ed. Miño y Davila.
- Hilbert, J. (2018). Diagnóstico del Área Estratégica de Bioenergía. En: MINCyT. *Proyecto Bioeconomía Argentina: construyendo un futuro inteligente y sustentable para el Norte argentino. Primer Informe de Avance*. Buenos Aires. Setiembre.
- Hines, A. (2014). *Fun with Scenario Archetypes*. University of Houston.
- Issa, I., Delbruck, S. and Hamm, U. (2019). Bioeconomy from experts' perspectives - Results of a global expert survey. *PLoS ONE 14 / 5* (2019-05-01).
- Jefatura de Gabinete de Ministros. Unidad Plan Belgrano. (2016). *El desarrollo del Norte Argentino a través del Plan Belgrano*. Cancillería Argentina. Buenos Aires.
- MAGyP. (2012). *Bases para el ordenamiento del territorio rural argentino*. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.
- Massiris Cabeza, Á. (1991). Reflexión sobre una política de ordenación territorial en los países latinoamericanos: el caso de Colombia. *Revista Trimestre Geográfico*, 15, 3-13.
- Massiris Cabeza, Á. (2001). Marco de referencia metodológico. En J. Palacio-Prieto y T. Sánchez (coord.). *Guía conceptual y metodológica para el diagnóstico integrado del sistema territorial*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.



- Massiris Cabeza, Á. (2005). *Fundamentos conceptuales y metodológicos del ordenamiento territorial*. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Massiris Cabeza, Á. (2008). Gestión del Ordenamiento Territorial en América Latina: Desarrollo recientes. Conferencia Magistral dictada en el *IV Seminario Internacional de Ordenamiento Territorial*, Encuentro internacional interdisciplinario. Organizado por el Instituto CIFOT, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo. Noviembre de 2007. Mendoza. Argentina.
- Massiris Cabeza, Á., Espinoza Rico, M. A., Ramírez Castañeda, T., Rincón Avellaneda, P. y Sanabria Artunduaga, T. (2012). *Procesos de ordenamiento en América Latina y Colombia*. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia.
- Mölders, F. (2016). Global Productivity Slowdown and the Role of Technology Adoption in Emerging Markets. In: *EMCompass Note 6*. World Bank Group/International Finance Corporation/Associate Operations Officer/Office of the Chief Economist.
- National Science Board. (2018). *Science Breakthroughs to Advance Food and Agricultural Research by 2030*. Washington, DC: The National Academy Press.
- OECD. (2011). *New Sources of Growth: Capital Intangibles*. Project Note.
- OWD. (2019). *Energy Consumption by Source. Our world in data figures*.
- Papagno, S. (2019a). Capacidades estatales y planificación: el aporte de la prospectiva a los procesos de ordenamiento territorial rural. *4° Congreso de Ciencias Sociales Agrarias de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República*. 7, 8 y 9 de agosto de 2019. Montevideo, Uruguay.
- Papagno, S. y Vitale, J. (2019). La dimensión de futuro en el desarrollo territorial rural frente a los desafíos de la Agenda 2030. En L. M. Cuervo González y M. P. Délano (Eds.). *Planificación multiescalar: ordenamiento, prospectiva territorial y liderazgos públicos*. Volumen III. Serie Seminarios y Conferencias N° 93 (LC/TS.2019/61). Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Paruelo, J. M., Jobbágy, E., Laterra, P., Dieguez, H., García Collazo, M. y Panizza, A. (eds.). (2014). *Ordenamiento territorial rural. Conceptos, métodos y experiencias*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Pascale Medina, C., Papagno, S. y Michel, C. (2014). Ordenamiento Territorial, una alternativa frente al cambio climático. En Argentina. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. *Suelos, producción agropecuaria y cambio climático: avances en la Argentina* (pp. 367-373). Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Patrouilleau, M. M. (2016). Prospectiva, innovación y política. Un análisis desde la experiencia en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina. En L. M. Cuervo (Ed.). *Prospectiva en América Latina y El Caribe. Instituciones, enfoques, ejercicios*. Serie Seminarios y Conferencias de CEPAL, Núm. 86. CEPAL: Santiago de Chile, pp. 119-138.

- Patrouilleau, R. D.; Saavedra, M. Patrouilleau, M. M y Gauna D. (2012). *Escenarios del Sistema Agroalimentario Argentino al 2030*. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Piazzentino, R. y Tourn, L. (2019). *La inclusión digital*. Instituto de Investigaciones Gino Germani. FCS. UBA. Octubre.
- PWC (2017). *The World in 2050. The long view: how will the global economic order change by 2050?*
- Schuff, P., González, L., Moltoni, L., Sánchez, J., Carrapizo, V. y Cladera J. (2017). *La producción y gestión del conocimiento científico y tecnológico en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias: una experiencia prospectiva*. Ediciones INTA.
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Foro Económico Mundial.
- Schwartz, P. (1991). *The art of long view: Planning for the Future in an Uncertain World*. Crown Business.
- Schteingart, D. y Coatz, D. (2015). ¿Qué modelo de desarrollo para la Argentina?. *Boletín Informativo Techint* 349; 8-2015; 49-88.

## **6. Aportes para delinear la estrategia\***

### 6.1. Introducción

Los bosquejos de escenarios elaborados representan en gran medida el conjunto de escenarios posibles y verosímiles para pensar la Bioeconomía del Norte argentino<sup>103</sup>. La utilización de la técnica de arquetipos permite pensar configuraciones esencialmente diferentes de la bioeconomía regional, que lleven a los tomadores de decisiones a plantearse estrategias específicas para cada uno. En este estudio, el escenario de Transformación es un escenario de Visión, asociado al futuro deseable en función del comportamiento de variables claves asociadas al desarrollo sostenible del Norte argentino<sup>104</sup>. Con esta información se podrán identificar los factores que se consideran negativos e incrementar la posibilidad de ocurrencia de los que resultan positivos para alcanzar el futuro deseable. La estrategia consistirá en relevar esos factores y organizarlos en un planteo que guíe hacia el futuro deseado.

---

\* Elaborado por Roberto Bocchetto (INTA) y Diego Gauna (INTA), con la colaboración de Claudia González (INTA), Martín Rearte (INTI), Liliana Molina (INTI), Jorge Hilbert (INTA), Patricia Eisenberg (INTI), Roberto Lecuona (INTA) y Germán Pasetti (INTI).

<sup>103</sup> Como surge del capítulo anterior, esto no significa que se esté mapeando todo el conjunto de los futuros posibles ya que no es factible por definición. Siempre existirán cisnes negros, discontinuidades, eventos imposibles de predecir con la información que hoy se dispone. Por eso es importante remarcar que los escenarios tienen que ser plausibles y verosímiles, para ser útiles a los procesos de planificación estratégica institucional.

<sup>104</sup> Como ya fue explicado, la imposibilidad de llevar a cabo el plan de trabajo como estaba previsto impidió elaborar un futuro deseable que surja de los acuerdos entre los diferentes actores que configuran el futuro de la bioeconomía del Norte argentino, que sería la metodología por excelencia para aplicar en estos casos dado que el futuro deseable es, por construcción, el futuro que los propios actores del sistema sienten como propio.

Dado que en esta primera etapa se parte de simples bosquejos de escenarios sólo se buscará elaborar algunos aportes que faciliten a su tiempo delinear la estrategia para impulsar el desarrollo de la bioeconomía del Norte argentino desde una visión nacional. Con ese propósito, se abordan tres cometidos, primero, obtener algunas lecciones a partir de la construcción de los bosquejos de escenarios que sirvan como señales del orden político-institucional para el diseño de la estrategia; segundo, identificar los elementos estructurales que más condicionan el escenario deseado; y tercero, proceder al relevamiento de los temas tecnológicos que pueden resultar claves para promover el desarrollo de la bioeconomía regional.

## 6.2. Lecciones de índole político-institucional

El Escenario de Continuidad asume la persistencia del largo trayecto pendular experimentado por la economía argentina, imposibilitando construir una política de Estado que asegure la consolidación de una estrategia de transformación productiva que impulse un desarrollo nacional sustentable. Esta discontinuidad de la estrategia política conduce a las crisis de carácter económico-social y político-institucional cada vez más recurrentes. Queda planteado que la persistencia de este proceso de disociación política imposibilita la transformación de la matriz productiva e impide avanzar en el desarrollo social y territorial conduciendo a una imagen de futuro que más se asocia al escenario de colapso.

El Escenario de Nuevos Equilibrios I busca fortalecer las condiciones para transformar la matriz productiva del país a través de una nueva industria basada en recursos renovables. Sin embargo, la etapa de despegue es lenta, consustanciada con una frágil institucionalidad y el peso relativo diferente que tiene en la actualidad la industria de combustibles fósiles en relación a la industria basada en recursos renovables en nuestro país. Deja planteada la necesidad de una política de Estado que promueva la construcción de una robusta gobernanza del proceso de industrialización en base a recursos renovables, de carácter federal, que capitalice las lecciones aprendidas en el desarrollo de la bioeconomía en la Pampa Húmeda en la última década. Este escenario constituye una de las vías posibles para que el sistema ingrese en el sendero que guía hacia el escenario de Transformación.

El Escenario de Nuevos Equilibrios II refleja la explotación de las ventajas comparativas históricas del campo argentino y se caracteriza por potenciar la producción primaria. Si bien este escenario es viable desde el punto de vista técnico-económico, enfrenta fuertes requerimientos referidos a la sustentabilidad ambiental y social, particularmente en la Región Norte, y su capacidad para estimular el desarrollo de la agroindustria y bioindustria es limitada, como lo ha mostrado la experiencia histórica argentina. En el orden político-institucional su vigencia depende de la dinámica que asuma la estructura de poder en el nivel nacional y regional con relación a la política comercial e impositiva hacia el sector, la resiliencia de la economía fósil, los requerimientos del desarrollo productivo y la política macroeconómica.

El Escenario de Colapso representa la extensión de la pandemia más allá del 2021-2022, por ciclos recurrentes de infección, ante la dificultad de obtener en el mediano plazo una vacuna altamente eficaz, segura y disponible para la mayoría de la población. Al empalmar con la crisis económica y social actual en Argentina potencia la parálisis del aparato productivo y la destrucción de los puestos de trabajo. Más aún, esta situación puede verse incentivada por la falta de políticas efectivas en el área de la salud y económico-social y/o el descontrol de la conducta del colectivo social.

El Escenario de Transformación se asocia a la imagen del futuro deseado, con las consideraciones realizadas previamente. La materialización del escenario requiere un proceso de construcción colectiva para diseñar el camino estratégico que posibilite alcanzarlo, implicando por su parte la creación de nuevas instituciones, políticas y esquemas de gobernanza, conjuntamente con el diseño de marcos regulatorios y alternativas de acceso a mercados diferenciados, a partir de una nueva dinámica del desarrollo regional/territorial. Sólo será posible si el país logra consolidar el proceso de convergencia productiva y político-institucional, transformándolo en política de Estado. La importancia del escenario de Transformación no radica en su probabilidad de ocurrencia; más bien, en marcar un camino y una agenda de mediano y largo plazo que incentive la transformación de los sistemas productivos del Norte argentino hacia un desarrollo sostenible.

En definitiva, el país tiene en el largo plazo dos escenarios apuesta: el de colapso “no deseado” o el de transformación “deseado”. Los otros escenarios pueden constituir estaciones intermedias del escenario apuesta según la prevalencia o cambio de determinados factores estructurales: la continuidad del proceso de *stop and go* sustentado por la grieta político-institucional y la convergencia agro e industria en una estrategia de transformación de la matriz productiva basada en la sustitución de la economía fósil por la economía verde en un proceso general de descarbonización de la actividad económica. De esta forma, recorrer el camino hacia el escenario más deseable implicaría, desde el punto de vista de construcción de la estrategia, superar en si la trampa de la continuidad y repensar los modelos institucionales y políticos para la construcción de una estrategia de transformación productiva en el mediano y largo plazo. El mundo post-pandemia ofrece una oportunidad para esta reflexión y para el reposicionamiento del país en la bioeconomía global.

Surge entonces como hipótesis básica de este análisis que el contexto mundial acelera o retrasa el desempeño de la economía y el desarrollo nacional pero el factor determinante del éxito o fracaso del país está en su capacidad de consolidar un proyecto de desarrollo nacional que garantice la seguridad alimentaria, sea inclusivo y federal, promueva la expansión del mercado interno, genere empleo digno y formal y el mayor valor neto exportable, con sustentabilidad ambiental. De esta forma, el futuro de la bioeconomía del Norte argentino no podrá analizarse independientemente del proyecto de país y, en particular, del rol que se asigne al Estado y a las políticas públicas. La experiencia internacional ha demostrado que el desarrollo de las economías basada en los recursos

biomásicas no es espontáneo ni surge del libre mercado y requiere una fuerte apuesta del país al mediano-largo plazo para su construcción y consolidación.

### 6.3. Vectores estructurales

Del intercambio generado en el proceso de consultas, Jornadas Regionales, y debates del equipo de trabajo se logró identificar algunos ejes de carácter estructural que, dentro del marco político-institucional compatible con el escenario deseado, serán determinantes en la construcción de la estrategia.

#### 6.3.1. Componentes del contexto

##### *Aprovechar las potencialidades de la Integración regional*

La riqueza en recursos naturales y biomásica de los países del Cono Sur es una de las principales razones para establecer una mayor articulación y coordinación de esfuerzos tanto en el área tecno-productiva como en el acceso a los mercados internacionales. En el primer caso, compartiendo plataformas que exploren las capacidades y potencialidades en la base biológica de diferentes sectores de la agro-bioindustria regional por su importancia económica, generación de empleo, inversiones e innovación que posibiliten incrementar la competitividad, como también el desarrollo social y territorial. En el segundo caso, la institucionalidad regional es la principal base de sustentación para enfrentar las restricciones al comercio internacional y el mayor proteccionismo que puede ser incentivado por la pandemia de Covid-19. Siendo que la articulación y coordinación regional puede servir también para hacer más eficientes los sistemas sanitarios, logísticos y marcos regulatorios vigentes. La ratificación del Acuerdo Mercosur-Unión Europea firmado en el año 2019 puede constituirse en un eje central para el fortalecimiento de las estrategias de bioeconomía regional, más allá de los desafíos que supone la adaptación de los procesos productivos a los estándares vinculados a trazabilidad, pautas sanitarias y normas de calidad que son requeridos por el acuerdo y sus posibles consecuencias sobre la estructura del sector agropecuario argentino.

##### *Implementar una política económica funcional a la transformación productiva*

Se necesita una política macroeconómica que ensanche la economía y genere políticas diferenciales que aporten a la transformación de la matriz productiva y a un desarrollo regional equilibrado. Dentro de ese cometido, ¿Cómo se financia el desarrollo de la bioeconomía nacional y, en particular, en el Norte del país? Ante la crisis económica y social actual, más la dificultad de endeudamiento externo y la necesidad de cerrar la brecha fiscal, la macroeconomía se verá necesitada en direccionar inversiones en el corto plazo a los tres principales generadores del ingreso neto de divisas: la explotación de combustibles fósiles, la minería y la producción de *commodities* agrícolas. Esto afectará el desarrollo de la bioeconomía en la Región Norte donde se encuentran los grandes yacimientos metalíferos y de litio, pudiendo relegar el enorme potencial del desarrollo

de la bioeconomía<sup>105</sup>. Más aún, cuando el sector petrolero cuestiona toda política que impulse el desarrollo de los biocombustibles que favorecería al equilibrio regional. Esta confrontación de intereses, que tiene base económica y política, también enfrenta insoslayables requerimientos ambientales y deberá ser resuelta en forma funcional a un proyecto de desarrollo nacional sustentable e inclusivo. En ese marco, será necesaria la creación o ampliación de instrumentos existentes con la finalidad de integrar un fondo especial dedicado específicamente al financiamiento del desarrollo bioindustrial en el nivel regional con foco en el Norte argentino, atendiendo los proyectos de industrialización biológica de mayor impacto en la sustentabilidad económica, ambiental y social.

### *Garantizar la gobernanza y voluntad política*

La visión del equipo del proyecto en relación a la bioeconomía se basa en considerar a la misma como un modelo que contribuye a la sostenibilidad económica, ambiental y social, motorizado por la innovación y generación de conocimiento. Su desarrollo es demandante de voluntad política, así como de un sólido compromiso de articulación entre el sector público y privado, en particular, del sistema tecno-productivo. En ese sentido, al ser la bioeconomía una fuerza transformadora requiere un Estado instituyente que asegure el marco de la gobernanza, sea conductor de la institucionalidad y hacedor de las políticas públicas que impulsan un proyecto nacional para la industrialización biológica, la sustentabilidad ambiental, la inclusión y equidad social. Los retos del cambio climático, la vulnerabilidad de algunas regiones, la reducción de la biodiversidad, la seguridad alimentaria, el agotamiento de los recursos naturales y las desigualdades sociales requieren nuevos marcos regulatorios e instituciones con una fuerte coordinación de políticas en el ámbito del desarrollo de regiones, territorios y mercados.

En este sentido, un Estado instituyente asume una forma federal de gobernanza en la intervención estatal donde los estados provinciales, incluyendo las jurisdicciones locales o microrregionales, juegan un rol estratégico en aportar a la cohesión territorial y calidad institucional. La gobernanza implica, además, la generación de consensos sobre el escenario que el país/región/comunidad pretende alcanzar y la estrategia que debería orientar ese cometido. El sentido de gobernanza contribuye también a debilitar la incertidumbre y fortalecer confianza para encarar los proyectos de inversión y la transformación tecno-productiva que implica la industrialización biológica como vértice del desarrollo regional.

Un elemento determinante para la construcción de esta nueva gobernanza y voluntad política es, en el corto plazo, gestar una nueva ley integral de promoción de los biocombustibles que vaya más allá de los instrumentos tradicionales (como los

---

<sup>105</sup> No estamos excluyendo la posibilidad de que ambos procesos sean complementarios y puedan potenciarse, pero esto requeriría una base política e institucional en el Norte argentino que esté a la altura de la complejidad de dicha complementariedad.

porcentajes de corte)<sup>106</sup> y que reasegure la base de sustentación de un modelo de bioeconomía de mayor complejidad y generación de alto valor agregado. En este sentido, en el mediano-largo plazo, este encuadre legal sectorial debería dar lugar a la elaboración y el *enforcement* de una ley nacional que impulse y facilite la sustitución de los recursos fósiles por recursos biológicos, como componente central de la política industrial, ampliando el espectro de la producción renovable, a partir de las potencialidades biológicas de las diferentes regiones del país. Deberá promover los perfiles de estructura productiva (implica acceso a los recursos de producción), organización empresarial y desarrollo científico-tecnológico compatibles con estos propósitos y, a su vez, convalidar los marcos regulatorios e institucionalidad de un modelo de industrialización biológica comprometido con el desarrollo territorial.

#### *Impulsar el ordenamiento territorial y fortalecer la infraestructura básica*

No se puede buscar un desarrollo con inclusión económica y social sin transformar estructuralmente el mapa de organización territorial actual que posibilite reequilibrar las oportunidades de inversión, producción, generación de empleo y niveles de calidad de vida en el ámbito regional. El nuevo umbral de industrialización del país y la convergencia agro-bioindustria tienen que ser planificados desde las dinámicas, potencialidades y necesidades de las regiones y los territorios. El potencial de la bioeconomía está en las regiones. Dentro de este eje ordenador del desarrollo nacional, es necesario priorizar dentro de la política de desarrollo y planificación regional el ordenamiento territorial asociado al monitoreo de los recursos naturales y de los factores de degradación y contaminación ambiental. Los lineamientos del ordenamiento territorial deberán asegurar la integración del territorio, el desarrollo de las economías regionales y la explotación racional y sustentable de sus potencialidades tecno-productivas, contribuyendo a fortalecer la cohesión territorial en su dimensión económica, social y política. En ese marco, es necesario resolver estructuralmente las desigualdades regionales, relacionadas con la inversión pública en infraestructura productiva (logística, conectividad, energía, almacenamiento, riego y drenaje) y social (educación, salud y vivienda). Las necesidades de infraestructura productiva tienen que programarse en función de los obstáculos que se deben remover para alcanzar una dinámica productiva autosustentable e inclusiva. La infraestructura social tenderá a resolver las necesidades básicas y, al mismo tiempo, mejorar la capacidad y calidad del trabajo.

#### *Promover la descarbonización de la economía*

La sociedad va en la búsqueda de sustituir la producción de recursos fósiles por el empleo de recursos renovables. Al inicio de este camino la sustitución fue basada en motivos económicos y a la posibilidad de agotamiento de las fuentes fósiles. En la actualidad las fuentes de carbón y petróleo son abundantes y además de bajo costo, lo cual ha demostrado la resiliencia, competitividad e innovación tecnológica del sector de

---

<sup>106</sup>Al cierre del presente documento, se encuentra con media sanción la extensión de la actual Ley de Biocombustibles hacia el año 2024.

combustibles fósiles<sup>107</sup>. Por tanto, la necesidad de sustitución de fuente fósil por renovable se fundamenta en la protección de la salud del ser humano y del propio planeta. Es ineludible la descarbonización de la actividad económica, buscando al menos un equilibrio de largo plazo asentado en la neutralidad de carbono o huella de carbono cero. De esta forma, el debate sobre la fuente de energía (fósil o renovable) se convierte en el caso-testigo sobre la sustentabilidad de la estrategia de transformación productiva. Esto se debe al alcance y efecto multiplicador que tiene la sustitución fósil por renovable, en particular el desarrollo de los biocombustibles que sustentan la expansión de la bioeconomía hacia procesos que generan mayor valor agregado (productos biobasados, como biopolímeros, glicerina, dióxido de carbono, biofertilizantes, etc.). Esta disputa y su consecuente definición, se convierte en el factor transversal que integra la industria de base biológica con todo el campo de la sustentabilidad ambiental y descarbonización de la economía. Este desafío debe superar el criterio económico para instalarse en el campo de la CTI y de las políticas públicas, tanto a nivel nacional como de los estados provinciales. A la par de lo que está ocurriendo en las principales economías del mundo la Argentina se está planteando ser carbono neutro en un horizonte de mediano plazo. Esto implicará un cambio substancial en las políticas de uso del suelo en todos los territorios, que considere el potencial de captura y secuestro de carbono de las principales actividades agropecuarias, así como los métodos de producción, transformación industrial y transporte de bienes y servicios.

6.3.2. El foco de la estrategia: consolidar la integración de la agro-bioindustria, la innovación y los territorios en el nivel regional

Los desafíos de la sustentabilidad ambiental, la descarbonización de la economía, el disruptivo desarrollo tecnológico y la insostenibilidad de la grieta económico-social y político-institucional que permeó la vida del país imponen la necesidad imperativa de que el cambio estructural permee regiones y territorios con base en una estrategia inter e intrasectorial comprometida con la innovación del proceso de sustitución de las fuentes fósiles por recursos renovables. En el centro de la estrategia se instala la integración de los sectores agropecuario, agroalimentario, agroindustrial y bioindustrial a través de la industrialización biológica en complementación con otros sectores de la industria manufacturera y de servicios, en un marco de innovación tecnológica, organizacional e institucional asociada a la dinamización y federalización del desarrollo regional y territorial<sup>108</sup>.

---

<sup>107</sup> El incorrecto uso de la teoría del *peak-oil* por parte de sus proponentes es un ejemplo de la miopía que reinó al inicio de este debate en la década del '70.

<sup>108</sup> Desde el punto de vista de las fuerzas productivas, este proceso se encuentra en vía de construcción en el nivel nacional por la conjunción de esfuerzos entre el Gobierno nacional y el Consejo Agroindustrial Argentino (CAA), a través de un ante-proyecto de Ley sobre "Reactivación agroindustrial y tecnológica, inclusiva, sustentable y exportadora" que propone crear el "Plan nacional de fomento de la inversión y de las exportaciones agroindustriales alimentarias". Esta iniciativa estaría priorizando en un primer momento la producción de alimentos, el área biotecnológica, la modernización de la maquinaria agrícola y equipos de procesamiento agroindustrial, en respuesta a los urgentes requerimientos económicos y sociales que plantea la crisis que experimentó el país en los últimos años reforzada por la pandemia de COVID-19. No obstante,



La desarticulada trayectoria de la construcción política de la Argentina provocó también altibajos en la estrategia nacional de ciencia, tecnología e innovación (CTI), promoviendo una estructura desequilibrada entre grandes regiones, una débil interinstitucionalidad y ejercicio del trabajo colectivo, como también, la dificultad para compartir visión institucional y campos de estudio e intervención. Estos sesgos fueron acrecentados además por la histórica dificultad en la articulación ministerial y en la vinculación entre el sector público y el sector privado.

Se abre así, la oportunidad para procurar la integración del pensamiento y acción en el ámbito político-institucional del Norte argentino poniendo foco en la innovación tecnológica, organizacional e institucional del Sistema Agro-bioindustrial en convergencia con los cometidos y alcance del desarrollo regional/territorial. Esta convergencia no se concreta sólo por decisión política, sino también es requerida por la necesidad de hacer un uso sustentable de toda la riqueza y potencial biomásico y su anclaje territorial en el norte del país. En consecuencia, la industrialización biológica basada en una bioeconomía circular pasa a ser un componente estratégico del desarrollo regional/territorial. Implica fortalecer las formas institucionales que integren las capacidades públicas y privadas, como también, los procesos de gestión pública, en el marco de la política de desarrollo nacional e industrial.

Tomando como referencia lo expuesto en: “Las políticas de Estado y una nueva institucionalidad” dentro del marco conceptual del Proyecto (cap.II.3), será importante elaborar un Plan de Acción con propuestas específicas de ideas-proyectos y acciones incluyendo, entre otros, aspectos institucionales, políticos, económicos, de mercado, energéticos, regulatorios, logísticos, de infraestructura, sociales y ambientales que posibilite generar las condiciones iniciales necesarias para que el Norte argentino impulse y consolide el desarrollo regional/territorial con base en la industrialización biológica, bajo criterios de sostenibilidad económica, social y ambiental.

#### 6.4. Hacia una Agenda de I+D+i

Atento a la experiencia generada por el proyecto existe un alto potencial de mejora en las etapas más básicas del sistema agro-bioindustrial dado que del lado de los actores se percibe como crítico discutir los modos de optimizar la situación actual con la tecnología disponible, antes que pensar en tecnologías disruptivas. El problema radica principalmente en la falta de acceso a las tecnologías maduras por cuestiones de política-institucional, económicas (el costo del flete y la energía), culturales (la resistencia a modificar la estructura de producción), la ausencia de políticas de financiamiento de mediano y largo plazo (claves para los procesos biológicos) y las imperfectas políticas de articulación entre los actores que forman parte del entramado agro-bioindustrial de la región. Los actores del territorio enfatizan la importancia de evaluar tanto las tecnologías

---

constituiría la primera etapa que pondría en marcha el camino de una transformación agro-bioindustrial de mayor alcance. Al mismo tiempo, la consolidación de este desafío daría lugar a ampliar la convocatoria a todos los segmentos de la sociedad que compartan la responsabilidad y la decisión estratégica de impulsar la industrialización biológica con base en el desarrollo regional y territorial.

“duras” como las tecnologías “blandas”, principalmente las relacionadas a la gestión que articulen soluciones en el nivel productivo, del mercado o del ámbito político-institucional.

Se percibe también una brecha importante en la percepción de los productores de diferente tamaño. Mientras que las grandes empresas compran en una gran medida la tecnología de punta en el exterior, los actores del territorio demandan soluciones locales, que tengan en cuenta la realidad de la agricultura a nivel regional, sea el acceso a recursos básicos (tierra, capital, crédito, etc.), tecnologías adaptadas a la agricultura familiar, estímulo a procesos asociativos, promoción de certificaciones para pequeños y medianos productores, como también, biorrefinerías de pequeña escala que den acceso a productos de mayor transformación.

De esta forma, se pone aún más de manifiesto en la industrialización biológica la importancia del sector pyme de baja escala por su potencial en promover la transformación productiva con alta valoración tanto de la calidad como de materias primas específicas. Se está transitando hacia una agenda de I+D+i integrada por nuevos procesos y productos en función de la escala. Productos diferentes con materia prima diferente abren oportunidades de exportación. En consecuencia, se posiciona el pequeño y mediano productor agropecuario/agroindustrial como inversionista, experimentador y gestor que avanza transversalmente en los procesos de transformación de la biomasa. Es el nuevo productor bioindustrial que integra el campo con la industria. El desarrollo e innovación de procesos de producción de menor escala, están generando sistemas circulares que pueden llegar a ser más eficientes y sustentables que los procesos de mayor escala.

No obstante, las consultas e intercambios generados en las diferentes instancias de ejecución del proyecto, en particular, en las entrevistas y las Jornadas Regionales dejaron planteadas áreas de trabajo, tecnologías críticas, necesidad de estudios e ideas-proyecto para solucionar problemas existentes y también para anticiparse a demandas futuras del desarrollo de la bioeconomía en la región. Con este marco de referencia los responsables de las Áreas Estratégicas del proyecto efectuaron un relevamiento de demandas y requerimientos que perciben en sus respectivos campos de trabajo y que pueden servir para ir pensando estudios, áreas-problema e ideas-proyecto de la Agenda de I+D+i que a futuro deberá integrar un Plan de Acción para el desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino.

### Alimentos y bebidas

- *“Adopción y adaptación de nuevas tecnologías para el aseguramiento de la inocuidad y extensión de la vida útil de los alimentos”.*  
Las tecnologías noveles y avanzadas son la herramienta actual para asegurar inocuidad y extender la vida útil de los alimentos. Argentina necesita actualizarse y posicionarse al mismo nivel que los países importadores para poder incrementar la exportación de productos de valor.
- *“Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la obtención de compuestos alimentarios de alto valor”.*

Los residuos tanto agrícolas como industriales generan un importante impacto ambiental. Una manera de reducir ese impacto es aprovechar ciertos componentes activos que poseen en su estructura, aplicando modernas tecnologías de extracción y aislamiento para utilizarlos en la industria alimentaria.

- *“Desarrollo y adaptación de herramientas tecnológicas para la trazabilidad de los alimentos”.*

La importancia de la trazabilidad de los alimentos no solo radica en conocer su origen y el proceso de manufactura al cual fue sometido, sino también evitar fraudes en la comercialización. Por esta razón, es importante conocer y aplicar nuevas herramientas tecnológicas en la producción de alimentos.

### Biomasa

- *“Tecnologías para cuantificación, caracterización, estabilización y aprovechamiento en bioproductos de alto valor agregado para efluentes derivados de la producción de biocombustibles, la agroindustria y la industria pecuaria en general - NOA”.*

Existen diversas biomasa derivadas de la agroindustria (no del todo cuantificadas y reconocidas) que no están contempladas en diversos agronegocios, como la vinaza o los efluentes cítricos que significan tanto un pasivo ambiental como una limitante tecnológica para el desarrollo en la expansión de biocombustibles sólidos.

- *“Mejoramiento de especies de biomasa herbácea y forestal para la producción de biocombustibles y biomateriales de segunda generación - NOA y NEA”.*

Posibilita la diversificación del monocultivo en la producción primaria y sirve para valorizar territorios en los que no se pueden cultivar productos alimenticios de primera calidad. Se está trabajando en la caña transgénica para ampliar la superficie sembrada y se relevan las empresas que producen biomasa como servicios de remediación de suelos basados en especies forestales de rápido crecimiento o en gramíneas como el *“arundo donax”* o las variaciones de *“Bambusoideae”*.

- *Desarrollo de un sello de balance verde para la producción de biomasa versus consumo de combustibles fósiles - NOA y NEA”.*

Para aumentar la producción tanto industrial como de producciones complementarias, tal el caso de las pymes metalúrgicas u otros rubros, es absolutamente necesario la neutralidad de carbón regional. No a través de bonos de carbono en otra parte del mundo sino donde se genera el impacto ambiental. Se debería promover la creación de empresas que generen el contra-recurso para mitigar el impacto de la industria o el sector comercial.

### Biorrefinería

- *“Aplicación de tecnologías agro-industriales”.*

En general, se refiere a tecnologías agropecuarias e industriales ya conocidas y estudiadas y tal vez aplicadas pero que requieren mayor estandarización y mejora de costos o tecnologías asociadas al cambio de escala a nivel industrial para generar mayor eficiencia en los procesos.

- *Aplicación de biotecnología.*

De todas las tecnologías que se requieren para extraer productos y materiales valiosos la menos desarrollada es la biotecnología. Se necesita tener más especialistas en esta materia aplicada a todas las biomásas y orientadas a los procesos biotecnológicos más que orientada hacia un mercado u otro.

- *“Modelización y data science”.*

Esta tecnología es fundamental para el estudio, profundización y escalado de los procesos de biorrefinería. Para que tenga sentido la bioeconomía en la Región Norte es necesario ser competitivos y para ello se necesita generar macrodatos y modelización para ahorrar tiempo de laboratorio en el escalado.

#### Bioenergía

- *“Estudio y desarrollo de tecnologías relacionadas con el uso de residuos agrícolas y agroindustriales con fines energéticos tomando como base los cultivos más desarrollados”.*

Complementariamente se podrán realizar estudios que permitan afianzar cultivos protectores energéticos que logren incrementar la disponibilidad de biomasa y al mismo tiempo mejorar las condiciones de suelo y de biodiversidad.

- *“Estudios y desarrollo de evaluaciones ambientales de alternativas bioenergéticas como agregado de valor intangible a todas las producciones de origen biomásico - NOA y NEA”.*

Se buscará valorizar la captura de carbono buscando la neutralidad o alternativas de carbono negativo. Se podrán estudiar las alternativas de valorización de la reducción de emisiones en los nuevos mercados emergentes.

- *“Estudios y desarrollo de tecnologías complementarias de biorrefinerías que permitan su auto abastecimiento y exportación de energía”.*

Los desarrollos estarán enfocados a lograr economías circulares virtuosas con el máximo de agregado de valor en origen minimizando los fletes de materias primas sin procesar.

#### Bioproductos

- *“Estrategias tecnológicas para el desarrollo de bioplásticos biobasados”.*

Se obtienen a partir de la valorización de residuos de la industria de alimentos (cascaras de cítricos, suero de la industria láctea, biomasa poscosecha). Estos residuos pueden ser tratados para utilizarse como insumos en procesos biotecnológicos para la obtención de moléculas biobasadas, que por posterior procesamiento dan lugar a bioplásticos o para obtener polihidroxialcanoatos (PHA), que son acumulados por una variedad de microorganismos y por posterior extracción, se obtiene el polímero.

- *“Producción de monómeros renovables”.*

Se obtienen a partir de cultivos ricos en azúcar o almidón como el maíz, mandioca, papa, caña de azúcar, fuentes de biomasa no alimentarias como las lignocelulósicas.

- *“Desarrollo de tecnologías y bioprocesos para la producción de biolubricantes”.*  
Aprovechamiento de la capacidad instalada (*know how*, infraestructura, etc) y la masa crítica de la región para el desarrollo de tecnologías para la producción de biolubricantes a base de aceites vegetales, ésteres de cera y carbohidratos, aceites de colza, soja y girasol.

#### Bioinsumos

- *“Desarrollo de formulaciones de biofertilizantes de liberación lenta”.*  
Se desarrollan biofertilizantes a base de microorganismos benéficos bajo formulaciones líquidas y/o sólidas que permita liberarse lentamente para su mejor aprovechamiento por el vegetal.
- *“I+D de consorcios microbianos para zonas áridas y semiáridas”.*  
Se analiza funcionalidad de distintos microorganismos benéficos presentes en los suelos y sus interacciones para generar consorcios microbianos aptos para zonas bajo condiciones ambientales extremas, como las áridas y semiáridas y así favorecer el crecimiento vegetal y mejorar la sanidad de los cultivos.
- *“Desarrollo de biofungicidas y bioinsecticidas fúngicos eficientes y económicos”.*  
Se estudian distintas cepas nativas de hongos benéficos con propiedades fungicidas e insecticidas que sean efectivas sobre organismos perjudiciales de importancia agronómica y puedan ser producidas mediante bioprocesos económicos que garanticen su eficiencia a nivel de campo.

## ANEXO

### Anexo 1. El Proyecto<sup>109</sup>

#### Fundamentos

El Proyecto “Bioeconomía argentina: Construyendo un futuro inteligente y sustentable para el Norte argentino 2030” está consustanciado con la complejidad tecno-productiva, económica, social, ambiental y político-institucional del Norte Grande del país. Se inscribe en la construcción y apropiación social del futuro para que la innovación y la industrialización biológica sean instrumentos del desarrollo regional y territorial. Busca aportar a la transformación de la matriz productiva con mayor valor agregado, expandiendo el uso sustentable de la riqueza biológica y creando ventajas competitivas dinámicas en el ámbito espacial mediante la integración de las potencialidades regionales. Debería contribuir a su vez, a resolver las asimetrías regionales económicas, sociales e institucionales que prevalecen en el desarrollo nacional apuntalando el mejoramiento de las condiciones básicas en la calidad de vida y distribución del ingreso. Tendría que ser instrumento de un Estado instituyente y de políticas públicas para el cambio estructural.

#### Ideas-fuerza

- Encuadrar el estudio de la bioeconomía como instrumento de un proyecto de desarrollo regional y nacional con cohesión social y territorial.
- Asegurar la interacción de los factores económicos, sociales, ambientales y político-institucionales convergiendo en los territorios con dinámica presente y visión futura.
- Prestar atención a los condicionantes estructurales que inhiben el desarrollo de la bioeconomía regional.
- Interpelar la estrategia actual de avance sobre la frontera agrícola del Norte argentino para impulsar una bioeconomía que utilice sustentablemente todo el potencial de la base biológica regional.
- Avanzar en la diversificación e integración vertical y transversal de la cadena de producción y transformación biológica de biomasa, bioenergía, alimentos y biomateriales.
- Promover una base de sustentación en el campo científico-tecnológico que potencialice cualquier emprendimiento futuro dirigido a la industrialización biológica del Norte argentino.

#### Propósitos

- Alcanzar el mayor potencial tecno-productivo sustentable de la región, en el marco de un ordenamiento territorial.
- Obtener una mayor densidad tecnológica, perfil innovador y valor agregado en las diferentes redes y ramas productivas.

---

<sup>109</sup> Referencia básica: MINCyT (2018). *Estudio de Consultoría: “Bioeconomía Argentina: construyendo un futuro inteligente y sustentable para el Norte argentino”*. Plan de Trabajo Definitivo. Buenos Aires.

- Identificar las limitantes tecnológicas e institucionales de la innovación y transformación bioindustrial.
- Mejorar el ingreso, el empleo, la calidad de vida de los territorios e inserción de las PyMES agroindustriales y rurales.
- Fortalecer la capacidad de formulación, gestión e implementación de planes de acción y políticas públicas.

### Objetivos

#### *General*

Identificar las posibles áreas de intervención del gobierno nacional y territorial en el ámbito de la ciencia, tecnología e innovación, considerando los impactos de las áreas estratégicas de la bioeconomía a nivel regional y territorial, en el presente y en los posibles escenarios futuros hacia el año 2030.

#### *Específicos*

- Realizar un *benchmarking* acerca de las tendencias mundiales y de la región, así como un análisis de las políticas públicas para favorecer el desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino.
- Realizar un *diagnóstico* sobre la situación de la bioeconomía regional, tomando en consideración los aspectos tecno-productivos, económicos, sociales, ambientales y político-institucionales importantes para su desarrollo; relevando al mismo tiempo el mapa de actores y organización productiva.
- Elaborar un *estudio prospectivo*, aplicando la metodología de escenarios, tecnologías críticas y *backcasting*, que permita definir las tendencias y los escenarios futuros de la bioeconomía en el Norte argentino hacia el año 2030, considerando la trayectoria tecno-productiva y sus implicancias en el desarrollo socioeconómico de las regiones del NEA y NOA.
- Proponer una *Agenda de I+D+i* para el desarrollo de la bioeconomía regional, incluyendo factores tecnológicos y no tecnológicos, así como lineamientos y sugerencias de políticas a implementar para alcanzar los objetivos identificados al 2030.
- Proponer un *Plan de Acción*, especificando, objetivos, metas, estrategias y acciones concretas a realizar a nivel nacional y en los territorios NOA y NEA, estableciendo los requerimientos de recursos y responsabilidades por parte de los actores de este nuevo sistema.

### Principales desafíos

- Cambiar la visión en la organización y gestión del proceso socio-tecno-productivo.
- Reemplazar la economía lineal por una economía circular.
- Aportar a la sustentabilidad del ciclo de vida de productos, servicios y organizaciones.
- Ampliar la visión y misión del territorio.
- Integrar la industrialización biológica y el desarrollo territorial con acceso a los mercados.

## Objeto y foco de estudio

### *Objeto*

La bioeconomía, está basada en el consumo y la producción de bienes y servicios derivados del uso directo y la transformación sostenible de recursos biológicos renovables y desechos biomásicos que se generan en los procesos de transformación, producción y consumo de la sociedad. En este ámbito, las cadenas agropecuarias y agroindustriales tradicionales se acoplan a las biorrefinerías de pequeña y gran escala para integrar procesos de conversión de la biomasa o fraccionamiento de otras materias primas para producir alimentos, energía, biomateriales y productos químicos de valor agregado. Se generan nuevas rutas de procesamiento, tendiendo a la reducción de residuos/desperdicios en la búsqueda de una economía circular.

La bioeconomía debe ser pensada como una estrategia de bioindustrialización. Es un componente central de la política de industrialización del país enmarcada en un proyecto de desarrollo nacional y regional con cohesión social y territorial. Aporta valor agregado a las actividades productivas de la región de manera sustentable, prestando atención a los condicionantes estructurales que inhiben el desarrollo del Norte argentino en interacción con los factores económicos, sociales, ambientales y político-institucionales.

El proyecto circunscribe su objeto de estudio a la bioeconomía del Norte argentino que comprende las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán, Santiago del Estero, Catamarca y La Rioja, (Región Noroeste – NOA) y, Corrientes, Chaco, Formosa y Misiones (Región Noreste – NEA).

### *Foco*

El foco es puesto en el potencial de la base biológica y las capacidades de investigación, desarrollo e innovación vinculadas a la bioeconomía, capaces de impulsar el desarrollo del Norte argentino. La atención se centra en los sistemas de producción sustentable de alimentos y bebidas, biomasa, y desarrollo de biorrefinerías de pequeña o gran escala para la producción de bioenergía y bioproductos, como también, la utilización de bioinsumos, en el contexto económico, social, ambiental y político-institucional de la región. Se propone la industrialización biológica como instrumento del desarrollo regional y territorial (en entornos territoriales concretos).

## Planteo operativo

Para alcanzar los objetivos específicos, el proyecto propuso la ejecución de dos etapas:

- Etapa 1:
  - *Benchmarking*.
  - Diagnóstico prospectivo.
  - Mapa de actores y organización productiva.
  - Tecnologías críticas.
  - Escenarios exploratorios.

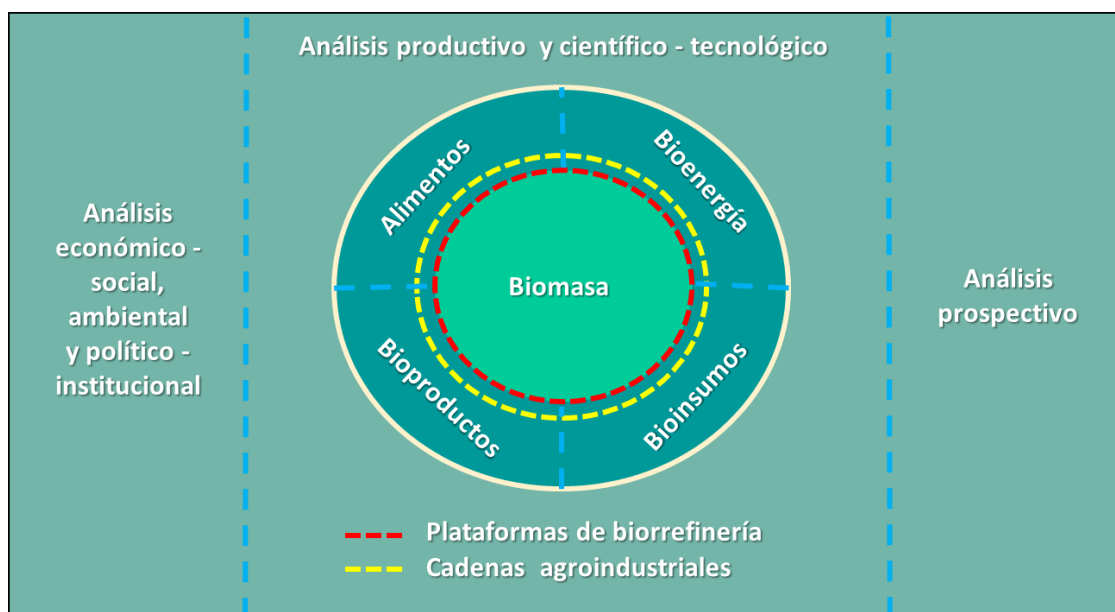


- Etapa 2:
  - Imagen del futuro deseable y trayectorias posibles.
  - Agenda de I+D+i.
  - Plan de Acción.

Respondiendo al objeto y foco de estudio el proyecto plantea e integra diversas Áreas Estratégicas (AEs). Dos de carácter transversal: análisis prospectivo; y análisis económico-social, ambiental y político-institucional y seis áreas en el nivel técnico-productivo y científico-tecnológico: alimentos y bebidas, biomasa, biorrefinerías, bioenergía, bioproductos, y bioinsumos.

Las dos áreas transversales conjuntamente con las que integran el núcleo tecno-productivo del proceso de producción y transformación bioindustrial (alimentos y bebidas, biomasa, biorrefinerías, bioenergía, bioproductos, y bioinsumos) consolidan el campo de estudio e intervención del proyecto. De esta forma, como lo explica la Figura 30, el proyecto busca avanzar en la complejización de la matriz productiva poniendo foco en la industrialización biológica que implica progresar en la transformación de la cadena de valor de la bioeconomía desde las cadenas agroindustriales tradicionales vinculándolas en forma integrada y sostenible al uso de diferentes tipos de biomasa a través de las plataformas de biorrefinería (de gran o pequeña escala).

**Figura 30. Campo de estudio e intervención del proyecto.**



El análisis prospectivo articula e integra todas las fases del estudio: *benchmarking*, diagnóstico, construcción de escenarios, agenda de I+D+i y plan de acción. Con esta finalidad, se amplía el enfoque y las herramientas de la prospectiva exploratoria con la construcción de la imagen del futuro deseable incorporando el análisis de diferentes estrategias para alcanzarlo. Esta fase del análisis permite asegurar la continuidad y coherencia conceptual/operativa del proceso de planificación.

El análisis económico-social, ambiental y político-institucional interpela la consistencia de las posibles estrategias con el impacto del desarrollo de la bioeconomía en el Norte argentino dentro del contexto nacional e internacional.

Por su parte, el análisis productivo y científico-tecnológico busca articular las cadenas de producción agroindustrial con las plataformas de biorrefinería que dan lugar al proceso de conversión de la biomasa en productos de mayor valor agregado dentro de la economía circular, buscando esencialmente promover un desarrollo territorial sustentable.

En el análisis de las AEs tecno-productivas pueden predominar las diferentes formas de organización de la producción, en particular, las cadenas de valor como ejes de la agroindustria o la biorrefinería como soporte de la nueva bioeconomía. No obstante, esta heterogeneidad constituye una base sustancial para facilitar la convergencia entre la bioeconomía, la economía circular y el desarrollo territorial.

El proyecto busca una mayor territorialización del estudio promoviendo la amplia participación de los agentes y actores de la región dada la magnitud del cambio que implica promover y avanzar en la implementación de la industrialización biológica. Por un lado, se focaliza geográficamente la consulta en el NEA y el NOA ante el predominio de dos grandes agroecosistemas, con cierto ejercicio subregional propio, sin desdibujar el todo regional. Por el otro, se utiliza con el mayor alcance posible la estructura comunicacional y operativa de las instituciones ejecutoras del proyecto para permear la realidad económica, social, ambiental y político-institucional del Norte argentino.

## Anexo 2. Estimación de la producción de biomasa en la Región Norte

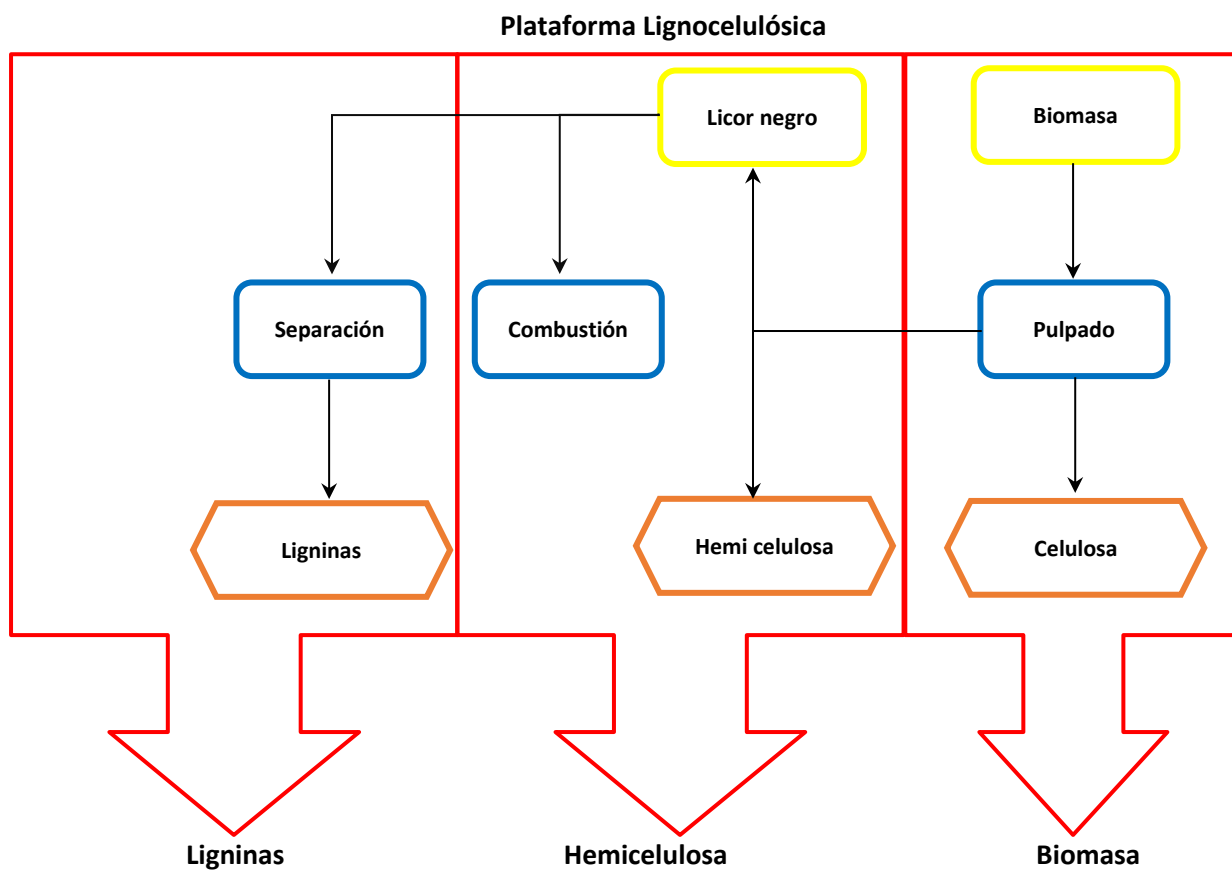
Provincia	Cultivo/biomasa	Producción (toneladas)
Corrientes	Algodón	1.350
Corrientes	Maíz	34.020
Corrientes	Soja	40.000
Corrientes	Sorgo	7.500
Corrientes	Citrus	600.000
Corrientes	Tabaco	30.883
Corrientes	Poda Frutales	662
Corrientes	Desmote Algodón	5.856
Corrientes	Residuo Aserradero	16.702
Corrientes	Cascara de Arroz	29.046
Corrientes	Paja de Arroz	173.624
Corrientes	Arroz	1.178.078
Chaco	Algodón	136.245
Chaco	Arroz	55.300
Chaco	Girasol	709.827
Chaco	Maíz	1.999.884
Chaco	Soja	1.414.659
Chaco	Sorgo	164.087
Chaco	Paja de Arroz	10.765
Chaco	Desmote de Algodón	34.736
Chaco	Residuo de Aserradero	16.702
Chaco	Girasol	54.743
Chaco	Poda Frutales	403
Chaco	Trigo	215.817
Formosa	Algodón	6.450
Formosa	Maíz	153.000
Formosa	Soja	45.125
Formosa	Sorgo	66.000
Formosa	Desmote de Algodón	2.172
Formosa	Residuo de Aserradero	12.759
Formosa	Arroz	69.800

<b>Provincia</b>	<b>Cultivo/biomasa</b>	<b>Producción (toneladas)</b>
Formosa	Citrus	19.000
Formosa	Poda Frutales	17
Formosa	Girasol	27.000
Misiones	Maíz	64.293
Misiones	Citrus	48.700
Misiones	Tabaco	37.371
Misiones	Poda Frutales	1.077
Misiones	Paja de Arroz	769
Misiones	Residuo de Aserradero	840.935
Misiones	Cascara de Arroz	2.648
Misiones	Bagazo	2.736
Misiones	Soja	4.625
Catamarca	Maíz	50.050
Catamarca	Poroto seco	2.000
Catamarca	Soja	73.227
Catamarca	Sorgo	840
Catamarca	Poda VID	9.315
Catamarca	Poda Olivo	91.742
Catamarca	Poda Frutales	28.025
Catamarca	Trigo	75.542
Jujuy	Maíz	15.012
Jujuy	Maní	588
Jujuy	Poroto seco	3.758
Jujuy	Soja	12.018
Jujuy	Caña de Azúcar	495.100
Jujuy	Citrus	171.000
Jujuy	Poda VID	206
Jujuy	Poda Frutales	4.533
Jujuy	Tabaco	44.504
Jujuy	Desmote de Algodón	159
Jujuy	Residuo de Aserradero	7.527
Jujuy	RAC de Caña	161.640
Jujuy	Bagazo	85.285
Jujuy	Trigo	10.401

<b>Provincia</b>	<b>Cultivo/biomasa</b>	<b>Producción (toneladas)</b>
Salta	Algodón	23.982
Salta	Maíz	2.282.610
Salta	Maní	2.500
Salta	Poroto seco	275.912
Salta	Soja	1.114.335
Salta	Cártamo	45.173
Salta	Citrus	413.000
Salta	Tabaco	30.883
Salta	Caña de Azúcar	246.083
Salta	Poda Frutales	3.243
Salta	Residuo de Aserradero	55.021
Salta	RAC de Caña	52.609
Salta	Bagazo	135.089
Salta	Desmote de Algodón	2.738
Salta	Poda VID	5.093
Salta	Trigo	212.747
Santiago del Estero	Algodón	330.448
Santiago del Estero	Maíz	4.483.905
Santiago del Estero	Poroto seco	95.200
Santiago del Estero	Soja	3.159.862
Santiago del Estero	Sorgo	304.490
Santiago del Estero	Trigo	1.660.179
Santiago del Estero	Cebada cervecera	10.569
Santiago del Estero	Poda Frutales	310
Santiago del Estero	RAC de Caña	4.500
Santiago del Estero	Residuo de Aserradero	11.742
Santiago del Estero	Poda VID	50
Santiago del Estero	Girasol	119.000
Tucumán	Maíz	329.991
Tucumán	Poroto seco	17.558
Tucumán	Soja	491.374
Tucumán	Sorgo	10.650
Tucumán	Avena	4.388
Tucumán	Trigo	263.196

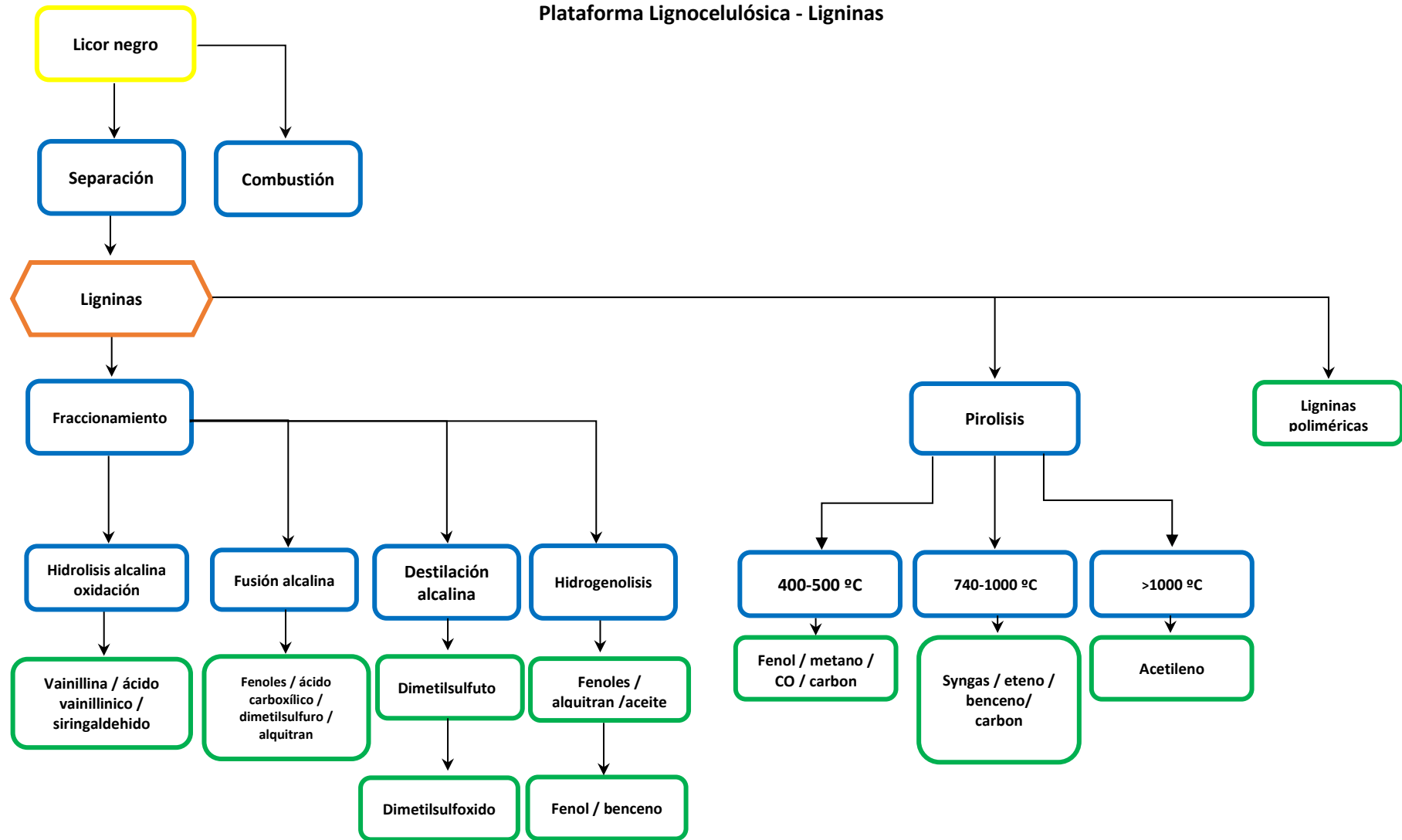
<b>Provincia</b>	<b>Cultivo/biomasa</b>	<b>Producción (toneladas)</b>
Tucumán	Trigo candeal	18.758
Tucumán	Citrus	698.800
Tucumán	Tabaco	6.247
Tucumán	RAC de Caña	697.359
Tucumán	Bagazo	881.011
Tucumán	Residuo de Aserradero	10.973
Tucumán	Poda VID	124
Tucumán	Poda Frutales	2.435
Tucumán	Caña de Azúcar	1.354.000
La Rioja	Poda VID	21.846
La Rioja	Poda Olivo	98.331
La Rioja	Poda Frutales	22.845
La Rioja	Orujo de Olivo	48.193

### Anexo 3. Plataformas de biorrefinería



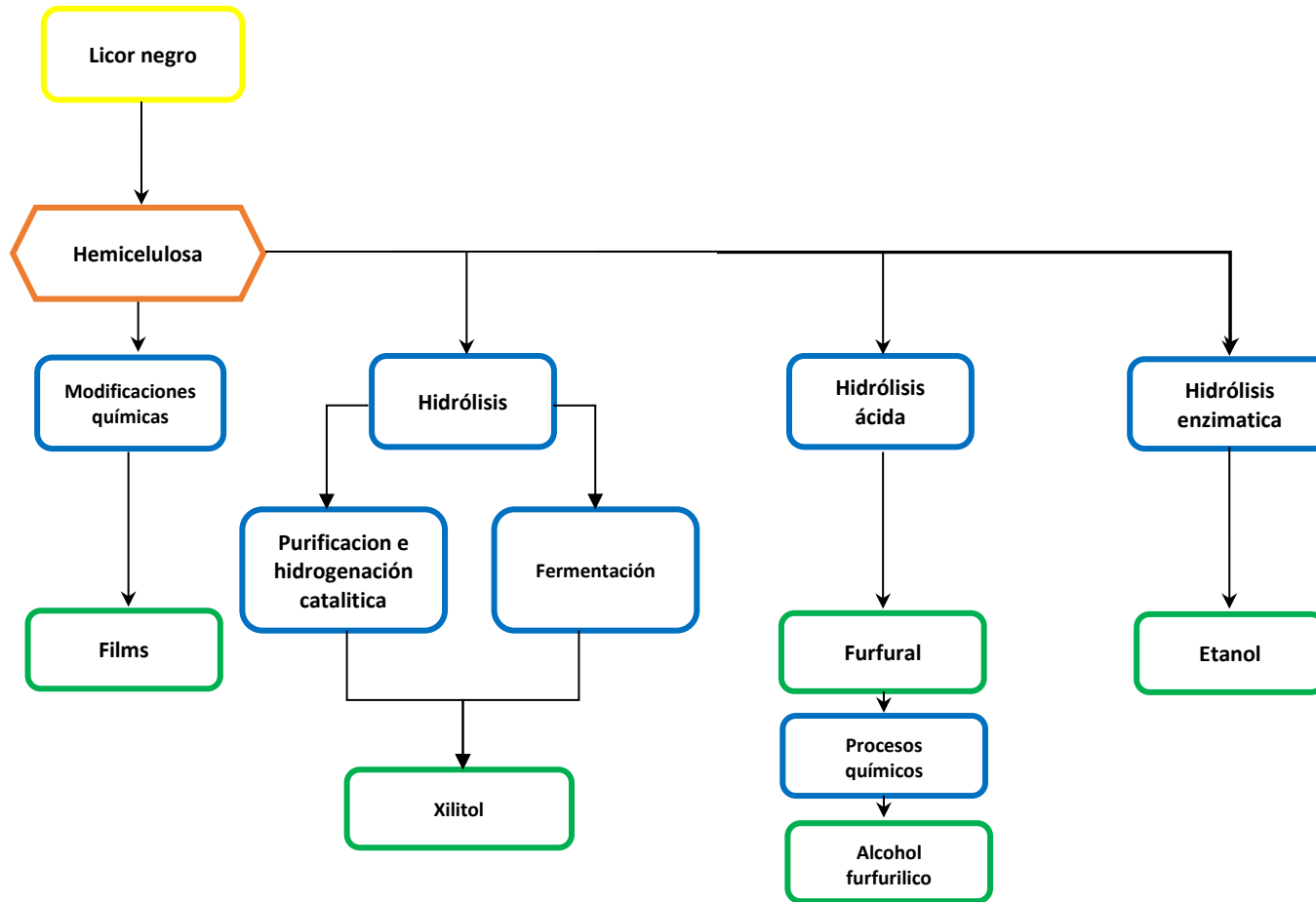
*Continúa en las páginas siguientes*

## Plataforma Lignocelulósica - Ligninas

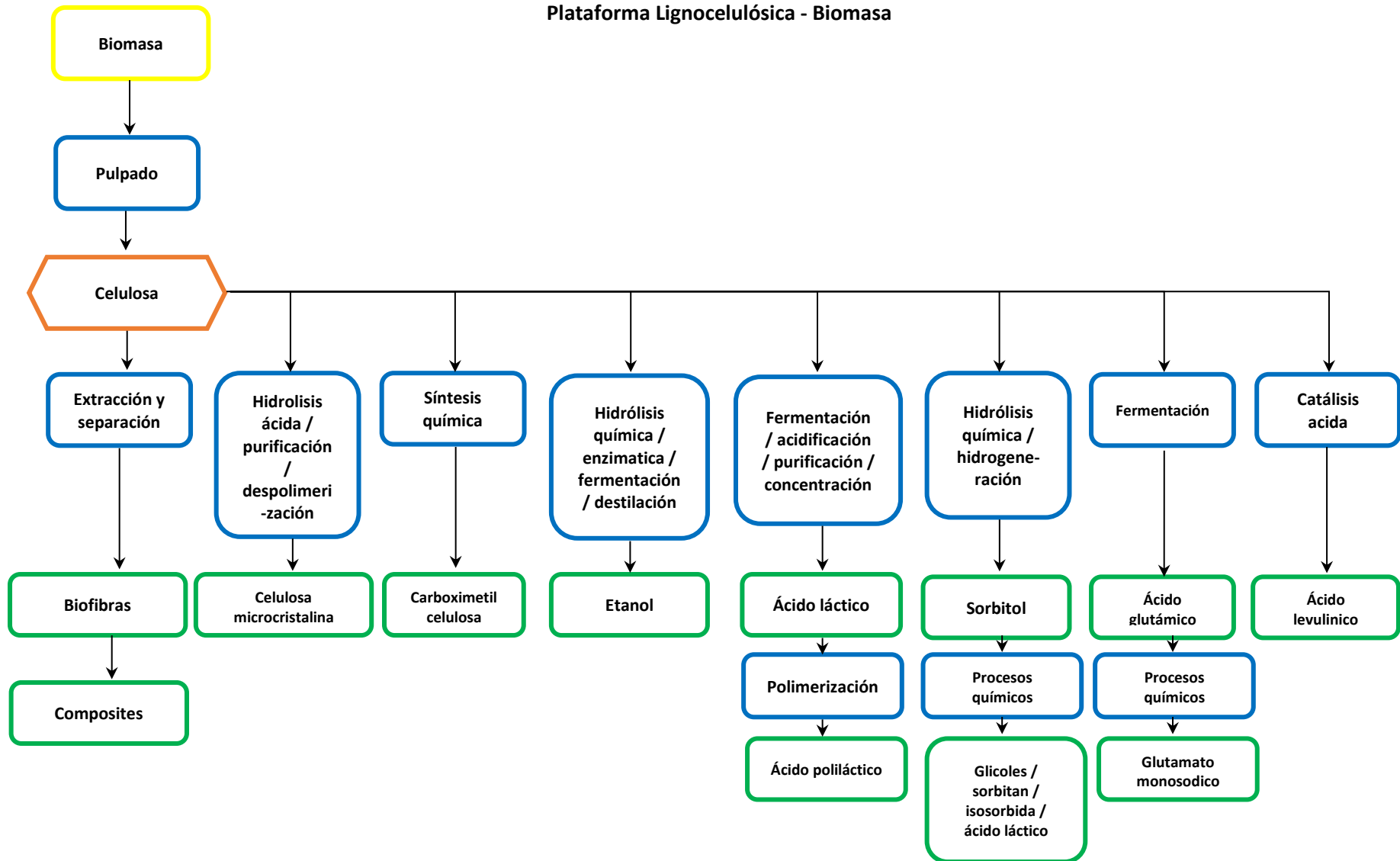




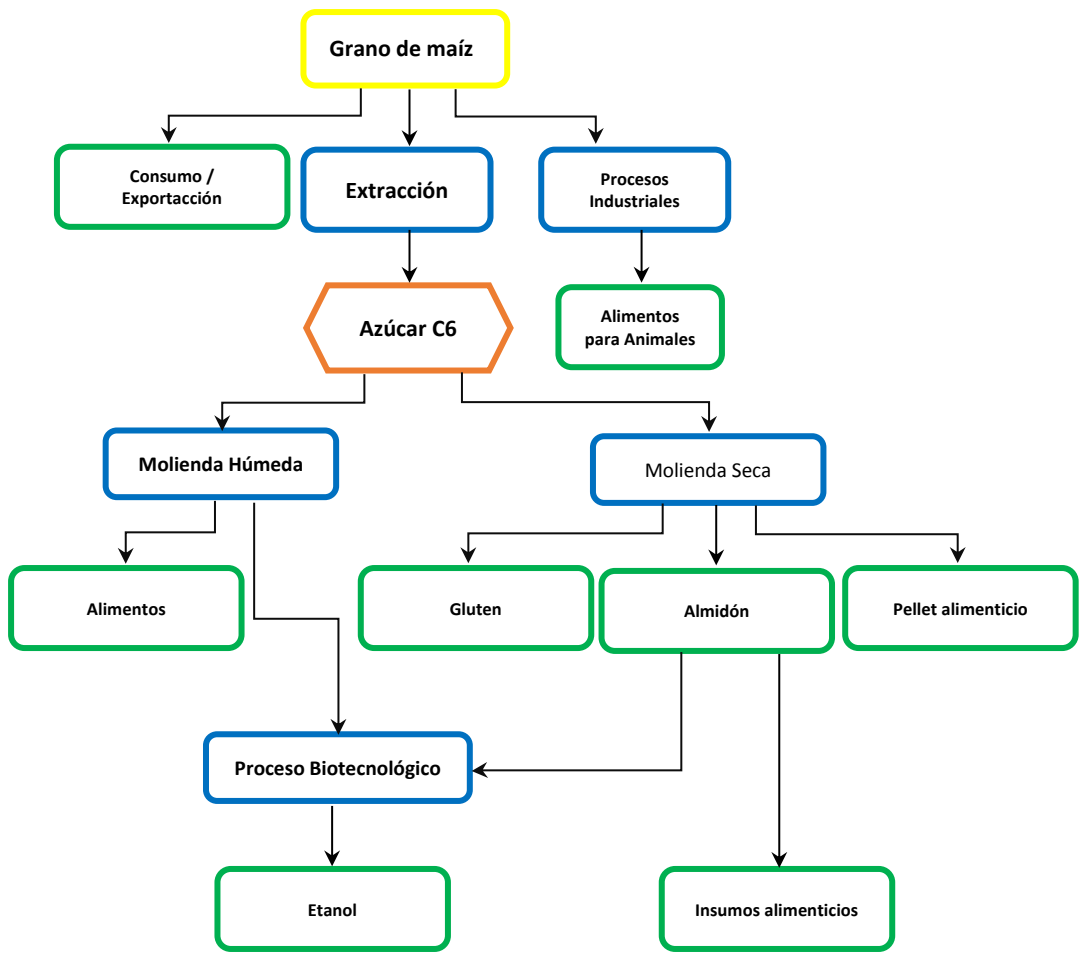
## Plataforma Lignocelulósica - Hemicelulosa



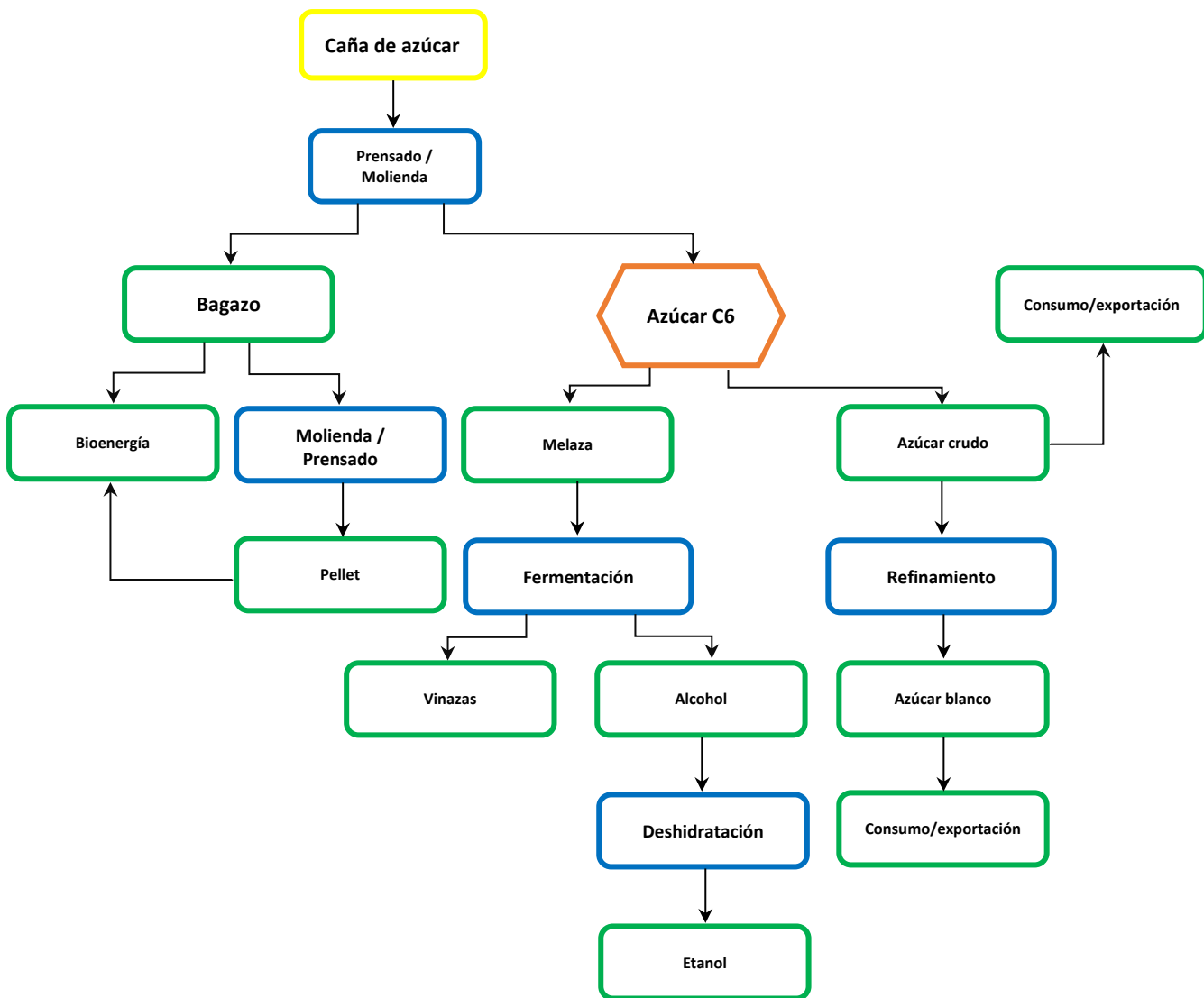
## Plataforma Lignocelulósica - Biomasa



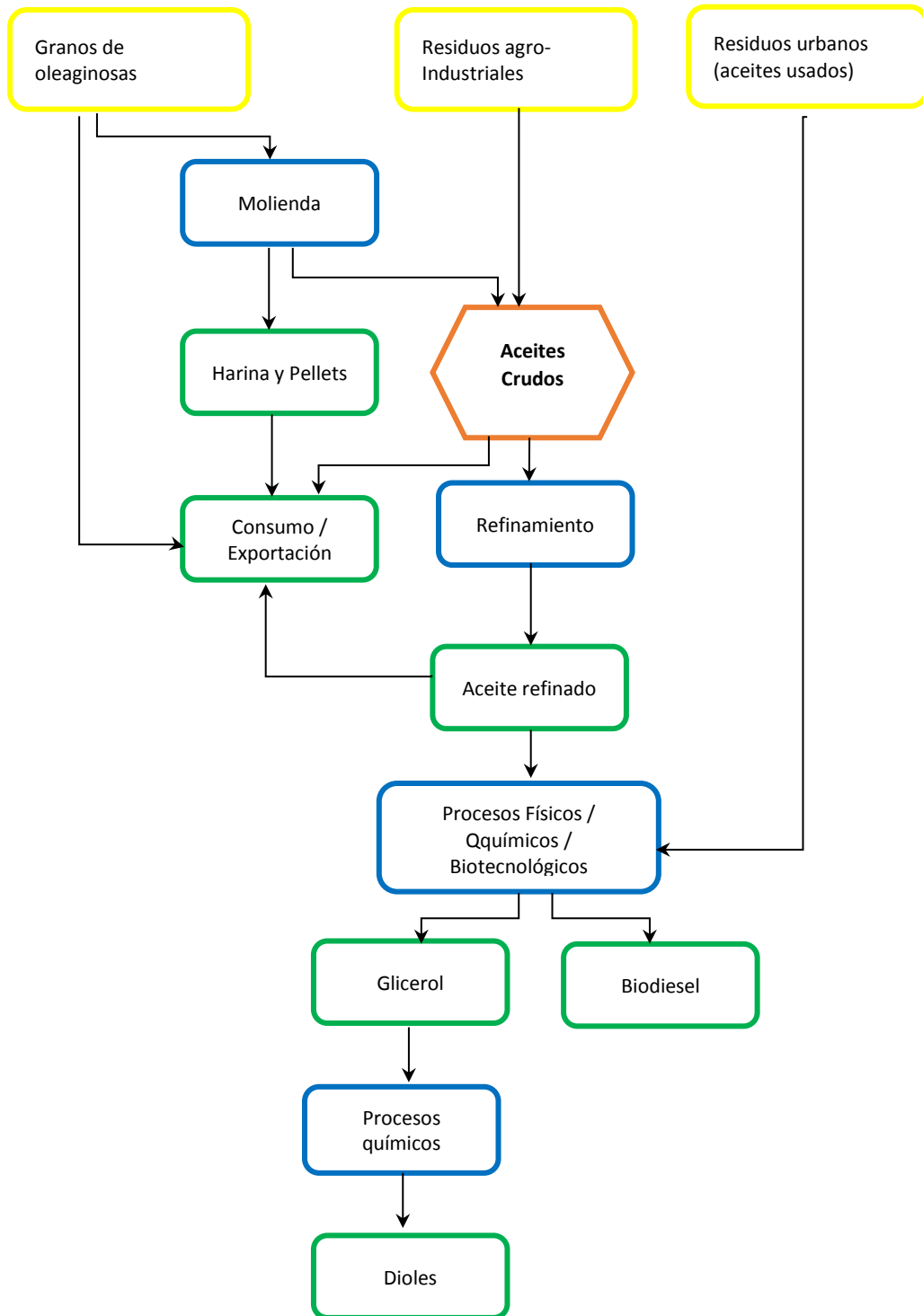
# Plataforma azúcares



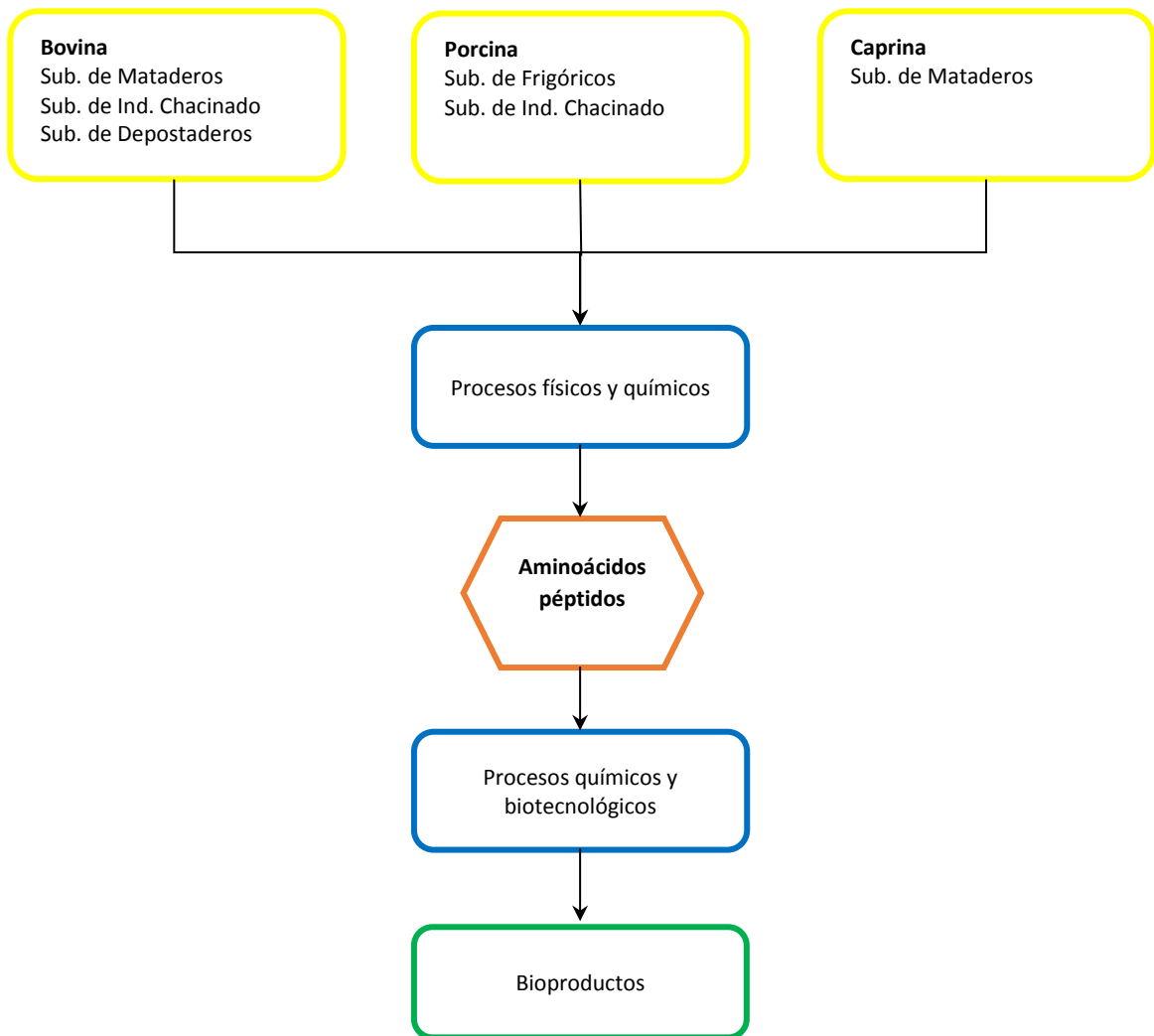
# Plataforma azúcares



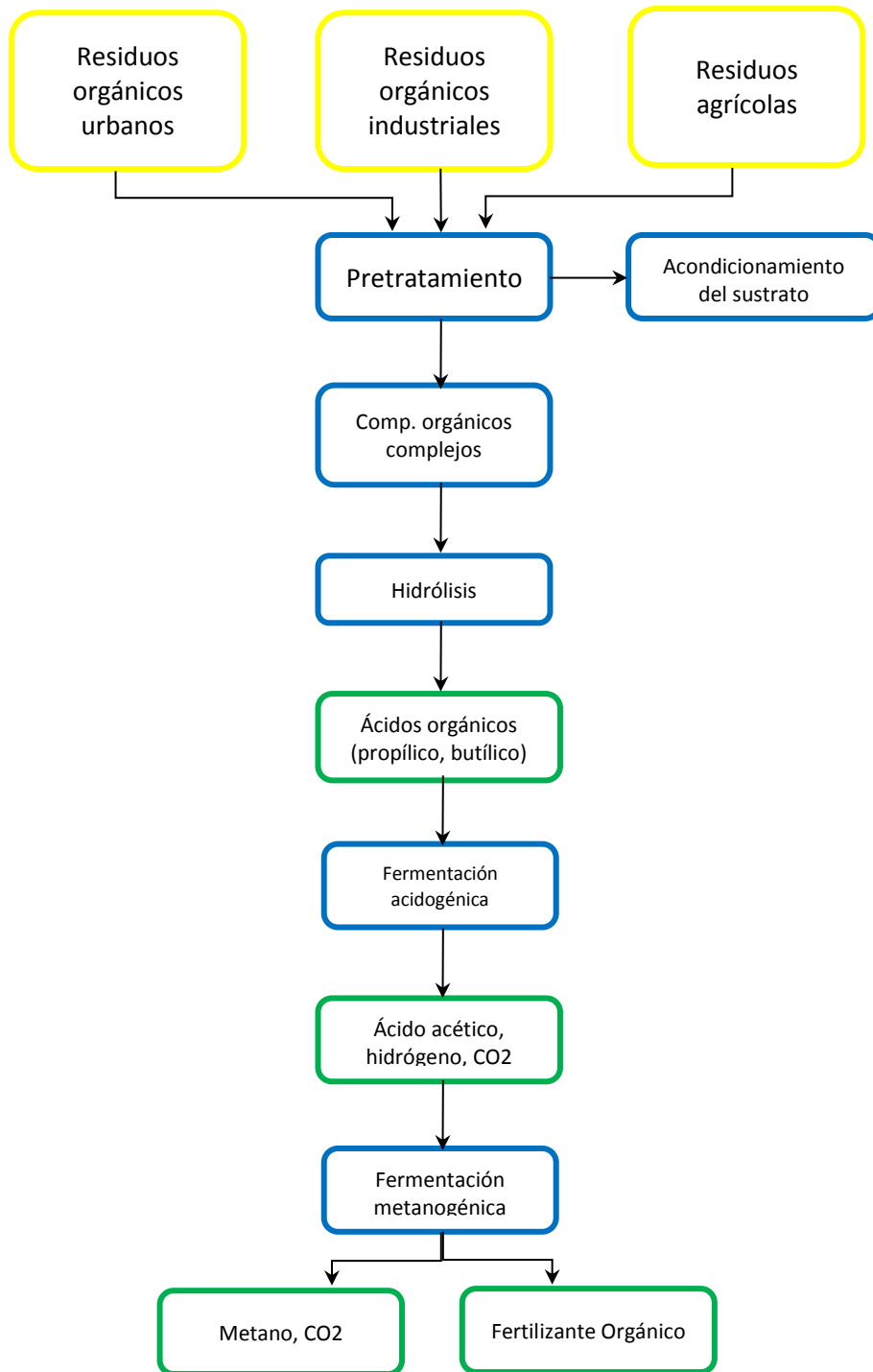
## Plataforma Oleaginosas



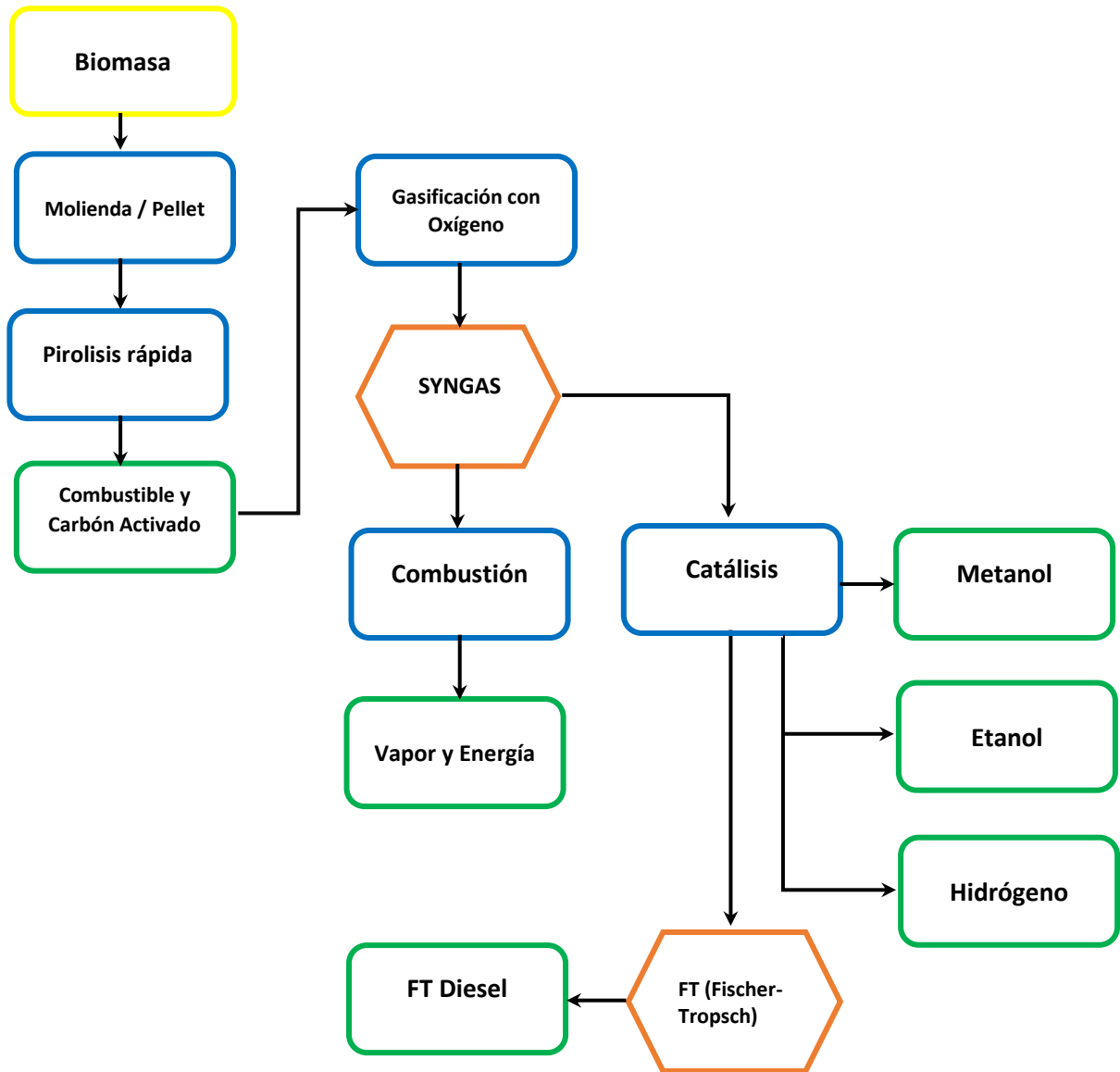
## Plataforma Proteínas



## Plataforma Biogas



# Plataforma Syngas





#### Anexo 4. Empresas relacionadas con la bioeconomía del Norte argentino

NOA	NEA
1- Molino Pampa Blanca	1- Puerto Las Palmas Pacú Arroceros
2- Seaboard – Los Leales	2- Proyecto Asoc Fab Celulosa
3- Coprotab	3- Empresa de Ituzaingo
4- Frigorífico Bermejo	4- Empresa Albor
5- Finca Humanao	5- Frigopor
6- Desde el Sur	6- UNITAN
7- Luque – Marapa y La Concepción	7- COFRA
8- Citrícola San Miguel	8- Tapebicúa
9- Citrusvil	9- Biofábrica Misiones
10- Bioenergética Los Leales	10- Coop. Citricola Agroindustrial de Misiones
11- Arcor – La Providencia	11- Bioenergy
12- Argenti Lemon	12- Vicentin
13- Extra Berries	13- Adecoagro
14- Bio Trinidad	14- Coop. Agrícola Industrial San Alberto de Puerto Rico
15- Viluco – Grupo Insud	15- Zenit
16- Doce Olivos	16- La Muralla China
17- Guilherme SRL	17- Avicola Santa Ana
18- Asolcat	18- Yvaté
19- Compañía Argentina de Levaduras	19- Coop. de Transformación en Mocoretá
20- Tierra de Arándanos	20- Plastimi SRL
21- Agroandina	21- Grupo Arauco – ex Alto Parana
22- Cauqueva	22- Garrucho – Fresa
23- Warmi Hilandería	23- Biomasa Santa Rosa
24- Frigorífico Forres - Beltran	24- Pindó
25- Monte en Red	25- Ingenio San Javier
26- Coopsol	26- La Cachuera SA
27- Biomasa Santa Rosa	27- Las Marias
28- Genergía Bio	28- Kuera
29- La Huerta	29- Zuamar
30- BAR. Bio – Grupo Budeguer	30- Coop. Agrícola de Montecarlo
31- Los Amores	31- Plantines Virasoro – Deccopet
32- Centro de Obreros de Orán	32- Coop. Tabacalera de Misiones
33- Vertedero San Javier	33- Coop. Citrícola de Alem
34- Coop. de productores de pimentón	34- Aldema
35- Empresa San Bernardo (porotos y legumbres)	35- Altec Bio
36- Ingenio Ledesma	36- Grupo Internacional Casafuerte
37- Salvita	37- Bagual Delparami
38- ArgenCrops	38- Cabaña de Bufalos Pedro A Silva e hijos
39- TradeFoods	39- Colonia Menonita de Sgo. Del Estero
40- Ingenio San Isidro	40- Bio-térmica Las Lomitas
41- Cooperativa de Vinos Orgánicos de Catamarca	41- Arriortuga Los Vascos
42- Cooperativa Pimentonera de San Carlos	42- Tanelote
43- Cooperativa Flor de Garabato – Miel	43- Green oil
44- Cosalta Tamberos	44- Tipoití
45- Lácteos Mú	45- NyC Textiles SRL
46- Bodega Domingo Hermanos	46- Papelera Alto Paraná
47- Molino Cerrillos (producción orgánica)	47- Don Pano
48- Textilandia – Fibras textiles de camélidos	48- Bioenergy
49- Coop. La Riojana (vinos)	49- Frigopor
50- Nueces Yoma	

<p>51- Colonia Jaime - INTI  52- Mikuna  53- Salta Plast  54- La Huerta  55- La Brava  56- Lapacho amarillo  57- Forestal Santa Bárbara  58- Eco-Potasio  59- Tapia</p>	<p>50- Grupo Linke  51- Celulosa Puerto Piray  52- Coop. Liebig  53- Indunort  54- Coop. Aurora  55- Productores de Banana de Nainck  56- Grupo Mafra  57- Silverstein – Yacaré  58- El Panqueque SA - Arándanos  59- Aromas del Iberá – aceites esenciales  60- Fermona SA  61- UTE Bella Vista  62- Mager  63- Molino Matilde  64- Simacon – Ladrillos minerales de biomasa forestal  65- Frigorífico Tomás Aria  66- Compañía Industria Frutí-hortícola  67- Semillero El Rocío</p>
---	--

## GLOSARIO

- *Agricultura orgánica*: sistema de cultivo basado en el uso óptimo de los recursos naturales presentes sin emplear agroquímicos ni cultivos genéticamente modificados para obtener alimentos orgánicos de manera sostenible y equilibrada. También llamada agricultura ecológica o biológica.
- *Agroecología*: sistema de producción agropecuaria basado en principios ecológicos con eje en el mantenimiento de la biodiversidad, conocimiento de interacciones tróficas, el manejo de plagas y enfermedades. A diferencia de la agricultura orgánica, puede llegar a usarse agroquímicos.
- *Benchmarking*: punto o marca de referencia en determinada actividad, producto o resultado. Puede ser usado para identificar y analizar las prácticas y los métodos de otros actores nacionales e internacionales como base de orientación y mejoramiento de diferentes campos de acción en el ámbito político-institucional.
- *Bioaceites*: son los aceites provenientes de fuentes biológicas animales o vegetales.
- *Bioactivo*: en un sentido estrictamente científico, es un término alternativo para "biológicamente activo". Por lo tanto, un "compuesto bioactivo" es el que tiene la capacidad y habilidad de interactuar con uno o más componentes del tejido vivo, presentando una amplia gama de efectos probables, tanto positivos como adversos.
- *Biobasado*: es todo producto o material de carácter innovador y de alto valor agregado obtenido del proceso de transformación de la biomasa. El biobasado es conocido también como bioproducto o biomaterial.
- *Biocombustibles*: combustibles obtenidos por procesos físicos, químicos o biológicos a partir de biomasa y utilizados como fuente de energía. Su gran diversidad se contempla en la Norma IRAM 17225.
- *Biocomposites*: materiales compuestos, siendo que una o más de sus fases son de origen renovable.
- *Biocontroladores*: organismos utilizados como bioinsumos para el control de plagas, como bioinsecticidas, biofungicidas, bioherbicidas y bionematicidas.
- *Biodiésel*: combustible obtenido a partir del proceso de esterificación y transesterificación de la biomasa con alto contenido de lípidos. Para usos industriales y comerciales en motores diesel existen normas que regulan su calidad y mezcla con el diesel derivado del petróleo. En Argentina la norma IRAM 6515-1 establece sus características. Es regulado s/Ley N° 26.093.
- *Biodigestión*: es un proceso biológico mediante el cual la materia orgánica es degradada por bacterias específicas en condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno).
- *Biodigestor*: es un dispositivo o estructura en la que tiene lugar la digestión de los desechos orgánicos por acción microbiana, con producción de un biogás y una suspensión rica en nutrientes.

- *Biodisolventes*: son productos totalmente degradables obtenidos por procesos físicos, químicos o biológicos de materias primas renovables, en particular a partir de la biomasa.
- *Biodiversidad*: diversidad de especies vegetales, animales y microbianas que viven en los ecosistemas terrestres o marinos. Llamada también diversidad biológica.
- *Bioeconomía*: conjunto de las actividades económicas que generan productos y servicios utilizando de manera ecoeficiente y sostenible los recursos de origen biológico para su posterior transformación en alimentos, bioenergía y biomateriales en el marco de la recirculación de la energía en tiempos de escala humana.
- *Bioelectricidad*: electricidad obtenida mediante el uso de vectores sólidos, líquidos o gaseosos provenientes de biomasa.
- *Bioenergía*: energía obtenida a partir de la combustión de biocombustibles sólidos líquidos o gaseosos.
- *Bioestimulantes*: sustancias (fitohormonas) que promueven el crecimiento vegetal. Se encuentran dentro de los bioinsumos e incluyen a los fitoestimulantes.
- *Bioetanol*: alcohol etílico producido por la fermentación de los azúcares simples o almidones contenidos en la materia orgánica de las plantas. También puede obtenerse por medio de la degradación previa de materiales celulósicos. En este proceso se obtiene el alcohol hidratado, con un contenido aproximado del 5 % de agua, que tras ser deshidratado se utiliza como combustible en mezcla con la nafta en diferentes proporciones. El porcentaje de mezcla con la nafta para uso vehicular en Argentina según las últimas regulaciones modificatorias se estableció en 12 %.
- *Biofábricas*: espacios o lugares específicos donde se producen masivamente bioinsumos a base de macro y microorganismos.
- *Biofarmacia*: ciencia que estudia la biodisponibilidad de los fármacos en sus formas farmacéuticas y el modo de alcanzar su óptimo a través del estudio de las interacciones fármaco – forma farmacéutica – sustrato biológico.
- *Biofertilizantes*: productos biológicos elaborados en base a una o más cepas de microorganismos benéficos que pueden ser aplicados al suelo, a las semillas o a las plantas. Promueven el crecimiento vegetal o favorecen el aprovechamiento de nutrientes en asociación con la planta o su rizosfera.
- *Biofibras*: fibras naturales o fabricadas con materiales de origen renovable.
- *Biofungicidas*: bioinsumo a base de hongos o bacterias benéficas utilizadas para el control biológico de fitopatógenos.
- *Biogás*: es una mezcla de gases producida por la fermentación de materia orgánica. Esta compuesto principalmente por metano (~50-60 %) y dióxido de carbono (~25-40 %), y pequeñas cantidades de nitrógeno, hidrogeno, sulfuro de hidrogeno, y eventualmente de oxígeno.
- *Bioindustrias*: comprende el conjunto de los procesos de transformación industrial basados en la creación de nuevos productos químicos de origen biológico a partir de biomasa.

- *Bioinsecticidas*: bioplaguicidas a base de microorganismos benéficos (hongos, bacterias, virus, protozoarios, nematodos) utilizados para el control de artrópodos plagas.
- *Bioinsumos*: todo producto biológico constituido por organismos vivos o sus derivados, tales como microorganismos (hongos, bacterias, virus, etc.), macroorganismos (ácaros e insectos benéficos) o extractos o compuestos bioactivos derivados de ellos y que esté destinado a ser aplicado como insumo en la producción agropecuaria, agroalimentaria, agroindustrial, agroenergética.
- *Biolubricantes*: lubricantes fabricados con materias primas biobasadas y se aplica para todos los lubricantes que tienen la característica de contener una formulación que permite su rápida biodegradabilidad y ser no-tóxicos (o de toxicidad reducida) para ambiente.
- *Biomasa*: material orgánico de origen biológico o materia prima biológica renovable proveniente de la actividad del hombre (urbana y agroindustrial); incluyendo lo que surge del proceso físico de este material (residuo de actividad industrial).
- *Biomoléculas*: son compuestos químicos que se encuentran en los organismos vivos. Están formadas por sustancias químicas compuestas principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, sulfuro y fósforo. Se incluyen, entre otros, los aminoácidos, lípidos, carbohidratos, proteínas, polisacáridos y los ácidos nucleicos.
- *Bioplaguicidas*: productos biológicos basados en hongos, bacterias, virus, protozoarios y nemátodos entomopatógenos utilizados para el control de plagas (artrópodos, fitopatógenos y malezas).
- *Bioplásticos*: plásticos biobasados en lo que se refiere al origen de la materia prima (renovable). También, plásticos biodegradables, en lo que se refiere a su funcionalidad (independientemente de su origen). Ver más adelante: plástico biobasado y plástico biodegradable.
- *Biopreservación*: es la extensión de la vida útil de los alimentos empleando conservantes que empleen la microbiota natural, o sus metabolitos. Es una aplicación específica de la biotecnología a la conservación, procesamiento y seguridad de los alimentos. Estas técnicas tienen como objetivo ser más eficientes y más naturales que las empleadas por conservantes sintéticos de origen industrial. Con este propósito, se investiga, desarrolla y procesan sustancias naturales (no-sintéticas), empleando microorganismos que ayuden en las propiedades de procesado y conservación de alimentos. A tales agentes se les denomina *biopreservantes*, o también bioconservantes.
- *Biorecursos*: fuentes alternativas de proteínas, aceites, carbohidratos y compuestos bioactivos con fines alimenticios, bioenergéticos y medicinales.
- *Biorrefinería*: industria que incluye el fraccionamiento y transformación de una materia prima (biomasa), integrando una serie de tecnologías/procesos físico-mecánicos, termo-químicos, químicos y/o biológicos, para producir derivados de mayor valor (energía, biocombustibles, productos químicos, materiales, alimentos, piensos, etc.); previendo un uso sostenible de los recursos.

- *Biorremediación*: proceso donde se usan microorganismos (hongos, bacterias y enzimas derivadas de éstos) o plantas para degradar moléculas contaminantes en suelos y aguas. Cuando se usan plantas se llama fitorremediación.
- *Biotransformadores*: organismos vivos que transforman o modifican una sustancia en otra. Al proceso se lo llama biotransformación. Su sentido es muy amplio y se lo usa tanto en el sector agropecuario como en medicina.
- *Cluster*: se refiere a la concentración de empresas, instituciones y estados nacionales y provinciales con el objeto de incorporar nuevos eslabones en una cadena productiva, tecnología en sus procesos y facilitar la gestión para la consolidación del sector.
- *Commodities*: son aquellos bienes comercializables que no cuentan con valor agregado que les imprima una característica diferenciadora respecto del mismo bien encontrado en el mercado global. En general, son bienes con precio internacional y se utilizan para la elaboración de otros bienes.
- *Compost*: sustrato obtenido de transformaciones principalmente aeróbicas de la materia orgánica a partir de residuos agropecuarios y agroindustriales.
- *Control biológico*: es el control de plagas (artrópodos, fitopatógenos y malezas) mediante el uso de organismos benéficos o enemigos naturales como entomófagos (insectos y ácaros benéficos) o entomopatógenos (microorganismos benéficos).
- *Control microbiano*: es una rama del control biológico donde se usan entomopatógenos como hongos, bacterias, virus y nematodos benéficos.
- *Ecoeficiencia*: implica el uso de menos recursos naturales y energía para la misma cantidad de producción y la generación de menos residuos/desperdicios.
- *Economía circular*: es un sistema de aprovechamiento de recursos donde prima la reducción, reutilización y reciclaje de los elementos y materiales que por sus propiedades físicas no pueden ser reincorporados al medio ambiente.
- *Ecosistemas*: sistema biológico donde conviven e interactúan los seres vivos y su medio natural. Cuando este sistema es alterado por el hombre para el desarrollo agropecuario se llama agroecosistema.
- *Efluentes*: líquido o gas residual que fluye de una instalación industrial o proceso de producción.
- *Enemigos naturales*: agentes de control biológico o biocontroladores; incluyen los entomófagos (ácaros e insectos benéficos) y microorganismos entomopatógenos.
- *Entomopatógenos*: microorganismos benéficos empleados para el control de artrópodos plagas, como bacterias, hongos, virus, protozoarios y nematodos.
- *Fitocosméticos*: productos cosméticos elaborados a partir de sustancias vegetales y/o fungicas.
- *Huella de carbono*: es un indicador que mide el impacto sobre el calentamiento global, a través de la suma absoluta de todas las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), expresadas como unidad equivalente de CO<sub>2</sub>, producidas a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto o servicio.

- *Huella hídrica*: es un indicador ambiental que mide el volumen total de agua: azul (dulce), gris (contaminada) y verde (de lluvia), utilizada directa o indirectamente en el ciclo de vida de un producto, basada en la norma ISO 14046.
- *Insecticidas botánicos*: bioplaguicidas obtenidos a partir de especies vegetales con propiedades insecticidas o repelentes de artrópodos plagas. Están incluidos dentro de los bioinsumos y deben ser registrados para su empleo.
- *Micoplaguicidas*: bioplaguicida desarrollado con hongos entomopatógenos para el control de artrópodos plagas.
- *Plástico biobasado*: material plástico cuyas unidades constitutivas (monómeros) y aditivos de formulación, son parcial o totalmente fabricados a partir de biomasa. Debe especificarse el porcentaje de biobasado que contiene el material plástico en cuestión.
- *Plástico biodegradable*: un plástico es biodegradable solo si todos los fragmentos de residuos son consumidos por los microorganismos presentes en el escenario de fin de vida útil del plástico, como alimento o energía, dando lugar a CO<sub>2</sub>, agua y compost. Cuando los residuos no son asimilables totalmente por los microorganismos, constituye solo degradación o fragmentación y NO biodegradación. El proceso de biodegradación depende de las condiciones ambientales (escenario, temperatura, humedad) y del tipo de polímero, material o aplicación. La biodegradabilidad depende de la estructura química de la cadena polimérica, no depende del origen de la materia prima (renovable o petroquímica).
- *Plástico compostable*: material plástico que contiene al menos 50 % de materia orgánica (base seca) y no supera ciertos límites en contenido de metales pesados. Debe ser biodegradable: se biodegrada en un 90 % (en peso) dentro de los 6 meses bajo condiciones de compostaje (temperatura: 58 +/- 2 °C). Desintegración: se fragmenta en partículas de tamaño menor a 2 mm en condiciones controladas de compostado, en 12 semanas. Ecotoxicidad: el compost obtenido al final del proceso no produce efectos negativos, por ejemplo, en la germinación o crecimiento de plantas.
- *Residuos*: cualquier material que no tiene valor suficiente para retenerlo, y que se encuentran en estado sólido o semisólido, líquido o gaseoso contenido en recipientes o depósitos, que pueden ser valorizados o tratados o enviados a disposición final conforme a lo dispuesto por las leyes respectivas. En cambio, se considera “desechos” a los materiales u objetos que quedan en desuso, pero no pueden volver a ser reutilizados. Sin embargo, es posible que un desecho actual puede ser mañana un residuo, si se desarrolla una tecnología que pueda aprovecharlo y transformarlo en algo de utilidad.
- *Upgrading*: actualización o renovación de un producto o servicio de acuerdo a la última tecnología o desarrollo disponible.