



 *Agroindustria*

 *Economía del conocimiento*

 *Salud y Medioambiente*

INFORME

2023

DIAGNÓSTICOS TECNOLÓGICOS
SECTORIALES EN CHACO

Diagnósticos tecnológicos sectoriales en Chaco

Características generales de los sectores software y servicios informáticos, ganadería bovina, energías renovables, cereales y oleaginosas y salud humana



Instituto Chaqueño
de Ciencia, Tecnología
e Innovación



Ministerio de
**Educación, Cultura,
Ciencia y Tecnología**
Chaco Gobierno de todos



CHACO
Gobierno de todos

Jorge Capitanich

Gobernador de Chaco

Analia Rach Quiroga

Vicegobernadora de Chaco

Juan Martin Fernandez

Presidente del Instituto Chaqueño de Ciencia, Tecnología e Innovación

Daniela Andrea Torrente

Vicepresidenta del Instituto Chaqueño de Ciencia, Tecnología e Innovación

Martin Escudero

Vocal del Instituto Chaqueño de Ciencia, Tecnología e Innovación

Aldo Lineras

Ministro de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología

Claudia Gonzalez

Subsecretaria de Planificación Educativa, Ciencia y Tecnología

“Diagnósticos tecnológicos sectoriales en Chaco: Características generales de los sectores software y servicios informáticos, ganadería bovina, energías renovables, cereales y oleaginosas y salud humana”

fue elaborado por el CIECTI (Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación). El equipo de trabajo fue dirigido por *Gustavo Baruj* (CIECTI) y *Fernando Porta* (CIECTI) e integrado por los consultores: *Andrés Cappa*, *Mariano Murad*, *Lucas Terranova* y *Matías Wasserman*. Toda la información aquí volcada ha sido coordinada y elaborada desde el CIECTI y validada por las contrapartes provinciales pertinentes.

La investigación se enmarca en el Proyecto: Inversión Social en Educación Pública, Ciencia y Tecnología, N° 50/2020 a través de la Subsecretaría de Planificación del Sistema Educativo, Ciencia y Tecnología del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología y fue supervisado técnicamente por el Instituto Chaqueño de Ciencia, Tecnología e Innovación.

La investigación que dio base a este estudio se realizó durante 2022.

PRÓLOGO

Todos los países que escalaron posiciones en el ranking de bienestar económico recientemente invirtieron mucho en innovación. La cadena causal es más o menos la siguiente: 1) las empresas, asociadas con un sistema local de innovación fuerte, introducen al mercado nuevos procesos y productos que le dan alguna ventaja competitiva, 2) las ventas aumentan, en particular hacia los mercados globales, 3) la demanda laboral aumenta, aumentando el empleo y los salarios, 4) el bienestar medio mejora. El cambio estructural se da cuando el proceso mencionado no se da en alguna empresa aislada sino en sectores productivos enteros, involucrando a un buen porcentaje de la fuerza laboral y reconfigurando la matriz productiva.

Una política chaqueña de innovación debería asegurar que se produzca el primer chispazo, la actividad innovadora, como un **eslabón de una política de desarrollo productivo** (PDP) que asegure que todo el proceso de cambio se cumpla. No alcanza solo con tener e implementar nuevas ideas. También se tienen que habilitar otras condiciones para que las empresas crezcan: acceso al capital, formación de recursos humanos, fluidez para reasignar recursos entre sectores, infraestructura. Pero sin innovación, en la era del conocimiento, las economías no crecen de manera sostenida.

La historia económica chaqueña es rica en casos de innovaciones que provocaron grandes cambios estructurales. El algodón es uno de ellos. Pasar de 1.600 toneladas promedio en 1911-14 a 123.000 en 1931-34¹ significó una transformación radical de la economía y la sociedad de esta parte del país. La injusta Conquista del Desierto Verde y la distribución de tierras para colonización que la siguió habilitaron el camino para la introducción de innovaciones en el cultivo y el desmonte originados en el Norte global. La Gran Guerra y la virulencia del picudo en el sudeste norteamericano ofrecieron el mejor contexto externo posible. La situación de crisis en los obrajes madereros dejó disponible la mano de obra interna necesaria. Cambio institucional, transferencia tecnológica, prospectiva internacional favorable, reasignación de recursos productivos, encadenamientos locales. Todos los ingredientes para el cambio estructural se hicieron presentes.

El mayor desafío actual de la política de desarrollo productivo es **desatar y potenciar nuevos sectores dinámicos**. Para eso necesitamos conocer a fondo los sectores con potencial. El Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI), uno de los centros más prestigiosos en estudios de la innovación, ya realizó en 2018 el estudio de 5 sectores en el Chaco: complejos algodonero-textil, forestal-maderero, apícola, metalmeccánico y el sistema de rotación arroz-pacú. La claridad en la descripción de los sectores, sus problemáticas y los desafíos/oportunidades tecnológicos nos alentó a analizar más sectores.

En 2022 decidimos avanzar con 5 sectores más. Software y servicios informáticos, un sector que crece fuerte en la provincia, con un buen número de empresas locales (muchas aglutinadas en el Polo IT Chaco) y hasta un unicornio multinacional que decidió abrir una oficina aquí (Globant). Ganadería bovina, un sector en el que Argentina es un jugador global y que viene siendo desplazado de la Pampa Húmeda hacia el Norte Grande. Energías renovables, en un momento en que el cambio climático empuja a cambiar la matriz energética global. Cereales y oleaginosas, posiblemente el sector más dinámico del país, que tiene inserción en la provincia pero sin gran generación local de tecnologías. Salud humana, otro de los sectores en los que la biotecnología está generando varias revoluciones.

Los resultados se presentan aquí. Brindan conocimiento valioso para dar forma e implementar políticas verticales que desaten el dinamismo innovador de estos sectores. Ojalá podamos leer este reporte dentro de 5 o 10 años y asombrarnos de cómo transformaron la realidad productiva y social del Chaco.

Juan Martín Fernández
Presidente del ICCTI

Sergio Lapertosa
Cdor de Ecosistema y Gobernanza

¹ Carlino, A. (2009) [Los orígenes de la industria algodonera en el Territorio Nacional del Chaco. Instalación del desmotado y las aceiterías](#). H-industri@ Revista de historia de la industria argentina y latinoamericana. Año 3- Nro. 5, segundo semestre de 2009.

Índice

PRÓLOGO.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
I. DIAGNÓSTICOS TECNOLÓGICOS SECTORIALES.....	7
A. Software y Servicios Informáticos (SSI).....	7
1. Caracterización general del sector.....	7
2. Estado tecnológico.....	21
a) Frontera tecnológica.....	21
b) Contenido tecnológico local.....	24
c) Instituciones de CyT locales vinculadas a los sectores productivos seleccionados....	28
B. Ganadería bovina.....	30
1. Caracterización general del sector.....	30
2. Estado y necesidades tecnológicos del sector.....	40
2.a. Frontera tecnológica.....	40
2.b. Contenido tecnológico local.....	43
C. Energías Renovables.....	51
1. Caracterización general del sector.....	51
2. Estado tecnológico.....	74
2.1. Energía solar fotovoltaica.....	74
a. Energía solar fotovoltaica: Frontera tecnológica internacional.....	74
b. Energía solar fotovoltaica: Contenido tecnológico local.....	78
2.2. Energía solar térmica.....	79
a. Energía solar térmica: Frontera tecnológica internacional.....	79
b. Energía solar térmica: Contenido tecnológico local.....	88
2.3. Bioenergía.....	93
a. Bioenergía: Frontera tecnológica internacional.....	93
b. Bioenergía: Contenido tecnológico local.....	98
2.4. Instituciones de Ciencia y Tecnología en la provincia del Chaco.....	99
D. Cereales y Oleaginosas.....	102
1. Caracterización general del sector.....	102
2. Estado Tecnológico.....	112
a) Frontera tecnológica nacional e internacional.....	112
b) Contenido tecnológico local.....	121
c) Instituciones de CyT locales.....	122
E. Salud Humana.....	127
1. Caracterización general del sector.....	127
2. Subsectores vinculados a la Salud Humana.....	129
Matriz de diagnóstico tecnológico sectorial.....	153
II. PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS Y POTENCIALES ESPACIOS DE INTERVENCIÓN VÍA	
CTI.....	158
1. Espacios transversales de intervención.....	158
2. Espacios de intervención sectoriales.....	160
A. Software y Servicios Informáticos (SSI).....	160
B. Ganadería bovina.....	169
C. Energías Renovables.....	180
D. Cereales y Oleaginosas.....	195
E. Salud Humana.....	203
Bibliografía.....	211

INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objetivo realizar un aporte al diseño de una estrategia de política científica y tecnológica en la provincia del Chaco. En este sentido y a solicitud de las autoridades locales, se desarrolló un diagnóstico tecnológico y los potenciales espacios prioritarios de intervención vía CTI para cinco sectores estratégicos seleccionados: i) Software y Servicios Informáticos; ii) Ganadería Bovina; iii) Energías Renovables; iv) Cereales y Oleaginosas; y v) Salud Humana.

El trabajo está organizado en dos Capítulos. El primero de ellos presenta una Descripción de las características generales de los cinco sectores seleccionados y un diagnóstico de su estado tecnológico, abarcando: a) La frontera tecnológica; b) el contenido tecnológico local y c) la identificación de las instituciones de CyT locales vinculadas a los sectores productivos seleccionados

En el segundo capítulo se avanza en una identificación de las problemáticas tecnológicas y potenciales espacios de intervención de la política CTI para cada sector. Aquí, sobre la base de la información presentada en las secciones precedentes, se brinda un resumen de las principales problemáticas que deben afrontar los complejos productivos analizados y las formas en que las instituciones técnicas pueden aportar soluciones. De esta forma, se realiza una primera aproximación a un potencial abordaje de los desafíos locales desde el complejo CyT.

I. **DIAGNÓSTICOS TECNOLÓGICOS SECTORIALES**

A. **Software y Servicios Informáticos (SSI)**

1. **Caracterización general del sector**

El sector de SSI resulta estratégico, tanto para el desarrollo económico nacional como local, debido a las potenciales externalidades positivas que genera: mejora de la competitividad de sectores productivos en forma transversal y generación de empleo calificado, además del potencial exportador. Asimismo, es un sector con un alto nivel de inversión en I+D+i (7,5% de la facturación en 2019) (CESSI, 2020).

La producción de software puede clasificarse en: i) “empaquetado” o estandarizado, de venta a gran escala; ii) soluciones empresariales, con cierto grado de adaptación para su implementación; iii) embebidos en hardware, maquinaria y otros dispositivos de consumo; iv) a medida, desarrollado con el fin de adaptarse a las necesidades de cada cliente. Asimismo, puede distinguirse entre software de código abierto –en el que cualquier usuario puede editar el programa) o cerrado. Por su parte, los servicios informáticos abarcan actividades relacionadas con el testeo, implementación, instalación, integración y mantenimiento de software, diseño y desarrollo de soluciones a medida, consultoría, capacitación, seguridad y calidad, mantenimiento y soporte de infraestructura informática, entre otros (Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación, 2016).

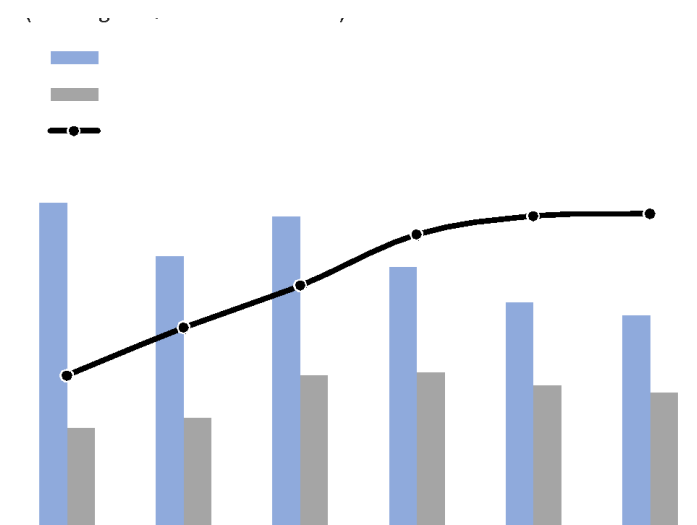
Sin embargo, es frecuente que los dos segmentos que integran el sector –producción de software y oferta de servicios informáticos- se encuentren presentes en el mercado de forma vinculada, sin poder establecer una delimitación tajante entre ambos. En este sentido, la tendencia hacia el uso de la nube (cloudcomputing) en detrimento del soporte físico (Ej.: CDs) contribuye a la generación de economías de red, en la que se ofrecen servicios complementarios, generando incentivos crecientes al consumo a medida que aumentan los usuarios, y mejoras en términos de costos. Asimismo, la producción de software puede generar un flujo de ingresos en concepto de licencias y, a su vez, existen servicios directamente asociados a la venta de software ofrecidos por la empresa desarrolladora (actualizaciones, soporte técnico, mantenimiento).

El carácter trabajo-intensivo del sector y el relativamente bajo requerimiento de capital físico genera que tanto a nivel internacional como en nuestro país convivan

empresas medianas y grandes -tanto transnacionales como de origen nacional- con un entramado de pequeñas y micro empresas y trabajadores cuentapropistas (*freelancers*), especialmente en ciertos segmentos de actividad con bajas barreras a la entrada (desarrollo de software de gestión empresarial, videojuegos, provisión de servicios de mantenimiento, testeo y codificación).

En la Argentina el crecimiento del sector de SSI combinó ventas al mercado interno con exportaciones. Dado el peso del costo laboral, las variaciones del tipo de cambio y su incidencia en el nivel salarial en dólares resulta de gran relevancia para determinar la orientación exportadora del sector. Así, entre 2015 y 2020, el crecimiento de las exportaciones junto con la licuación del valor en dólares de las ventas externas (producto del incremento del tipo de cambio) generó un aumento de la participación de los ingresos desde el exterior de 31% en 2015 a 64% en 2020 (CESSI, 2021).

Gráfico A.1. Ventas totales en millones de dólares y participación de los ingresos desde el exterior. 2015-2020.



Fuente: Observatorio Permanente de la Industria del Software y Servicios Informáticos (OPSSI) de la Cámara de la Industria Argentina del Software (CESSI).

Si bien la fuerza laboral en SSI no cuenta necesariamente con credenciales académicas formalizadas -a diferencia de lo que ocurre en otras actividades basadas en el conocimiento- el nivel de calificación demandado y los salarios son superiores al promedio (Ministerio de Hacienda y Finanzas de la Nación, 2016).

Más allá del nivel de calificación promedio requerido en el sector, existen diversos grados de complejidad de la actividad según la inserción específica en la cadena de

valor a nivel internacional. En este sentido, el desarrollo de las comunicaciones y las economías en red generaron ventajas de costos al posibilitar la tercerización de actividades de SSI, en particular los procesos más simples o rutinarios, como la codificación, testeo y el soporte técnico. De esta forma, se verifica una tendencia hacia la subcontratación (outsourcing) por parte de empresas grandes, que delegan procesos en pequeñas empresas y/o trabajadores cuentapropistas². De esta forma, la actividad demanda alta calificación en relación al mercado de trabajo local, pero no necesariamente en relación a la complejidad de las tareas del sector a nivel internacional.

En cuanto a la distribución territorial del sector en la Argentina, se evidencia una marcada concentración en el área metropolitana de Buenos Aires, región que absorbe 77% del empleo privado registrado y 73% de las empresas del sector³. Sin embargo, en los últimos años se han creado polos tecnológicos y clusters en diversas zonas del interior del país.

² Según el portal [businesswire.com](https://www.businesswire.com), el tamaño del mercado global de subcontratación de TI se estimó en USD 413.800 millones en 2021, USD 440.410 millones en 2022, y se prevé que crezca a una tasa anual del 6,7% para llegar a USD 610.120 millones en 2027.

³ Según datos del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE) del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación para el año 2020 (último dato disponible).






Mapa A.1. Polos y clusters TIC en Argentina.



Fuente: Secretaría de Emprendedores y de la PyME, Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación (2019)

En lo que respecta a la provincia, en el año 2005 se creó el Polo IT Chaco, en el que se articulan empresas del sector de las TICs, el Estado y organismos educativos. Actualmente operan 27 empresas en el Polo, 20 de ellas desarrolladoras de software e infraestructura digital (Cuadro A.1).

Cuadro A.1. Empresas en el Polo IT Chaco

Subsector	Empresas
Software (16)	
Infraestructura y seguridad (4)	
Marketing y audiovisual (4)	
Consultoría (2)	
Robótica (1)	

Fuente: Elaboración propia en base a Polo IT Chaco

Las empresas del Polo, junto a Sistema Globales S.A. (Globant), la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia (UTN – FRR) y la Universidad del Chaco Austral (UNCAUS) participan de programas de formación de recursos humanos en conjunto con el Estado provincial a través del “Informatario Chaco”, un Laboratorio de Capacitaciones Informáticas coordinado por la Subsecretaría de Empleo de la provincia.

El principal objetivo del Informatario es “formar a jóvenes fomentando el desarrollo de sus *hard skills* (*programación, herramientas y técnicas, etc.*) y *soft skills* (*colaboración, trabajo en equipo, flexibilidad, etc.*), tal que puedan insertarse rápidamente en el mercado laboral”⁴. La oferta de capacitación abarca cursos introductorios e intermedios de 1 a 4 meses de duración en programación y desarrollo web y emprendedorismo TIC.

A partir de 2019 el Informatario cambió la modalidad apuntando a la masividad mediante clases virtuales. De esta forma, en 2020 el programa alcanzó a más de 6.500 personas y en 2022 se llegó a a 10.000 participantes. En esta nueva modalidad el objetivo se centra en maximizar el acceso a una suerte de alfabetización en materia programación. La formación abarca tres etapas de 9 meses de duración total: la primera, totalmente asincrónica, se enfoca en una introducción al pensamiento lógico y la programación mediante autoaprendizaje; la segunda etapa incorpora clases virtuales sincrónicas sobre herramientas de desarrollo web en Python y SQL; y la tercera etapa se centra en especializaciones en diversas herramientas (Bria, javascript, test automation) e idioma inglés. Si bien los cursos son virtuales, el programa cuenta con mentores que realizan seguimiento de los estudiantes en las etapas 2 y 3. Según datos de la Subsecretaría de Empleo, 56% de los egresados del Informatario han logrado insertarse en empresas del Polo, lo que da cuenta de una articulación exitosa con el sector SSI local.

A partir de un relevamiento realizado en el marco de una investigación de la Escuela de Gobierno del Chaco (Pegoraro et al, 2014)⁵, es posible clasificar a las empresas de SSI localizadas en la provincia en tres segmentos: grandes, medianas y pequeñas. Esta clasificación no responde al tamaño según facturación y cantidad de empleados (criterios utilizados en la estratificación según la normativa a nivel nacional), sino en función de una combinación de variables cuantitativas y cualitativas que reflejan el nivel de desarrollo de organizacional de las empresas: grado de formalización de la actividad, afianzamiento de la empresa en el mercado, características de los recursos humanos y composición de la oferta de productos y servicios, entre otras variables.

⁴ Fuente: <https://poloitchaco.org.ar/informatario/>

⁵ El relevamiento, realizado en 2014, partió de una base de 50 empresas de SSI, de las cuales se obtuvieron 9 respuestas completas, cuyos resultados se presentan en el Informe N°1 "Segmentación y tipificación de empresas SSI". Luego se realizaron entrevistas en profundidad para una submuestra, a fin de identificar fortalezas y debilidades de las empresas del sector desde la comprensión de su modelo de organización y gestión interno. Los resultados de esta investigación se plasmaron en los Informes N°2 y 3, publicados en 2015.

Los resultados obtenidos en el relevamiento arrojan la presencia de empresas de los tres estratos mencionados, con las siguientes características generales:

- SSI Grandes: oferta de bienes y servicios amplia y variada, aunque sesgada mayormente a software semienlatado. Cuentan con capacidad para satisfacer necesidades genéricas y replicar la venta de sus servicios.
- SSI Medianas: Ofrecen productos y/o servicios similares a las empresas grandes, aunque con mayor customización de la oferta. Gestión interna semejable a la de las empresas pequeñas (superposición de tareas, niveles jerárquicos irregulares, mayor demanda horaria a igual salario).
- SSI Pequeñas: Emprendimientos embrionarios sin oferta de servicios. Aun cuando se trate de organizaciones empresariales, presentan rasgos propios de profesionales independientes. Se encuentran enfocadas a pocos clientes con desarrollos específicos y a medida.

Cuadro A.2. Empresas SSI en el Chaco. Características de la oferta según segmento

Variable	SSI Grandes	SSI Medianas	SSI Pequeñas
Composición general de la oferta	Mayor oferta de productos que de servicios	Mayor oferta de servicios que de productos	Sin oferta de servicios
Distribución de tipo de presentación de productos y servicios	Mayormente semienlatados	Mayormente a medida y en segundo lugar semienlatados	Mayormente a medida

Fuente: Pegoraro et al (2014)

Sobre un total de 33 productos y 6 servicios identificados en el relevamiento⁶, se obtuvo como resultado que la oferta de SSI en la provincia se compone mayormente de productos (84%), de los cuales la mayor parte corresponde a software de gestión a medida (32% del total). Luego, los servicios representan 16% del total, correspondiendo la mayor parte a servicios de consultoría y asesoramiento (Cuadro A.3).

Por su parte, la distribución de la oferta según tipo de empresa (Cuadro A.4) da cuenta de la diferente especialización según el grado de desarrollo de las empresas. Mientras que las “SSI Grandes” se enfocan en la venta masiva y diversificada, las “SSI

⁶ Cabe aclarar que los porcentajes presentados en el citado informe fueron calculados sobre la cantidad de bienes y servicios ofrecidos y no sobre la facturación, por lo que el peso relativo en términos económicos puede diferir de la participación indicada.

Pequeñas” aprovechan nichos de mercado no explotados por las empresas grandes, como las aplicaciones de automatización industriales y robótica, gaming, y desarrollo de sitios web y plataformas de e-commerce⁷.

Cuadro A.3. Empresas SSI en el Chaco. Composición de la oferta y formato de entrega

Composición de la oferta / formato de entrega	A medida	Semi-enlatado	Enlatado parametrizable	Otros	Total general
Total general	57%	24%	16%	30%	100%
Productos	43%	24%	16%	0%	84%
Aplicaciones de automatización industriales y robótica	0%	0%	3%	0%	3%
Aplicaciones mobile	0%	8%	0%	0%	8%
Sitios web / e-commerce / Internet Marketing	5%	3%	0%	0%	8%
Software de gestión (ERP, CRM, BI, etc)	32%	14%	14%	0%	59%
Software de nichos (Delivery, gimnasiones, universidades, etc)	5%	0%	0%	0%	5%
Servicios	14%	0%	0%	3%	16%
Consultoría y asesoramiento	8%	0%	0%	0%	8%
Mantenimiento de equipos	5%	0%	0%	0%	5%
Software de gestión (ERP, CRM, BI, etc)	0%	0%	0%	3%	3%

Fuente: Pegoraro et al (2014)

Cuadro A.4. Empresas SSI en el Chaco. Distribución de la oferta según tipo de empresa

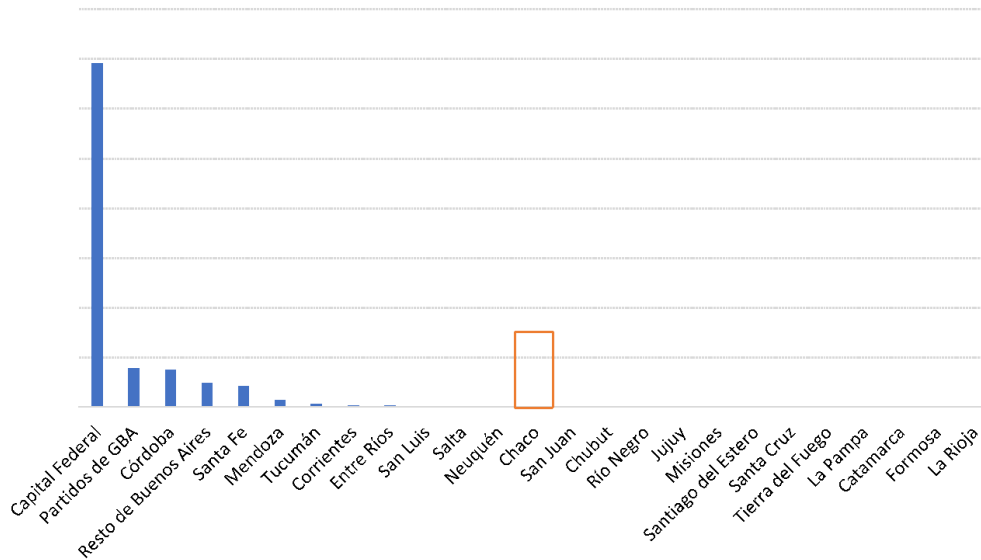
⁷ El dinamismo del sector y los cambios en los precios relativos (abaratamiento de costos en dólares) ocurridos en los últimos años pueden haber afectado la estructura descrita en el documento citado, que data del año 2014. En este sentido, la composición de la oferta de SSI local y sus perspectivas de desarrollo son aspectos a profundizar en las secciones siguientes del presente estudio.

Composición de la oferta / formato de entrega	SSI Grandes	SSI Medianas	SSI Pequeñas	Total general
Total general	100%	100%	100%	100%
Aplicaciones de automatización industriales y robótica	5%	0%	17%	5%
Aplicaciones mobile	10%	8%	0%	8%
Consultoría y asesoramiento	5%	17%	0%	8%
Mantenimiento de equipos	5%	8%	0%	5%
Multimedia y gaming	0%	0%	17%	3%
Sitios web / e-commerce / Internet Marketing	5%	0%	33%	8%
Software de gestión (ERP, CRM, BI, etc)	62%	67%	33%	59%
Software de nichos (Delivery, gimnasiones, universidades, etc)	10%	0%	0%	5%

Fuente: Pegoraro et al (2014)

Según los registros del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE) del Ministerio de Trabajo Empleo y Seguridad Social de la Nación para el año 2020 (último dato disponible), en la provincia del Chaco se contabilizan 338 puestos de trabajo registrados en el sector de Actividades de Informática (CIU 72), lo que representa 0,3% del empleo registrado en el sector a nivel nacional. Cabe aclarar que el empleo registrado capta solo una porción del empleo total en el sector, dada la presencia de micro y pequeñas empresas informales y desarrolladores cuentapropistas (no asalariados). Asimismo, la mencionada tendencia hacia la tercerización de servicios informáticos implica que en ocasiones no se refleje correctamente la localización del trabajo en el sector. Así, aun cuando la radicación de empresas de SSI se encuentre en grandes centros urbanos como la Ciudad de Buenos Aires, parte del empleo generado por dichas empresas se encuentra disperso en otras localidades, a lo que se le suma la actividad cuentapropista, no captada en las estadísticas de empleo registrado sectorial en el sector privado.

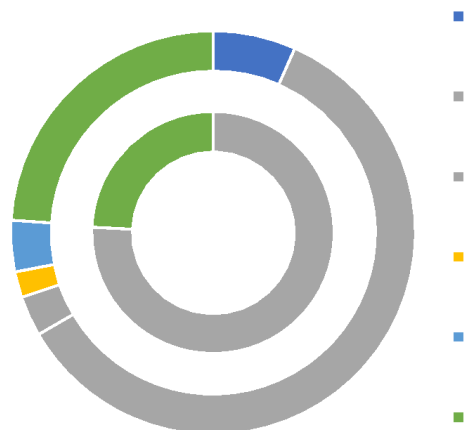
Gráfico A.2. Puestos de trabajo registrados en Actividades de Informática. Porcentaje del total sectorial a nivel nacional. Año 2020



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE (MTEySS)

La mayor parte del empleo registrado se asocia con Servicios de consultores en informática y suministros de programas de informática (CIIU 7220 – 76%), mientras que una porción menor se encuentra desarrollando tareas en otras actividades de informática no clasificadas. Esta distribución del empleo registrado en el sector muestra semejanzas con el total a nivel nacional. Sin embargo, la provincia se distingue por no contabilizar puestos de trabajo en subsectores presentes a nivel nacional, aunque con menor cantidad de empleo registrado (Procesamiento y Servicios relacionados con bases de datos, Servicios de consultores en equipo de informática y Mantenimiento y reparación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática).

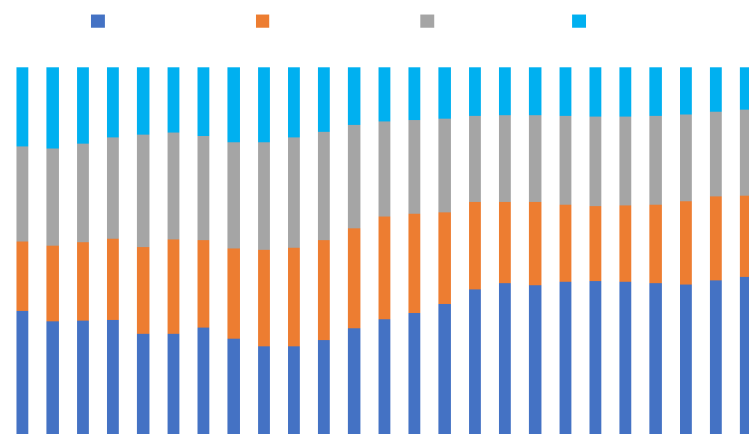
Gráfico A.3. Puestos de trabajo registrados en Actividades de Informática según subrama. Chaco (anillo interno) y Total País (anillo externo). Año 2019



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE (MTEySS)

Los datos a nivel nacional indican que la mayor proporción del empleo privado registrado en el sector se concentra en empresas de más de 200 empleados (44%) -con un peso creciente en los últimos años-, seguido por empresas medianas -entre 10 y 49 empleados (23%) y entre 50 a 200 empleados (22%). La menor participación en el empleo se encuentra vinculada a las pequeñas o microempresas de hasta 9 empleados, que absorben 11% del total. Cabe destacar que los datos reseñados excluyen aquellos trabajadores que se desempeñan como cuentapropistas, los cuales conforman una parte importante del sector.

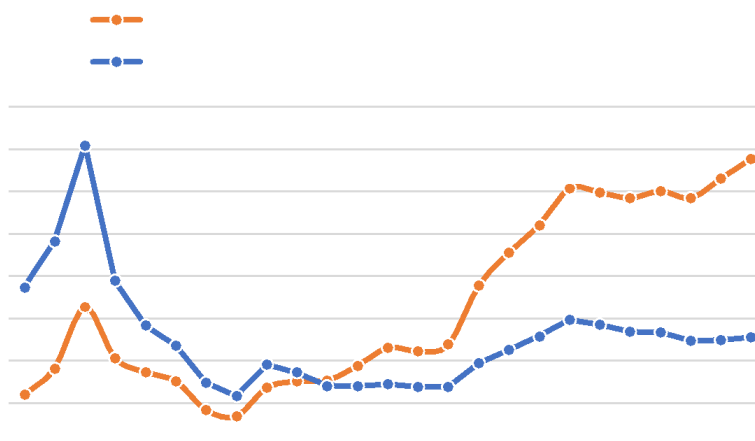
Gráfico A.4. Puestos de trabajo registrados en actividades de informática según tamaño de la empresa. Total nacional. 1996-2020



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE (MTEySS)

La evolución en el tiempo del empleo en el sector da cuenta de un crecimiento en la provincia a partir de 2011, el cual es más acelerado que el crecimiento verificado a nivel nacional hasta 2014 y luego continúa acompañando la tendencia nacional. Esto se refleja en el incremento de la participación del empleo sectorial en la provincia en total del país hasta 2014 y en la relativa estabilidad de dicha participación en los años siguientes. De esta forma, la provincia aporta 0,3% del empleo nacional en el sector.

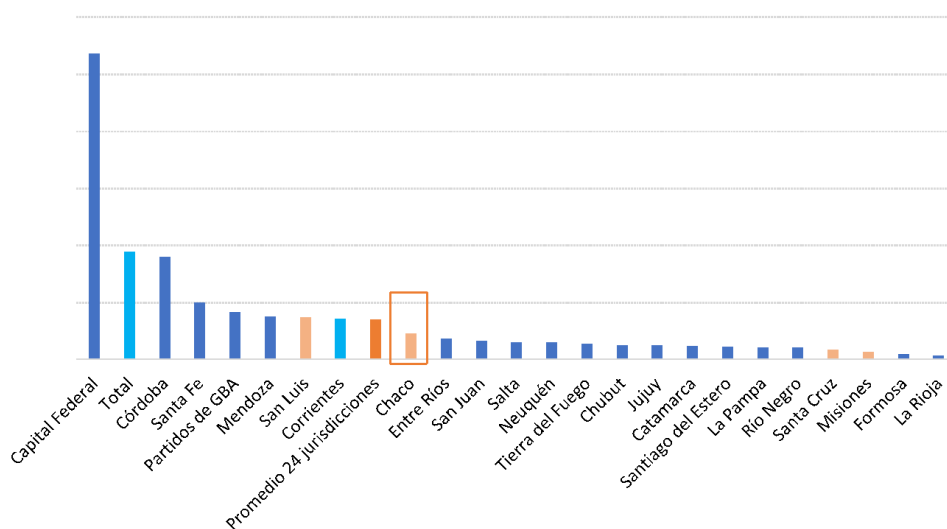
Gráfico A.5. Puestos de trabajo registrados en Actividades de informática en el Chaco. 1996-2020.



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE (MTEySS)

En cuanto al porcentaje del empleo total (en todos los sectores económicos) absorbido en Actividades de informática, se observa que la provincia se ubica levemente por debajo del promedio de las jurisdicciones subnacionales (0,5%). Asimismo, si bien se ubica por detrás de Corrientes (que contabiliza 555 puestos de trabajo registrados, 0,7% del total provincial), el peso relativo del sector -medido por el empleo- es superior a otras provincias del noreste argentino, como Entre Ríos, Misiones y Formosa.

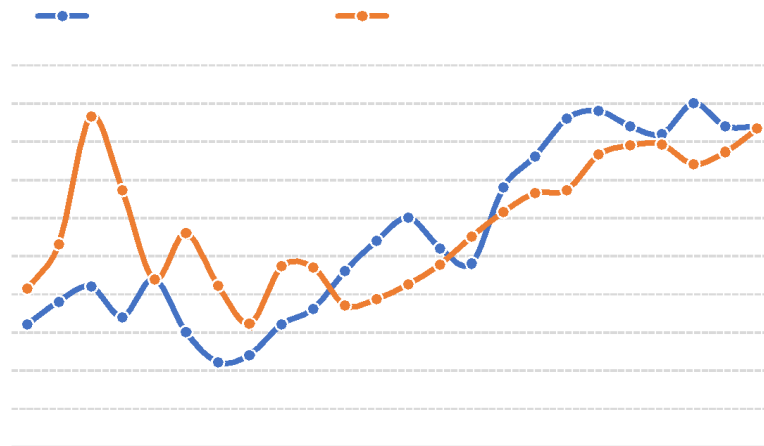
Gráfico A.6. Puestos de trabajo registrados en actividades de informática. En % del empleo registrado total. Comparativo nacional.



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE (MTEySS)

La tendencia creciente en el empleo es acompañada por un incremento de largo plazo en la cantidad de empresas del sector y en el tamaño promedio de las firmas. Así, en 2019 se contabilizaron 42 empresas con un tamaño promedio ponderado de 7,5 empleos registrados. Esta tendencia de crecimiento se verificó con más claridad hasta 2014, y luego en los últimos años la cantidad de empresas pareciera estabilizarse.

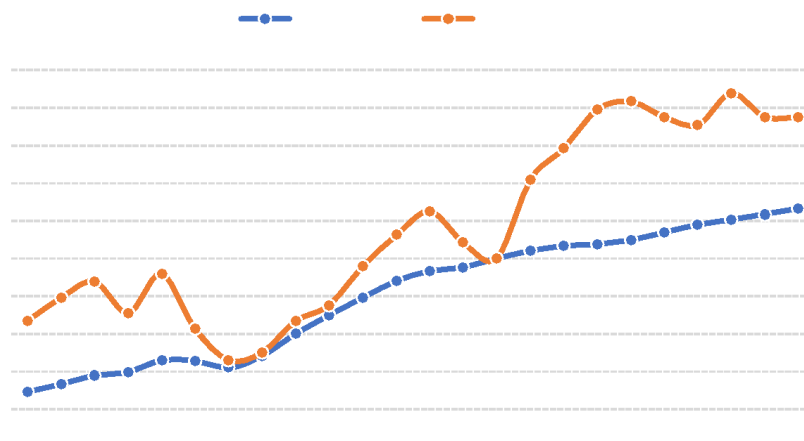
Gráfico A.7. Cantidad de empresas y puestos de trabajo registrados promedio por empresa en Actividades de informática en el Chaco. 1996-2019.



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE (MTEySS)

Tomando como base el año 2010, el crecimiento de la cantidad de empresas radicadas en la provincia superó la dinámica nacional, lo que se explica fundamentalmente por el incremento durante el período 2011-2014.

Gráfico A.8. Cantidad de empresas en Actividades de informática. Chaco y Total país. 1996-2019. Base 2010 = 100.



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE (MTEySS)

En suma, si bien el sector aun representa un porcentaje reducido del empleo registrado en la provincia, se trata de una actividad que presenta dinamismo en el

mediano plazo, acompañando el crecimiento a nivel nacional. En el marco de una marcada concentración de la actividad pocas jurisdicciones (entre las que sobresale el peso de la Ciudad de Buenos Aires), la provincia del Chaco se ubica en un “segundo pelotón”.

2. Estado tecnológico

a) Frontera tecnológica

La pandemia de Covid-19 aceleró el proceso de transformación digital, entendida como una profundización del proceso de digitalización⁸. En este sentido, el año 2020 ha implicado un punto de inflexión para muchas empresas que se vieron forzadas a reorganizar procesos de trabajo y acelerar la incorporación de TICs. En este sentido, una característica distintiva del sector de SSI es su potencial (y efectivo) impacto transversal sobre el entramado productivo de la provincia. Las TICs se tornan indispensables para lograr mejoras de productividad, agregación de valor y competitividad.

En este marco, a continuación, se presentan algunas tendencias destacadas que guían el progreso del sector a nivel internacional.

Low-code y no-code

La ingeniería de software está tendiendo a la simplificación. Las plataformas low-code proporcionan atajos que ayudan a los desarrolladores a trabajar más rápido, eliminando parte de esa complejidad que los desarrolladores suelen enfrentar al crear una aplicación o un sistema. Por su parte, las plataformas no-code permiten a los usuarios arrastrar y soltar bloques de código prefabricado en una interfaz visual. Éstas últimas tienen la ventaja de simplificar al máximo la programación, pero resultan más rígidas y resultan en software menos robustos. El objetivo que guía la tendencia general es la automatización de las tareas repetitivas, como la validación de código, para que los desarrolladores puedan concentrarse en el proceso creativo. Sin embargo, no se piensa que estas plataformas vayan a

⁸ ...“la transformación digital no abarca únicamente la agenda de acceso a las TICs (y, por lo tanto, a los procesos de automatización y acceso a la información que las mismas implican y promueven) y de formación de capacidades relacionadas a su incorporación y uso. (...) la TD involucra también, y sobre todo, la actualización y complejización del uso de las TICs, así como el fomento de competencias vinculadas a la adopción, al uso y al desarrollo de TICs” (CIECTI, 2022).

reemplazar a los lenguajes de programación tradicionales, sino que funcionen como complemento.

La popularidad de estas plataformas está creciendo debido a que es una herramienta que disminuye el nivel de calificación necesaria para la programación de software, favoreciendo el desarrollo de aplicaciones de forma rápida y sencilla⁹.

Revisiones de código automatizadas

En línea con la tendencia anterior, existen actualmente herramientas específicas que verifican automáticamente el código en función de reglas predefinidas (Veracode, CodeClimate, Codacy, DeepSource y otras). Estas herramientas impactan en la reducción de costos, dado que aceleran de forma significativa el proceso de programación e identifican errores y código subóptimo con mayor precisión que el chequeo manual.

La computación en nube (*cloud computing*)

Si bien no es una tendencia novedosa, la demanda de servicios y herramientas en la nube ha crecido debido a la necesidad de facilitar el trabajo remoto¹⁰.

Las aplicaciones nativas de la nube son softwares alojados en nubes públicas, privadas o híbridas, independientes de la infraestructura y ejecutables en varios servidores, por lo que cualquier empresa puede adoptarlos fácilmente.

La migración a la nube tiene una amplia gama de aplicaciones además del almacenamiento de aplicaciones y sistemas: análisis de big data, ejecución de pruebas de programas, aprendizaje automático.

Se prevé que las empresas desarrolladoras de software utilicen cada vez más soluciones nativas de la nube para el desarrollo de aplicaciones, la gestión de equipos y la comunicación. Las soluciones Software como Servicio (SaaS), Plataformas como Servicio (PaaS) e Infraestructura como Servicio (IaaS) son cada vez más demandadas, ya que cuentan con una serie de ventajas: Reducción de costos, tanto en inversión física como en software (incluso muchas aplicaciones ofrecidas en la nube son de uso gratuito); facilidad de uso sin necesidad de descargar e instalar

⁹ Según el portal *explodingtopics.com*, las búsquedas de "low code" en los motores de búsqueda de internet aumentaron 74% en el bienio 2020-2022, mientras que la búsqueda de "no code" aumentó un 8100 % en los últimos cinco años.

¹⁰ La oferta de servicios en la nube está dominada por grandes empresas. Amazon acapara el 34% del mercado de IaaS en la nube, seguida por Azure (21%) y Google Cloud (10%) (Fuente: Sinergy Research Group).

programas; capacidad de almacenamiento casi ilimitada; actualización automática; acceso remoto que permite visualizar y editar archivos desde locaciones múltiples; fácil adaptación del espacio de almacenamiento requerido (aumento o reducción); mayor seguridad de los datos.

A raíz del acelerado crecimiento de estos servicios, la demanda de ingenieros de software nativo de la nube está en ascenso. En 2021, Amazon Web Services anunció el lanzamiento de un programa de capacitación gratuita en *cloud computing* cuyo objetivo es alcanzar a 29 millones de personas a nivel global para el año 2025¹¹.

Inteligencia artificial y aprendizaje automático

Se prevé que la mayoría de los desarrollos de software pasarán de una lógica estática a crear algoritmos que puedan aprender y evolucionar para cumplir con los requisitos cambiantes del usuario final. Las aplicaciones de esta tecnología son muy variadas y transversales: desde la facilitación de diagnósticos y tratamientos médicos, hasta la gestión de logística (optimización de rutas, vehículos autónomos).

La Inteligencia Artificial (IA) es una tecnología diseñada para tomar decisiones calculadas, mientras que el aprendizaje automático (*machine learning* - ML) es un subconjunto de la inteligencia artificial que se refiere a los aspectos de ingeniería de la IA, incluyendo aplicaciones como los anuncios personalizados, el reconocimiento de imagen y voz, los chatbots y los asistentes virtuales.

El desarrollo de software de ML está cada vez más disponible para usuarios no técnicos y PYMES. Google y Microsoft son los proveedores líderes que ofrecen AutoML y soluciones de software de IA no-code. Sin embargo, una limitante para que las empresas adopten software basado en ML es la relativa escasez de recursos humanos calificados en esa área.

El software de IA está teniendo un impacto a través de la Automatización Robótica de Procesos (RPA), utilizada para la automatización de actividades repetitivas y monótonas.

Aplicaciones Web Progresivas (PWA)

Las PWA (*progressive web apps*) son aplicaciones móviles que funcionan sin conexión (almacenando datos en caché), permitiendo ahorrar espacio de

11

<https://press.aboutamazon.com/news-releases/news-release-details/aws-expands-access-free-cloud-skills-training-its-mission/>

almacenamiento sin perder la funcionalidad. Las PWA se ejecutan en HTML, CSS y JavaScript como lo hacen los sitios web, pero eliminan la interfaz del navegador. A diferencia de las aplicaciones nativas, las PWA no requieren ser descargadas.

La clave que hace que las PWA ganen popularidad entre los desarrolladores es que son independientes de la plataforma, lo que significa que los desarrolladores no tienen que crear una aplicación separada para celulares, tablets y computadoras de escritorio. Esta cualidad, junto con el menor costo de mantenimiento suponen una gran ventaja de costos para las empresas de software.

Internet de las Cosas (IoT)

La IoT refiere a la interconexión digital de objetos físicos con las redes de internet, lo cual permite recibir y transmitir datos en tiempo real (Dew, 2003; Gershenfeld et al., 2004) y sus aplicaciones son múltiples. En términos generales, los componentes de la IoT pueden agruparse en cuatro niveles (CIECTI, 2019): i) sensores que generan información para una solución IoT; ii) redes de comunicaciones que conforman la conectividad; iii) plataformas de software que representan la capa de integración entre dispositivos, redes y aplicaciones; y iv) aplicaciones y procedimientos producto del procesamiento de los datos a través de las plataformas.

La IoT abarca un conjunto de aplicaciones que tienen el potencial de generar un impacto transversal en el entramado productivo, con usos como el mantenimiento predictivo de maquinaria, el seguimiento de vehículos en tiempo real, el consumo inteligente de energía, entre otras.

Migración de sistemas *legacy*

Los sistemas “legacy” son aplicaciones, programas o hardware que continúan usándose a pesar de su antigüedad. Es frecuente, sobre todo en empresas pequeñas y medianas, que la falta de actualización de las herramientas TIC afecte la eficiencia y su seguridad informática, generando mayores costos de mantenimiento y peor performance general. En este sentido, la migración de sistemas es un nicho de mercado atractivo para empresas del sector SSI.

b) Contenido tecnológico local

Los recursos humanos son el insumo clave de la actividad SSI, siendo el principal determinante de los costos de producción y de la calidad de los productos y servicios ofrecidos. En contraste, el costo del capital físico (infraestructura, máquinas,

servidores e inmuebles) tienen un peso relativo en los costos muy inferior en comparación a los recursos humanos.

En este marco, el exceso de demanda de RRHH verificado a nivel internacional se replica a nivel local, lo que se refleja en el dinamismo de la demanda laboral en el sector a nivel nacional. Por otra parte, más allá de estas limitaciones cuantitativas de la oferta laboral, el personal disponible en Argentina es considerado internacionalmente como de alta calidad.

En este sentido, si bien a nivel local no se identifica la presencia de grandes desarrollos de I+D sectorial, existen empresas locales que, a pesar de su reducido tamaño, cuentan con proyectos de desarrollo de productos que permitirían sustituir importaciones y/o incrementar las exportaciones.

En esta línea, la empresa Matijasevic SRL se encuentra en proceso de desarrollar un software SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) “enlatado” para comercializar a nivel local, lo que posibilitaría abaratar el costo para las empresas dado que el que se utiliza actualmente en el mercado local es de origen importado y la licencia tiene un costo aproximado de USD 7.000 dólares. Otro proyecto en curso de la empresa consiste en el desarrollo de una RTU (Unidad Terminal Remota) propia¹², un producto para el que actualmente no existe fabricación nacional. Asimismo, la empresa prevé integrar de la RTU con los productos de telemetría y tele supervisión ya desarrollados para su exportación a Brasil. Por su parte, la empresa Servisoft cuenta con un proyecto para mejorar el software de gestión que actualmente comercializan a desmotadoras de algodón. El programa permite automatizar la carga y sistematizar la información de los remitos, camiones y enfardado del producto, lo que impacta a mejorar su trazabilidad. Este aspecto de la cadena de valor algodonera resulta clave para la mejora de la calidad de la fibra y la certificación de algodón orgánico.

Por otra parte, la provincia cuenta con una nutrida oferta de formación universitaria. La UTN FR Resistencia funciona como un polo de atracción regional en materia de formación de RRHH y empresas de SSI (ofrece las carreras de Ingeniería en Sistemas de Información y Tecnicatura Universitaria en Programación). Asimismo, la presencia de la UNNE en Corrientes (Lic. en Sistema de Información y Tecnicatura Universitaria en Informática) también aporta un flujo de RRHH calificados para la demanda en la región.

¹² La RTU es el hardware que capta datos y los transmite a un servidor Scada para su procesamiento.

Los actores locales -tanto del ámbito de la investigación como empresarial- han manifestado conformidad con el nivel de formación provisto por las Universidades de la Región. El nivel de ocupación es prácticamente pleno con anterioridad a la finalización de las carreras de grado, lo que da cuenta del cuello de botella antes mencionado. En resumidas cuentas, el problema no parecería ser la calidad de RRHH sino la cantidad. En particular, para las empresas locales resulta difícil retener RRHH que se orientan al trabajo remoto para empresas del exterior en forma cuentapropista.

Frente a esta problemática, el gobierno de la provincia ha implementado políticas públicas diversas. Por un lado, con el objetivo de aumentar la oferta de RRHH con capacidades básicas en el sector, se viene desarrollando la iniciativa del Informatario mencionada en el Apartado 1, logrando un impacto masivo en la formación básica en programación. Este programa impulsado desde la Subsecretaría de Empleo de la provincia, está diseñado para maximizar su alcance de manera de fortalecer la empleabilidad de la oferta laboral en un sentido amplio, excediendo la demanda local generada por el sector SSI.

Otra política en esta línea es el programa Pixel Lab -lanzado en julio de 2022-, orientado a la capacitación en el desarrollo de videojuegos¹³. Este programa resulta de gran relevancia dado que apunta a un nicho de mercado vacante hasta el momento en la provincia, por lo que el programa supone un impulso inicial a su desarrollo. Por otro lado, el gobierno chaqueño lleva a cabo el programa Empleo Conocimiento en Chaco, mediante el cual el Estado aporta una porción del salario de los nuevos trabajadores en empresas del sector radicadas en la provincia. El programa cubre montos fijos decrecientes durante tres con un adicional para empleadas mujeres, travestis, transexuales y transgéneros, y mujeres en situación de violencia. El monto estipulado para el primer año cubre en la actualidad aproximadamente el 25% del sueldo de un puesto junior. Sin embargo, la utilización del programa por parte de las empresas no se encuentra difundida¹⁴, debido a la predominancia de las microempresas en el entramado productivo sectorial a nivel provincial.

¹³ El programa Pixel Lab consta de cuatro etapas: la primera, de un mes de duración, consiste en una introducción a la programación; la segunda –también de un mes- se centra en una introducción a la animación; la tercera –de tres meses de duración- aborda la elaboración de un proyecto utilizando Godot y Unity; finalmente la cuarta etapa –de cuatro meses- consiste en una incubación y aceleración para poder arribar a un producto terminado “de muestra” (no comercializable aun) que permita luego acceder a otras fuentes de financiamiento.

¹⁴ Según fuentes del gobierno de la provincia entrevistadas el programa es utilizado por las empresas Globant, Blue Trail y Quaga.

El perfil tecnológico del sector a nivel nacional no se encuentra alejado de la frontera tecnológica internacional. En este sentido, no se evidencian brechas importantes de productividad respecto de los parámetros internacionales, lo que se manifiesta en el perfil exportador de la industria del software argentina.

Si se excluye a la sede de la empresa Globant¹⁵ en la ciudad de Resistencia -que cuenta actualmente con 150 empleados- en la provincia predominan las pequeñas y micro empresas (característica que se replica a nivel nacional¹⁶). Esta estructura empresarial afecta el funcionamiento de las empresas, que suelen ser “dueño intensivas”. De esta forma, los propios emprendedores se encuentran a cargo de los aspectos técnicos y al mismo tiempo suelen cargar con las tareas administrativas, de comercialización y marketing. Esta característica resulta relevante dado que incide sobre la capacidad de las empresas del sector para ganar visibilidad y prestigio en la demanda, lo que contribuiría a romper la reticencia empresaria a incorporar software y herramientas digitales en un sentido amplio.

A pesar del reducido tamaño promedio de las firmas, la capacidad técnica de las empresas de SSI chaqueñas es elevada y muestra cierta variedad en la oferta disponible de SSI. La mayor parte de las empresas de software localizadas en la provincia se especializan en el segmento de desarrollo de software a medida (software factory), combinando en algunos casos con el ofrecimiento de desarrollos propios de sistemas prefabricados¹⁷.

Además de servicios de consultoría informática, existe oferta disponible de servicios de transformación digital orientado a PyMES (Vida Digital brinda servicios personalizados de migración a la nube); empresas que proveen infraestructura en redes informáticas y ciberseguridad (Quaga, ZConsulting, Sise Argentina); robótica y IoT con desarrollos aplicables al sector ganadero y agrícola (SergeoTech, Airbits, Matijasevic)¹⁸. Si bien no hay empresas que provean IaaS o SaaS (segmento

¹⁵ La empresa se orienta fundamentalmente al mercado externo y el perfil del personal en la sede de Resistencia es en su mayoría desarrolladores de diferentes lenguajes (principalmente Java) y testers.

¹⁶ En 2016, casi tres de cada cuatro firmas contaban con menos de 10 ocupados (OPSSI, 2019).

¹⁷ Por ejemplo, la empresa Servisoft ofrece software para gestión administrativa contable general, pero también cuentan con sistemas específicamente diseñados para brindar soluciones de gestión a sectores productivos de la provincia, como las desmotadoras de algodón y el sector agrícola (desde la siembra a la comercialización y despacho de los productos). Incluye la administración de insumos, detalle de tareas realizadas en el campo y los insumos aplicados, informes de rendimientos por productos, establecimientos y lotes, etc.

¹⁸ La empresa Airbits desarrolló una tecnología de sensores aplicada como prueba piloto en un feedlot ganadero. La herramienta permite controlar la dosificación del alimento con detección de movimiento, así como cambios de comportamiento en el ganado, control de personal, movimiento de vehículos, etc. Esta tecnología también es aplicable a la ganadería de precisión para manejo de rodeo (seguimiento del engorde, medición de entrada/salida de corral, medición de peso, etc). Por su parte, SergioTech cuenta con capacidad para ofrecer servicios de monitoreo satelital para el sector agrícola y productos de

concentrado en grandes empresas como Amazon, Microsoft y Google), las firmas locales son usuarias de estas herramientas, lo que les permitió ahorrar costos en infraestructura (servidores). Al respecto, sí existen empresas y consultores cuentapropistas en la provincia que montan la infraestructura en la nube para terceras empresas.

En cuanto a la calidad de la conectividad -fundamental para el desarrollo del sector- a partir de las entrevistas realizadas ha surgido que puede mejorarse el ancho de banda y la estabilidad ("se encuentra al 70%"). En este caso, el problema señalado no es la conectividad en sí, sino en la infraestructura de distribución de energía eléctrica, que funciona con cortes frecuentes que afectan a la actividad.

En suma, el entramado productivo local en el sector de SSI cuenta con un potencial técnico para crecer, aunque encuentra algunas limitaciones vinculadas con la disponibilidad de recursos humanos y la predisposición a incorporar herramientas de transformación digital por parte de las empresas locales. En el apartado siguiente se profundizarán algunas de estas problemáticas y se abordarán algunas estrategias posibles para intentar potenciar el desarrollo del sector.

c) Instituciones de CyT locales vinculadas a los sectores productivos seleccionados

Se han identificado las siguientes instituciones de Ciencia y Tecnología que desarrollan actividades vinculadas al sector de energías renovables en la provincia.

Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional de Resistencia

La UTN FRRE cuenta con la Ingeniería en sistemas de información y la Tecnicatura Universitaria en Programación (de dos años de duración). Actualmente la Ingeniería muestra un flujo aproximado de 400 ingresantes y 40 egresados por año y se encuentra en proceso de actualización del plan de estudios, con vistas a implementar un nuevo plan en 2023.

Centro de Investigación Aplicada en Tecnologías de la Información y Comunicación (CINAPTIC)

robótica y automatización desarrollada a medida del cliente. Finalmente, Matijaseivc SRL ofrece Desarrollo de aplicaciones de automatización, sistemas SCADA y telemetría.

El CINAPTIC se creó en 2019 dentro de la UTN. Cuenta con las siguientes líneas de investigación: i) inteligencia artificial, ii) calidad de software (en convenio con el Polo IT Chaco), iii) IoT, iv) telecomunicaciones y ciberseguridad, v) análisis de imágenes asociado a aplicaciones en el agro (madurez de semillas, en colaboración con el INTA). Actualmente cuentan con aproximadamente 20 investigadores, en su mayoría con financiamiento de la propia UTN.

Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

La UNNE, ubicada en Corrientes, cuenta con las carreras de Licenciatura en Sistema de Información y Tecnicatura Universitaria en Informática (modalidad virtual), específicamente diseñada para satisfacer una formación básica de menor duración (2,5 años).

También ofrece las siguientes carreras de posgrado: Especialización en Tecnologías de la Información; Especialización en Tecnologías de la Información Geográfica; Maestría en Tecnologías de la Información; Doctorado en Informática.

Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS)

La UNCAUS, ubicada en Sáenz Peña, cuenta con las carreras de Ingeniería en Sistemas de Información, con una duración de 5 años, y también ofrece un título intermedio de Analista

B. Ganadería bovina

1. Caracterización general del sector

La actividad ganadera chaqueña se compone principalmente de rodeos de animales criollos y cruza de cebú, los que cuentan con facilidades para la adaptación a las particulares condiciones agroecológicas provinciales (altas temperaturas, poca calidad de los forrajes, etc.). De esta manera, la ganadería puede llevarse adelante en zonas en donde la baja permeabilidad de los suelos (propiedad de transmisión de agua y aire) dificulta la práctica de la agricultura. En cuanto a sus condiciones, es llevada adelante de forma mayoritariamente extensiva con bajos índices productivos, los que se vinculan con: “baja productividad de los rodeos de cría y de invernada, insuficientes recursos forrajeros, presencia de malezas en pastizales y pasturas cultivadas, falta de experimentación y difusión de prácticas que incrementan la producción, baja disponibilidad de conocimientos y tecnologías para la producción diferenciada por calidad en cría e invernada, baja o nula aplicación de protocolos de buenas prácticas ganaderas, y falta de conocimiento regional de la cadena de carne vacuna” (INTA, 2012). A estos aspectos podemos añadir el bajo porcentaje de destete (48,4% para 2020, mientras que la media nacional fue de 62,2%) y el reducido peso al destete (150kg) (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca -MAGyP-).

De acuerdo con la información del Censo Agropecuario Nacional (2018), del total de explotaciones agropecuarias (EAP) de Chaco (10.753), un 86% contaba con ganado bovino (9.254 EAP), lo que da cuenta de la relevancia de la actividad para la provincia. En adición, las existencias bovinas representan el 90% del stock total de ganado chaqueño -conformado también por porcinos y caprinos- en 2019, porcentaje que se encuentra por encima del promedio de la década previa (en torno al 77%) (SENASA, 2020).

En términos nacionales, las existencias totales de bovinos chaqueños no son de especial significatividad, tal como se observa en el Gráfico B.1. Del mismo se desprende que las existencias de la provincia representan algo menos del 5% del total de Argentina para el año 2020, porcentaje que ha decrecido sostenidamente en los últimos años (ver gráfico adjunto).

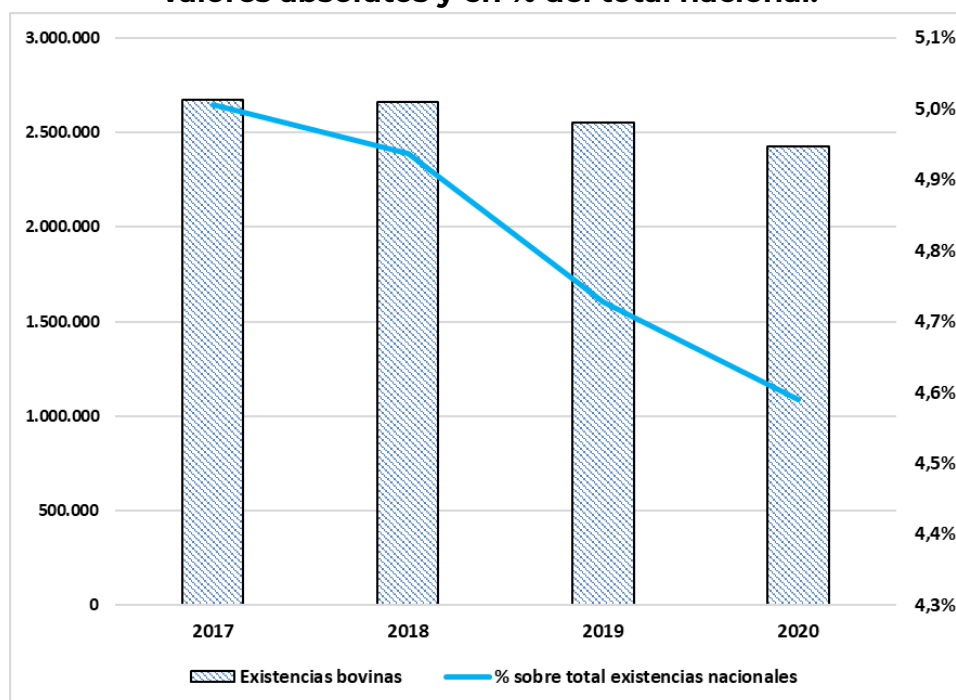
En lo que respecta a la evolución del stock bovino en términos absolutos, es necesaria una distinción entre procesos de largo y corto plazo. Respecto de los primeros, se evidencia un crecimiento, favorecido por el aumento de la superficie agrícola en la zona pampeana, lo que relocalizó el ganado vacuno a escala nacional hacia el NEA, donde la productividad relativa de la tierra es menor. En lo que refiere

al corto plazo, al menos desde 2017 el stock ganadero provincial cae, pasando de 2.670.780 existencias en dicho año a 2.428.741 en 2020.

Si se desagrega la información al interior de las categorías existentes de ganado bovino, se destaca la participación del stock provincial de “Toros” y “Toritos” sobre stock nacional, superior a las restantes categorías (10% y 6%, respectivamente).

Por su parte, la participación de los establecimientos y las unidades productivas dedicadas a la ganadería bovina en Chaco sobre el total nacional supera a la participación provincial de las cabezas de ganado (8% y 10%, respectivamente), lo que brinda una primera evidencia del menor tamaño de los establecimientos provinciales en comparación al promedio nacional.

Gráfico B.1. Existencias totales de bovinos en la provincia del Chaco. En valores absolutos y en % del total nacional.

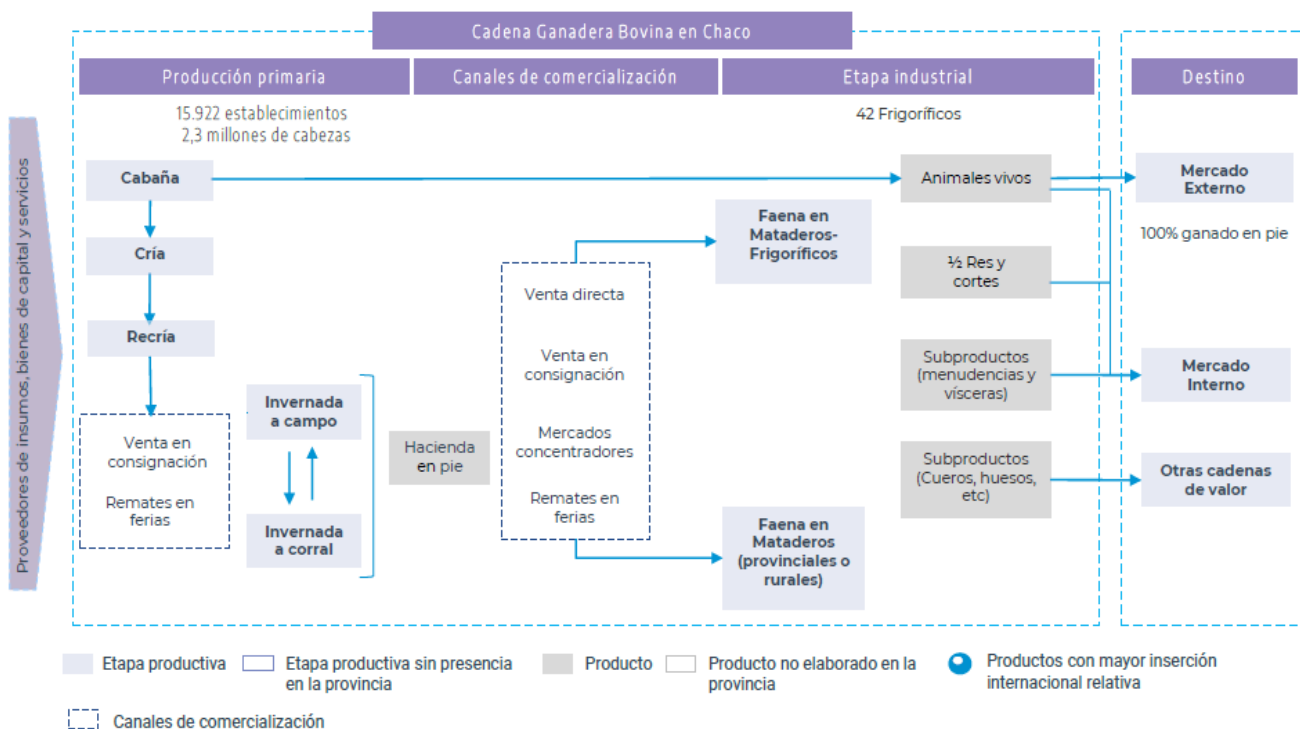


Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del SENASA.

En vinculación con las características señaladas para el sector, resalta el hecho de que el porcentaje de la faena nacional realizada en la provincia es mucho menor que el número de existencias (1,5% en 2021 según el MACyP), lo que da cuenta de la especialización de la actividad en el eslabón primario de la cadena productiva (en el Gráfico B.1 se presenta un esquema de la cadena provincial). Así, es posible caracterizar a la ganadería bovina chaqueña como una fundamentalmente de cría,

lo que también se vislumbra en los Gráficos B.2 y B.3. En el primero de ellos se muestra la proporción faenada en Chaco para los últimos cuatro años, lo que deja en claro que el 1,5% identificado se encuentra consolidado, ubicando a la provincia como la décima en términos de faena a nivel nacional. En el Gráfico B.3, por su parte, se presentan las existencias bovinas de acuerdo con la finalidad productiva comercial.

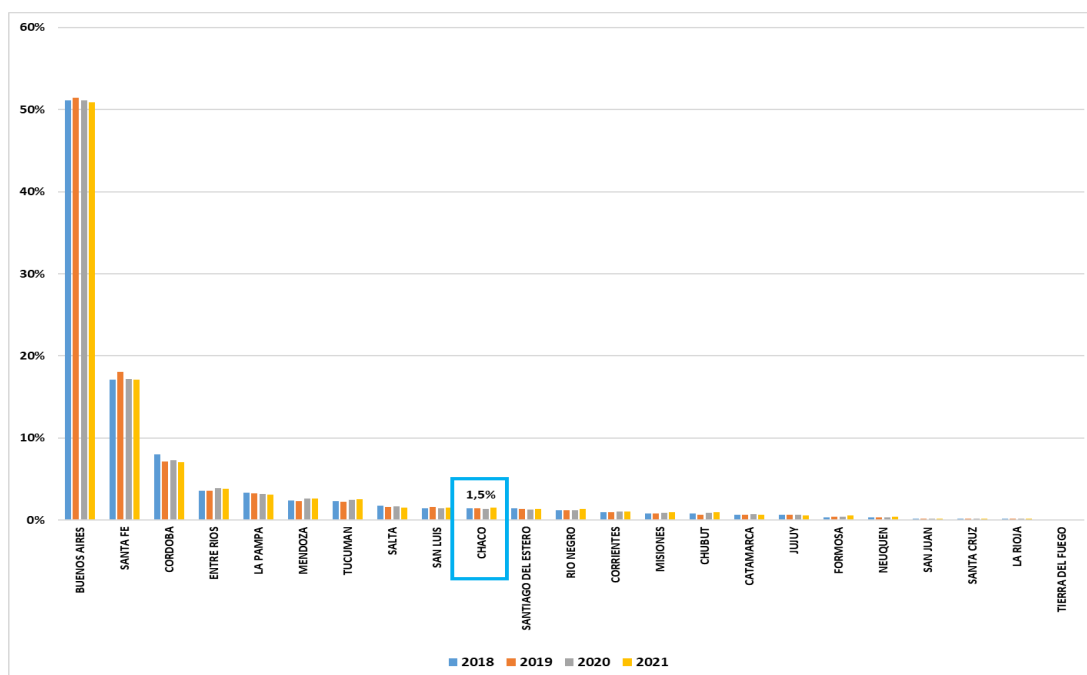
Gráfico B.2. Esquema de la cadena ganadera bovina. Provincia del Chaco.



2021.

Fuente: Ministerio de Economía (2021).

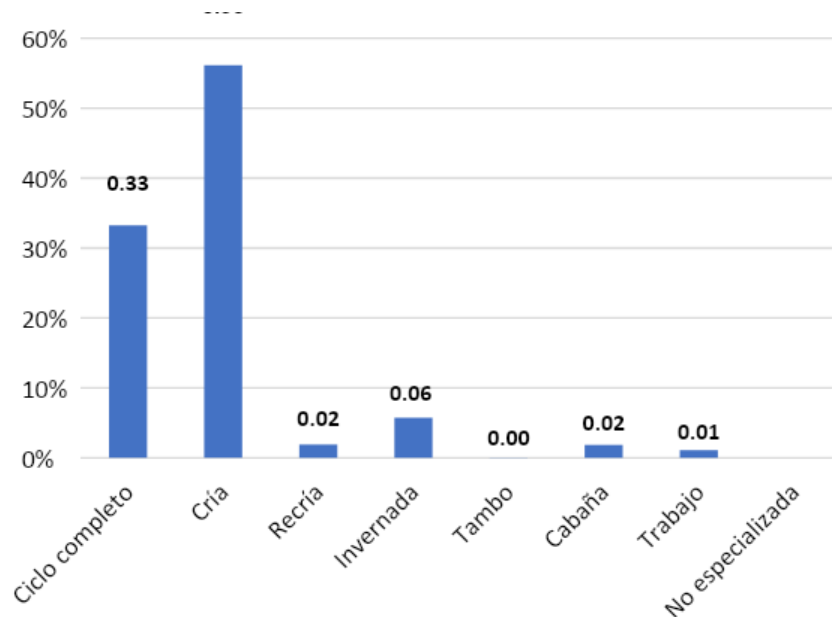
Gráfico B.3. Participación de las provincias en el total de la faena nacional de bovinos. En % del total de cabezas bovinas faenadas.



Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del MACyP (2021).

En el siguiente gráfico se observa que el 56% de las cabezas tienen por orientación productiva la cría, primera etapa de la producción de carne bovina, cuya principal finalidad es la generación de terneros. El ciclo completo, por su parte, es la segunda orientación productiva de mayor relevancia, con el 33% de las cabezas bovinas de la provincia. De acuerdo con el CNA, esta actividad integra, en la misma explotación, los tres pasos: cría, recría e internada hasta la terminación del animal y venta para faena.

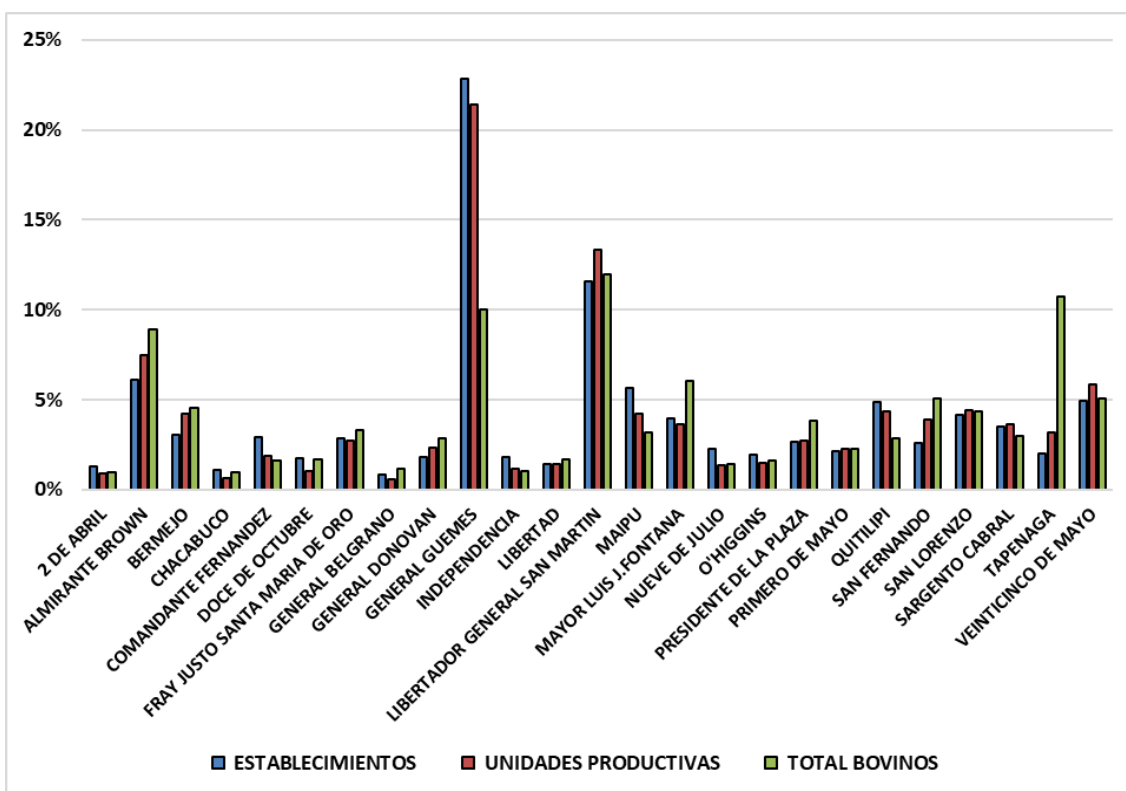
Gráfico B.4. Existencias bovinas por orientación productiva comercial. Junio 2018. En % del total de cabezas bovinas provinciales.



Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del Censo Nacional Agropecuario (2018).

En línea con lo anterior, el engorde es generalmente realizado en otras provincias (Córdoba, Salta, etc.), lo que priva a Chaco de avanzar en la industrialización de los derivados bovinos, lo que involucra actividades de faena en frigoríficos y mataderos. En ambos eslabones el grueso del volumen de producción chaqueño se encuentra concentrado en pocos establecimientos: 2 de ellos cuentan con habilitación SENASA para tránsito nacional y 43 faenadores están habilitados para tránsito provincial/municipal, según datos del Registro Único de Operadores de la Cadena Agroindustrial, ubicados cerca de los centros urbanos a los que venden sus productos (RUCA, 2020). En suma, la gran mayoría de los productores operan con una escala reducida y en condiciones de fuerte informalidad. No obstante, la situación al interior de la provincia es heterogénea, lo que puede vislumbrarse en el Gráfico B.4, en donde se da cuenta del total de establecimientos, unidades productivas y total de bovinos por departamento.

Gráfico B.5. Establecimientos, unidades productivas y total de bovinos. Por departamentos de la provincia de Chaco. Marzo 2020. En % del total provincial.



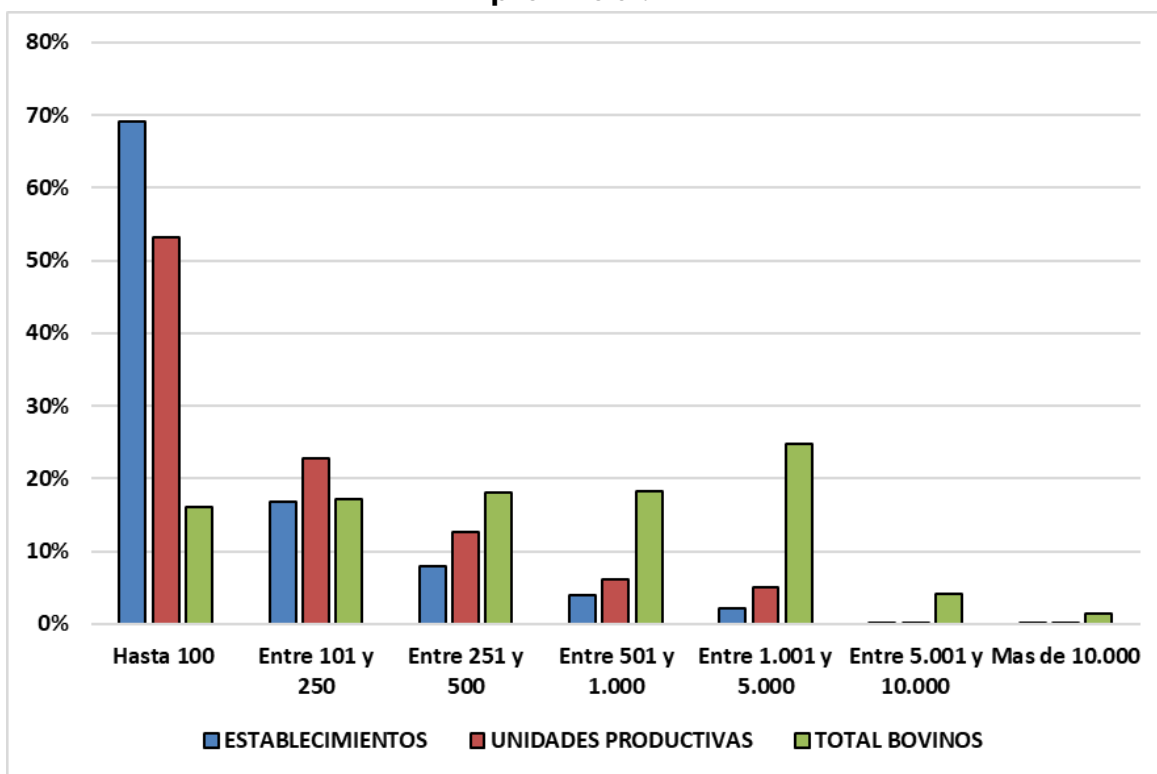
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del SENASA.

En lo que respecta a los establecimientos y las unidades productivas, destacan los departamentos de General Güemes (alrededor del 22% del total provincial), de Libertador General San Martín (12-13%) y, algo por detrás, de Almirante Brown (entre el 6 y 7,5%). De esta forma, se evidencia que las regiones noroeste y este de Chaco son las que concentran la mayor cantidad de los establecimientos. Por fuera de los mencionados, la situación general del resto de los departamentos es de baja relevancia en lo que refiere al stock bovino.

Habida cuenta de lo anterior, es interesante el contraste con la información sobre el total de bovinos (también en el Gráfico B.4). A este respecto, por caso, la relevancia de General Güemes se reduce a poco más de la mitad, ya que cuenta con el 10% de los bovinos de la provincia, lo que deja de manifiesto el tamaño medio de los establecimientos que operan allí. En cambio, en General San Martín los guarismos de total de bovinos van en sintonía con los ya reseñados, contando con más del 10% del total provincial. Con un porcentaje similar se ubica Tapenaga, departamento con una participación menor al 2,5% en lo que hace a establecimientos/unidades productivas. Como último caso destacable, el departamento de Almirante Brown cuenta con cerca del 10% de los bovinos de la provincia. El resto de los departamentos (excluyendo a Mayor Luis Fontana) no alcanza siquiera el 5% del total.

En complemento de lo referido, en el Gráfico B.5 se muestra la misma información, aunque estratificada por tamaño. Como queda de manifiesto, alrededor del 70% de los establecimientos y más de la mitad de las unidades productivas corresponden al estrato más pequeño (hasta 100 bovinos). No obstante, este grupo posee alrededor del 15% del total de bovinos.

Gráfico B.6. Establecimientos, unidades productivas y total de bovinos. Según el estrato. Provincia de Chaco. Marzo 2020. En % del total provincial.



Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del SENASA.

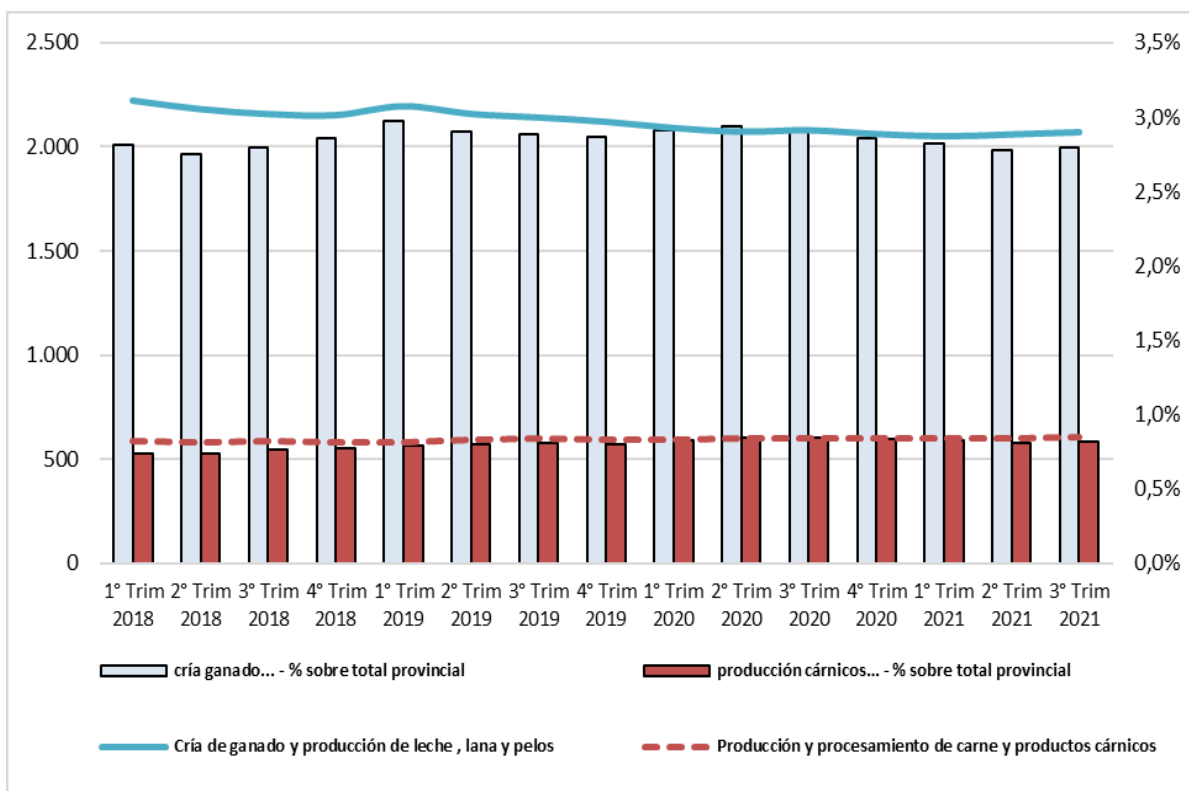
En segundo orden de relevancia aparece el estrato “entre 101 y 250” bovinos, con 20% en promedio de los establecimientos/unidades productivas, pero con un porcentaje similar de bovinos que el del estrato más pequeño. Finalmente, es llamativa la cantidad reducida de establecimientos de más de 5.000 cabezas de ganado, con una relevancia también marginal en términos de la cantidad de bovinos.

En cuanto a la mano de obra ocupada en el sector, cabe aclarar que el tamaño reducido de las unidades productivas de la provincia generalmente se vincula con producciones de subsistencia o, cuanto menos, con una baja capacidad productiva. En este sentido, se puede afirmar que buena parte de los ocupados en la actividad no se encuentran registrados, lo que es problemático por dos cuestiones relacionadas entre sí: en primer lugar, el desconocimiento respecto a la categoría

ocupacional (si son asalariados, cuentapropistas, patrones o trabajadores familiares); en segundo lugar, esta cuestión conlleva incertidumbre respecto de qué tipo de ingreso es el más extendido en el sector, esto es, al no contar con datos sobre la proporción de trabajo asalariado sobre el total, se desconoce la relevancia que los salarios tienen en la estructura de ingresos de estos trabajadores.

En los gráficos B.6 y B.7 se muestra el empleo asalariado privado registrado y las remuneraciones a este segmento trabajador, respectivamente. En ambos consideramos información proveniente del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE) con un nivel de desagregación amplio, para así considerar a las ramas más vinculadas al sector ganadero bovino. En efecto, hemos tomado a "Cría de ganado y producción de leche, lana y pelos" como la más representativa, anexando la "Producción y procesamiento de carne y productos cárnicos" a modo de contar con un acercamiento sobre los empleos vinculados al segmento industrial.

Gráfico B.7. Asalariados registrados del sector privado. Ramas seleccionadas (4 dígitos). Provincia de Chaco. 1er trimestre 2018 – 3er trimestre 2021. Valores absolutos y % sobre el total del empleo provincial (eje derecho).

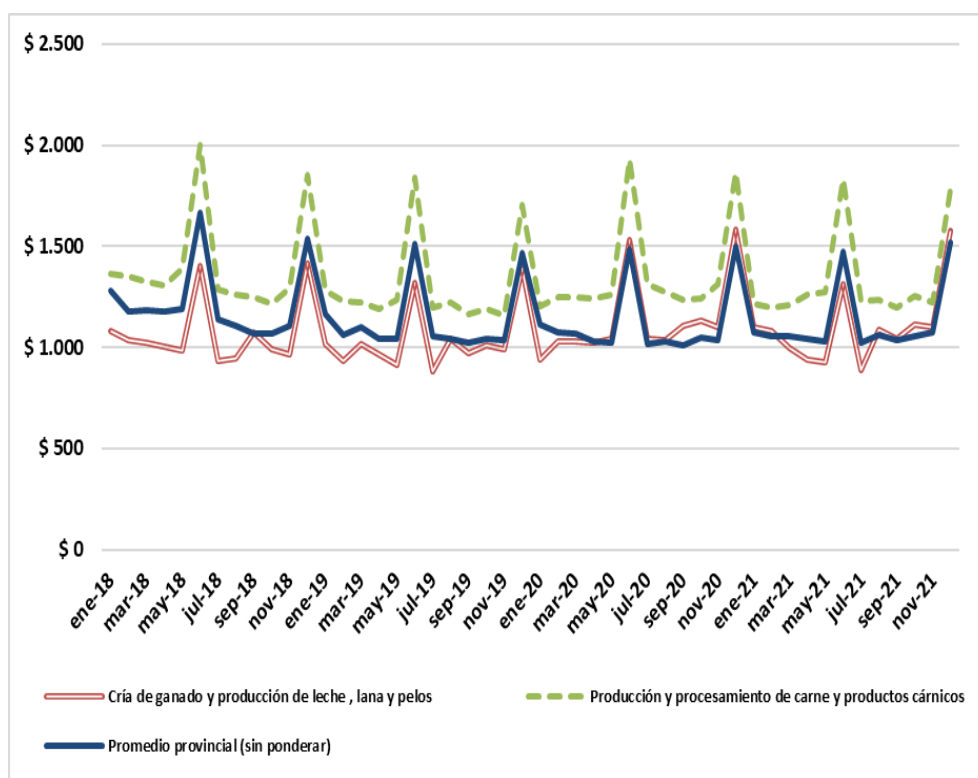


Fuente: elaboración propia sobre la base de OEDE.

En el eje izquierdo del Gráfico B.6 se da cuenta de los valores absolutos de ambas ramas, en donde queda reflejada la mayor relevancia de la “Cría de ganado...” en comparación a la industrialización de las producciones. Respecto de la primera, desde el primer trimestre de 2018 la cantidad se ha reducido levemente, mientras que se mantuvo constante para la segunda de las ramas. Esto también se ve reflejado en el porcentaje de cada una sobre el total del empleo provincial (eje derecho). Como se ve, la “Cría de ganado...”, más allá de las caídas absolutas, representó durante toda la etapa un promedio del 2,75% del empleo asalariado registrado chaqueño, mientras que la “Producción y procesamiento...” cerca del 1%.

Por su parte, en el Gráfico B.7 se muestran las remuneraciones reales (en pesos constantes de 2006) por todo concepto para los asalariados privados registrados de ambas ramas y del total de la economía, a modo de comparación. Se aprecia que el promedio salarial de quienes están empleados en la “Cría de ganado...” se encuentra sistemáticamente por debajo tanto del promedio de la economía como de la “Producción y procesamiento...”, rama esta última que se ubica prácticamente sobre el promedio nacional.

Gráfico B.8. Remuneración promedio de los trabajadores registrados del sector privado. Ramas seleccionadas (4 dígitos). Provincia de Chaco. En \$ del 2006. 2018 - 2021.



Fuente: elaboración propia sobre la base de OEDE e INDEC.

Los datos referidos al empleo en sector se encuentran en sintonía con el limitado desarrollo del segmento industrial en la provincia. Las mejores condiciones salariales y mayores potencialidades tecnológicas y de agregación de valor del segmento industrial apuntan a la necesidad de implementar políticas para incrementar su desarrollo al tiempo que se mejoran las condiciones laborales de quienes se encargan de la etapa primaria, tal como se señala en el Plan Chaco 2030 (Gobierno de la Provincia de Chaco, 2020).

De acuerdo con lo señalado hasta aquí, no sorprende que las exportaciones del complejo ganadero chaqueño no sean significativas, representando 0,02% de las exportaciones provinciales (Ministerio de Economía, 2021). Al mismo tiempo, y habida cuenta de la escasa faena realizada en la provincia, se destaca la exportación de ganado en pie para reproducción y semen bovino a países limítrofes (sobre todo a Bolivia y Paraguay, respectivamente).

En este sentido, las dificultades para la venta al exterior de las producciones chaqueñas pueden vincularse a las condiciones productivas en que se realiza la actividad. Uno de los aspectos que evidencia esta cuestión refiere al manejo sanitario de las explotaciones agropecuarias, ya que las exigencias de los diversos mercados (principalmente el europeo) han ido acrecentándose con el paso del tiempo. En particular, según el CNA 2018 sólo el 0,4% de las EAP chaqueñas contaban con certificación para exportar.

A modo de cierre, se han identificado una serie de problemáticas y limitaciones en el sector ganadero bovino de Chaco. En este sentido, las unidades productivas provinciales son pequeñas y de baja productividad, siendo en varios casos producciones más bien de subsistencia. Esto opera como limitante a la hora de adoptar tecnologías que mejoren los índices productivos (por ejemplo, las vinculadas al desarrollo de los forrajes). En lo que refiere a la cadena productiva, se destaca la especialización en la etapa primaria (particularmente en la cría), lo que se evidencia en que parte del ganado criado y engordado en la provincia es faenado en otras jurisdicciones. Más allá de la existencia de algunos establecimientos de importancia, que venden sus producciones la interior de la provincia, lo cierto es que esta situación imposibilita el avance hacia las etapas más industrializadas del ciclo, lo que redundaría no sólo en mayor valor agregado provincial sino también en una mejora de los indicadores laborales (tanto en términos de nivel de empleo como salarial).

2. Estado y necesidades tecnológicos del sector

2.a. Frontera tecnológica

Al igual que lo acontecido en otros sectores productivos, la ganadería bovina se ha visto fuertemente impactada por el desarrollo de las nuevas tecnologías, que cada vez tienen mayor injerencia a lo largo de la cadena productiva. Uno de los campos en los que esto es más notorio es el de la **biotecnología** (tecnología aplicada a los procesos biológicos -uso o alteración de organismos, células o moléculas biológicas-), dado que este tipo de técnicas se emplean en distintas áreas¹⁹. Una primera aplicación es la vinculada con la nutrición y producción animal, basadas en el uso de microorganismos, cuyo objetivo radica en la modificación de los patrones de digestión y procesamiento de los alimentos. A esto se le agregan una gran cantidad de productos procesados a través de biotecnología, cuya adición a la dieta de los animales incrementa su eficiencia productiva. En segundo lugar, se destaca el empleo de biotecnologías en el área de la reproducción animal, intensificando así el mejoramiento y la multiplicación de aquellas razas e individuos de calidad genética superior. Estos objetivos se pueden alcanzar de diversas maneras: seleccionando de forma temprana y específica a aquellos individuos superiores; introduciendo genes beneficiosos en una población particular o realizando mejoramiento genético basado en la selección de genes. Otra posibilidad estriba en la transferencia de embriones, lo que permite una superovulación en la hembra seleccionada y su implantación en las receptoras. En paralelo, a través de la biotecnología se pueden caracterizar las poblaciones ganaderas y determinar los indicadores poblacionales de interés (estructura genética, índices de consanguinidad, etc.), que constituyen la base para la realización de estudios de manejo y conservación de recursos zoogenéticos. Una tercera aplicación se vincula a la salud animal, sobre todo en lo referido a la identificación de enfermedades de origen genético -heredables- desde edades tempranas (incluso en estado embrionario), lo que propicia la selección de aquellos animales que sean verdaderamente sanos. En este mismo campo se destaca la posibilidad de identificar genes resistentes a ciertas enfermedades y la consiguiente obtención de animales transgénicos. Otro campo de aplicación es la generación de vacunas, muchas de las cuales son producidas a partir de genes clonados por vías recombinantes²⁰.

¹⁹ Lo siguiente corresponde en buena medida a los desarrollos de Uffo (2011).

²⁰ El ADN recombinante es una molécula de AND artificial, generada *in vitro* por la unión de secuencias de ADN provenientes de dos organismos distintos, que normalmente no se encuentran juntos.

Finalmente, un punto que interesa destacar se vincula con la sostenibilidad ambiental, aspecto que ha ganado espacio en el último tiempo. La producción ganadera es una de las principales generadoras de gas metano, uno de los que más contribuyen al efecto invernadero, responsable de un tercio del calentamiento actual derivado de actividades humanas (Conferencia Mundial de Cambio Climático, 2021)²¹. A partir de técnicas biotecnológicas, en una serie de estudios se suministró hidrógeno a los metanógenos, buscando así reducir las emisiones de gas metano. Si bien es un desarrollo reciente (de 2019), las expectativas son elevadas²².

Otro tipo de tecnologías que ha ido ganando espacio en la ganadería bovina en los últimos años ha sido la **nanotecnología** (dedicada al diseño y manipulación de la materia viva a nivel atómico o molecular). El descubrimiento de comportamientos físico químicos inesperados de la materia a escala nanométrica ha abierto el camino de nuevas tecnologías útiles para la medicina veterinaria, especialmente los nanofármacos (medicamentos basados en la química específica de las nanopartículas) y los nanodispensadores (transportadores con destinos específicos programados) (Coppo, 2009). Entre los usos destacados de este tipo de tecnología se destacan la detección temprana de patologías, su tratamiento y seguimiento (a partir del empleo de nano-sistemas orientados al diagnóstico y el tratamiento localizado). La nanotecnología puede ayudar en el diagnóstico de enfermedades, en el sistema de administración de fármacos, para el tratamiento de enfermedades, en la cría de animales, en productos pecuarios, en productos cárnicos, en la seguridad alimentaria y por supuesto, en la reproducción.

De forma transversal, tanto al sector ganadero como a los tipos de tecnologías mencionados, se encuentran las vinculadas a las **TICs (tecnologías de la información y comunicación)**, tratándose de todas aquellas herramientas y programas que tratan, administran, transmiten y comparten la información mediante soportes tecnológicos. En particular, con el vertiginoso desarrollo en los últimos años es tal el caudal de datos que se hace un uso de estos a gran escala (*big data*). De forma sucinta, se puede señalar que la aplicación del “internet de las cosas” apunta al control individualizado del ganado, saliendo del manejo tradicional del rodeo para manejar a cada animal en sí mismo. De esta manera, es posible generar diversos mecanismos de automatización: la “ganadería inteligente” (o ganadería de precisión) genera así soluciones predefinidas (alertas de cambio de norte, dosificación variable del alimento -dosificación de las dietas-, asignación diferencial

²¹ <https://www.un.org/es/climatechange/cop26>

²² <https://www.bioeconomia.info/2019/07/04/cientificos-descubren-como-reducir-las-emisiones-de-metano-de-los-animales/>

del balanceado). De acuerdo con INTA (2021), la ganadería de precisión puede definirse como *“el proceso de recolección de información, automatización de procedimientos, robotización y miniaturización de tecnología para la obtención de datos, con el fin de generar mayor eficiencia, ahorro de tiempo en los procesos, manejo sostenible de recursos, mejoras en la competitividad, reducción de costos y potenciación del agregado de valor y calidad de los productos”*²³.

En vista de lo anterior, podemos sintetizar los beneficios de la ganadería de precisión en los siguientes puntos: **optimización de los procesos productivos** (disposición de datos sistematizados para tomar decisiones en base a una mayor cantidad de información precisa que integran los procesos desde la detección de preñez hasta la góndola); **mejora de las condiciones de trabajo de los operativos y los productores** (facilitación de tareas que exigen altos esfuerzos o alta demanda de tiempos); **mejoras del bienestar animal a la vez que se obtienen monitoreos más precisos** (es posible adelantarse a la aparición de enfermedades, además del pasaje de una visión grupal del manejo a una más bien individual) y, finalmente, un **uso más eficiente de los recursos de alimentación y agua**.

Es justamente en el marco de la generalización de las TICs que en las últimas décadas se consolidan los denominados **servicios basados en conocimiento** (SBC), caracterizados por su alto nivel de innovación y su gran aporte a las mejoras productivas de las economías. Más allá de la fuerte heterogeneidad en las actividades en las que participan, los SBC han ido prestando cada vez más atención a las producciones de base biológica (Scaramuzza et al., 2014), lo que es particularmente relevante en la ganadería. Así, *“este sector todavía incipiente se basa centralmente en la captura de datos generados a partir de los cuasi infinitos microambientes y demás heterogeneidades en los cuales las producciones biológicas son llevadas a cabo –a través de imágenes aéreas, satelitales, datos de sensores y/o de estaciones meteorológicas, etc.–, para luego ser procesados –con la utilización de algoritmos computacionales– y entregados de forma relativamente sencilla a los usuarios finales”* (Lachman y López, 2018: 2). En el Gráfico B.9 presentamos las tareas/tecnologías asociadas a los SBC.

²³ <https://inta.gob.ar/documentos/%C2%BFque-es-la-ganaderia-de-precision>

Gráfico B.9. Tareas y tecnologías asociadas a los SBC ligados a la ganadería de precisión.



Fuente: Lachman y López (2018).

En términos más concretos, existe una gran variedad de desarrollos tanto de software como de hardware que tienen como objetivo el mejoramiento del manejo ganadero. El **sensoramiento remoto de los animales**; las **plataformas integradas para el procesamiento de datos** (por ejemplo, los de radio-frecuencia que permiten dar cuenta de la evolución del peso animal); **chips con GPS**, que siguen en tiempo real a los animales, precisando sus movimientos, con cuáles otros animales estuvo en contacto; **comederos electrónicos** (raciones personalizadas para cada animal al tiempo que permiten hacer identificaciones genéticas); **balanzas de precisión**; **monitoreo satelital de las aguadas**; entre otros desarrollos.

2.b. Contenido tecnológico local

En lo que refiere a la adopción de las tecnologías mencionadas, la situación en **Argentina** es heterogénea. En términos generales, podemos señalar que, con excepción de Buenos Aires (y en particular su zona núcleo, en donde la producción se encuentra en la frontera mundial), cada región exhibe un continuo diferenciado de situaciones entre los productores. En otras palabras, en el mismo espacio coexisten sistemas con buenos indicadores y productores con productividad sumamente reducida. En buena medida, la adopción de las tecnologías no depende únicamente de la escala que pueda poner en juego cada establecimiento productivo, sino que también es fundamental la diferente provisión de servicios

entre las regiones, principalmente en lo referido a la conectividad tanto satelital como en términos de internet. Dado que esta cuestión puede dificultar el avance hacia la “ganadería de precisión”, para buena parte de los productores las mejoras a realizar son más bien básicas. De igual forma, en otros casos eso está superado y se puede dar un paso más, por ejemplo, en términos de trazabilidad individual del rodeo.

Existen diversas empresas/instituciones que proveen/asesoran sobre biotecnología. Por ejemplo, se destaca la existencia de la CAB (Cámara Argentina de Biotecnología), agrupando a empresas de diversos rubros (entre ellos especializadas en industria alimentaria, sanidad animal e industria agropecuaria), en articulación con organismos públicos²⁴. También se destaca la existencia de ArgenBio²⁵ (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de Biotecnología). Esta institución tiene como finalidad la difusión de información sobre biotecnología y agrupa a BASF Argentina, Bayer Argentina, Syngenta y Corteva. Por su parte, CONABIA (Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria), en el marco del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, está constituida por representantes expertos de Instituciones vinculadas a la biotecnología agropecuaria²⁶. Entre sus miembros se encuentran el INTA, SENASA, CONICET, entre otros.

Entre los desarrollos biotecnológicos que tienen lugar en nuestro país se destacan los vinculados a la salud y mejoramiento animal (medicamentos, vacunas, reproducción, técnicas de clonación y transgénesis, producción de embriones *in vitro*).

Por el lado de la nanotecnología, se destaca la referencia de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN), institución de derecho privado que funciona bajo la órbita del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación²⁷. Su objetivo es vincular a distintos actores y generar un ámbito para el desarrollo de este tipo de tecnologías. Es en el marco de la FAN que se conformó el MapaNano, cuyo objetivo es conocer a las empresas, los institutos, grupos de investigación y actores públicos/privados que están relacionados con el desarrollo de la nanotecnología. De acuerdo con esta aplicación, el país cuenta con más de 2000 investigadores, 91 institutos y más de 70 empresas (abocadas a diversos rubros, entre los que destaca agroindustria/alimentos).

²⁴ <https://www.cabiotec.com.ar>

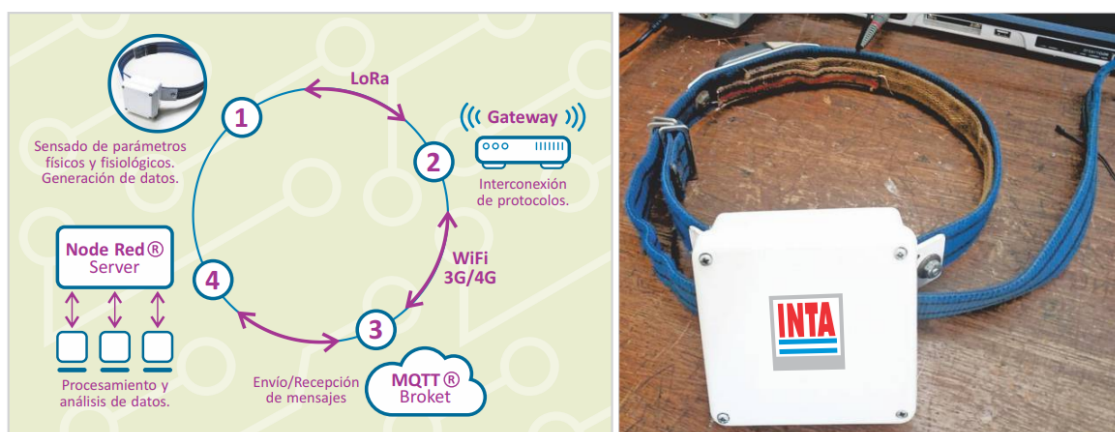
²⁵ <https://www.argenbio.org/argenbio>

²⁶ <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/bioeconomia/biotecnologia/conabia>

²⁷ <https://www.fan.org.ar/nosotros/>

Como se mencionó, el uso de las TICs es transversal al resto de las tecnologías. Sin embargo, podemos detallar algunos desarrollos concretos que tienen lugar en Argentina, cuya puesta en marcha articula asistencia/financiamiento de organismos públicos. El INTA desarrolló comederos inteligentes, que miden el consumo individual de los animales evaluando las deficiencias del consumo. Esta misma institución tiene convenio con la Universidad de Australia para el uso de balanzas de pesada al paso, lo que implicó el desafío de adaptar dicha tecnología a las necesidades de los productores locales. También se emplean dispensadores para tambos, los que identifican el orden en el que entra el animal y permiten darle al individuo la ración recomendada por el nutricionista. Otro ejemplo se vincula con los ensayos del INTA con **tecnología LoRa**²⁸ (redes de baja potencia y largo alcance) a partir de collares con GPS instalados en ganado bovino, a lo que se suma una balanza automatizada de pesada al paso que funciona con energía solar. A partir de estas innovaciones no sólo se cuenta con información más precisa del rodeo, sino que también se reducen los costos y tiempos en las tareas cotidianas. Además, es una tecnología que cuenta con la ventaja de que no es necesario que todos los animales tengan el collar, sino los líderes del rodeo, lo que reduce los costos hundidos de la adopción tecnológica.

Gráfico B.10. Dispositivos de monitoreo animal: tecnología LoRa.



Fuente: Revista Tecnoárido (2021).

²⁸ Según Oscar Conegliano, ingeniero agrónomo del INTA Catamarca, “LoRa es una tecnología inalámbrica como lo es el Wifi o el Bluetooth. Es algo que ya existe hace mucho tiempo y emplea un tipo de modulación en radiofrecuencia. Tiene una tolerancia a las interferencias, largo alcance y un consumo de energía muy bajo. Vos podrías enviar datos desde un nodo como un GPS a una antena que está a diez kilómetros. La comunicación es punto por punto, del collar a la antena”. Extraído de <https://bichosdecampo.com/ganaderia-de-precision-desde-inta-impulsan-un-dispositivo-de-monitoreo-que-utiliza-tecnologia-lora-que-permite-tomar-datos-incluso-en-zonas-con-mala-conectividad/>

El mencionado desarrollo se encuentra estrechamente vinculado a la idea de alambrados virtuales, cuestión que también está siendo abordada por distintas estaciones experimentales del INTA. En efecto, la posibilidad de controlar al ganado mediante estímulos consiste en condicionar a los animales para que aprendan a modificar su dirección de desplazamiento a partir de un estímulo sonoro emitido por un dispositivo que llevan en el cuello. De no ocurrir el comportamiento esperado, un leve estímulo eléctrico se presenta como reforzador de la conducta. Considerando que una parte relevante de la ganadería riojana se lleva adelante en campos abiertos, la incorporación de este tipo de tecnología permitiría no sólo la reducción de costos de infraestructura sino también mejorar la rotación de las pasturas, reduciendo su desgaste planificadamente.

Un último desarrollo que interesa destacar se vincula con los equipos de bombeo de agua que funcionan a partir de energía solar (bombas solares). Esta tarea se realiza habitualmente con fuerza humana, animal o a partir de la utilización de combustibles fósiles, por lo que la adopción de las bombas solares optimiza recursos y el uso del tiempo. De acuerdo con el INTA, “los sistemas de Bombeo Solar posibilitan disponer de agua todos los días del año. Libres de mantenimiento y sin baterías, se accionan siempre que haya radiación solar disponible, por lo que no requiere ningún tipo de manejo por parte del usuario ni de mantenimiento porque no requiere de baterías para funcionar²⁹”.

Como quedó evidenciado en la sección previa, se puede caracterizar al sector ganadero bovino de **Chaco** como uno eminentemente de subsistencia y realizado de forma extensiva en campos abiertos. Una buena prueba de ello la constituye el tamaño medio de los establecimientos productivos: alrededor del 70% cuenta con menos de 100 cabezas. Esto opera como limitante a la hora de adoptar tecnologías que mejoren los índices productivos (por ejemplo, las vinculadas al desarrollo de los forrajes).

A esta cuestión se le suma el hecho de que la provincia participa en las etapas menos industrializadas (por ende, menos generadoras de valor agregado) de las cadenas productivas, destacándose la especialización en la etapa primaria (particularmente en la cría), lo que se evidencia en que parte del ganado criado y engordado en la provincia es faenado en otras jurisdicciones. Esto coloca a los productores chaqueños en una posición de escaso poder respecto de la venta de sus producciones.

²⁹ <https://inta.gob.ar/maquinarias/bomba-solar>

De forma general, todas estas cuestiones se reflejan a la hora de evaluar el reducido peso, a escala nacional, que tiene Chaco tanto en el total de existencias (menos del 5%) como en el total de la faena (1,5%). Lo anterior tiene, a su vez, un correlato claro sobre la mano de obra abocada a la actividad ganadera, en donde la informalidad laboral es elevada y los ingresos son bajos, lo que lleva a la necesidad de complementar fuentes de trabajo.

En cuanto al estado de la adopción de tecnología en Chacho, de acuerdo con expertos del INTA, en muchos casos el problema no está vinculado con el acceso a la tecnología sino a la manera en que se accede a las mismas (la desinformación a la hora de realizar las inversiones) o a las condiciones de financiamiento. A modo de ejemplo, la tecnología vinculada a la inseminación artificial (incluso la que es importada) permite llegar con la mejor genética, pero puede ser un problema si la elección de las razas no es la adecuada al ambiente/alimentación de la región en la que se encuentra el productor. Algo similar tiene lugar con las inversiones en pasturas, en donde es clave la adaptabilidad de las semillas al suelo. Por su parte, la infraestructura de los campos puede mejorarse sensiblemente (por ejemplo, aguadas, corrales, entre otros) aunque a este respecto son claves las tasas de los créditos disponibles para los productores.

Más allá de las dificultades y demandas descritas, existen diferentes desarrollos tecnológicos que están siendo puestos en marcha, en la mayoría de los casos con asistencia/financiación de organismos públicos, lo que da la pauta de que efectivamente es posible mejorar los índices productivos de los establecimientos. En esta línea, la Estación Experimental Colonia Benítez del INTA Chaco está llevando adelante ensayos de investigación y desarrollo relacionados a implantación de pasturas megatérmicas (tipo de forraje que prospera en regiones con climas y suelos adversos), suplementación de la recría bovina y nutrición de bovinos con evaluación de limitadores de consumo. A este respecto se destaca la articulación del Instituto con la empresa **“Golden Brand”**, que se aboca a la producción de alimento balanceado para el ganado. Lo novedoso es que el desarrollo que realizaron cambia antibióticos por probióticos (además de levaduras, lo que es un diferencial) y emplea insumos locales (soja, maíz, trigo). En el marco de una cofinanciación de la Agencia FONTECH están desarrollando un sistema de precalentamiento de la soja de forma de ahorrar energía y duplicar así tanto la capacidad de procesamiento como la productividad.

Otra cuestión de importancia que tiene lugar en la provincia se vincula a la empresa **“Litoral Biológicos”**, que produce la vacuna contra la tristeza bovina “bio jaja”. Este

desarrollo biotecnológico es sumamente importante ya que es el único en el mundo que presenta la vacuna congelada (duración de 6 años, aunque la regulación de SENASA es por 2), lo que constituye una mejora respecto a la producida por el INTA en Rafaela que, al ser fresca, tiene una vida útil de una semana.

2.c. Instituciones de Ciencia y Tecnología en la provincia del Chaco

Se han identificado las siguientes instituciones de Ciencia y Tecnología que desarrollan actividades vinculadas al sector ganadero bovino en la provincia.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria)

En el marco de la provincia operan diversas dependencias del Instituto, siendo la principal el Centro Regional Chaco – Formosa, que cuenta con los siguientes desafíos:

- Asegurar la inserción del mayor número de productores en el conjunto de la economía, minimizando riesgos de exclusión;
- Posicionar al sector rural como dinamizador del crecimiento y desarrollo de las comunidades;
- Generar mayor capital humano y social en el sector;
- Apoyar el desarrollo de la competitividad sistémica;
- Lograr una mayor organización productiva que permita la promoción de las cadenas de valor, en especial en las economías de carácter regional;
- Mejorar la seguridad alimentaria de la población rural y urbana en situación de pobreza;
- Instalar un marco que permita gestionar la sustentabilidad de los recursos naturales y la gestión ambiental.

Como dependientes del Centro Regional aparecen las Estaciones Experimentales Agropecuarias “Colonia Benítez”, “Emilio Druzianich (Las Breñas)” y “Sáenz Peña”.

UNCAUS (Universidad Nacional del Chaco Austral)

La UNCAUS es la única universidad nacional con asiento pleno en la provincia, por lo que la oferta de carreras con la que cuenta es un punto de referencia para la formación de profesionales chaqueños. En este sentido, hay dos carreras en particular que se vinculan con lo desarrollado en los apartados previos: por un lado, la Licenciatura en Biotecnología, cuya fundamentación hace explícita mención de los desarrollos potenciales en agroindustria (particularizando en la mejora de la producción pecuaria y la generación de bioinsecticidas) y la industria alimentaria.

Por el otro, Ingeniería Zootecnista, dedicada al estudio de la producción de animales de especies tradicionales como alternativas. Tiene como finalidad la obtención de un máximo rendimiento de los recursos disponibles bajo criterios de sostenibilidad y sus actividades se enmarcan en la organización, dirección y asesoramiento de establecimientos dedicados a la producción pecuaria e investigación.

En paralelo, dentro del ámbito de la Universidad- se desarrolló un área de Vinculación Tecnológica con el objetivo de asistir a empresas de la región durante el desarrollo de proyectos cuya finalidad sea el mejoramiento de las actividades productivas y comerciales³⁰. En particular, se decretaron áreas estratégicas dentro de las cuales se incluye la agroindustria.

SCyT (Secretaría de Ciencia y Tecnología) - Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Resistencia

La SCyT es un organismo que aglutina a centros y grupos de investigación que trabajan en distintas áreas de la ciencia y la tecnología, con el objetivo de transferir conocimientos y desarrollos e impulsar el crecimiento de la industria a nivel regional y nacional. En el marco de dicha Secretaría funcionan:

- el CInApTIC (Centro de Investigación Aplicada en Tecnologías de la Información y Comunicación), cuya misión es *“constituir un espacio de investigación científico-tecnológica de referencia en el área de las Tecnologías de la Información en la Facultad Regional Resistencia de la Universidad Tecnológica Nacional, que promueva la transferencia de conocimiento hacia la sociedad, que propicie el desarrollo tecnológico de la industria de la región y que estimule el perfeccionamiento disciplinar de los alumnos, docentes, investigadores y profesionales del área de las Tecnologías de la Información”*³¹.
- el BIOTEC (Grupo de Investigación en Biotecnología y Alimentos), cuya propuesta es generar *“respuestas tecnológicas para la resolución de los diferentes problemas que se presentan en la industria y en las ciencias relacionadas con las áreas biológicas, de alimentos e ingeniería. El fin que se persigue es obtener productos o procesos de valor agregado, proyectando contribuir en la búsqueda e innovación para el desarrollo de alimentos, ingredientes y/o sustancias bioactivas de calidad, que satisfagan*

³⁰

<https://uncaus.edu.ar/index.php/inicio/noticias/721-uncaus-incorporo-el-area-vinculacion-tecnologica-para-asistir-a-empresas-de-la-region>

³¹ <https://www.frre.utn.edu.ar/cinaptic>

*las expectativas y respondan a las necesidades sociales de los consumidores*³².

Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

La UNNE es una institución que, si bien se encuentra en la provincia de Corrientes, tiene injerencia en Chaco dado que surge como unión de varias universidades del litoral. Dentro de la oferta curricular de posgrados, cuenta con una Maestría en Tecnologías de la Información, cuyo objetivo principal *“es formar recursos humanos de alto nivel académico con amplia capacidad analítica y sólidos conocimientos en aspectos teóricos y aplicados en cuanto a la adopción, uso y gestión de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), teniendo especialmente en cuenta el medio socioproductivo regional”*³³.

³² <https://biotecutnfrre.wixsite.com/utnfrre>

³³ https://exa.unne.edu.ar/postgrado/1/formularios/maestria_tic/Plan%20de%20estudio%20Maestria%20en%20TIC.pdf

C. Energías Renovables

1. Caracterización general del sector

La generación de energía a nivel global viene incorporando, paulatina pero incesantemente, las fuentes renovables. Esta situación se da por distintos factores, entre los que destacan la continua caída de los costos y la creciente concientización acerca del impacto ambiental provocado por la generación a través de fuentes no renovables.

Dentro del conjunto de energías surgidas a través de procesos no contaminantes, se encuentra un subconjunto denominado **energías renovables no convencionales (ERNC)**, que abarcan todas las fuentes renovables sin contabilizar la hidroeléctrica de gran capacidad (no existe un criterio generalizado respecto a sus límites, cada país adopta su propia definición). En este sentido, dentro de las ERNC se encuentran la energía eólica, la solar (fotovoltaica y térmica), los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos³⁴, la biomasa, el biogás y la geotérmica.

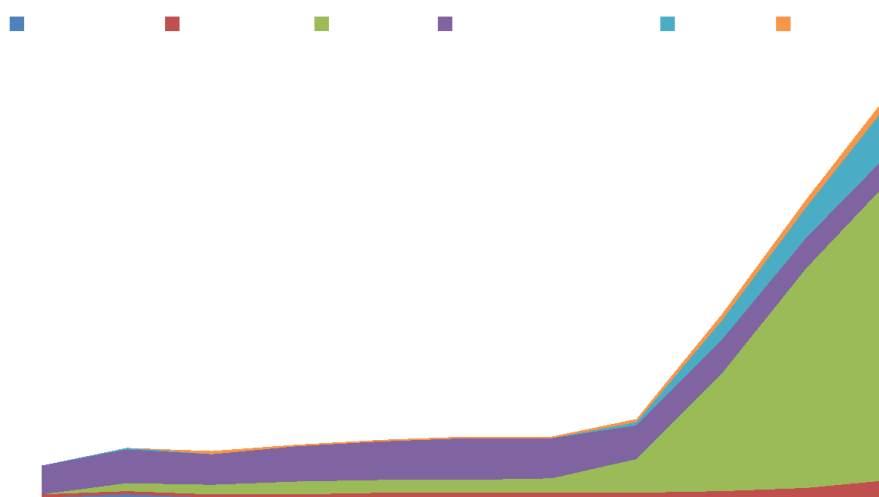
En Argentina, la producción de energías renovables ha sido una política sostenida a lo largo del tiempo a partir de diferentes legislaciones. En este sentido, se pueden mencionar al menos tres normas jurídicas que ayudan a explicar el desarrollo y las potencialidades de este sector: i) la Ley No. 25.019 de 1998, que declaró de interés nacional la generación de energía eléctrica de origen eólico y solar en todo el territorio nacional; ii) la Ley No. 26.190 de 2006 en la que se establece un régimen de fomento para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica; y la Ley No. 27.191 de 2015, que estipula una contribución del 8% del consumo de energía eléctrica nacional por parte de las fuentes de energías renovables.

Sin embargo, fue a partir de las licitaciones del programa Renovar (2016-2019) que la capacidad de generación se incrementó significativamente. El Renovar brinda un entorno favorable a la inversión en el sector, al establecer un esquema *feed-in-tariff* con un horizonte temporal extenso para los contratos, junto con beneficios fiscales y garantías de despacho y pago de la energía generada. El impacto del programa se evidencia en la evolución de la generación de energía renovable en Argentina, a medida que entraron en funcionamiento los proyectos licitados. En este sentido, la

³⁴ En Argentina, el Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía para Producción Eléctrica establece que los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos son aquellas centrales de hasta 50 MW de potencia. Si bien esta fuente contempla tanto a los aprovechamientos "de acumulación" (agua embalsada por un dique) como a los "de paso" (o de agua fluyente), los pequeños aprovechamientos se encuadran mayormente en esta última modalidad.

generación de ERNC pasó de GWh 2.635 en 2017 a más de 17.400 GWh en 2021, lo que significó un aumento acumulado de 561%.

Gráfico C.1. Generación de ERNC en Argentina por fuente de energía: 2011-2021. En GWh.



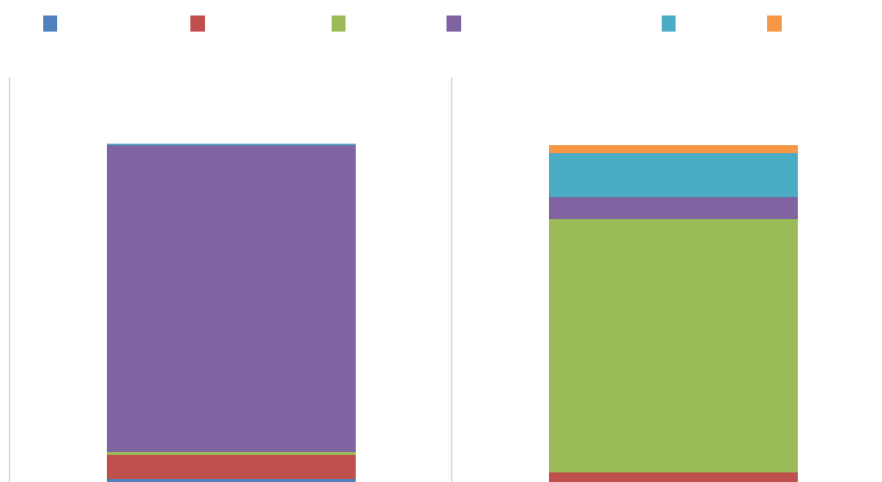
Fuente: elaboración propia sobre la base de CAMMESA.

Este fuerte crecimiento es explicado, en gran medida, por el incremento de la producción de energía eólica en ese período. Este tipo de ERNC era prácticamente inexistente en 2011, cuando sólo producía 16 GWh. En cambio, en 2021 se produjeron 12.915 GWh, lo que implicó un salto exponencial en la producción de energía eólica. Esta evolución no fue constante a lo largo de la década, si no que muestra un notable incremento a partir de los años 2018 y 2019, donde se ponen en funcionamiento o incrementan su producción algunos centros eólicos concretos: el Parque Eólico del Bicentenario 2, en Santa Cruz; el Parque Eólico Pomona I, en Río Negro; el Parque Eólico autogeneración ALUAR y el Parque Eólico ALUAR I, en Chubut; y el Parque Eólico La Castellana y el Parque Eólico Villalonga Genneia, en Buenos Aires.

Otro tipo de energía renovable que tuvo un notable crecimiento, fundamentalmente en los últimos cuatro años de la serie, es la solar fotovoltaica. Hasta 2017 el promedio anual generado fue de apenas 12,3 GWh, mientras que en los años siguientes la generación de este tipo de energía evidenció saltos exponenciales: en 2018 fue de 108,1 GWh (+559%), en 2019 de 799,7 GWh (+640%), en 2020 de 1344,3 GWh (68%) y, finalmente, en 2021 se generaron 2.196 GWh (+63%). De esta forma, la energía solar pasó de representar 0,1% del total de las energías *limpias* producidas en el país en 2011 al 13% en 2021.

En este sentido, en el gráfico C.2. puede observarse cómo en los últimos diez años ocurrió un cambio relevante en la composición de las fuentes de energías renovables. Queda de manifiesto la pérdida de relevancia de la hidroeléctrica y la clara primacía de la eólica y, en menor medida, de la solar. Así, las hidroeléctricas menores a 50 MW en una década pasan de representar casi el 90% del total de las ERNC a tan sólo el 7%. Por su parte, la eólica y la solar, en conjunto, representaban menos del 1,3% en 2011, pasando a sostener casi el 88% del total generado por energías renovables en 2021.

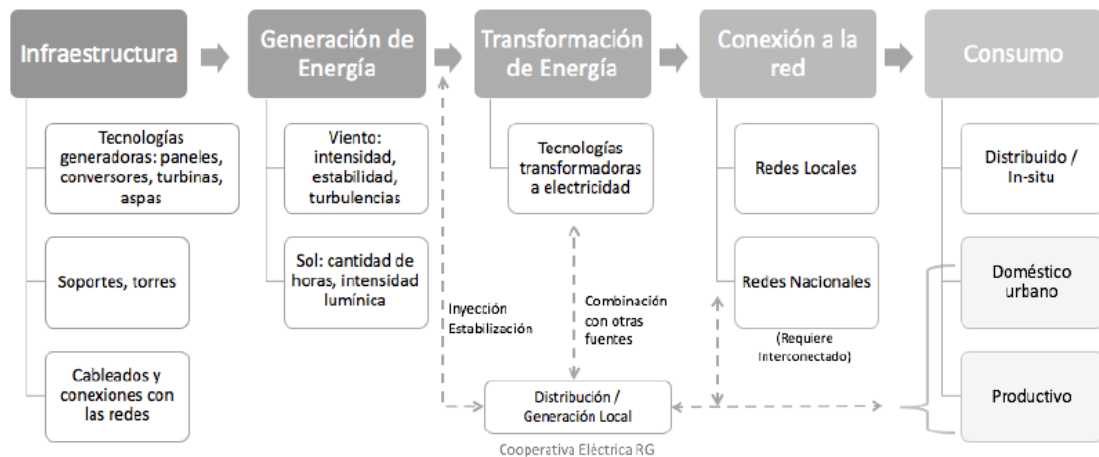
Gráfico C.2. Composición de la generación de ERNC en Argentina por fuente de energía. 2011 vs. 2021. En % del total.



Fuente: elaboración propia sobre la base de CAMMESA.

La cadena de valor de las energías renovables difiere de acuerdo con la fuente, dado que cada una de ellas involucra tecnologías y procesos técnicos diferentes. Sin embargo, en todos los casos comparten una estructura básica común, donde los eslabonamientos pueden organizarse en cinco etapas: infraestructura, generación, transformación, conexión y consumo (Esquema C.1).

Esquema C.1. Cadena de Valor de las ERNC



Fuente: CIECTI.

Inicialmente se pueden identificar los eslabones de infraestructura (soportes, torres, cableados y conexiones) y las tecnologías generadoras (paneles solares, turbinas, aspas y convertidores), teniendo esta etapa encadenamientos directos con la industria metalmeccánica. La segunda etapa, de generación, depende fundamentalmente de la tecnología instalada y de las condiciones naturales que propician la abundancia de la fuente generadora. Por su parte, la transformación en energía eléctrica (secundaria) es el tercer eslabón identificable, en el que se puede combinar con otras fuentes.

Posteriormente, la conexión a la red, que puede ser nacional o local, es una etapa compleja, pues la factibilidad de inyección de energía renovable generada de manera descentralizada conectada a una red tradicional implica no sólo complejidades tecnológicas (que determinan un límite posible de inyección para garantizar estabilidad en el sistema) sino que además requieren avances en términos regulatorios para determinar los mecanismos y condiciones a partir de los cuales un usuario puede contribuir con generación al sistema eléctrico. Asimismo, resulta necesario aclarar que en Argentina algunos sistemas de generación de energía renovable se encuentran conectados al SADI, mientras que otros se encuentran destinados al abastecimiento de zonas territoriales que no tienen acceso al sistema nacional.

Por último, la etapa de consumo se distingue según su uso doméstico urbano, productivo, o bien distribuido/in-situ.

Debido a la abundancia relativa de distintos productos orgánicos y a factores climáticos, los tipos de energía que comenzaron a desarrollarse en la provincia de Chaco son la energía solar y la bioenergía, cuya fuente es la biomasa.

Energía solar térmica y fotovoltaica

En cuanto a la **energía solar**, se distinguen dos subtipos: la **térmica y la fotovoltaica**. La energía solar térmica utiliza colectores con paneles para generar calor que luego es absorbido en fluidos, que pueden ser aprovechados para uso doméstico y para procesos industriales. Asimismo, algunos sistemas de energía solar térmica utilizan el calor para generar vapor que mueva una turbina y, de esa forma, transforma la energía térmica en energía eléctrica. Por su parte, la energía solar fotovoltaica no genera calor, sino que utiliza celdas que actúan como semiconductores sensibles a la luz (como el silicio) para generar energía eléctrica que puede ser inyectada a la red. Así, se forman módulos o paneles compuestos por conjuntos de celdas fotovoltaicas conectadas entre sí.

De esta forma, mientras que la energía solar térmica requiere de climas preferiblemente calurosos para funcionar adecuadamente, la fotovoltaica solo requiere de luz solar y puede generar energía en climas fríos. Otra diferencia importante consiste en el almacenamiento de la energía: mientras que la solar térmica almacena energía en forma de calor en el agua, la fotovoltaica transforma la luz (fotones) directamente en energía eléctrica (electrones) que se almacena en baterías.

La organización de la cadena de valor también difiere significativamente según el tipo de energía solar. En el caso de la solar fotovoltaica, la fabricación de los insumos clave (celdas) está altamente concentrada a nivel mundial mientras que, aguas abajo, el último eslabón de la cadena consiste mayoritariamente en la operatoria de los parques solares destinados a la generación de energía eléctrica inyectada a la red. En cambio, en la energía solar térmica, la producción de insumos clave muestra un menor grado de concentración y el último eslabón de la cadena consiste mayoritariamente en la producción, comercialización e instalación de sistemas para calentamiento de agua sanitaria (calefones), calefacción, cocción de alimentos, climatización de piscinas y procesos industriales.

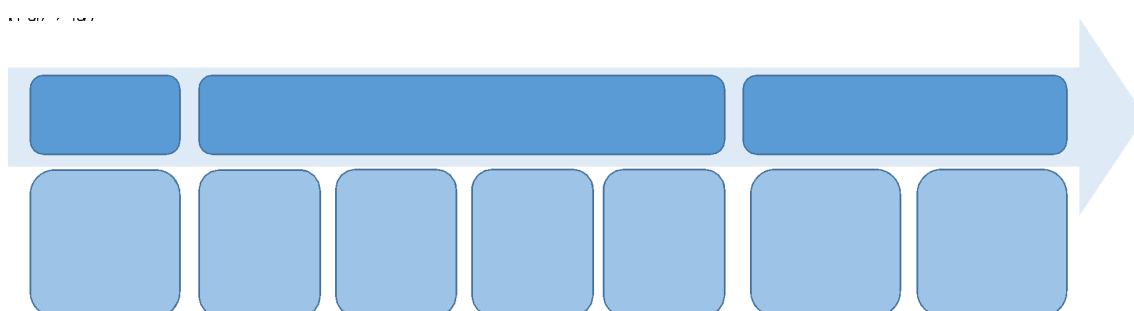
Si bien la tecnología solar más difundida en el mundo para generar energía eléctrica a gran escala es la fotovoltaica, también existen parques de energía solar térmica que utilizan la tecnología denominada Energía Solar Térmica de Concentración o Concentrada (CSP, por sus siglas en inglés Concentrated Solar Power). En este caso,

la irradiación solar es utilizada para calentar un fluido y así generar energía eléctrica por medio de un generador a vapor.

Sin embargo, en materia de generación de energía eléctrica a gran escala, la tecnología fotovoltaica es ampliamente predominante a nivel mundial: mientras que la capacidad de generación de energía eléctrica en 2021 a nivel mundial a través de la tecnología solar fotovoltaica alcanzó el récord de 942 GWh, la capacidad generada a través de la solar CSP fue de 6 GWh. Más de la mitad de ésta última está ubicada en España y Estados Unidos, siendo Chile el único país que sumó nueva capacidad de CSP en 2021 (REN21, 2022).

El sector de la **energía solar fotovoltaica** se puede dividir en tres segmentos principales: *upstream*, *midstream* y *downstream* (Esquema C.2). La tecnología fotovoltaica de silicio cristalino (c-Si) representa aproximadamente el 90% del mercado mundial de células y módulos, mientras que el restante 10% es completado con celdas de película delgada (*thin film*) (IEA e IRENA, 2013). En el caso de la tecnología c-Si, las actividades del *upstream* comienzan con la producción de silicio policristalino o polisilicio. Luego, el polisilicio se funde en lingotes, que posteriormente se cortan en obleas, se procesan en células solares y, en última instancia, en módulos. Las actividades aguas abajo incluyen el desarrollo del proyecto del parque solar, la integración de sistemas, el mantenimiento y otros servicios relacionados.

Esquema C.2. Cadena de valor de la generación de energía solar fotovoltaica



Fuente: Elaboración propia en base a OCDE (2015) y Haley (2011)

El sector adopta las características de una cadena global de producción, en la cual la producción de celdas es controlada por un reducido número de empresas de origen chino. Si bien la estructura de mercado del *downstream* se encuentra poco concentrada, la cadena de valor es dominada por las actividades aguas arriba, lo que impone barreras a la entrada al desarrollo industrial en el sector por fuera de las grandes potencias mundiales. Las empresas líderes manejan capacidades de

producción a gran escala, impulsada tanto por la demanda mundial como por sus mercados internos (China, Estados Unidos y Europa Occidental).

De hecho, la dependencia mundial de la provisión de módulos solares chinos ha generado reacciones en la política comercial de Estados Unidos e India (aumento de aranceles importación para inducir producción local), con el objetivo de disminuir dicha dependencia, frente al súbito aumento de 57% en el precio de los módulos en 2021 (REN21, 2022). Este aumento responde a un conjunto de factores entre los que se destacan: i) la respuesta de varios gobiernos provinciales chinos a una política nacional destinada a reducir la intensidad energética de la economía, donde restringieron la producción industrial, lo que resultó en una reducción de la fabricación de componentes solares fotovoltaicos, principalmente polisilicio; y ii) el aumento importante en el precio del transporte de contenedores: por ejemplo, el costo de enviar un contenedor de China a California aumentó un 43%, mientras que el costo de envío de China a África Occidental se quintuplicó³⁵.

En nuestro país, CAMMESA registra 38 parques solares fotovoltaicos en actividad distribuidos en 7 provincias del centro y norte del país (Catamarca, Jujuy, La Rioja, Mendoza, Salta, San Juan, y San Luis).

Si bien **en la provincia del Chaco** existieron proyectos licitados en el programa Renovar, éstos fueron cancelados debido al cambio en las condiciones macroeconómicas a partir de 2018, lo que impactó en el financiamiento de los proyectos. Así, actualmente la provincia no cuenta con instalaciones fotovoltaicas que inyecten energía eléctrica a la red, aunque sí existen paneles instalados para uso industrial y doméstico, entre las que se puede mencionar un parque solar de pequeña envergadura ubicado en Comandancia Frías, con capacidad de generación de 0,5 MW sin conexión al Sistema Argentino de Interconexión (SADI). Por su parte, en el Parque Industrial Saenz Peña se instalaron 113 paneles con una potencia total, en una primera etapa, de 50,85 kW, aunque aún no se encuentran en funcionamiento. El proyecto prevé tres etapas para alcanzar 336 paneles elevando la potencia a 150 kW (0,15 MW).

³⁵ El costo del silicio industrial aumentó un 300 %, el aluminio aumentó más del 50 % y el carbonato de sodio, un material clave para el vidrio solar, aumentó un 80 %. Para poner esto en perspectiva, las materias primas (polisilicio, productos metálicos, recubrimientos y vidrio) comprenden alrededor del 65% del costo total de un módulo fotovoltaico, mientras que la fabricación fotovoltaica (ensamblaje de módulos, procesamiento de células y procesamiento de obleas) representa alrededor del 22% y el envío, el 12,5%. De esta forma, el polisilicio por sí solo representa alrededor del 35 % del costo total del módulo (REN21, 2022).

Asimismo, la empresa Wolfie S.A., ubicada en Puerto Tirol y dedicada a la producción de coadyuvantes biológicos, comenzó a generar energía fotovoltaica en 2020. En un principio esta compañía busca abastecerse a sí misma y a otras empresas del Polo Industrial de Puerto Tirol, dado que la potencia total instalada es de 30 kW y la generación de energía media anual estimada es de 44.154 kWh. Sin embargo, en el caso de tener excedentes en la producción de este tipo de energía, buscarán inyectarlos a la red de Servicios Energéticos del Chaco Empresa del Estado Provincial (S.E.CH.E.E.P.).

El mapa de la energía solar fotovoltaica en la provincia se completa con las instalaciones realizadas en el marco del Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER). Según información provista por la Subsecretaría de Energía de la provincia, desde el inicio del programa nacional, se instalaron 5.400 paneles fotovoltaicos. Actualmente se encuentran en funcionamiento 3.600 instalaciones utilizadas por usuarios residenciales y 180 escuelas y centros de salud. El PERMER continúa activo y la provincia cuenta con proyectos para su ampliación, incluyendo la renovación y repotenciación de equipos instalados.

Por su parte, la Subsecretaría de Energía de la provincia ha relevado 18 proyectos de inversión en parques fotovoltaicos, totalizando 236 MW de potencia (Cuadro C.1.). Esta cartera de proyectos fue presentada a CAMMESA para su difusión, de forma de conseguir el financiamiento (ya sea fondos privados, nacionales o de organismos internacionales). Asimismo, se encuentra avanzado un proyecto con financiamiento provincial para la instalación de paneles fotovoltaicos en Pampa del Indio con una potencia de 400 kW, en coordinación con las cooperativas eléctricas rurales. Desde la Subsecretaría de Energía provincial también manifestaron estar trabajando en proyectos de energía distribuida en edificios públicos, contando con 18 proyectos con ingeniería eléctrica terminada pendientes de construcción.

Cuadro C.1. Proyectos de Energía Renovable solar fotovoltaica presentados por la provincia del Chaco a CAMMESA.

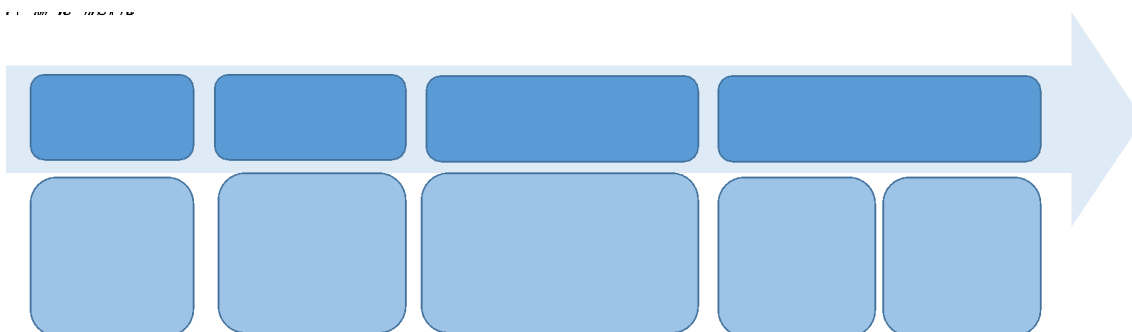
Proyecto	Potencia (MW)	Localidad
PSFV Saenz Peña	35	Pcia. R. Saenz Peña
PSFV Charata	20	Charata
PSFV C. del Bermejo	20	C. del Bermejo
PSFV Gral. San Martín	20	Gral. San Martín
PSFV Villa Ángela	20	Villa Ángela
PSFV Gancedo	10	Gancedo
PSFV Hermoso Campo	10	Hermoso Campo
PSFV Pampa del Indio	10	Pampa del Indio
PSFV Santa Sylvina	10	Santa Sylvina
PSFV Taco Pozo	10	Taco Pozo
PSFV Villa Berthet	10	Villa Berthet
PSFV Roca	6	Pcia. Roca
PSFV Charadai	5	Charadai
PSFV Isla del Cerrito	5	Isla del Cerrito
PSFV Las Garcitas	5	Las Garcitas
PSFV Las Piedritas	5	Las Piedritas
PSFV Magarita Belén	5	Magarita Belén
PSFV Villa Río Bermejito	5	Villa Río Bermejito
PSFV Castelli	20	Castelli
PSFV Basail	5	Basail
TOTAL	236	

Fuente: Subsecretaría de Energía de la Provincia de Chaco

En el caso de la **energía solar térmica concentrada** (CSP), el diseño, la instalación y la operación de la planta son realizados por una sola empresa o por empresas estrechamente relacionadas. Por lo tanto, existe una integración vertical significativa en las etapas de la cadena de valor (Gereffi, 2011). Antes de 2015, la mayoría de las empresas de CSP procedían de los Estados Unidos y España. Sin embargo, en los últimos años la industria se ha vuelto cada vez más diversa geográficamente, en cuanto a la ubicación de las plantas comerciales, así como los orígenes de los desarrolladores, inversores y contratistas involucrados en la implementación del proyecto.

Los proyectos de CSP que entraron en operaciones o estaban en construcción durante 2019 involucraron a desarrolladores e inversores líderes de al menos ocho países, incluidos Estados Unidos, China, Francia, Israel, Kuwait, Arabia Saudita, España y Emiratos Árabes Unidos (REN21, 2020). Los contratistas tenían su base en China, Dinamarca, Israel, España y los Estados Unidos, y las empresas chinas participaban en casi la mitad de los proyectos completados o activos.

Esquema C.3. Cadena de valor de la generación de energía solar térmica concentrada



Fuente: Elaboración propia en base a Gereffi (2008) y Secretaría de Energía de la Nación (2009)

El crecimiento de la potencia instalada de CSP ha tenido una tendencia a la desaceleración desde 2015, debido fundamentalmente a la inactividad en los dos países con la mayor cantidad de instalaciones de CSP -España y Estados Unidos- que no agregaron nueva capacidad durante ocho y seis años, respectivamente. En esta tendencia influye la competencia de la energía solar fotovoltaica, que, como se mencionó anteriormente, se ha impuesto como la tecnología más difundida.

En Argentina no existen aún plantas de CSP, aunque se han realizado estudios referidos a CSP en el noroeste del país. El Instituto de Investigaciones de Energía No Convencional (INENCO) de la Universidad Nacional de Salta realizó un prototipo de planta de CSP utilizando la tecnología de tipo Linear Fresnel, con sistema de almacenamiento. Asimismo, actualmente se encuentra vigente el proyecto de una planta prototipo de CSP de 10 MW mediante una alianza entre las empresas públicas JEMSE (Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado) e INVAP. La planta estará localizada junto a los parques fotovoltaicos Cauchari I, Cauchari II y Cauchari III, adjudicados a JEMSE mediante el Programa RenovAr. El proyecto fue presentado al Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y se encuentra en la etapa de desarrollo.

El sector de la **energía solar térmica para calentamiento de agua** se diferencia de los anteriores dado que el eslabón final no es la instalación de parques solares para la generación de energía eléctrica sino en la fabricación de Sistemas Solares Térmicos (SST) individuales para uso doméstico o industrial.

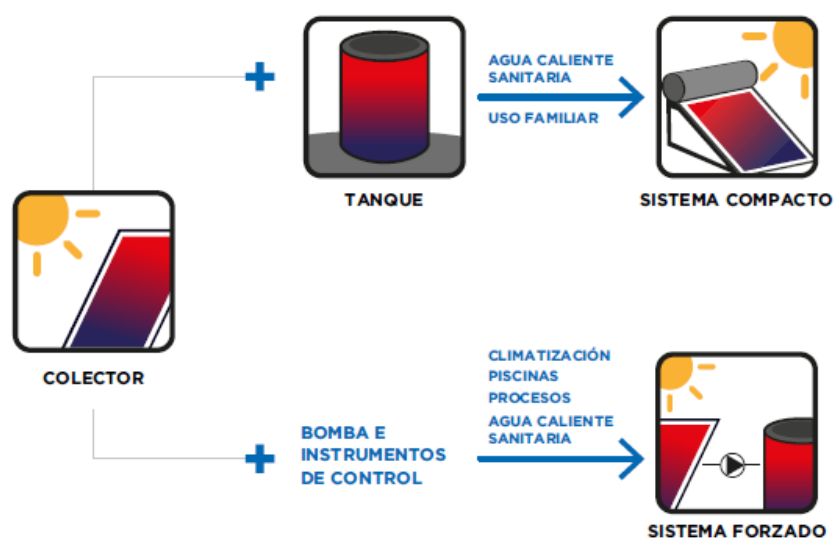
En este sentido, el sector se caracteriza por su menor complejidad tecnológica y atomización, no solo en la comercialización e instalación de equipos sino también en la producción industrial. La participación de PyMES en el sector da cuenta de las

bajas barreras a la entrada y, por ende, de las mayores posibilidades de desarrollo productivo sectorial a nivel nacional y provincial.

La capacidad termosolar global acumulada en operación alcanzó un estimado de 522 GW en 2021, casi duplicándose en los últimos 10 años (en 2011 la capacidad global era de 285 GW), lo que supone un crecimiento de 6,2% anual acumulativo en ese período. La capacidad global total en operación a fines de 2021 fue suficiente para proporcionar alrededor de 427 teravatios-hora de calor al año, equivalente al contenido energético de 251 millones de barriles de petróleo (REN21, 2022).

Los componentes esenciales de los SST son el colector y el tanque acumulador. El Colector transforma la energía solar para calentar el fluido que circula en su interior, y el tanque almacena ese fluido para su uso, ya sea doméstico o industrial.

Esquema C.4. Tipos de sistemas solares térmicos



Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (2019b)

En nuestro país, el Censo Solar Térmico anual realizado por el INTI registró 217 empresas del sector en 2019, de las cuales 21 son fabricantes nacionales. El mercado local presenta un crecimiento acelerado en los últimos años, habiendo más que duplicado la superficie de colectores solares comercializada en 2019 respecto de 2017. Asimismo, la capacidad productiva anual de los fabricantes nacionales de SST (para agua caliente sanitaria) aumentó 85% entre 2019 (62.374 m²) y 2017 (33.698 m²). Por su parte, se relevaron 1.267 puestos de trabajo directos en el sector, lo que representa un promedio de 6 empleos por empresa.

En cuanto a la distribución geográfica, se registran empresas en 19 provincias y la CABA, siendo las jurisdicciones con mayor presencia del sector: Córdoba (53 empresas, 24% del total), Buenos Aires (50 empresas, 23% del total), la CABA y Santa Fe (27 empresas, 12% del total en cada una).

Esquema C.5. Ubicación geográfica de las empresas de energía solar térmica. Año 2019



Fuente: INTI (2021)

En cuanto al tipo de equipos, según los datos que arroja el Censo, la mayor parte de las instalaciones realizadas durante el año 2019 se destinaron a la provisión de agua caliente sanitaria domiciliaria (61%), seguidas por climatización de piscinas (16%), calefacción (10%), procesos industriales (9%) e instalaciones comerciales (4%). Respecto al origen de los equipos, el 22% de los SST comercializados son de fabricación nacional, mientras que el 78% restante es de origen importado.

En la provincia del Chaco se registran dos empresas: una fabricante de equipos (Vetak SA, ubicada en Puerto Tirol) y una empresa de servicios (Eco NEA, ubicada en Resistencia). Vetak fabrica específicamente calefones solares, ofreciendo tres modelos de 100, 180 y 210 litros.

Por su parte, la Subsecretaría de Energía de la provincia se encuentra próxima a lanzar un programa de financiamiento para la instalación de SST para uso residencial. Asimismo, desde la Subsecretaría manifestaron estar en proceso de elaboración de

un proyecto de generación de energía solar térmica con acumulación para áreas aisladas, con financiamiento provincial.

Bioenergía

La energía producida a partir de la biomasa puede tener origen agrícola, forestal, ganadero o incluso proceder de industrias asociadas a estos sectores. La biomasa puede valorizarse energéticamente mediante diversos procesos termoquímicos y/o biológicos para obtener bioenergía en forma de electricidad, calor o biocarburantes para el transporte (De Gregorio, 2020).

Las fuentes de biomasa seca pueden clasificarse en oferta directa (disponible dispersa en el terreno) y oferta indirecta (proveniente de residuos de industrias forestales y/o agroindustriales). En cuanto a la biomasa forestal, recursos que en la provincia se encuentran presente con relativa abundancia, la oferta directa surge de madera extraída de plantaciones cultivadas para ser utilizados como recurso energético, mientras que la indirecta se obtiene como residuo de la actividad maderera tanto silvícola como industrial (aserrín, viruta, corteza).

Cuadro C.2. Clasificación de las fuentes de biocombustibles

Clasificación de fuentes biocombustibles		Biomasa leñosa	Biomasa herbácea	Biomasa de frutas y semillas	Varios / Mezclas	
		Dendrocombustibles	Agrocombustibles			
Cultivos energéticos	Directos	Árboles de bosques energéticos	Plantas herbáceas energéticas	Cereales energéticos		
		Árboles de plantaciones energéticas	Cultivos energéticos de cereales enteros			
Subproductos	Directos	Subproductos de desmonte	Subproductos de cultivos agrícolas		Subproductos animales y hortícolas	
		Subproductos de operaciones de raleo y poda	Pajilla, tallos	Carozos, cáscaras, vainas		
	Indirectos	Subproductos de industria maderera	Subproductos de elaboración de fibras	Subproductos de la industria alimentaria		Desechos de lechería y feedlots
		Licor negro				Efluentes cítricos
Material derivados de otros usos	De recuperación	Madera usada	Poroductos usados de fibra	Productos de frutas y semillas usadas	Residuos sólidos urbanos (RSU)	

Fuente: FAO (2020)

Desde 2017, China ha sido el principal país productor de bioenergía, seguido por Estados Unidos, Brasil, Alemania, Japón, Reino Unido e India. En Sudamérica, la generación de bioenergía creció un 11% entre 2011 y 2021, liderada por Brasil, que fue el tercer mayor productor mundial en 2021 (560 TWh), con una generación que se duplicó desde 2011 (basada principalmente en bagazo de caña de azúcar). En Argentina se generaron 3 TWh de bioelectricidad en 2021, ubicándose muy por debajo de Brasil y representando menos de la mitad de la bioenergía generada en Chile.

Debido a la baja densidad de la biomasa, el costo de transporte es determinante, absorbiendo entre 33% y 50% del costo total de producción (Sultana y Kumar, 2012). Por este motivo, es importante contar con mapeos de disponibilidad del recurso biomásico. En esta línea, el Programa PROBIOMASA³⁶ -implementado por la Secretaría de Energía de la Nación en forma conjunta con la FAO (ONU) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación- ha realizado estudios de caracterización del balance energético derivado de biomasa³⁷.

La cuantificación publicada en 2020 concluye que Argentina cuenta con un alto potencial de aprovechamiento de biomasa seca y húmeda para generación de energía renovable. En el caso del Chaco, la oferta se concentra mayoritariamente en la biomasa forestal de bosque nativo.

A nivel nacional, la oferta directa accesible (física y legalmente) de biomasa seca se estimó en 8,47 millones de toneladas anuales, en las que la forestal representa la mayor parte (38%). Sin embargo, en esta estimación no se considera el bosque nativo, sino solo el implantado, por lo que la participación de la biomasa disponible en el Chaco sobre el total nacional es reducida (0,3%, 21.260 tn). Esto se explica por la baja incidencia del bosque implantado en la provincia.

Por otro lado, también se estimó el incremento medio anual (IMA) de las formaciones nativas en 32,8 millones de toneladas, teniendo en cuenta criterios de sustentabilidad y el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN). En este caso, los recursos del Chaco ascienden a 4,67 millones de toneladas anuales y representan 14,2% del total nacional.

³⁶ <http://www.probiomasa.gob.ar/sitio/es/>

³⁷ La metodología utilizada, denominada WISDOM, integra y dispone espacialmente los datos de múltiples fuentes utilizando el sistema de información geográfica (SIG). Los mapas elaborados con la metodología WISDOM brindan información sobre la oferta potencial de biomasa con fines energéticos según fuentes de aprovisionamiento y sobre la localización de la demanda (FAO, 2020).

En cuanto a la oferta indirecta seca, el total nacional estimado asciende a 10,1 millones de toneladas. La mayor parte proveniente de ingenios (55%) e industrias forestales (31%), procesadoras de maní (3%) y, en menor medida, desmotadoras, bodegas, molinos de arroz, hornos de carbón y otras fuentes. En la provincia del Chaco esta fuente se estima en 508 mil toneladas anuales y representa 5% del total nacional.

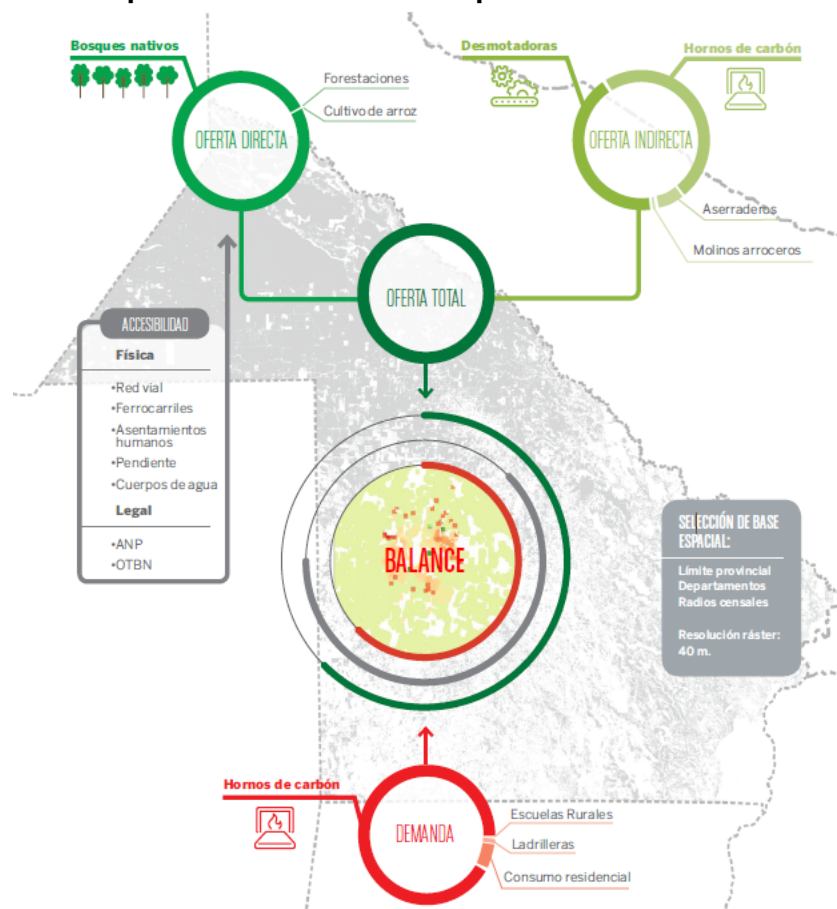
Con respecto al consumo de biomasa con fines energéticos se analizaron los sectores residencial, industrial y comercial y se estimó una demanda total de 11 millones de toneladas, por lo que el balance energético arroja un saldo superavitario de 40 millones de toneladas anuales de biomasa seca (51 millones tn de oferta disponible total menos 11 millones tn de demanda potencial).

Finalmente, el estudio estimó las fuentes de biomasa húmeda proveniente de actividades ganaderas intensivas (feedlots, tambos, cría de porcinos) y de la vinaza (subproducto de la industria azucarera) en un total de 415 mil toneladas anuales.

Un estudio previo (publicado en 2018) del mismo programa PROBIOMASA en conjunto con el Centro Regional Chaco-Formosa del INTA para estimar la oferta de biomasa en la provincia del Chaco arroja resultados cuantitativos similares a los expuestos anteriormente (aunque levemente menores). Este estudio, sin embargo, aporta el detalle de la distribución espacial del recurso al interior de la provincia.

La biomasa directa considerada en el estudio consistió en el IMA de los bosques nativos y otras formaciones leñosas, y los residuos del cultivo de arroz y de las actividades forestales. Por su parte, la biomasa indirecta -que se considera 100% accesible- se compone de subproductos de los molinos arroceros (como la cascarilla y el afrecho), los residuos de la industria forestal y los de las desmotadoras de algodón.

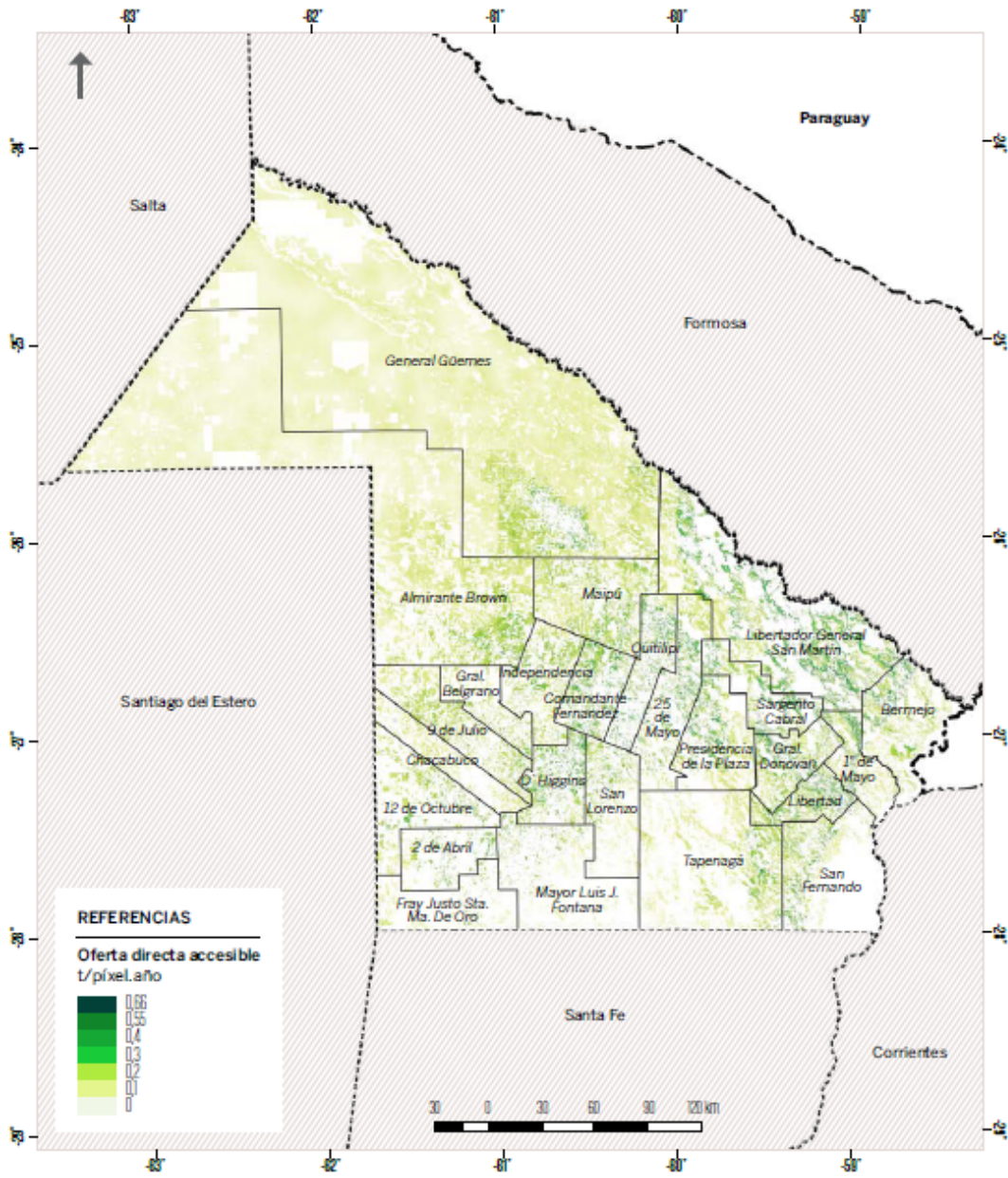
Esquema C.6. Modelo conceptual WISDOM Chaco



Fuente: FAO (2018)

Los resultados del estudio arrojaron más de 7,7 millones de toneladas anuales de bosques nativos y otras formaciones leñosas, los cuales representan casi la totalidad de la oferta directa de biomasa para energía en la provincia. Luego, al considerar la oferta accesible física y legalmente, el volumen se reduce a 3,57 millones de toneladas anuales, de las cuales 3,55 millones (99,7%) corresponden a bosques nativos. La oferta directa se completa con 6.555 tn anuales de residuos de la producción de arroz (en el departamento de Bermejo) y 3.921 tn de forestaciones implantadas (Cuadro C.3).

Mapa C.1. Oferta directa de biomasa accesible en el Chaco



Fuente: FAO (2018)

Cuadro C.3. Oferta directa de biomasa accesible en el Chaco según departamento

Departamento	Oferta directa accesible (t/año)			Total
	Bosque nativo y otras formaciones leñosas	Arroz	Forestaciones	
Almte. Brown	523.676	-	694	524.370
Bermejo	100.330	-	10	100.339
Cmte. Fernández	74.277	6.552	328	81.156
Chacabuco	28.386	-	156	28.542
12 de Octubre	63.284	-	9	63.293
2 de Abril	28.750	-	21	28.771
Fr. J. Sta. María de Oro	21.523	-	27	21.550
Gral. Belgrano	30.095	-	-	30.095
Gral. Donovan	92.460	-	-	92.460
Gral. Güemes	908.928	-	234	909.162
Independencia	73.040	-	359	73.400
Libertad	72.138	-	135	72.273
Lib. Gral. San Martín	441.495	-	529	442.024
Maipú	153.843	-	295	154.138
My. L. J. Fontana	47.622	-	104	47.726
9 de Julio	83.392	-	16	83.408
O'Higgins	68.133	-	476	68.609
Pres. De La Plaza	101.787	-	59	101.846
1° de Mayo	65.966	-	-	65.966
Quitilipi	74.795	-	146	74.942
San Fernando	96.242	-	-	96.242
San Lorenzo	67.163	-	291	67.455
Dgto. Cabral	91.517	-	-	91.517
Tapenagá	145.579	-	-	145.579
25 de Mayo	102.404	-	32	102.436
Total	3.556.825	6.552	3.922	3.567.298

Fuente: FAO (2018)

En cuanto a la oferta indirecta de biomasa disponible en la provincia, la mayor parte corresponde a los residuos de las desmotadoras de algodón y hornos de carbón (90%

del total disponible) localizados en los departamentos de Almirante Brown, Mayor Luis J. Fontana, y en menor medida en Comandante Fernández, 12 de Octubre, Maipú y 9 de Julio. Por su parte, los residuos de la industria forestal representan el 8,8% del total de la oferta indirecta, destacándose los departamentos de Independencia y Presidencia De la Plaza, seguidos por San Fernando, debido principalmente a la concentración de aserraderos. El departamento de Bermejo es el único que aporta residuos de molinos arroceros a partir de la localización de molinos en esa zona (Cuadro C.4).

Cuadro C.4. Oferta de biomasa indirecta por departamento

Departamento	Oferta indirecta (t/año)				Total
	Desmotadoras	Hornos de carbón	Aserraderos	Molinos arroceros	
Almte. Brown	-	62.595	3.000	-	65.595
Bermejo	-	-	-	18.240	18.240
Cmte. Fernández	18.630	13.133	2.500	-	34.263
Chacabuco	5.400	5.470	1.000	-	11.870
12 de Octubre	48.600	3.055	-	-	51.655
2 de Abril	5.400	-	-	-	5.400
Fr. J. Sta. María de Oro	14.310	70	-	-	14.380
Gral. Belgrano	-	14.587	3.500	-	18.087
Gral. Donovan	-	622	2.000	-	2.622
Gral. Güemes	-	6.392	3.500	-	9.892
Independencia	5.400	13.020	6.000	-	24.420
Libertad	-	-	-	-	-
Lib. Gral. San Martín	-	2.113	1.000	-	3.113
Maipú	12.150	17.902	-	-	30.052
My. L. J. Fontana	56.430	1.070	3.000	-	60.500
9 de Julio	18.900	10.843	-	-	29.743
O'Higgins	7.560	1.099	1.000	-	9.659
Pres. De La Plaza	-	2.183	6.000	-	8.183
1° de Mayo	-	-	-	-	-
Quitilipi	-	1.902	1.000	-	2.902
San Fernando	-	105	5.500	-	5.605
San Lorenzo	-	1.562	-	-	1.562
Dgto. Cabral	-	1.575	-	-	1.575
Tapenagá	-	321	-	-	321
25 de Mayo	-	9.109	2.500	-	11.609
Total	192.780	168.729	41.500	18.240	421.249

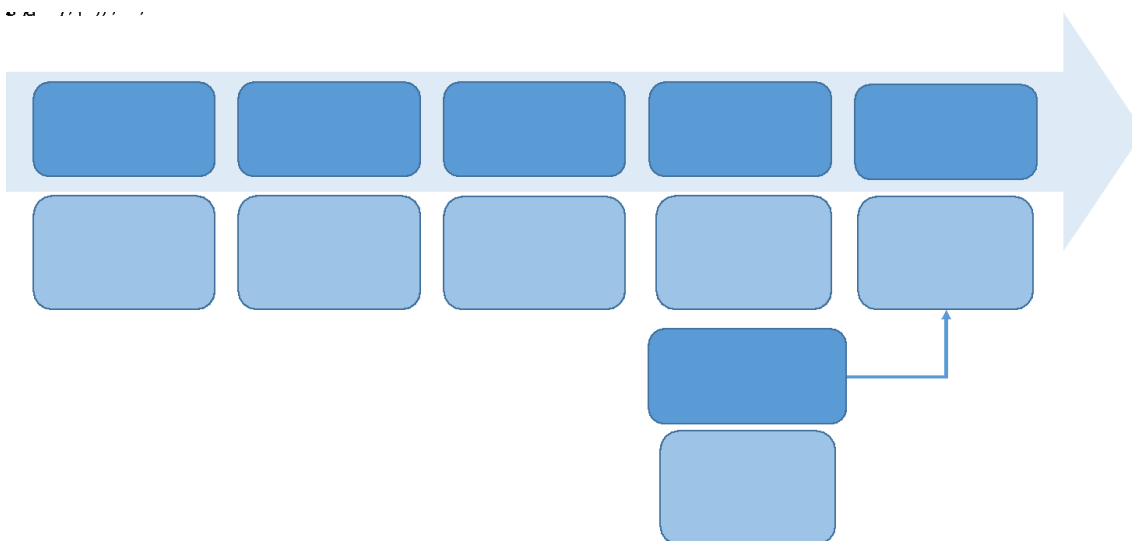
Fuente: FAO (2018)

Para poder ser aprovechado para generar bioenergía, el recurso forestal se procesa para formar un insumo homogéneo, ya sea en chips, astillas, pellets o briquetas. En particular, los pellets y briquetas requieren un proceso de secado y compactación que presenta ventajas, al lograr una forma homogénea, mayor densidad y menor grado de humedad (idealmente, menor a 12%). El chipeo puede realizarse en el campo (recolección y astillado de residuos de la cosecha), en una planta de procesamiento específica para tal fin, o en la misma planta donde se realiza la conversión a energía.

Cuando no se realiza un proceso de densificación (en pellets o briquetas), el abastecimiento de la biomasa debe realizarse a corta distancia, de forma de minimizar el costo del transporte del material de poca densidad. Por este motivo, es común que los proveedores de biomasa forestal procesada sean los mismos aserraderos (Bertella, 2014). En este sentido, el costo de almacenamiento y transporte es un factor crucial en la ecuación económica de los proyectos, más aún en los casos en que la biomasa debe recolectarse en diversos sitios a fin de lograr el volumen necesario para abastecer una caldera de forma continua.

Finalmente, la generación de bioenergía generalmente se realiza a través de plantas de cogeneración, en las que se produce simultáneamente electricidad (a través de una turbina a vapor) y calor. La cogeneración resulta más eficiente que la central de energía térmica convencional dado que se aprovecha el calor de la generación de energía eléctrica en lugar de liberarlo al ambiente. En Argentina existen proveedores de plantas de cogeneración de energía a partir de biomasa (Fimaco, ubicada en Esperanza, Santa FE; Daniel Ricca SA ubicada en Tortuguitas, Buenos Aires, entre otras). Si bien las calderas y el ensamblado final de las plantas de cogeneración son de origen nacional, algunos de los componentes principales de las plantas, como las turbinas, generadores y condensadores de gran porte, son importados.

Esquema C.7. Cadena de valor de la generación de bioenergía en base a biomasa forestal



Fuente: Elaboración propia

Además de los incentivos creados por el programa Renovar entre 2016 y 2019, se encuentra vigente la Ley 27.424 que establece el régimen de fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable. La provincia del Chaco adhirió a dicho régimen mediante la Ley provincial 3001-r y el Decreto 872/2020. En la provincia dos empresas tanineras inyectan energía eléctrica a la red generada con biomasa forestal desde 2021: Indunor y Unitan. Ambas instalaron sus plantas de cogeneración a partir de los incentivos del programa Renovar.

En el año 2021 se generaron 39,35 GWh en la Central La Escondida, perteneciente a la empresa INDUNOR, y 1,3 GWh en la Central Térmica de Biomasa de Puerto Tirol, cuyo propietario es la compañía UNITAN (Cuadro C.5). Por su parte, en el primer trimestre de 2022 (última actualización de información por parte de CAMMESA) entre las dos centrales ya produjeron, al menos, la mitad de energía que en todo 2021.

Cuadro C.5. Generación de bioenergía en Chaco por central. En GWh.

CENTRAL	2021	I cuat. 2022	Total general
C.T. BIOMASA Puerto Tirol (UNITAN)	1,30	0,57	1,87
C.T. BIOMASA LA ESCONDIDA (INDUNOR)	39,36	20,00	59,35
Total general	40,66	20,57	61,22

Fuente: elaboración propia sobre la base de CAMMESA.

En su planta ubicada en Puerto Tirol, Unitan cuenta con una potencia de 9 MW -de los cuales entre 6 y 7 MW son inyectados a la red- utilizando los residuos de su

proceso industrial. La empresa es propietaria de un vivero forestal de quebracho colorado único en el país y actualmente cuentan 1.500 ha de forestación de eucaliptos y quebracho sumando las plantaciones ubicadas en Chaco, Corrientes y Formosa. Debido a que el 12% del consumo de la caldera no surge de desecho (sino que es adquirido a terceros), la plantación de eucalipto será utilizada para abastecer la caldera. El 90% de la energía generada se inyecta a la red mientras que el 10% restante es consumida en la planta. Por su parte, Indunor cuenta con una planta de 11 MW, de los cuales 9,5 MW son distribuidos a la red provincial y 1,5 MW utilizados en la planta industrial.

La provincia cuenta con un gran potencial para el aprovechamiento de la biomasa forestal directa e indirecta, a la que se suma la biomasa indirecta generada por las desmotadoras de algodón y los hornos de carbón.

Sin embargo, una cuestión importante es la determinación de la escala mínima eficiente para la instalación de una planta de cogeneración a nivel empresario, lo que depende también de la tarifa percibida por inyectar la energía a la red y el nivel de demanda para uso en procesos industriales. En este sentido, adquiere relevancia la evaluación de costo-beneficio de proyectos de bioenergía para sectores electrointensivos que operan en la provincia, como las desmotadoras de algodón.

La subsecretaría de Energía de la provincia ha realizado estudios para desarrollar proyectos de bioenergía en seis localidades, por un total de 83 MW de potencia (Cuadro C.6). Estos proyectos fueron presentados a CAMMESA junto con los proyectos de energía solar fotovoltaica mencionados anteriormente para la búsqueda de financiamiento. La selección de las locaciones se vincula con el potencial biomásico (residuos algodoneros, cerealeros y madereros) y la posibilidad de conexión a la red. En el caso del proyecto de Las Palmas se aprovecharía residuo de la industria arrocerá (cáscaras).

Cuadro C.6. Proyectos de Energía Renovable a partir de biomasa presentados por la provincia del Chaco a CAMMESA.

Proyecto	Potencia (MW)	Localidad	Obra de Transporte (S/N)
Castelli 15 MW	15	Castelli	Sí
Charata 15 MW	15	Charata	Sí
San Martín 15 MW	15	Gral. San Martín	No
Saenz Peña 15 MW	15	Pcia. R. Saenz Peña	Sí
Villa Ángela 15 MW	15	Villa Ángela	Sí
Las Palmas 7,5 MW	7,5	Las Palmas	Sí
TOTAL	83		

Fuente: Subsecretaría de Energía de la Provincia de Chaco

En suma, a partir de la revisión bibliográfica y el relevamiento preliminar realizado hasta el momento, se infiere que la provincia cuenta con un gran potencial para el desarrollo de bioenergía y, en menor medida, energía solar fotovoltaica y térmica.

Por otra parte, se advierten algunas limitaciones que frenan el desarrollo del sector. En primer lugar, la ecuación económica, vinculada tanto a los precios relativos de las energías no renovables / renovables como a las condiciones de financiamiento de proyectos. Actualmente estas condiciones difieren significativamente de las vigentes al momento de la expansión de las ERNC otorgadas en las licitaciones del programa Renovar. Así, mientras el precio de la energía que la distribuidora provincial SECHEEP adquiere a CAMMESA no aumente, resulta poco viable que progresen los proyectos de energía distribuida privados con biomasa³⁸. La ley provincial de generación distribuida (adhesión a la ley nacional) brinda un marco legal para el desarrollo de la actividad, aunque a partir de las consultas realizadas hasta el momento, se infiere una necesidad de financiamiento más accesible para que se puedan concretar los proyectos en cartera.

En segundo lugar, el recurso forestal chaqueño (bosque nativo) presenta una mayor heterogeneidad y dureza, un crecimiento más lento y una menor escala en comparación al recurso de bosque implantado disponible en el resto del NEA. Estas condiciones suponen desafíos adicionales, tanto técnicos (adaptación de las calderas) como económicos para los proyectos de bioenergía.

En tercer lugar, en el plano industrial, la provincia cuenta con potencial de desarrollo en la producción de sistemas solares térmicos, aunque la escala del mercado local es aún limitada. En cambio, las condiciones de la cadena de valor tanto en energía solar fotovoltaica como en plantas de cogeneración a partir de biomasa implican barreras

³⁸ Actualmente el precio percibido por Unitan e Indunor por la energía distribuida aproximadamente triplica al precio pagado por SECHEEP a CAMMESA.

a la entrada más difíciles de franquear para empresas locales, en particular en la tecnología fotovoltaica, que asume características de una cadena global de valor controlada oligopólicamente por fábricas chinas.

2. Estado tecnológico

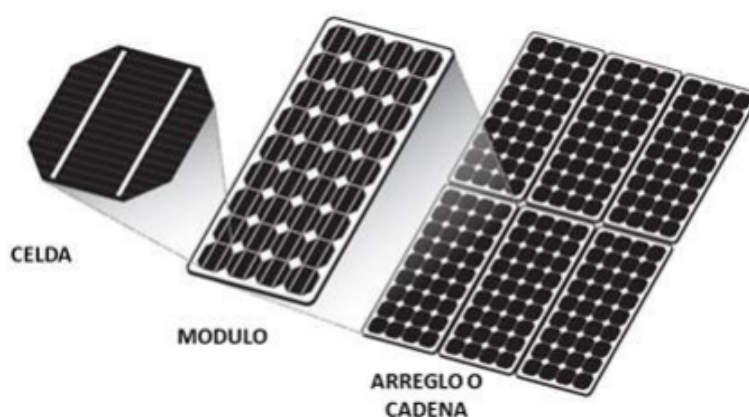
Siguiendo con el criterio de exposición del apartado anterior, en este apartado el análisis se presenta para cada tipo de energía (solar fotovoltaica, solar térmica y bioenergía), repasando las tecnologías que se utilizan a nivel nacional e internacional y luego el uso de tecnología a nivel nacional y provincial.

2.1. Energía solar fotovoltaica

a. Energía solar fotovoltaica: Frontera tecnológica internacional

En los últimos años, el sector ha mutado desde la dominancia europea a una cadena global de valor en la que China es el principal exportador tanto de materia prima (policilicio) como de paneles manufacturados. Asimismo, si bien el ensamblado (actividad con bajo contenido tecnológico) puede realizarse en los países de destino en donde se instalan los paneles, China e India son también los principales productores y exportadores del acero inoxidable utilizado en la construcción de los marcos de los paneles, por lo que también mantienen una incidencia en los eslabones finales de la cadena productiva (OCDE, 2015).

Imagen C.1. Celdas, módulos y paneles fotovoltaicos



Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (2019b)

Cuadro C.7. La cadena de valor de la energía solar fotovoltaica: características de la industria y uso de tecnología

Etapa	Producto	Proceso	Características de la industria	Tecnología
Upstream	Policilicio	Transformación de sílice de cuarzo en lingotes de silicio	Oligopólica, altas barreras a la entrada	Siemens triclorosilano, reactor de lech fluidizado, silicio metalúrgico mejorado, deposición de vapor a líquido
	Obleas	Transformación de lingotes de silicio en obleas de silicio	Competencia limitada, barreras a la entrada moderadas, alta dependencia de los proveedores de policilicio	Monocristalino, multicristalino, cintas de celdas solares
Midstream	Celdas	Introducción del circuito en la oblea		Celdas de silicio cristalino, celdas <i>Thin Film</i>
	Módulos	Celdas colocadas en vidrio y convertidas en paneles	Mercado competitivo, más de 400 empresas a nivel mundial, bajas barreras a la entrada	Baja tecnología
Downstream	Instalación	Instalación de paneles solares	Mercado atomizado, requiere acceso a financiamiento	Baja tecnología

Fuente: Elaboración propia en base a Haley (2011) y OCDE (2015)

Si bien la fabricación de módulos (proceso de unión de celdas que no requiere alta tecnología) se encuentra menos concentrada, las principales diez empresas productoras (9 de ellas de origen chino) absorben el 46% de la producción mundial (Mints, 2016), mientras que estas mismas empresas representan el 45% de la producción mundial de celdas (proceso con mayor contenido tecnológico), lo que da cuenta del nivel de integración vertical existente en la industria. En este marco, la Inversión Externa Directa (IED) ha sido la impulsora del despliegue de parques solares fotovoltaicos a nivel mundial.

Cuadro C.8. Principales fabricantes de celdas y módulos fotovoltaicos a nivel internacional

Empresa	Tecnología	Ubicación de la producción de celdas	Capacidad de producción de Celdas (MW)		Capacidad de ensamblado de módulos (MW)	
			Mw	%	Mw	%
Hanwha Q-Cells	c-Si	China /Alemania / Malasia / Corea del Sur	4.300	7%	4.300	6%
JA Solar	c-Si	China / Malasia	4.000	6%	4.000	6%
Trina Solar	c-Si	China / Países Bajos	3.700	6%	5.100	7%
First Solar	CdTe/c-Si	Estados Unidos / Malasia	3.160	5%	2.900	4%
Jinko Solar	c-Si	China / Malasia	3.000	5%	4.700	7%
Canadian Solar	c-Si	China	2.700	4%	4.300	6%
Yingli Solar	c-Si	China	2.450	4%	2.450	4%
Motech Solar	c-Si	Taiwan / China	2.150	3%	1.400	2%
NeoSolar	c-Si	Taiwan / China	2.120	3%	500	1%
Shunfeng-Suntech	c-Si	China / Estados Unidos	1.800	3%	2.000	3%
Otras			36.227	55%	37.431	54%
Total			65.607	100%	69.081	100%

Fuente: Mints (2016)

Las últimas tendencias de innovación en materia de celdas fotovoltaicas apuntan a aumentar la eficiencia en la generación de electricidad, que actualmente ronda el 20% (tasa de conversión de radiación solar a electricidad). Siguiendo a Blieske et al (2019), se destacan las siguientes tecnologías en desarrollo actualmente:

- PERC (Passivated emitter rear contact): esta tecnología aborda las pérdidas causadas por los contactos del lado posterior a través de una capa de pasivación dieléctrica. El contacto de área completa se reduce a puntos o líneas donde el recubrimiento se elimina localmente antes de la metalización. A partir de 2018 la mayoría de los fabricantes de celdas solares de silicio mono y policristalino se están volcando a la aplicación de esta tecnología. Se espera que PERC gane una participación de mercado significativa en los próximos años, principalmente a expensas de la tecnología Al-BSF (aluminum back surface field) que ha sido el estándar en la industria durante los últimos 15 años. La expectativa es que el desarrollo de células solares PERC conducirá a módulos con una eficiencia de conversión del 30% producidos en serie en los próximos 10 años.
- Tecnología IBC (Integrated back contact) y SHJ (silicon heterojunction): La combinación de las tecnologías a-Si (silicio amorfo no cristalino) y c-Si (silicio cristalino) condujo al desarrollo de celdas solares de heterounión. En estas

celdas, una oblea de silicio cristalino convencional contiene silicio amorfo depositado en sus superficies frontal y posterior, lo que da como resultado dos capas de película solar delgada que absorben fotones adicionales que de otro modo no serían capturados por la oblea de silicio cristalino estándar. Por su parte, las celdas de contacto trasero integrado (IBC) permiten eliminar las pérdidas por reflexión causadas por la rejilla de cubierta frontal de última generación actual. Estas tecnologías (IBC y SHJ) conducen a una mayor eficiencia de los módulos solares, ya existiendo algunas empresas pioneras que utilizan esta tecnología.

- Módulos bifaciales: Una tendencia reciente desencadenada por el cambio a la tecnología PERC es el número creciente de módulos bifaciales en el mercado. Estos módulos pueden captar la luz solar de ambos lados, lo que es imposible para las células solares convencionales, donde la parte trasera está cubierta con aluminio. Por lo general, los módulos bifaciales usan vidrio en ambos lados.

Imagen C.2. Tipos de celdas fotovoltaicas

Silicio monocristalino Silicio policristalino Silicio amorfo



Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (2019c)

Impulsada por nuevos códigos de construcción que incentivan (y en algunos casos obligan) a incorporar energías renovables en los nuevos edificios, otra tendencia reciente es la denominada la energía fotovoltaica integrada en edificios (Building Integrated Photovoltaics BIPV)³⁹.

Si bien se pueden agregar a una estructura como modificación, la mejor forma de incorporar los sistemas BIPV es en el diseño inicial del edificio, por lo que la

³⁹ La regulación de la construcción ha cobrado relevancia para impulsar el mercado de SST. Por ejemplo, las ventas de energía solar en España se han visto impulsadas principalmente por el código técnico nacional de edificación (CTE) en los últimos años, más que por esquemas de apoyo financiero (REN21, 2022).

oportunidad reside en la asociación entre esta tecnología y la industria de la construcción. Al sustituir los materiales estándar por energía fotovoltaica, los constructores pueden reducir el costo incremental de los sistemas fotovoltaicos y eliminar los costos y problemas de diseño para los sistemas de montaje separados.

Estos diseños prescinden de los bastidores y el equipo de montaje de los sistemas fotovoltaicos tradicionales. Los paneles se pueden montar en los laterales de los edificios, reemplazando las ventanas de vidrio tradicionales con paneles solares cristalinos o de película delgada semitransparentes. En los techos, algunas empresas ofrecen un techo solar integrado de una sola pieza fabricado con vidrio laminado y también existen las denominadas tejas solares fotovoltaicas. Éstas últimas tienen la misma forma que las tejas de viviendas tradicionales, solo que son capaces de producir electricidad. La ventaja principal consiste en su aspecto estético, que permite una mayor penetración en el mercado que los módulos fotovoltaicos estándar actuales. Por último, se utilizan celdas solares ultra finas para crear superficies semitransparentes, que permiten que la luz del día penetre y, al mismo tiempo, generan electricidad. Estas se utilizan para crear tragaluces fotovoltaicos o invernaderos.

Imagen C.3. Tejas solares fotovoltaicas



Fuente: <https://www.austro.com.ar/prodrenovable/paneles-solares/tejas-solares/>

b. Energía solar fotovoltaica: Contenido tecnológico local

En Argentina existen empresas que ofrecen instalaciones de paneles fotovoltaicos. Sin embargo, como fuera mencionado anteriormente, los eslabones industriales -que comandan comercial y tecnológicamente el sector - se encuentran

concentrados a nivel mundial. Así, si bien existen algunas empresas que ensamblan e instalan paneles fotovoltaicos a nivel nacional, nuestro país no cuenta con fabricantes de celdas. Por el contrario, el mercado local está dominado por paneles importados, mayoritariamente de origen chino.

Algunas empresas se especializan en la instalación de paneles a medida para uso residencial. Estas instalaciones requieren de un relevamiento previo en donde se dimensionan las necesidades de consumo y la opción de conexión o no a la red eléctrica para inyectar energía sobrante. Sobre esa base, se calcula el tamaño del panel o penales y los componentes.

En el Chaco aún no se registran parques solares conectados a la red eléctrica, aunque sí existen instalaciones para uso industrial y doméstico, algunos con conexión a la red, incluyendo más de 5.000 paneles en áreas rurales instalados en el marco del PERMER, además de proyectos para la instalación de 18 parques fotovoltaicos a corto plazo (ver descripción en el Apartado 1).

En la provincia, la empresa de arquitectura e ingeniería Ferro Studio –con sede en Resistencia- realiza instalaciones de paneles fotovoltaicos. La empresa realiza instalación de paneles fotovoltaicos *on grid* de 60 KW para edificios públicos (hospitales, escuelas) y paneles con acumulación (*off grid*) para particulares, utilizando paneles importados. Sin embargo, por las características de la cadena global de valor resulta poco probable que en nuestro país se avance hacia los segmentos industriales de alta tecnología, al menos a corto y mediano plazo, por lo que intervención en materia de CyT en el subsector fotovoltaico se limita a la instalación y uso de paneles.

2.2. Energía solar térmica

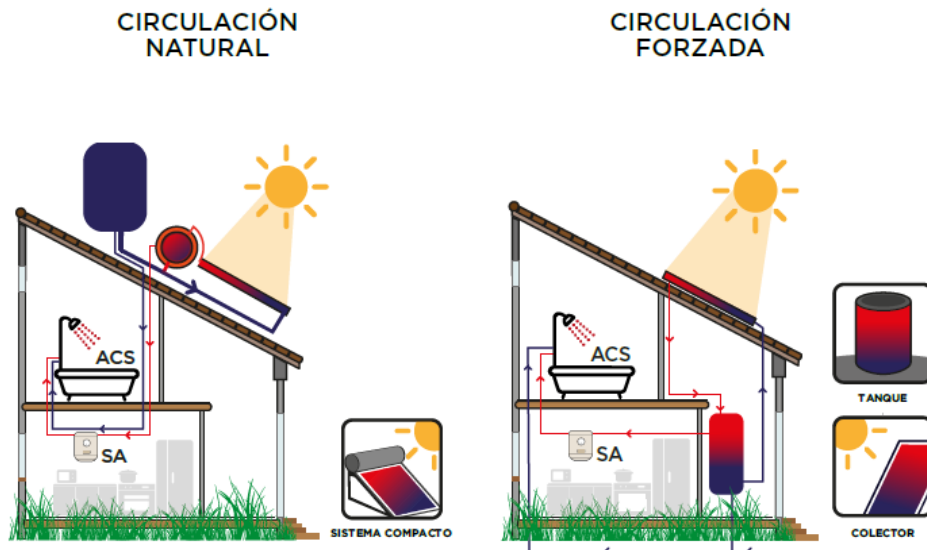
a. Energía solar térmica: Frontera tecnológica internacional

Los Sistemas Solares Térmicos (SST) pueden clasificarse por i) el principio de circulación; ii) su sistema de transferencia de calor; iii) por su diseño; y iv) por la presión de trabajo (Secretaría de Energía, 2019b).

La primera clasificación distingue entre SST de circulación natural (llamados termosifónicos), en los que el agua caliente circula por gravedad, y SST forzados, en los que el captador y el tanque acumulador están diseñados para montarse en espacios separados y el líquido fluye desde el colector al tanque traccionado por una bomba. Los primeros cuentan con la ventaja de ser sistemas de menor complejidad

y costo (tanto de instalación como de mantenimiento) y de no requerir energía adicional para su funcionamiento. En cambio, los sistemas forzados son más complejos y costosos, pero cuentan con las ventajas de no necesitar pendientes en las cañerías, lo que facilita la integración arquitectónica. Además, en los SST forzados la cantidad de colectores puede adaptarse al aumento de demanda, mientras que en los SST de circulación natural la adaptación a la demanda es limitada.

Esquema C.8. SST de circulación natural y forzada.



Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (2019b)

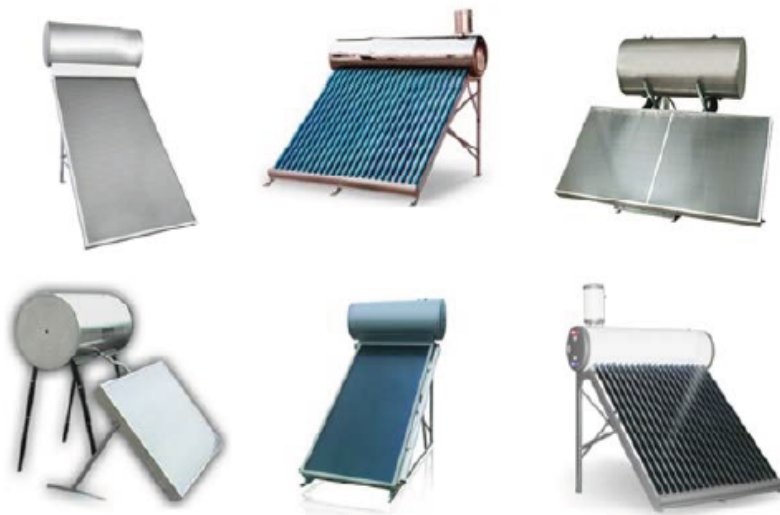
Los sistemas de circulación natural pueden ser directos o indirectos. En los primeros el fluido que circula por el colector es el agua de consumo. En cambio, en los indirectos el fluido tiene propiedades anticongelantes, y transporta el calor por medio de algún medio de intercambio hacia el agua de consumo alojada en el acumulador. El circuito donde circula el fluido anticongelante se denomina “primario” y el circuito donde circula el agua de consumo se denomina “secundario”. Los SST de circulación natural directos son menos costosos (y de fabricación menos compleja) y se utilizan en climas cálidos, donde no hay riesgo de congelamiento (donde la temperatura no desciende por debajo de los 4°C). Sin embargo, mientras que los SST directos requieren limpieza interna del colector y del tanque, los indirectos solo requieren un chequeo del nivel de anticongelante.

En contraste, los SST de circulación forzada son usualmente indirectos y utilizan un intercambiador de calor entre el fluido del colector y el agua de consumo que se encuentra en el acumulador. Estos son utilizados normalmente en climas fríos.

La tercera clasificación diferencia a los SST compactos de los SST “a medida”. En el primer caso, el colector, el tanque, la estructura y los accesorios conforman un solo producto. Son producidos en serie y comercializados como equipos completos y listos para instalar, con configuraciones fijas. Estos SST son los más utilizados a nivel internacional (70% del mercado). Dentro de los SST compactos se encuentran los equipos integrados, en los cuales el colector y el acumulador conforman un único componente no diferenciado. Por su parte, los SST a medida son construidos de forma única y son considerados como un conjunto de componentes. Asimismo, suelen comercializarse colectores, tanques y accesorios por separado. Normalmente, los SST a medida son utilizados para calefacción y climatización de piscinas.

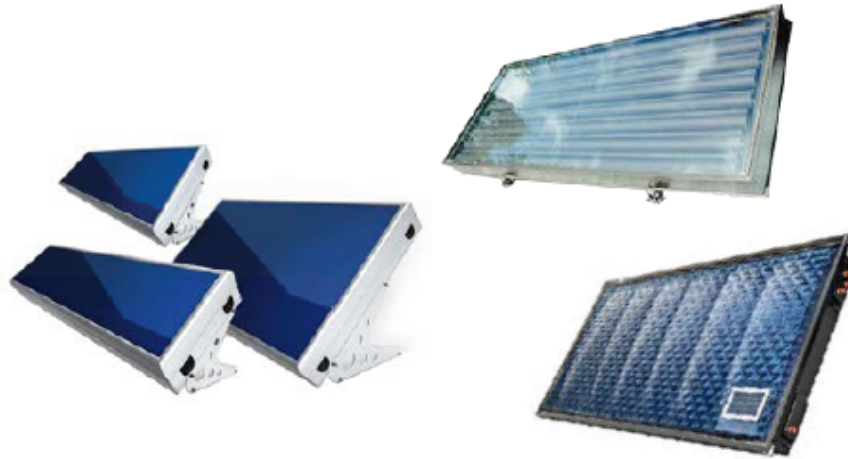
Mientras que los SST compactos suelen ser de circulación natural, los SST a medida son típicamente de circulación forzada.

Imagen C.4. SST compactos comercializados en el mercado argentino



Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (2019b)

Imagen C.5. SST con colector y acumulador integrados



Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (2019b)

Finalmente, la clasificación según la presión de trabajo con la que funciona el tanque de acumulación permite diferenciar entre SST “abiertos” o “cerrados”. En los SST abiertos, el opera a presión atmosférica. En cambio, en un sistema cerrado, el tanque no está en contacto con la atmósfera, sino que el agua en su interior está presurizada a una presión específica, típicamente entre 2 y 4 kg/cm².

Cuadro C.9. Clasificación de Sistemas Solares Térmicos

TECNOLOGÍAS	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	TIPO DE SISTEMAS DE INTERCAMBIO	PRESIÓN DE TRABAJO DEL TANQUE	APLICACIONES	COMERCIALIZACIÓN TÍPICA
Circulación Natural	Baja complejidad Costo bajo a medio No requiere electricidad	Directo/ Indirecto	Abierto/Cerrado	ACS (agua caliente sanitaria)	Prefabricados o equipos compactos
Circulación Forzada	Media complejidad Costo medio a alto Requiere electricidad	Indirecto	Abierto/Cerrado	ACS Climatización de piscinas Calefacción Procesos Industriales	A medida

Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (2019b)

Una instalación de SST para generar agua caliente sanitaria está formada por los siguientes componentes principales:

- Colectores solares: de placa plana o de tubos de vacío (“evacuados”).
- Circuitos (primario y secundario): transporta el calor desde el colector hasta el tanque acumulador.

- Intercambiador de calor: utilizado en SST indirectos, consiste en una serpentina que calienta el agua de consumo a través del calor captada de la radiación solar
- Acumulador: tanque que almacena el agua. Pueden ser horizontales (generalmente utilizados en SST compactos) o verticales. Pueden acumular el agua de consumo (directos) o tener algún sistema de intercambio de calor (indirectos).

El componente principal es el colector, que pueden ser de tres grupos de tecnologías: i) planos, ii) tubos evacuados, o iii) plásticos o de piscinas.

Los colectores planos se conforman como un sistema de tubos (usualmente de cobre) ubicado al interior de un gabinete aislado térmicamente, cubierto con una placa de polímero o vidrio templado. El absorbedor puede ser negro mate o tener un recubrimiento selectivo que le permita maximizar la captación solar y minimizar las pérdidas de calor. La selectividad de la superficie depende del tipo de recubrimiento del absorbedor.

Los colectores de tubos evacuados consisten en dos tubos de vidrio concéntricos, soldados entre sí como una ampolla, en cuyo interior se genera un vacío de aire creando un aislante térmico altamente eficiente para el fluido que corre dentro de la longitud del tubo. Todos los tubos evacuados se fabrican con un recubrimiento selectivo en la parte externa del tubo interno. Estos SST se utilizan generalmente cuando se necesitan temperaturas más altas o volúmenes de agua más elevados, así como también para sistemas de calefacción de procesos y aire acondicionado solar.

Finalmente, los colectores plásticos o de piscinas no son utilizados para sistemas de agua caliente sanitaria, sino exclusivamente para elevar la temperatura del agua de piscinas. Estos colectores son en su mayoría de polipropileno extruido o inyectado y se distinguen por no tener una cobertura transparente ni aislamiento térmico. Al ser de plástico resisten la corrosión que ocasiona el agua clorada de las piscinas, pero al no estar aislados tienen grandes pérdidas térmicas cuando las condiciones ambientales se tornan desfavorables.

Imagen C.6. Tipos de colectores térmicos



Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (2019b)

Más del 95% de los SST instalados a nivel global corresponden a colectores con cubierta de vidrio, ya sean planos o de tubos evacuados, mientras que los restantes son colectores plásticos sin cubierta para piscinas (REN21, 2022).

La eficiencia de los colectores se mide a través de la relación entre calor generado y radiación solar. Si bien existen distintos niveles de eficiencia, la elección del equipo adecuado dependerá de las condiciones climáticas de la zona donde se instalan. Esto se refleja a nivel internacional: mientras que en Europa y Estados Unidos prevalecen los colectores planos, en Asia el mercado continúa dominado por colectores de tubos evacuados.

Sin embargo, la tendencia de largo plazo indica una transición hacia los colectores de placa plana, impulsada por códigos de construcción que exigen el uso de SST en construcciones nuevas para reducir la contaminación del aire en áreas urbanas. Estas regulaciones han aumentado la demanda de aplicaciones integradas en fachadas y balcones, donde los colectores de placa plana han sido la solución preferida.

Además de la eficiencia hay otros parámetros a tener en cuenta, como la resistencia al sobrecalentamiento, al congelamiento, la calidad del agua del lugar de instalación y presión hidráulica del suministro de agua. Por ejemplo, en zonas de “aguas duras” (con alto contenido de sales de carbonato de calcio) se recomienda utilizar SST indirectos e instalar un sistema de ablandamiento del agua a la entrada del SST.

Los SST usualmente cuentan con un equipo auxiliar para abastecer la demanda energética en momentos de intermitencia del recurso solar. Al sistema conformado por un SST y un equipo de apoyo a gas o eléctrico, se lo denomina sistema solar híbrido. Los sistemas de apoyo más eficientes son los calefones modulantes por temperatura y encendido automático o bien las calderas de llama modulante por temperatura.

Además del calentamiento de agua, que es el uso más frecuente de los SST, existen sistemas de calentamiento de aire a que utilizan energía solar térmica, tanto para uso doméstico como industrial, por ejemplo, en procesos de secado del sector agrícola y la industria alimenticia.

En cuanto al uso de energía solar térmica en la industria, en términos generales existen tres grupos de tecnologías para generación de calor a utilizarse en procesos industriales:

- i. Colectores solares de aire: utilizados principalmente en la industria alimenticia para reemplazar el secado a base de gas o aceite y reducir el deterioro de los alimentos debido al secado al aire libre.
- ii. Sistemas solares para calentamiento de agua: Son los SST a los que se hizo referencia anteriormente. Si bien la mayoría de los SST son de uso residencial, pueden instalarse también en techos industriales para satisfacer una demanda de calor de hasta 80°C (mediante colectores planos) y de 250°C (mediante colectores de tubos evacuados).
- iii. Concentradores solares: Es la tecnología CSP similar a la utilizada en parques solares térmicos conectados a la red. Esta tecnología puede ser utilizada en la industria, incluyendo colectores de plato parabólico (PDC, *Parabolic Dish Collectors*), colectores cilindro-parabólicos (PTC, *Parabolic Through Collectors*) y colectores lineales de Fresnel (LFC, *Lineal Fresnel Collector*). Mediante estas alternativas se puede alcanzar temperaturas de hasta 400°.

Debido a la diferencia de rendimiento en favor de los captadores solares térmicos respecto de los paneles fotovoltaicos, los equipos de energía solar térmica presentan mayor costo efectividad que los paneles fotovoltaicos para la producción de calor. La energía solar térmica requiere la cuarta parte de espacio por unidad de potencia instalada (1 ha por cada 2 MW en comparación a 4ha por MW con paneles fotovoltaicos). Esto se debe a que la energía solar térmica puede convertir entre el 70% y 80% de la radiación en calor, mientras que la tecnología fotovoltaica tiene una eficiencia de entre el 15% y el 20% para producir electricidad (ASIT, 2020).

Según datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA⁴⁰), en 2021 existían al menos 975 plantas solares de calor industrial (SHIP, por sus siglas en inglés), con una capacidad de generación total de más de 826 MW. El calor es utilizado en diversos procesos industriales (hervido, limpieza, destilado, pasteurizado, malteado, teñido y decolorado, entre otros, ver Cuadro C.10). Los países que lideran esta transformación

⁴⁰ Disponible en: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-balances>

en la generación de energía de uso industrial son China, India, Brasil, Turquía y Estados Unidos (REN21, 2022). En los últimos años, la nueva capacidad de generación de calor industrial solar estuvo dominada por las temperaturas más altas a través de sistemas que utilizan la tecnología CSP.

Cuadro C.10. Aplicación de energía solar térmica a procesos industriales

Sector industrial	Proceso	Rango de temperatura (°C)
Alimentos y bebidas	Secado	30-90
	Lavado	60-90
	Pasteurizado	60-80
	Ebullición	95-105
	Esterilización	60-120
	Tratamiento de calor	40-60
Papel	Cocinado y secado	60-80
	Blanqueado	130-150
Textil	Decoloración	60-100
	Teñido	70-90
	Secado, Desengrasado	100-130
	Lavado	40-80
	Fijación	160-180
	Prensado	80-100
Química	Calor de procesamiento	120-180
	Preparación	120-140
	Destilación	140-150
	Separación	200-220
	Extensión	140-160
	Secado	180-200
Metal	tratamiento de superficie, galvanoplastia, etc	30-80
Ladrillos y bloques	Curado	60-140
Todos los sectores industriales	Mezcla	120-140
	Esterilizado	60-90
	Enfriamiento solar industrial	55-180
	Calefacción de edificios de fábrica.	30-80
	Precalentamiento del agua de calderas	30-100

Fuente: IRENA (2015)

El potencial técnico de la energía solar térmica en la industria es elevado. A nivel mundial, el calor de procesos industriales representa más de dos tercios del consumo total de energía en la industria, y la mitad de esta demanda de calor es de temperaturas bajas y medias (< 400 °C). Las principales áreas de aplicación de los sistemas solares térmicos se encuentran en las industrias de alimentos, bebidas, equipos de transporte, textiles, y papel, donde aproximadamente el 60% de las

necesidades de energía térmica pueden satisfacerse con temperaturas inferiores a 250 °C (IRENA, 2015).

Sin embargo, el nivel de penetración del uso de energía solar térmica en la industria está determinado principalmente por la competitividad económica. El desafío clave es acortar el período de recuperación de la inversión. El precio relativamente bajo de los combustibles fósiles resulta un impedimento para el desarrollo de esta tecnología a nivel internacional, y en particular en Argentina, donde resulta difícil que la energía solar suponga un ahorro de costos respecto del uso de hidrocarburos en ausencia de incentivos adicionales que fomenten la incorporación de equipos solares.

Si bien la energía solar térmica podría ahorrar costos a largo plazo, las complejidades de integrar nuevas fuentes de calor en los procesos industriales existentes crean posibles riesgos que las grandes industrias productoras intentan evitar. Por su parte, los altos costos de inversión inicial obstaculizan la viabilidad económica para las PyMES, aun cuando se generen ventajas en los costos operativos a largo plazo. Sin embargo, los crecientes rangos de temperatura cubiertos por el proceso de calentamiento solar y los crecientes costos y la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles están mejorando la rentabilidad de los proyectos de energía solar industrial (IRENA, 2015).

b. Energía solar térmica: Contenido tecnológico local

Los SST disponibles en nuestro país no difieren de la frontera tecnológica a nivel internacional. La fabricación de origen nacional se concentra en los SST de placa plana. En ese caso, el 100% de los componentes es de fabricación nacional (utilizando acero inoxidable importado), incluido el controlador electrónico.

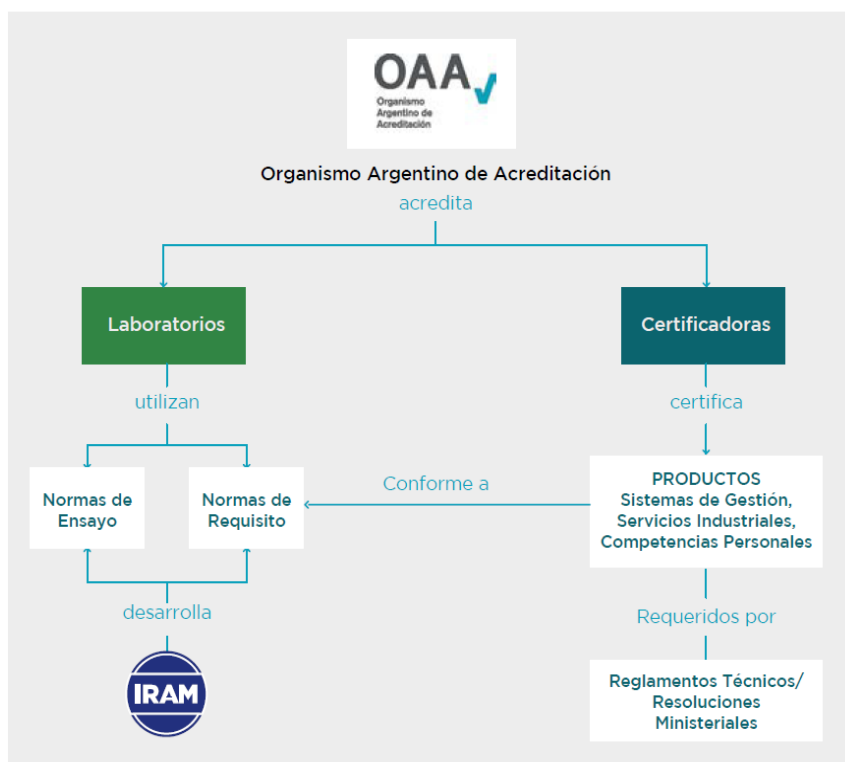
En cuanto a los SST con colectores de tubos evacuados disponibles en el mercado local, éstos son importados de origen chino, no existiendo fabricación nacional. La traba para su fabricación local es la necesidad de contar con un horno de templado de funcionamiento continuo (24 horas) que requiere una escala muy superior a la del mercado interno. Sin embargo, los SST con colectores de tubos evacuados están diseñados para radiaciones más bajas, por lo que el calor que generarían en la zona centro y norte de Argentina superaría el adecuado para uso de agua caliente sanitaria.

En esta línea, según las recomendaciones de la Secretaría de Energía de la Nación, en el norte del país, donde la radiación es alta, es conveniente utilizar un colector que no sea tan eficiente para evitar sobrecalentamientos en verano. En cambio, en el sur, donde la radiación es menor, se requieren colectores lo más eficientes posible.

En Argentina, los colectores deben contar con una certificación siguiendo normas IRAM y la Resolución de la Secretaría de Comercio N° 520/2018. El requerimiento mínimo de calidad de los colectores que se comercializan está definido en la norma IRAM 210.022-1, los métodos de ensayo de caracterización de los colectores se definen en la IRAM 210.007, y la curva de rendimiento térmico se determina mediante los procedimientos de la norma IRAM 210.002.

La Secretaría de Energía de la Nación ha publicado mapas de radiación solar en todo el país y referencias de dimensionamiento de SST (área de captación de los colectores y volumen de acumulación del tanque) para agua caliente sanitaria, en función de la demanda de energía térmica. En este sentido, existe una base local adecuada de conocimiento técnico, incluyendo capacidad para ensayos de calidad.

Esquema C.9. Relación entre los diferentes actores del sistema nacional de calidad.



Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (2019b)

En cuanto a la curva de aprendizaje de la fabricación local, en base a la experiencia relevada en la entrevista al fabricante chaqueño, la mejora en los procesos productivos de los últimos años se relaciona con disminución de los tiempos de producción y mejoras de calidad en terminación, sin que se hayan registrado mejoras significativas en los rendimientos de los equipos. Esta tendencia no implica una falla a nivel local, sino que la propia tecnología ha mantenido niveles de eficiencia energética sin mayores variaciones durante los últimos años.

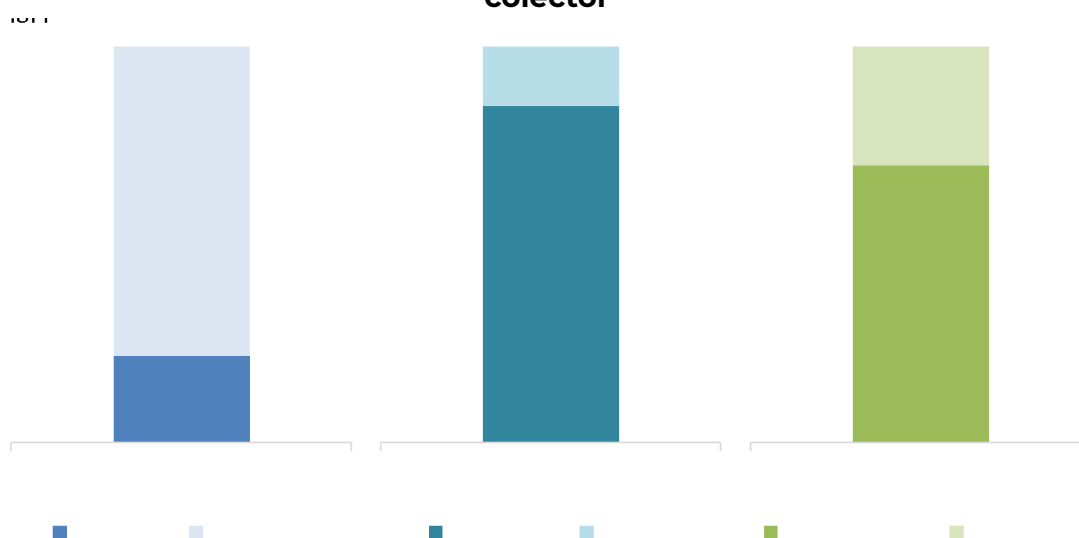
En nuestro país el tamaño del mercado se encuentra aún menos desarrollado que en los países desarrollados o incluso en comparación a países de la región, como Brasil. La principal limitante es el bajo precio relativo de la energía no renovable y la ausencia de incentivos a la demanda sostenidos en el tiempo.

Diversas fuentes consultadas son coincidentes en que el factor determinante para la expansión del mercado local (así como a nivel internacional) es la ecuación del costo de la energía, es decir, la política tarifaria.

Si bien el mercado argentino de SST es aún incipiente, los resultados del relevamiento realizado por el INTI estiman una potencia instalada total de 65MW y dan cuenta de un acelerado crecimiento de la tecnología solar térmica a nivel nacional. Tal como se mencionó en el apartado anterior, en los últimos diez años se registra un incremento significativo de la cantidad de equipos vendidos (tanto de colectores cubiertos para uso hogareño como de colectores plásticos sin cubierta para climatización de piscinas) y de la capacidad productiva de los fabricantes nacionales. Sin embargo, la participación en el mercado de los SST vendidos por las 21 empresas fabricantes nacionales es todavía limitada (22%), por lo que cuenta con potencial para crecer. Por su parte, la amplia mayoría de los SST importados son de origen chino.

En cuanto al tipo de SST, el 85% de los equipos vendidos en 2019 fueron equipos compactos de circulación natural y 15% restante de circulación forzada; y finalmente, en cuanto al tipo de colectores, el 70% fueron SST con colectores de tubos evacuados, mientras que el 30% restante fueron equipos con colectores de placa plana.

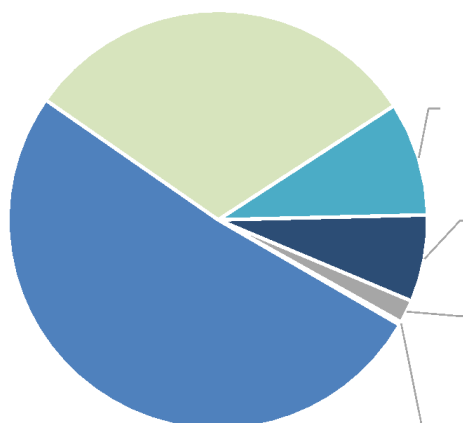
Gráfico C.3. Sistemas Solares Térmicos para agua caliente sanitaria comercializados en Argentina en 2019 según origen, sistema y tipo de colector



Fuente: INTI (2021)

En lo referido a los SST de fabricación nacional, la mayor parte corresponden a SST plásticos sin cubierta (51%), seguido por SST compactos (31%). Sin embargo, la información relevada por el INTI refleja que también existe capacidad de producción de SST forzados e incluso de SST integrados.

Gráfico C.4. Sistemas Solares Térmicos de fabricación nacional en Argentina en 2019. Participación sobre el total de la superficie de los colectores en m²



Fuente: INTI (2021)

En la provincia del Chaco, el único fabricante de SST registrado por el INTI es la empresa Vetak, cuyo crecimiento en los últimos años viene acompañando el

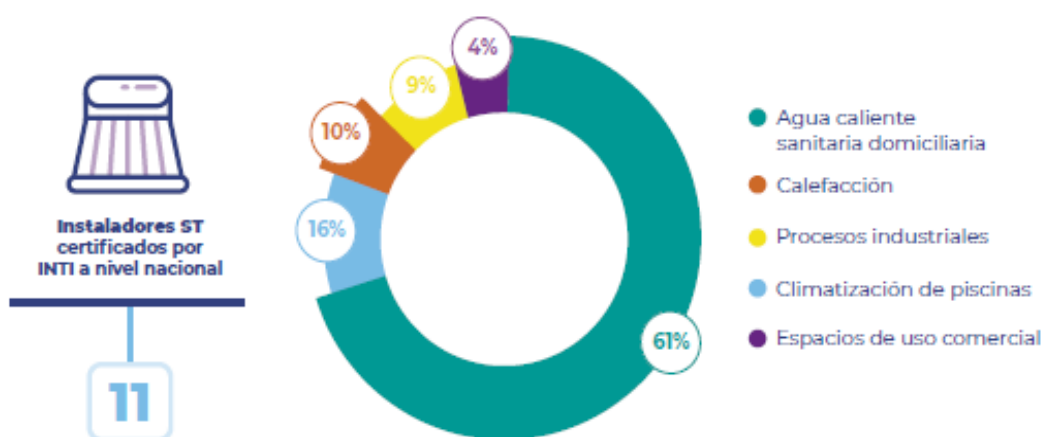
incremento de la demanda a nivel local. La empresa fabrica en serie un SST compacto de circulación natural “abierto” con colectores de placa plana cubiertos con vidrio templado de 5mm, interior de acero inoxidable y exterior de chapa galvanizada. Los equipos son híbridos con complemento eléctrico para abastecer agua caliente sanitaria de viviendas (no tienen clientes industriales).

La empresa cuenta con capacidad de fabricación de SST con circulación directa e indirecta. Sin embargo, como en la región el agua es liviana, no se requieren equipos de circulación indirecta. Además, estos son adecuados para regiones más frías (desde la provincia de Buenos Aires hacia el sur). En cambio, el mercado de la empresa se concentra en la zona norte del país (desde el norte de Santa Fe), en donde no hay heladas y el granizo no representa una amenaza.

En cuanto a SST de circulación forzada (con bomba), el fabricante chaqueño cuenta con capacidad para su fabricación en términos técnicos (sus paneles y tanques podrían utilizarse en SST forzados), aunque al igual que en el punto anterior, actualmente no fabrica SST forzados por las condiciones del mercado del norte del país.

En cuanto al uso industrial de energía solar térmica, en nuestro país se encuentra muy poco extendido, mostrando un menor desarrollo que la energía solar fotovoltaica. En base a las estadísticas compiladas por el INTI, de los 11 instaladores de SST certificados a nivel nacional, el 61% de los equipos instalados fueron para agua caliente sanitaria domiciliaria, mientras que sólo el 9% de los equipos SST fueron para uso en procesos industriales.

Gráfico C.5. Instalaciones de SST según aplicación. Año 2019



Fuente: INTI (2021)

2.3. Bioenergía

a. Bioenergía: Frontera tecnológica internacional

La energía de biomasa es una de las energías renovables más antiguas y abarca el aprovechamiento de todo material biológico de origen vegetal o animal (no fósil), incluyendo materia orgánica contenida en aguas residuales y todo deshecho de origen biológico. Según el contenido de humedad, la biomasa se clasifica en:

- Seca: con humedad menor a 60%, incluye residuos agrícolas de cosecha, madera, leña, residuos forestales y restos de la foresto industria. A partir de ella se genera energía térmica de manera directa, o combustibles sólidos, líquidos o gaseosos.
- Húmeda: con humedad mayor a 60%, en su mayoría proveniente de residuos animales y efluentes industriales tratados mediante procesos biológicos, de los que se obtienen principalmente combustibles gaseosos (biogás).

La bioenergía se puede utilizar para producir calor, electricidad y biocombustible para transporte. Si bien no es una energía “limpia” (la combustión produce emisiones de CO₂), el aprovechamiento de residuos tanto agrícolas como industriales contribuye a un uso más eficiente del recurso, reduciendo las emisiones netas. En efecto, su carácter de energía “renovable” depende de que la explotación sea realizada de forma sostenible. Por el contrario, prácticas como la tala de bosques nativos reemplazados por cultivos de productos con destino a biocombustible son una fuente importante de CO₂ a nivel mundial. En este sentido, la utilización de la biomasa con fines energéticos es fomentada a nivel internacional sólo para aquellos productos que son susceptibles de ser utilizados de manera sostenible, es decir, por debajo de su tasa de renovación natural (Secretaría de Energía, 2009).

En cuanto a la generación de calor, la bioenergía moderna⁴¹ es utilizada crecientemente a nivel internacional para proveer energía térmica tanto para la industria como para las viviendas, utilizando estufas y calderas diseñadas para funcionar más eficientemente que los fuegos abiertos y con bajos niveles de emisión. Los combustibles de biomasa se pueden usar directamente para producir calor o,

⁴¹ La bioenergía “moderna” se refiere al uso de biomasa con tecnologías modernas de calefacción, generación de energía y combustibles para el transporte, a diferencia de los métodos tradicionales de quema de madera comúnmente utilizados para calentar y cocinar.

alternativamente, puede distribuirse a través de la cogeneración de electricidad y calor (REN21, 2022).

El uso de biomasa para la producción de calor en la industria ocurre principalmente en sectores agroindustriales, como la producción de azúcar, la industria forestal, la producción de alimentos y la industria papelera. Entre 2015 y 2020, el uso de bioenergía para calefacción industrial aumentó un 8%. Sin embargo, su uso no está aun ampliamente difundido y se concentra en países con grandes industrias de base biológica, como Brasil, China, India y Estados Unidos.

Más del 90 % de la biomasa utilizada para calefacción en Europa fue de origen forestal (troncos, chips y pellets de madera). En 2020, se utilizaron 22 millones de toneladas de pellets de madera en todo el mundo para proporcionar calor en los sectores residencial y comercial y el uso de pellets de madera en la Unión Europea se duplicó entre 2010 y 2020, alcanzando 16,4 millones de toneladas. Asimismo, el uso de pellets para generación de electricidad y generación combinada de calor y electricidad (combined heat and power, CHP) y otros fines industriales también está en aumento, incluso durante 2020 (10% respecto de 2019), alcanzando 20 millones de toneladas en ese año afectado por la pandemia de Covid-19.

Por su parte, el 82% de la bioelectricidad a nivel mundial se produce a partir de biomasa sólida, como madera, productos forestales y residuos agrícolas (en particular, bagazo de caña de azúcar, utilizado para el 10 % de la generación mundial) y residuos sólidos urbanos (12%).

En el caso de la generación de energía eléctrica, el funcionamiento es similar a una central térmica convencional (que opera con recursos no renovables como el carbón, petróleo, gas natural o combustible nuclear). El calor generado por la combustión se utiliza para impulsar turbinas de vapor que generan electricidad inyectable a la red. Luego, el vapor de agua se transforma en líquido en un condensador y es enviado nuevamente al tanque de alimentación, conformando un circuito cerrado de agua.

Además del proceso convencional de combustión, pueden implementarse tecnologías de pirólisis y gasificación para la generación de biogás, el cual funciona como sustituto del gas natural utilizado en las centrales térmicas convencionales.

En la generación de bioenergía eléctrica, existe la posibilidad de aumentar la eficiencia mediante el uso de sistemas CHP con el calor utilizado en el mismo sitio (usualmente, en la industria) o puede transportarse para su uso en otros lugares en sistemas de calefacción distritales o vendido para su aprovechamiento como calor de proceso por parte de otras empresas. La capacidad de generación de bioelectricidad mundial se duplicó entre 2011 y 2021, alcanzando un estimado de 158 GW de

potencia, mientras que la generación global aumentó un 88% a 656 TWh (REN21, 2022).

En el caso de la biomasa forestal, la baja densidad energética, heterogeneidad y dispersión geográfica hace que el aprovechamiento del residuo generado en la actividad primaria (en podas, raleos y tala rasa) resulte dificultoso en términos económicos. En cambio, en los eslabones industriales, este residuo se encuentra con mayor concentración y homogeneidad y más fácil acceso logístico, lo que habilitó a su incorporación como fuente de energía con mayor frecuencia.

Según estándares internacionales, la explotación eficiente de un bosque implantado implica destinar 46% de los rollos a los aserraderos, 46% a la industria triturable (pastas celulósicas, papel y tableros de fibra) y 8% a la generación de energía (FAO, 2019)

El uso de tecnología (tanto maquinaria como técnicas de manejo) permite aumentar la utilización en un sector en el que el grado de aprovechamiento del recurso suele ser relativamente bajo (en ocasiones no supera el 30% del bosque implantado en pie) hasta un 70-80% del rollo. Los países que se encuentran en la frontera tecnológica son Finlandia, Suecia, Canadá y EE. UU.

Siguiendo un estudio de factibilidad del aprovechamiento de la biomasa forestal de campo en Argentina realizado por la FAO en 2019, *“El principal salto tecnológico que existe en estos países consiste en reducir el volumen que ocupa la biomasa en su origen, ya sea generando fardos que llegan a pesar 500 kg, o picando el residuo con maquinarias de gran porte, con muy altos niveles de producción, lo que permite bajar los costos y mantener un sistema eficiente en el uso de los recursos”* (FAO, 2019:16).

La maquinaria utilizada consiste en un forwarder, un cabezal procesador (o “cosechador de árboles”) y una chipeadora móvil. El forwarder o autocargador consiste es un tractor con una grúa y una caja o remolque donde almacenar la carga; la chipeadora móvil permite triturar ramas en el campo maximizando el aprovechamiento de los residuos y el cabezal es un implemento colocado en la punta de grúa cuya función es cortar, desramar, trozar, despuntar y descortezar madera.

A nivel internacional, la tecnología ha evolucionado impactando positivamente en el aumento de la densidad del material, con equipos que pueden compactar la carga (Press Colector de Johnn Deere o Continental Biomass Industries Brush Transport System). También existen equipos que integran el cabezal procesador y el chipeado con contenedor (Valmet 801 Combi Bioenergy). Con esta maquinaria, al mismo

tiempo que se cosechan y clasifican los rollos, son triturados los despuntes y rollos finos (FAO, 2019).

Otra maquinaria, que aún no es utilizada en la región del NEA de nuestro país, es la enfardadora. Esta máquina permite la compactación de la biomasa, lo que mejora significativamente su densidad y facilita su carga en camiones para su traslado, aumentando la eficiencia de la extracción.

Mediante el equipamiento mencionado, la densidad de la biomasa puede incrementarse desde 100kg/m³ (despuntes y ramas sin procesar) hasta 450 kg/m³ (chipeado) y 700 kg/m³ (enfardado), reduciendo los costos de extracción y transporte de la biomasa forestal directa.

Cuadro C.11. Utilización de maquinaria para el mejor aprovechamiento del residuo forestal en origen. Tecnología utilizada en Europa.

Método	Pasos del proceso
Primer raleo de árbol entero	<ol style="list-style-type: none"> 1. Corte y agrupado. 2. Carga de transporte con <i>forwarder</i> en la vía de saca. 3. Chipeado a camión en planchada. 4. Transporte a fábrica.
Raleo combinando rollo con biomasa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cabezal para procesar y clasificar la materia prima. 2. <i>Forwarder</i> para cargar y transportar en la vía de saca. 3. Astillado a camión en planchada. 4. Transporte a fábrica.
Raleo o tala rasa astillado en la vía de saca y transporte a cancha	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cabezal procesador que deja el material en la vía de saca. 2. Con <i>forwarder</i> se carga y saca a planchada. 3. La chipeadora móvil acumula y saca a contenedor en cancha. 4. El camión con dispositivo Rolloff carga el contenedor y lo transporta a fábrica. 5. El camión descarga en la fábrica y devuelve contenedor.
Armado y sacado de paquetes de rama	<ol style="list-style-type: none"> 1. El cabezal procesador deja el material en la vía de saca. 2. El <i>forwarder</i> comprime y empaqueta ramas. 3. El <i>forwarder</i> saca a planchada, los paquetes se olean. 4. El camión transporta los paquetes a fábrica.

Fuente: FAO (2019)

La biomasa seca (forestal y otras) necesita ser transformada para ser aprovechada como fuente de energía de forma eficiente. Generalmente, estos tratamientos se efectúan antes de la fase de transporte para reducir el costo del traslado y su objetivo es aumentar la homogeneidad y densidad y reducir la humedad. Los tratamientos incluyen:

- Secado: para reducir el contenido de humedad y los costos de transporte de la biomasa y mejorar la eficiencia de la combustión;

- Peletizado o briquetado: para compactar mecánicamente biomasa voluminosa, como aserrín o residuos agrícolas;
- Torrefacción: (para biomasa leñosa) en el que la biomasa se calienta en ausencia de oxígeno a entre 200-300°C y se convierte en carbón vegetal. Después de la torrefacción, la biomasa leñosa suele peletizarse, alcanzando una densidad energética entre 25% y 30 % superior a la de los pellets convencionales, presentando propiedades más cercanas a las del carbón.
- Pirólisis: la biomasa se calienta a temperaturas de 400-600 °C en ausencia de oxígeno para producir aceite de pirólisis (también conocido como bioaceite), junto con carbón sólido gas como subproducto. El aceite de pirólisis tiene el doble de densidad energética que los pellets de madera, lo que minimiza del transporte de larga distancia.

Si bien el pretratamiento y la mejora de la biomasa facilitan la manipulación y aumentan la eficiencia de la combustión, la densidad energética de la biomasa sigue siendo inferior a la del carbón. Por lo tanto, el uso de biomasa es económicamente viable sólo si los recursos están fácilmente disponibles localmente.

En cuanto a la maquinaria utilizada en la generación de bioenergía, las plantas de cogeneración consisten en calderas en las que el material se quema lentamente. Este método es más eficiente que las calderas tradicionales, alcanzando un ahorro de hasta 75%, sin perder las ventajas de funcionamiento automática, autolimpieza, temporización y alimentación desde un silo o depósito subterráneo⁴².

Siguiendo el reporte tecnológico de IRENA (2015b), las centrales eléctricas y de cogeneración (CHP) alimentadas con biomasa se pueden caracterizar por su tecnología de quemadores y calderas. Las calderas de parrilla vibratoria (VG) refrigeradas por agua son una tecnología establecida para la generación de energía a partir de residuos de madera. Basadas en la circulación natural, estas calderas están diseñadas para quemar residuos de madera de bajo valor calorífico (LHV) de aproximadamente 13,8 MJ/kg) con un 30% de humedad. La capacidad típica de una central eléctrica es del orden de 10 MW.

En la actualidad, las tecnologías que garantizan mayor eficiencia, bajas emisiones y alta flexibilidad de combustible para la biomasa sólida son las calderas de lecho fluidizado y de combustión en lecho fluidizado burbujeante (BFBC). Sin embargo, esta tecnología requiere grandes inversiones iniciales y mayor escala (más de 20 MWt).

⁴² <https://www.greentech.es/bioenergia-energia-de-la-biomasa/>

Las continuas mejoras en la tecnología CHP han permitido una nueva generación de plantas que ofrecen alta eficiencia. Las calderas de combustión de lecho fluidizado circulante (CFBC) ofrecen una opción adicional para la cogeneración de biomasa. La elección entre BFBC y CFBC depende, entre otras cosas, del combustible utilizado. Las calderas CBFC se utilizan en grandes centrales eléctricas o de cogeneración, con una capacidad de cientos de MW, pero también en la generación de energía a pequeña escala con combustibles no convencionales, como carbón residual y biomasa.

Actualmente el tamaño óptimo para las plantas de cogeneración de biomasa es de alrededor de 20 MWe, teniendo en cuenta el tamaño óptimo del área de abastecimiento de biomasa (< 50 km) y el número de camiones por día (< 50). Las plantas con una capacidad de 7-20 MWe se utilizan para CHP, mientras que las plantas de energía con una capacidad de 50-65 MWe se utilizan únicamente para la generación de energía (IRENA, 2015b). La principal región en la que se implementa la generación de energía a partir de biomasa es Europa, con las cinco centrales más grandes del mundo ubicadas en Inglaterra, Polonia y Finlandia. Este último es el país con mayor consumo per cápita de energía de biomasa.

b. Bioenergía: Contenido tecnológico local

En Argentina la aplicación de nueva genética que permite contar con bosques implantados más homogéneos ha generado una disminución de tratamientos silviculturales, raleos y tipificación de los rollos en el NEA. Este nuevo modelo productivo del eslabón primario de la cadena productiva forestal genera una concentración del recurso biomásico en el momento de la tala rasa (y menor en los momentos de poda y raleo).

La región que se encuentra más avanzada en cuanto a la incorporación de tecnología abarca las provincias de Corrientes y Misiones, mientras que en el Chaco la producción forestal primaria se basa aun mayoritariamente en la explotación del bosque nativo con un alto nivel de informalidad y baja tecnificación. Con una estructura empresarial atomizada en pequeños productores, existe una importante brecha tecnológica en todas las etapas de la cadena de valor de la actividad forestal realizada en la provincia, no sólo respecto de los estándares internacionales, sino también respecto de las provincias del NEA.

El volumen de la biomasa forestal aprovechable depende en gran medida de los métodos productivos y la maquinaria aplicada en la tala del monte. Así, el método de cosecha determina la distribución de la biomasa residual -dentro o fuera de lote-

logrando mayor volumen y concentración de residuos aprovechables en el lote de cosecha cuanto mayor es la mecanización (FAO, 2019).

En este sentido, si se excluye la producción de tanino, los factores que imponen límites al aprovechamiento del residuo forestal para la generación de energía en la provincia son la gestión empresarial no profesionalizada, el bajo nivel de integración vertical (excepto en la producción del carbón), el parque herramental antiguo y los bajos de seguridad y calidad.

Como fue mencionado anteriormente, la dificultad productiva más relevante en la etapa de extracción para la utilización de biomasa forestal es su baja densidad y dispersión, afectando la viabilidad económica de la actividad. Si bien en el NEA se ha incorporado maquinaria como el forwarders, cosechadores mecánicos y chipeadoras, no se utilizan enfardadoras ni equipos integrados.

Siguiendo el diagnóstico presentado en FAO (2019) sobre la base de la actividad extractiva desarrollada en Corriente y Misiones, en Argentina los avances tecnológicos orientados a aumentar la eficiencia de extracción han sido escasos, debido fundamentalmente a que el precio de comercialización de la biomasa es aún bajo respecto de los costos de extracción. Esta situación se agrava en el caso de la provincia del Chaco, en donde la actividad se encuentra aún menos tecnificada y con menor escala.

Sobre la base de las consideraciones realizadas, puede inferirse que, a corto plazo, el mayor potencial para el aprovechamiento de la biomasa forestal en el Chaco se encuentra en la biomasa indirecta (residuos de la industria forestal) generada por aserraderos, principalmente en los departamentos de Independencia y Presidencia De La Plaza. A esto se le suma la biomasa generada por las desmotadoras de algodón (disponible mayoritariamente en Fontana y 12 de Octubre) y los hornos de carbón (en su mayoría generada en Almirante Brown, Maipú y Gral. Belgrano)⁴³.

2.4. Instituciones de Ciencia y Tecnología en la provincia del Chaco

Se han identificado las siguientes instituciones de Ciencia y Tecnología que desarrollan actividades vinculadas al sector de energías renovables en la provincia.

Grupo GITEA (Grupo de Investigación en Tecnologías Energéticas Apropriadas) – UTN FR Resistencia

⁴³ La estimación de la cantidad de biomasa directa e indirecta disponible en la provincia del Chaco fue presentada en el Cuadro C.4 del Apartado 1.

Este grupo cuenta con cinco profesionales y cuatro becarios (financiados íntegramente por la UTN) y tiene como objetivo realizar estudios e investigaciones en las distintas áreas relacionadas con las Energías Renovables y obtener como resultado final la transferencia tecnológica de los equipos desarrollados. Asimismo, entre sus objetivos se encuentra realizar asesoramientos a empresas del medio (aserraderos, carpinterías, supermercados, frigoríficos, panaderías, etc.), en lo concerniente a estudios energéticos que permitan un menor consumo de energía convencional. Actualmente las actividades de extensión del GITEA se centra en brindar cursos de instalación de calefones solares y sistemas fotovoltaicos y asesorar al gobierno provincial en instalaciones. Asimismo, actualmente se encuentra en desarrollo un proyecto final de carrera para dotar al comedor universitario de la UNNE con un biodigestor y esta celda multicomcombustible, la cual podría aplicarse para uso hogareño. Entre los proyectos realizados y en desarrollo se encuentran los siguientes:

- Secado de placas aislantes de yeso con poliestireno expandido utilizando un colector solar de placa plana.
- Determinación de la temperatura de alimentación a colectores solares y su influencia en su rendimiento térmico.
- Planta piloto para el aprovechamiento de la biomasa mediante tecnologías apropiadas.
- Secado de productos alimenticios del monte chaqueño (harina de prosopis sp-polen de typha sp).
- Climatización solar.
- Planta piloto de climatización combinada (solar-geotérmica).
- Climatización mediante evaporación sobre paredes y techos.
- Modelización, monitoreo y control de un sistema de climatización por adsorción-humidificación.
- Análisis energético de un sistema de climatización con accionamiento solar-gas.
- Mejora de la eficiencia de sistemas de climatización mediante proceso de adsorción utilizando desecantes regenerados con energía solar.
- Comportamiento de sistemas de climatización por compresión de vapor mediante la introducción de desecantes sólidos regenerados con energía solar: el presente proyecto propone reducir el consumo de energía eléctrica en sistemas de climatización por compresión de vapor, reduciendo la humedad mediante desecantes sólidos (silica gel), regenerados con energía solar y con calor residual del condensador.

- Optimización del acoplamiento de plantas solares con ciclos termodinámicos basados en mezclas binarias para la provisión de servicios a edificios: se propone avanzar en el desarrollo de instalaciones que integren los conceptos de aprovechamiento de la energía solar, poli-generación, generación distribuida y eficiencia energética con el objetivo de proveer energía, servicios y climatización a edificios. la instalación estará basada en un ciclo de una mezcla binaria accionada a temperatura variable mediante energía solar y estará destinada a abastecer parcialmente el consumo de energía eléctrica del edificio, así como también a proveer calefacción, aire acondicionado y agua caliente sanitaria.

Centro INTI Chaco

Una de las líneas de trabajo del Centro se vincula con la asistencia técnica para la producción de energía a partir de gasificación de biomasa y también para la fabricación de calefones solares y paneles fotovoltaicos. Cuentan con una planta demostrativa de pellets y un laboratorio de biomasa.

Grupo de Energías Renovables, dependiente de la Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura de la UNNE (Corrientes)

El Grupo GER cuenta con una extensa experiencia de investigación aplicada vinculada a energías renovables, especialmente en solar fotovoltaica y térmica. Cuenta con una sala de ensayos de dispositivos y sistemas de energía solar fotovoltaica. El GER brinda asesoramiento y realiza el diseño de proyectos relacionados con el aprovechamiento de las energías renovables y el uso racional de la energía a organismos gubernamentales y empresas privadas. Asimismo, el laboratorio del GER funciona como certificador de calidad de los equipos utilizados en el marco del programa PERMER.

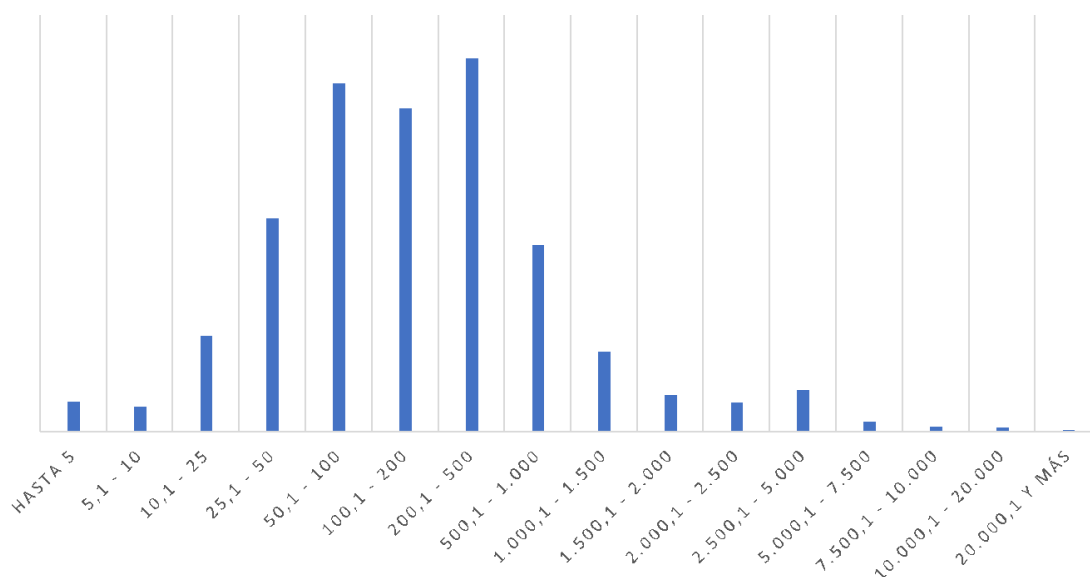
D. Cereales y Oleaginosas

1. Caracterización general del sector

Desde hace más de dos décadas la provincia del Chaco ha venido incrementando la producción de cereales y oleaginosas. Este fenómeno se manifiesta en la extensión del cultivo en nuevas tierras incorporadas a la producción a expensas del bosque nativo y en la sustitución de cultivos más tradicionales, fundamentalmente el algodón.

De acuerdo con el Censo Nacional Agropecuario, en la provincia del Chaco se registraron 11.902 (5% del total nacional) explotaciones agropecuarias (EAP), de las cuales 10.877 contaban con límites definidos. Tal como se observa en el gráfico D.1., el tamaño de establecimientos que aparecen con mayor frecuencia en la provincia es el que va de 200,1 a 500 hectáreas, con un promedio de 324 ha por establecimiento. En segundo y tercer lugar aparecen unidades productivas de entre 50 y 100ha y entre 100 y 200 ha, respectivamente. Esta situación, sumado al que promedio de hectáreas con límites definidos en la provincia es de 486 ha, cuando el total nacional es de 620 ha y el de la provincia de Buenos Aires es de 642 ha, da cuenta de que en la provincia hay un grado relativamente menor de grandes EAP comparado con el resto del país.

Gráfico D.1. Explotaciones agropecuarias con límites definidos por escala de extensión. En unidades.



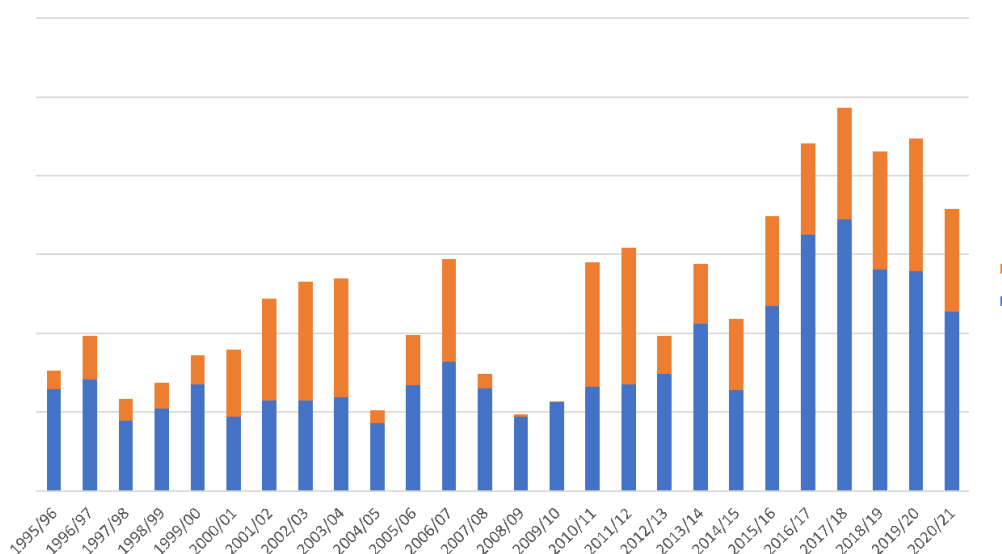
Fuente: elaboración propia sobre datos de Censo Nacional Agropecuario (2018).

En lo que respecta a la producción cerealera, se trata de una actividad tradicional en la provincia. Tal es así que desde las primeras décadas en que se tiene registros

estadísticos a nivel nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (campaña 1969/70) el cultivo de cereales representaba una porción importante de la producción agrícola. Por aquellos años, el principal cultivo era el sorgo, seguido de cerca por el maíz y, más marginalmente, el trigo. No obstante, a partir de la década del noventa el sorgo fue perdiendo peso dentro de la producción cerealera chaqueña, primero con respecto al maíz y, finalmente, también con el trigo.

Haciendo especial foco en la producción maicera y triguera, y tomando como referencia el período a partir del cual estos cultivos comienzan a volverse los más relevantes del complejo cerealero, pueden observarse dos comportamientos diferenciados en el período señalado en el gráfico D.2. Por un lado, el maíz se transforma en el cultivo con mayor superficie sembrada desde el inicio de la serie, ocupando en promedio unas 162 mil ha., con un máximo de 334 mil ha. en la campaña 2017/18.

Gráfico D.2. Evolución de la superficie sembrada de Trigo y Maíz en la provincia del Chaco: 1995-2021. En hectáreas.



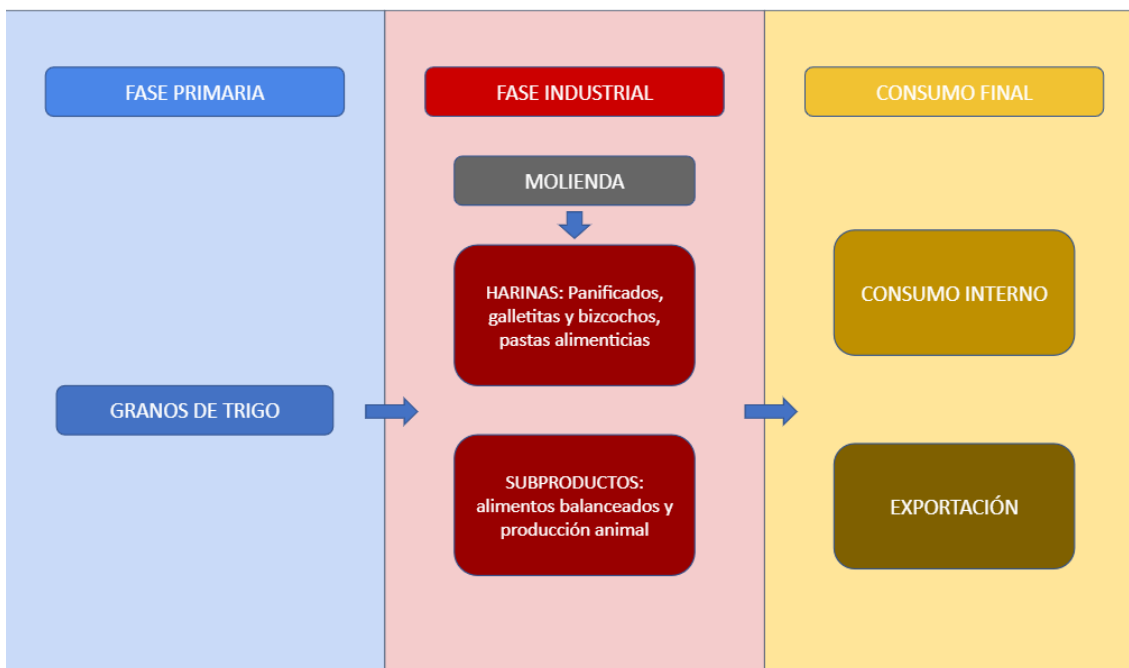
Fuente: elaboración propia sobre datos de MACyP (2021).

Por su parte, el trigo parece mostrar dos ciclos dentro de este período. El primero de ellos, que comienza al inicio de la serie y culmina en la campaña 2006/07, muestra una consolidación de este cultivo en la producción cerealera chaqueña, ya que promedia las 74 mil ha. sembrada, con un máximo 130 mil ha en el último año de este subperíodo. En las temporadas 2008/09 y 2009/10, la superficie sembrada es prácticamente nula debido a las inundaciones que azotaron la región e imposibilitaron el cultivo de este cereal. Sin embargo, a partir de la campaña 2010/11 la producción de este cultivo reaparece con fuerza, registrando unas 157,7 mil ha

sembradas, y se consolida hasta la actualidad. Tal es así que en la última década la superficie sembrada con este cultivo promedió unas 124,1 mil ha.

La cadena de valor cerealera, tanto para el trigo como para el maíz, puede dividirse en tres grandes eslabones: la fase primaria, la industrial y la de consumo final.

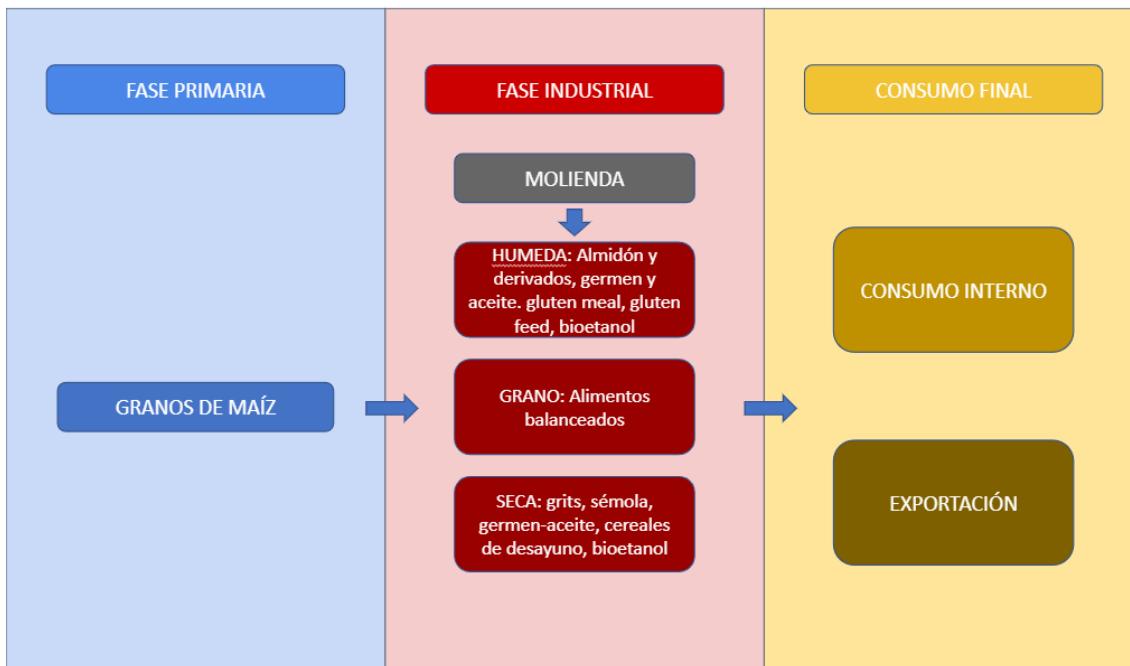
Esquema D.1. Cadena de Valor maíz



Fuente: elaboración propia sobre datos de MinCyT (2016).

En el primer eslabón del trigo, el sector primario, está integrado fundamentalmente por los productores locales, los proveedores de insumos (semillas, fertilizantes, maquinarias, asistencia técnica, etc.) y los acopiadores. En la segunda etapa se ubican los procesos de transformación del trigo de los cuales se obtiene la elaboración de panificados, galletitas y pastas; y otros subproductos para la fabricación de alimentos balanceados para el consumo animal. Finalmente, la última fase corresponde a la comercialización, sea en el mercado interno o externo.

Esquema D.2. Cadena de Valor maíz

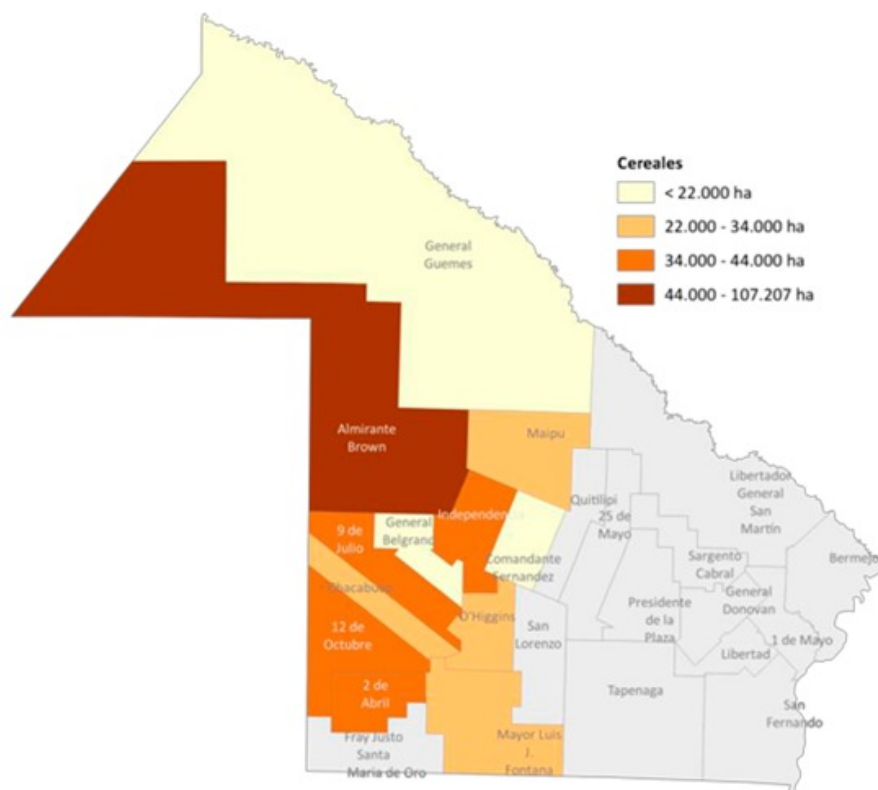


Fuente: elaboración propia sobre datos de MinCyT (2016).

Por el lado del maíz, el eslabón inicial también es llevado a cabo por los productores locales, los proveedores de insumos y los acopiadores. Sin embargo, a diferencia del trigo, la fase de industrialización comprende dos procesos tecnológicos diferenciados: molienda húmeda y molienda seca. Los principales productos obtenidos en el primer proceso suelen ser la harina de maíz (polenta), sémolas y trozos para elaboración de copos o cervecería; mientras que en el segundo se destacan los endulzantes calóricos, almidones, subproductos como el "gluten meal" y el "gluten feed", jarabes de maíz de alta fructosa, entre otros. A su vez, como derivado de este cereal también se produce alimento para la producción animal. Finalmente, el consumo final puede darse como consumo interno o para la exportación.

Tanto en la producción maicera como en la triguera, la provincia del chaco presenta actores ligados al primer eslabón de la cadena, por lo que el resto de las fases, fundamentalmente la de industrialización de la producción primaria, se encuentra aún vacante. Con respecto a la localización de las EAP cerealeras puede observarse en el esquema D.3. que se sitúan fundamentalmente en la parte occidental de la provincia, y los principales departamentos son Almirante Brown, 9 de Julio, 12 de Octubre, Independencia y 2 de Abril.

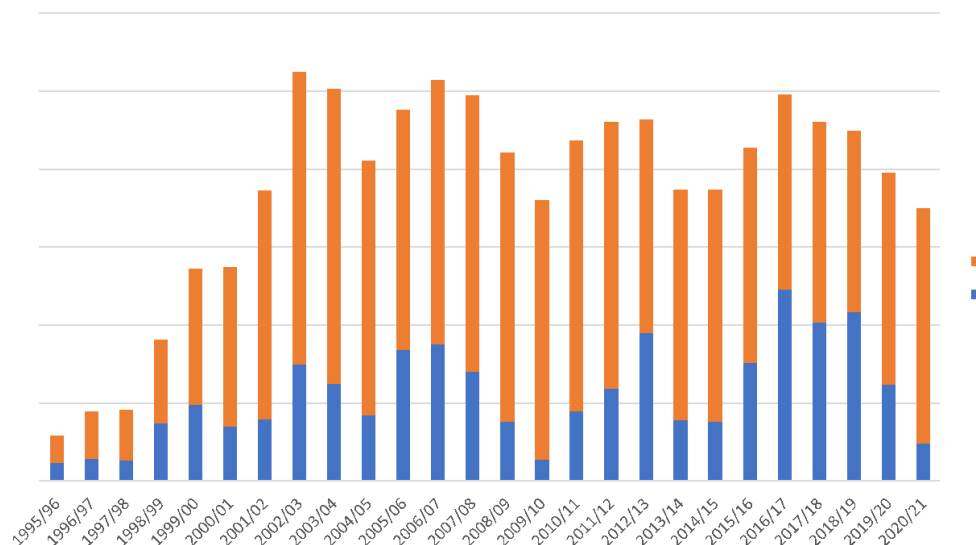
Esquema D.3. Distribución geográfica de las EAP cerealeras por extensión.



Fuente: MECON – SSPPyS (2018).

Por su parte, el complejo oleaginoso tiene orígenes diferentes ya que se convirtió en una de las actividades más importantes de la provincia recién a partir de finales de la década del noventa. Esta situación es explicada principalmente por la producción de soja y, en menor medida, de girasol. El principal incremento relativo en la superficie sembrada se puede constatar en la campaña 1998/99, cuando la soja casi que duplica su extensión, pasando de 130 mil ha a cubrir 215 mil ha, mientras que el girasol triplica su área sembrada, pasando de 53 mil ha a 149 mil ha.

Gráfico D.1. Evolución de la superficie sembrada de Soja y Girasol en la provincia del Chaco: 1995-2021. En hectáreas.



Fuente: elaboración propia sobre datos de MAGyP (2021).

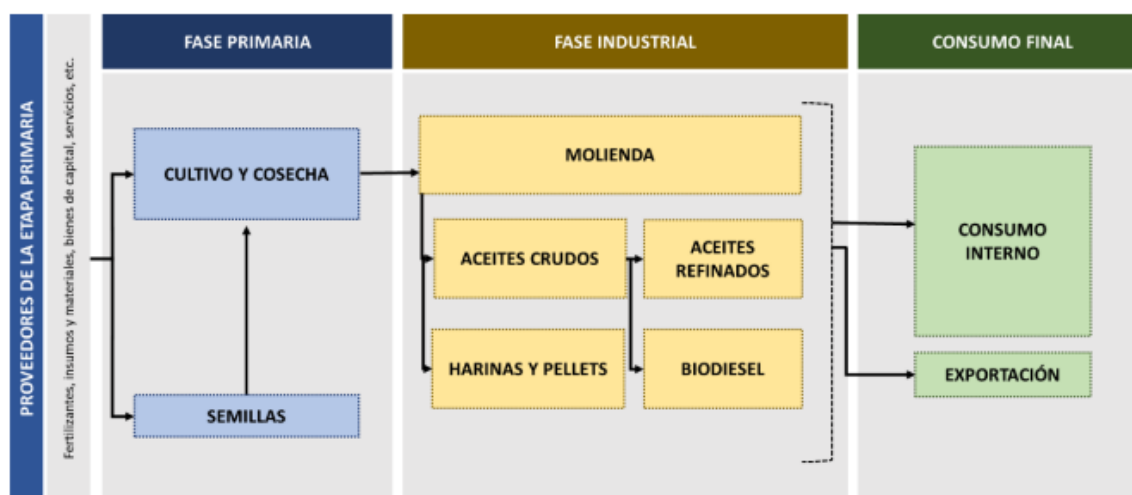
Es notorio cómo a partir del nuevo milenio la superficie de oleaginosas crece de forma sostenida superando el millón de ha sembradas en la campaña 2002/03. A partir de allí, aunque con altibajos, la superficie sembrada se sostiene en niveles relativamente altos, siendo el principal complejo agrícola de la provincia promediando unas 885 mil ha por campaña.

En lo que respecta al rendimiento por hectárea, la provincia muestra una situación en la que aún hay márgenes para mejorar. Teniendo en cuenta la campaña 2020/21, en lo que respecta a la producción de soja, la provincia del chaco fue la sexta provincia tanto en producción como en rendimiento. Sin embargo, en los otros cultivos bajo análisis la situación es diferente. En maíz, la producción la ubica en el puesto noveno a nivel nacional, mientras en rendimientos cede una posición, teniendo una diferencia de más de 2.000 kg por hectárea (-31%) contra el promedio nacional. Por su parte, la producción de trigo en el Chaco fue la séptima provincia productora, mientras que en términos de rendimiento ocupó el puesto 13° sobre 14 provincias donde se registró producción. Finalmente, la producción de girasol fue muy importante en el Chaco, concentrando el 8% del total nacional siendo la cuarta provincia en importancia, pero a la hora de analizar los rendimientos ocupó el puesto número 10, con 1.775 kg por hectárea, un 15% menos que el promedio nacional.

La cadena de valor oleaginosa comprende tres grandes eslabones. En el primero se desarrolla la producción primaria, la provisión de semillas y los insumos complementarios (fertilizantes, fitosanitarios y otros agroquímicos). Asimismo, en de

la década del 90 en la Argentina, y posteriormente en la provincia de Chaco, se incorporaron nuevos actores a la producción primaria de oleaginosas, en particular de soja, entre las que se encuentran los pools de productores y los fondos comunes de inversión agrícola (Añón, 2016). En el segundo eslabón se establece la fase industrial, donde se ubican los procesos de transformación, de los cuales se obtienen aceites y harinas (pellets). Finalmente, la última fase corresponde a la comercialización, tanto en el mercado interno como en el externo.

Esquema D.4. Cadena de Valor oleaginosas



Fuente: CIECTI (2012).

Tal como sucede en la producción cerealera, el sector oleaginoso chaqueño está fuertemente concentrado en la producción primaria. En lo que respecta a la industrialización, existen algunas empresas productoras de aceites en crudo de soja, harinas y pellets como Molinos Cañuelas (Resistencia), Green Oil (General Pinedo) y Golden Brand (General San Martín). Sin embargo, este segundo eslabón se lleva a cabo fundamentalmente fuera de la provincia, como por ejemplo en el polo aceitero ubicado en Santa Fe. Los actores principales del primer eslabón son los pequeños y medianos productores, aunque en los últimos años comenzaron a ocupar un rol cada vez más importante los grandes *pools* de siembra.

En lo que respecta a la producción de semillas para cultivos, el marco legal se encuentra determinado por la Ley de Semillas y su autoridad de aplicación es el Instituto Nacional de Semillas (INASE). Las empresas o instituciones dedicadas a producir semillas lo llevan a cabo mediante el intercambio de germoplasma, a partir del cual obtienen nuevos tipos de semillas que se adaptan a diferentes características del suelo o se complementen con productos fitosanitarios. En lo que respecta a la Argentina, el INTA es la principal institución dedicada a la investigación

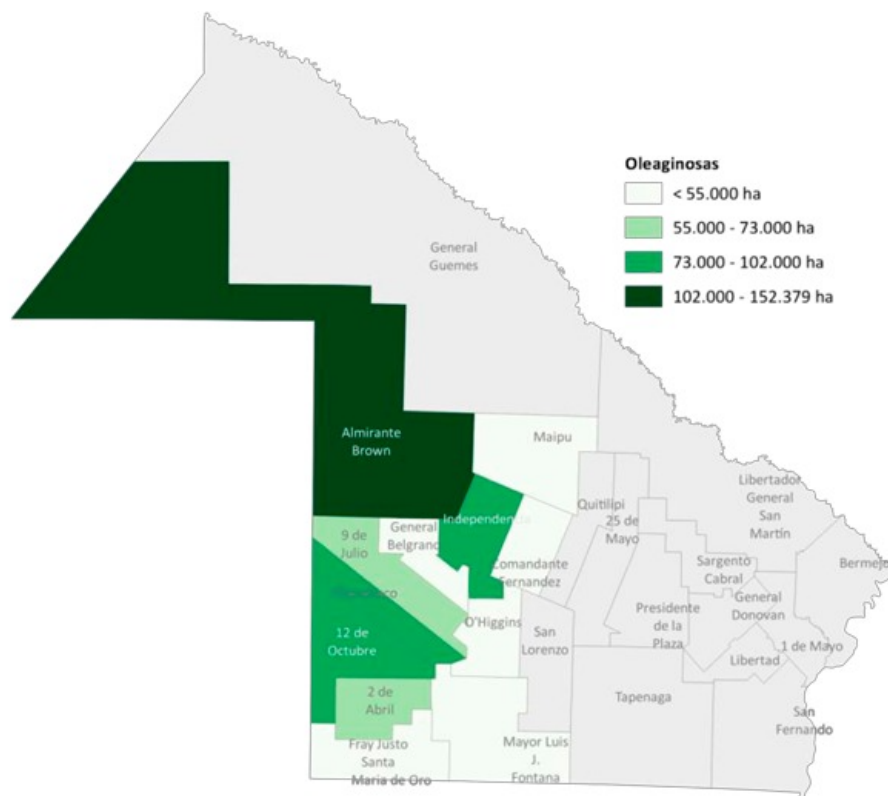
y desarrollo, siendo la Estación Experimental La Breñas el espacio concreto donde se desarrollan estudios con el objetivo de adaptar variedades a las condiciones de producción de la provincia.

En la multiplicación de la semilla pueden diferenciarse variedades híbridas y autógamas. Entre las primeras se encuentra el girasol, tratándose de semillas que para su comercialización y sembrado requieren de reproducción cruzada entre diferentes linajes. Por su mayor complejidad, son pocos los actores en condiciones de proveer semillas de estas características. La soja en cambio constituye una variedad autógama, donde los gametos masculinos y femeninos se encuentran en la misma flor, por lo que es posible obtener de la misma planta semillas idénticas desde el punto de vista genético.

En los últimos años las empresas *semilleras* vienen aumentando su volumen de producción y acopio a través del sistema de refrigeración, que consiste en establecer ambientes de temperatura controlada para el mejor aprovechamiento de las semillas. Dada las condiciones climáticas de la provincia, donde las altas temperaturas y la humedad juegan un rol significativo dado que terminan dañando a las semillas y provocando menores rendimientos por hectárea, este tipo de actividad se vuelve cada vez más relevante. Por ejemplo, en la región sudoeste de la provincia, empresas como Pampa del Cielo S.R.L. o Don Luis vienen incrementando incesantemente su capacidad de almacenaje con temperatura controlada desde hace al menos cinco campañas.

La ubicación geográfica de los EAP productoras de oleaginosas también se concentra en la parte occidental de la provincia, fundamentalmente concentrada en Almirante Brown, 12 de Octubre, Chacabuco, Independencia y 9 de Julio.

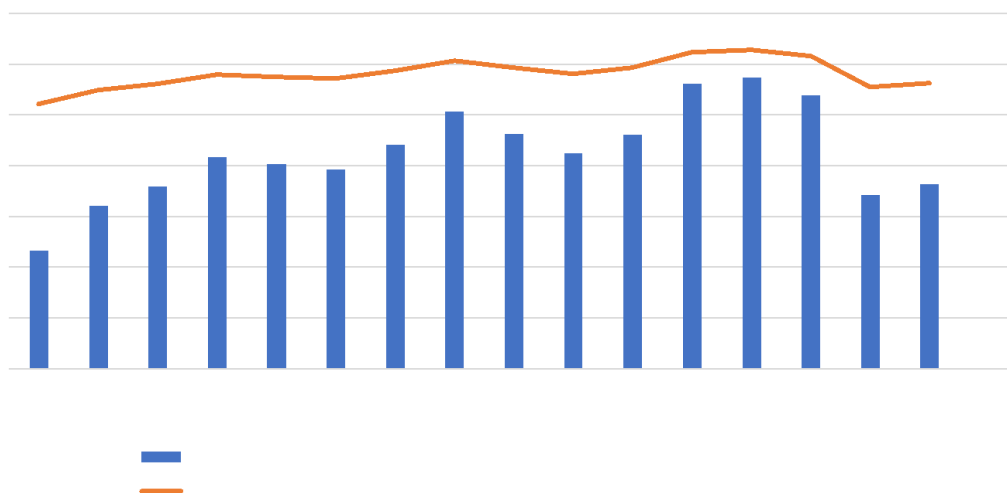
Esquema D.5. Distribución geográfica de las EAP cerealeras por extensión.



Fuente: MECON – SSPRyS (2018).

En lo que respecta a la generación de empleo, es importante destacar que se trata de un sector productivo con altos niveles de informalidad, por lo que resulta complejo estadísticamente evaluar su verdadero impacto a nivel provincial. No obstante, si se utilizan los datos publicados por el Observatorio de empleo y dinámica empresarial (OEDE) a cuatro dígitos, donde se toman solamente los puestos de trabajo registrado, puede notarse que la producción agrícola es, junto con la ganadería, el principal empleador dentro de la producción provincial primaria. Para el período seleccionado el empleo de este sector representa, en promedio, el 3,5% del empleo total provincial, alcanzando el nivel relativo máximo durante el cuarto trimestre de 2020 cuando llega a ser del 4%.

Gráfico D.4. Empleo privado registrado en cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras. En cantidad de empleados y como porcentaje del empleo total provincial. 2018-2021 por trimestres.

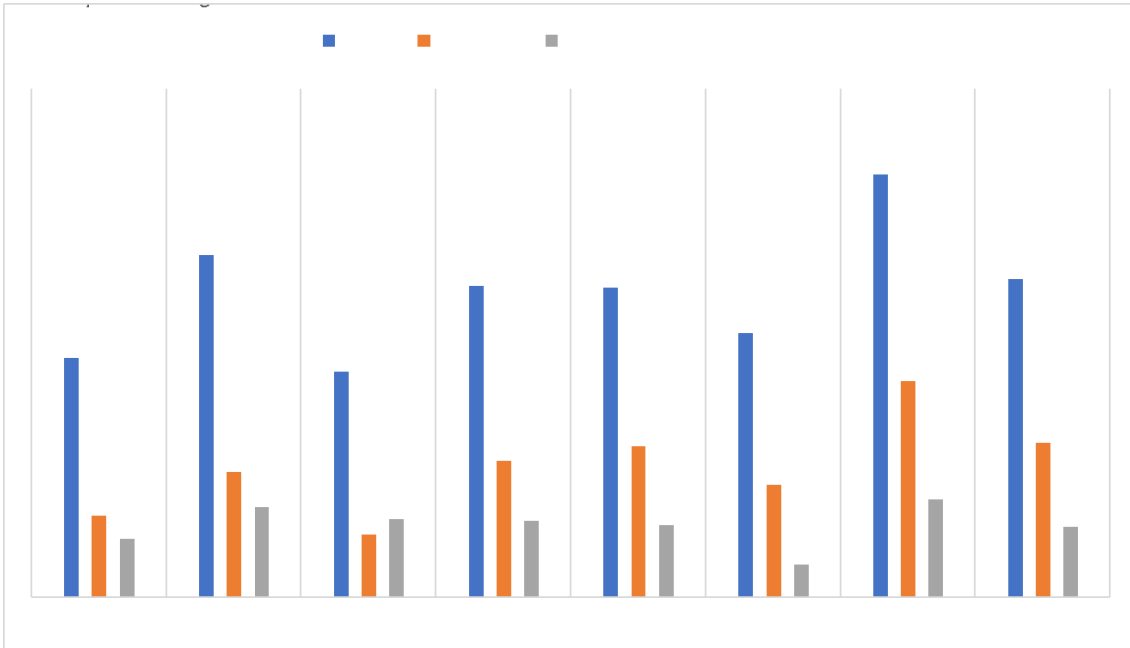


Fuente: Elaboración propia en base a OEDE-MTEySS (2021).

Siguiendo con la información suministrada por el OEDE, si se toman en cuenta los 146 sectores en los que se informa empleo registrado en el último cuatrimestre de 2020, el sector de cereales, oleaginosos y forrajeras es el séptimo que más emplea, detrás de la venta al por menor en comercios, salud humana, construcción, educación, actividades empresariales y servicios varios. Teniendo en cuenta que, como se mencionó anteriormente, se trata de un sector con altos niveles de empleo informal, es esperable que la importancia de este sector en términos de generación de empleo es aún mayor que la de varios de los otros sectores señalados.

Si se observa el peso de la producción cerealera y oleaginosa dentro de las exportaciones chaqueñas, puede observarse que estos productos agrícolas son los de mayor relevancia para la provincia del Chaco. El sector cerealero es el principal exportador de la provincia, tal como se observa en el Gráfico D.4., a excepción del año 2015. En el último año informado, las exportaciones de estos cultivos representaron el 48% del total provincial (US\$ 183 millones). Las mismas se componen principalmente por maíz y en segundo lugar, por trigo, representando entre ambos cultivos más del 90% de las exportaciones de cereales (MECON, 2020). El principal destino de estos cultivos chaqueños es Vietnam con un 15,5%, seguido de Brasil (9,1%) y Egipto (7,8%).

Gráfico D.4. Exportaciones provinciales totales, de cereales y oleaginosas. 2013-2020. En millones de dólares.



Fuente: elaboración propia sobre datos de OPEX-INDEC (2021).

Por su parte, el complejo oleaginoso es el segundo sector exportador de la provincia. En el año 2020 las exportaciones de porotos de soja, principalmente, y de girasol, en segundo lugar, representaron el 22% de las exportaciones provinciales (US\$ 82,5 millones). El principal destino de la cadena es China, dado que en el último año informado este mercado representó el 65,0% de las exportaciones, seguido por Egipto (6,8%) y Turquía (4,8%) (MECON, 2020).

2. Estado Tecnológico

a) Frontera tecnológica nacional e internacional

Los avances tecnológicos logrados en las últimas décadas en informática, robótica, electrónica, óptica, procesamiento digital, así como en inteligencia artificial, han abierto un mundo casi infinito de posibilidades para las innovaciones y en ese sentido la agricultura no es la excepción. La utilización de biotecnología, nanotecnología, TICs y servicios basados en conocimiento viene generando saltos en la calidad y los rendimientos de las distintas producciones agropecuarias, así como interviniendo en la detección y prevención de enfermedades en los cultivos.

En lo que respecta al uso de la **nanotecnología**, es preciso señalar que **desde** hace años se ha vuelto un término familiar en el desarrollo de productos de diferentes

tipos de sectores y la agricultura no es la excepción. Entendida como la manipulación de la materia a escala nanométrica y donde convergen conocimientos de la química, la física, la biología, la ciencia de materiales y las ingenierías, la nanotecnología se vuelve una herramienta muy potente para la prevención y el tratamiento de las enfermedades en las plantas que incluyen:

- Detección y control de vectores y plagas
- Monitoreo de enfermedades
- Sistemas inteligentes que permitan el tratamiento a nanoescala que transporte y suministre con precisión sustancias terapéuticas como antibióticos, fungicidas, etc.

Anualmente, se estima que a partir de la aparición de plagas y enfermedades se pierde entre el 30% y el 40% de los cultivos a nivel mundial, lo que termina impactando, entre otras cosas, en la seguridad alimentaria mundial (Flood, 2010). En este sentido, se han llevado a cabo numerosas investigaciones sobre la utilización de nanotecnología en plantas que dan cuenta que la incorporación de nanopartículas sintéticas puede incrementar la fotosíntesis y transformar las hojas en sensores bioquímicos (Castro-Restrepo, 2017). Por ejemplo, en diferentes estudios se demostró que, al infiltrar nanotubos de carbono de pared sencilla recubiertas con ADN de una hebra en la envoltura lipídica de los cloroplastos de plantas extraídos, ensamblados junto con proteínas fotosintéticas, la actividad fotosintética fue tres veces mayor debido al incremento en la captura de luz por las moléculas fotosintéticas. De esta forma, a partir de esta técnica la utilización de la nanotecnología permitió un mejor manejo de las enfermedades en los cultivos. Las nanopartículas pueden ser utilizadas en la preparación de nuevas formulaciones como insecticidas, fungicidas, repelentes de insectos y feromonas, lo cual se hace posible gracias a las nuevas propiedades de estos materiales como su reactividad, efectos cuánticos y conductividad eléctrica.

Siguiendo en la misma dirección de intentar detectar, diagnosticar y controlar enfermedades también pueden mencionarse nuevas técnicas para hacerlo de manera rápida y eficaz. Por ejemplo, la utilización de **nano-biosensores** combina la nanotecnología con la **biotecnología**. Siguiendo a Castro-Restrepo (2017): *“Un biosensor es un dispositivo autónomo que integra un elemento biológico inmovilizado (p. ej. una enzima, sonda de ADN, anticuerpo) que reconoce el analito (p. ej. sustrato de una enzima, ADN complementario, antígeno) y un elemento de transducción que convierte la señal bioquímica resultante de la interacción del analito con el biorreceptor en una electrónica”*. En función de la molécula de

señalización utilizada, los biosensores se clasifican en electroquímico, óptico, piezoeléctrico y mecánico.

Actualmente, los fertilizantes, pesticidas y antibióticos, que se aplican mediante aspersión o goteo, se utilizan preventivamente o una vez que los cultivos han desarrollado alguna patología. Sin embargo, con la aplicación de dispositivos a nanoescala se tiene la capacidad de detectar, tratar y detener tempranamente infecciones, deficiencias nutricionales, morfológicas u otros problemas antes de que los síntomas sean evidentes. Una de las particularidades de este tipo de tratamiento es que se dirige solamente al área afectada.

Asimismo, los nanosensores bioanalíticos pueden ser utilizados para detectar y cuantificar mínimas cantidades de contaminantes como virus, bacterias, toxinas o sustancias biotóxicas en la agricultura y sistemas alimentarios. Estos biosensores tienen un enorme impacto en los métodos de agricultura de precisión. La nanotecnología permite que el monitoreo se realice en tiempo real donde los biosensores están vinculados a los sistemas de GPS. Estos biosensores monitorean las condiciones del suelo y el estado fenológico del cultivo en grandes extensiones de terreno (Sharon, 2010).

Por otro lado, cabe mencionar la existencia de **nanopesticidas**, los cuales comprenden partículas muy pequeñas de ingredientes activos de pesticidas u otras nanoestructuras con propiedades pesticidas. Estos productos aumentan la dispersión y humectabilidad de las formulaciones agrícolas, a la vez de que muestran propiedades útiles como la estabilidad, permeabilidad, cristalinidad, solubilidad y biodegradabilidad. Asimismo, las nanoemulsiones, nanoencapsulados, nanocontenedores y nanocajas son algunas de las técnicas de liberación de nanopesticidas. En general se busca que los nanopesticidas se puedan degradar rápidamente en el suelo, que perduren mayor tiempo en la planta, pero con concentraciones inferiores a los criterios regulatorios de alimentos (Castro-Restrepo, 2017).

En lo que respecta al área de calidad de semillas, las tecnologías automatizadas y no destructivas se encuentran en constante cambio e innovación buscando mejorar los métodos tradicionales de análisis, intentando conseguir resultados más veloces, económicos y precisos. Sin embargo, vienen desarrollándose nuevas tecnologías que traen enfoques y paradigmas novedosos, brindando una visión multidimensional de la calidad.

Dentro de las nuevas tecnologías, se incluyen técnicas como Análisis Automatizado de Imágenes para la evaluación de germinación y vigor, Imágenes Multi e

Hiperespectrales, Fluorescencia de Clorofila, Respiración Individual, Espectrofotometría, Rayos X 2D y 3D, Resonancia Magnética Nuclear, Termografía, entre otras (INTA, 2020). Muchas de las técnicas mencionadas incluyen el análisis y procesamiento digital de imágenes de las plántulas y semillas con el propósito de estimar, de forma objetiva, ciertas características como la textura, el color, la forma, el tamaño, etc.

El **procesamiento digital de imágenes** es un mecanismo que permite percibir alteraciones que son difíciles de observar por la vista humana. Las imágenes digitales están formadas por un conjunto de puntos definidos por valores numéricos, donde cada punto corresponde a un píxel. En general, una imagen digital se compone de miles de píxeles y a cada píxel se le asigna un tono de color específico. Esta información de color individual, píxel por píxel, constituye un procedimiento sumamente eficiente para proporcionar precisión y velocidad a la evaluación de calidad de lotes de semillas.

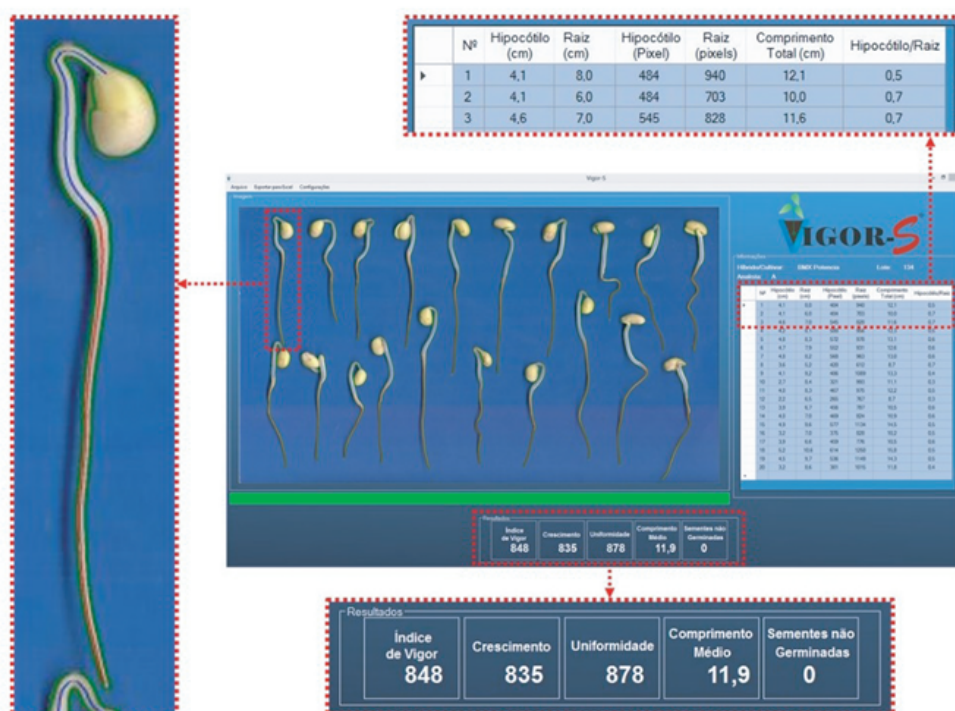
En este sentido, este método puede resultar muy útil para monitorear el proceso de germinación, utilizando algoritmos para identificar cambios en el color, tamaño y forma de las semillas durante la imbibición hasta la protrusión de la raíz e incluso durante la evaluación del crecimiento de las plántulas. Por ejemplo, los cambios cuantitativos en la densidad de los componentes de color Rojo-Verde-Azul (RGB) pueden usarse como marcadores para identificar cambios en el color de los tegumentos seminales asociados con la pérdida de germinación (INTA, 2020). Por lo tanto, esta evaluación puede usarse como un método no destructivo en la clasificación de semillas con diferentes niveles de viabilidad. Asimismo, de este proceso se puede obtener la información de cuándo se producirá la emisión de la raíz primaria.

Por otro lado, el procesamiento digital de imágenes ha resultado ser muy eficiente en lo que respecta a la evaluación de vigor, dado que provee información acerca de la morfología de las plántulas. Específicamente, luego de unos días de germinación, se capturan las imágenes con un escáner o una cámara CCD y se almacenan en la computadora para su posterior análisis con un software específico. Así, los sistemas para el análisis de las imágenes brindan información de la plántula sobre su uniformidad de crecimiento, longitud, desarrollo e índice de vigor (medido entre 0 a 1000), directamente proporcional al vigor. Por lo tanto, *“en la interpretación de los resultados, las muestras con una longitud de plántula promedio más corta y valores de índice de crecimiento, uniformidad y vigor más bajos son de menor vigor,*

y las muestras con una longitud de plántula promedio más larga y valores más altos de crecimiento, uniformidad e índice de vigor presentan mayor vigor⁴⁴.

A diferencia de lo que sucede con otros sistemas de análisis de calidad, en este caso se trata de un método con un alto nivel de simplicidad, económico y que se realiza por medio de equipos poco sofisticados. De esta manera, evaluar la longitud y el vigor de las plántulas de cualquier semilla, siempre que se tenga el software indicado, resulta sumamente posible. De esta forma, en el Esquema D.6 puede observarse cómo a través del sistema Vigor-S se analizan las imágenes de plántulas con tres días de edad, digitalizadas mediante un escáner, y las partes de las plántulas se identifican y marcan mediante un software específico (INTA, 2020). Después del procesamiento de la imagen, se obtienen datos sobre la longitud del hipocótilo, la raíz primaria y la plántula completa, la relación hipocótilo/raíz y los datos de vigor, crecimiento y uniformidad del desarrollo de las plántulas.

Esquema D.6. Análisis automatizado de plántulas de soja (tres días de germinación a 25 °C) por el sistema Vigor-S.⁴⁵



Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2020).

⁴⁴ <https://videometer.com/applications/germination-and-vigor/>

⁴⁵ Descarga gratuita de software en el enlace

https://drive.google.com/open?id=0B8rVh_veepVzdXM0MIJ1M0I0ZEK

Continuando con los sistemas de análisis de semillas, se puede mencionar el área de **Visión Computacional** (VC) donde la Inteligencia Artificial toma un rol preponderante. En este sentido, las computadoras son capaces de simular la visión humana, conteniendo el aprendizaje, la realización de inferencias y la acción en base a entradas visuales para lograr objetivos específicos. Este tipo de tecnología utiliza cámaras para la obtención de imágenes, que luego la informática procesará digitalmente, analizando y reconociendo datos con el propósito de obtener información del objeto en estudio. Estos sistemas vienen siendo utilizados para identificar y clasificar las semillas teniendo en cuenta características de la imagen tales como la forma, el tamaño, la textura y el color.

De acuerdo con el relevamiento realizado, puede observarse que la VC es una de las tecnologías que más aplicación tiene para pruebas automatizadas de germinación, vigor, pureza física y botánica, como así también para detectar la presencia de daños e infecciones y medir características morfológicas como perímetro, largo y ancho. Tal es así, que actualmente se comercializan estos sistemas para ver la pureza de las semillas e identificar variedades.

Siguiendo con la VC, en germinación y vigor se han investigado acerca de los cambios en parámetros derivados de la imagen tales como dimensiones y forma de las semillas, durante la imbibición, que correlacionan con cambios a nivel biológico que ocurren durante la germinación. También se ha estudiado su potencial para identificar semillas de diferentes especies y variedades dentro de una misma especie (Choudhary et al., 2008; Guevara-Hernández and Gomez-Gil, 2011; Xin Yi et al., 2016). A su vez, en Argentina se llevó a cabo un sistema de identificación automática de malezas por Machine Vision y se logró identificar 236 especies. Esto fue realizado en conjunto por investigadores de la EEA Oliveros del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y del Instituto de Física de Rosario y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

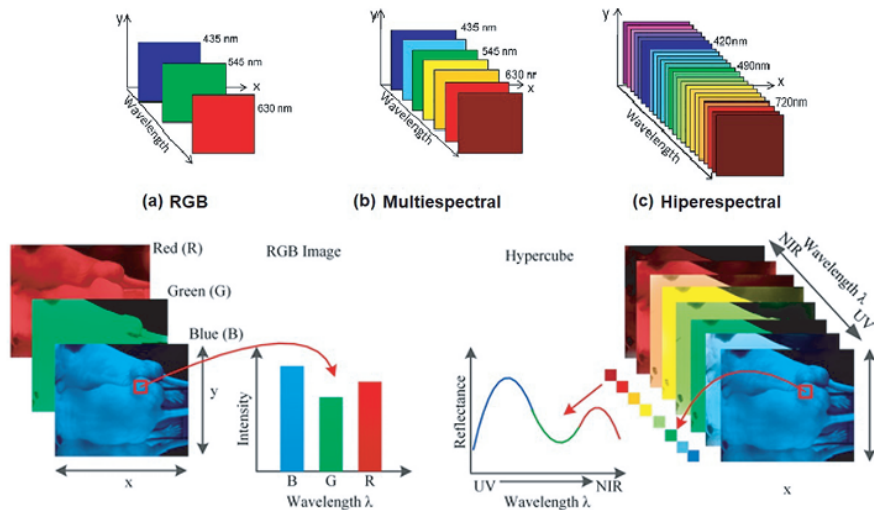
Este sistema, si bien requiere un gran volumen de imágenes y sistemas capaces de procesar esa información, de lograrse ha demostrado ser eficiente, preciso y veloz en la determinación de los resultados.

Las **imágenes** espectrales son aquellas que reproducen la figura de un objeto en función de la longitud de onda que esté reflejando el objeto en cuestión. Para ello, el objeto de interés se expone secuencialmente a una fuente de luz de diferentes longitudes de onda, mediante una cámara se capta la señal y se genera un set de imágenes donde cada una de ellas representa una cierta longitud de onda (INTA, 2020). Este set de imágenes, en el caso de las semillas, puede brindar información sobre sus propiedades: contenido de agua, características físicas, morfológicas y

estructurales. Después de la obtención de estas imágenes, se necesita de técnicas para realizar el procesamiento espectral y digital, la utilización de cálculos matemáticos y demás herramientas analíticas para lograr una interpretación fidedigna de los resultados.

A su vez, existen imágenes multispectrales e hiperespectrales. En las primeras de ellas se toman imágenes en bandas seleccionadas de longitudes de onda, normalmente entre 3 y 20, no siendo necesario que las bandas sean contiguas, tal como se observa en el apartado b del Esquema D.7. En cambio, las imágenes hiperespectrales combinan la visión computacional y la espectroscopía para capturar imágenes en un rango espectral completo con un intervalo específico y contiguo entre cada longitud de onda (figura c del Esquema D.7.). A diferencia de la imagen multispectral que permite obtener datos a partir de ondas discretas, las imágenes hiperespectrales obtienen la información a partir del espectro continuo del objeto de análisis, debiéndose tomar aquellas longitudes de onda que proporcionan información sobre cierto aspecto de la calidad que se desea investigar.

Esquema D.7. Comparación de diferentes tipos de imágenes en función del número de bandas espectrales capturadas. (a) RGB (Red-Green-Blue), (b) multispectral y (c) hiperespectral.



Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2020).

De esta forma, en diferentes trabajos de imágenes multispectrales se han arribado a interesantes resultados con respecto a la salud de las semillas, logrando separar las infectadas de las no infectadas en diferentes especies, mientras que también se han llevado a cabo algunos estudios para identificar distintos tipos de hongos en semillas.

En otro orden de cosas, el análisis de las semillas también hace foco en la clorofila, que es el pigmento fotosintético por excelencia, dado que son las moléculas responsables de la transformación de la energía lumínica a energía química y que a menudo está presente en algunas especies de semillas durante su desarrollo. En el proceso de maduración, la clorofila se degrada progresivamente, su tenor disminuye y la semilla cambia también su coloración. Sin embargo, condiciones ambientales adversas pueden afectar el proceso natural de degradación provocando la presencia de clorofila residual, la cual influye negativamente sobre los atributos de calidad fisiológica y comercial, como en el caso de las semillas de soja. El nivel de clorofila se puede evaluar mediante métodos destructivos de extracción química, pero resulta una metodología compleja de utilizar en la rutina de análisis dado que se requiere de personal altamente calificado y de equipamientos costosos (INTA, 2020).

En este sentido, la técnica de **Fluorescencia de Clorofila (FC)** utiliza tecnología láser, detectores de clorofila y filtros de interferencia en 656 y 730 nm. Cuando se hace incidir el haz de luz sobre la semilla se genera la excitación de las moléculas de clorofila, que luego durante el retorno desde un estado excitado a un estado fundamental reemiten luz conocida como FC. Esta técnica permite medir y clasificar semillas utilizando histogramas de intensidad o imágenes bidimensionales de FC. La distribución de la señal de FC se ha estudiado en numerosas especies y se utiliza también para llevar a cabo el análisis de las variaciones de la señal de FC durante la dinámica de imbibición y germinación. Una de las características fundamentales de la fluorescencia de clorofila es que se trata de una tecnología no destructiva y veloz, por lo que posee un potencial de uso en la producción, clasificación, limpieza y análisis de calidad de semillas.

En lo que respecta a la tecnología aplicada a la maquinaria agrícola existen especificidades relacionadas con el nivel de automatización, mecanización del trabajo y grado de modernización tecnológica de las empresas. Como sucede en otros segmentos industriales, la oferta nacional de equipos con niveles tecnológicos cercanos a la frontera internacional suele ser parcial (sólo se fabrican algunos modelos) y los principales orígenes de la oferta que se encuentran más próximos a los niveles tecnológicos más elevados provienen de países como Estados Unidos, Alemania, Japón Holanda, Italia o, más recientemente, China.

Si bien hacia finales del siglo XX la Argentina sufrió un proceso de deslocalización parcial de buena parte de su industria, entre ellas la de maquinaria y equipos, en su mayoría en favor de Brasil, aún existe oferta nacional, tanto en tractores como en cosechadoras.

En concreto, la producción local de tractores presenta mayor competitividad en la gama de alta potencia y en tractores articulados de cuatro ruedas iguales. Sin embargo, los tractores nacionales encuentran en la falta de estandarización y cuestiones relacionadas con los sistemas mecánicos una fuerte limitación para difundirse a nivel local e internacional. A su vez, tal como sucede en otros sectores industriales de bienes durables o de capital, la industria de cosechadoras enfrenta problemas de escala para aumentar su producción y volverla asequible para el conjunto de productores agrícolas que no se encuentran en las zonas con mayores rindes a nivel nacional.

En el segmento de pulverizadoras la estructura productiva local presenta un perfil menos heterogéneo en términos de cercanía a la frontera internacional. La producción local posee capacidad para abastecer competitivamente equipos, tanto de arrastre o autopropulsados, a pesar de la diferente complejidad tecnológica involucrada en cada caso. La principal innovación tecnológica de los últimos tiempos se relaciona con la utilización de boquillas con rango de gotas más uniformes, otras con asistencia de aire, y los nuevos barrales activos con altura uniforme en el plano horizontal (CIECTI, 2012).

El subsector de cabezales girasoleros y maiceros también posee un elevado nivel de competitividad tecnológica, dentro de los rubros de implementos agrícolas. La oferta local se adecúa mejor que la de origen importado a las demandas del mercado interno e, incluso, la firma alemana Claas coloca cabezales girasoleros y maiceros fabricados por la empresa argentina Allochis en diversos países, al igual que ocurre con la multinacional New Holland que opera en Brasil.

Otro segmento donde la Argentina evidencia competitividad internacional es el vinculado al desarrollo de software y herramientas de agricultura de precisión. De acuerdo con estudios realizados por el INTA-Manfredi, Argentina cuenta con extensiones significativas de su superficie equipada con estas herramientas, posicionándolo en la vanguardia a nivel mundial en lo que se refiere a la adopción de estas tecnologías. Incluso, desde hace varios años existen empresas locales consolidadas capaces de desarrollar softwares específicos en forma competitiva. Todo ello posiciona a la Argentina como un importante referente, ya que sustituye un 50% de la electrónica utilizada en el agro y también con capacidad de exportar.

Entre las herramientas de AP más difundidas se destacan el banderillero satelital (que actualmente ya sale de fábrica incorporado a la máquina) y los controladores o monitores de siembra. Le siguen en orden de importancia los monitores de

rendimiento, guías automáticas y los dosificadores variables, cuya adopción ha crecido exponencialmente. Existen desarrollos y fabricación local de todas estas herramientas, incluso en las que involucran mayor complejidad tecnológica, aunque su participación en el mercado varía de acuerdo con el equipo. En el caso de monitores de siembra y dosificadores variables casi la totalidad son desarrollados y fabricados por empresas nacionales (CIECTI, 2012).

b) Contenido tecnológico local

Con relación a la adopción de la tecnología en la región es preciso diferenciar por el producto o servicio y, a su vez, por el tamaño de los actores en el caso de los productores agrícolas.

Si se hace foco en los servicios asociados al manejo de la tierra y los cultivos, los grandes pooles, que ocupan superficies en general mayores a las 500 hectáreas, se posicionan en la frontera tecnológica sectorial a partir de la aplicación de servicios inteligentes que permiten el desarrollo de la agricultura de precisión, la gestión de lotes y el análisis individualizado de las explotaciones.

En el caso de los productores pequeños o medianos se aprecia una diferencia en la adopción de tecnologías con respecto a los grandes actores, pero que no parece ser una situación irreversible. A partir de un primer proceso de trabajo de campo se pudieron obtener dos primeras observaciones que operan en sentido inverso con respecto a la convergencia tecnológica de los productores más pequeños con respecto a la utilización de la tecnología en semillas y en maquinaria agrícola.

En primer lugar, se encontró que, en el acceso a las semillas con contenido tecnológico, fundamentalmente en las de maíz, puede haber problemas de abastecimiento para los pequeños productores, sobre todo cuando la oferta es insuficiente. Es decir, en esos casos, los grandes actores obtienen las semillas con mayor potencialidad y rendimiento, imposibilitando que los productores de menor escala accedan a las mismas.

Si se deja de tener en cuenta el tamaño relativo de los productores, siguiendo el Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada (ReTAA) de la Bolsa de Cereales, en donde se analiza la utilización de semillas con tecnología genética que otorgan resistencia a insectos, tolerancia a herbicidas o ambas características en la misma planta, se observa que la región está realizando un uso extendido de las mismas. En concreto, en lo que respecta al uso de semillas de soja resistente a insectos, se observa que la provincia del Chaco es la que mayor uso hizo de la misma (59%) en las

últimas campañas relevadas por este estudio (2016/17). En el caso del maíz, la utilización de germoplasma en la región es más bajo en comparación con el resto de las regiones donde se produce este cultivo, aunque se observa una tendencia creciente en el uso del mismo.

Por otro lado, dado que el segmento de maquinaria agrícola está en constante innovación, se observa que los grandes productores hacen uso de ella, posicionándose en la frontera tecnológica internacional en lo que respecta a sembradoras, cosechadoras, drones, entre otras. Pero al mismo tiempo, dado que estos *poles* son demandantes de este tipo de servicios y lo tercerizan, muchos productores locales pequeños se han reconvertido además en prestadores de servicios con maquinaria propia. De esta forma, dado que los grandes actores exigen maquinaria de última generación, esto termina traccionando para que los pequeños cuenten con este tipo de tecnología, tanto para la prestación del servicio a terceros como para su propia producción. En definitiva, parece evidenciarse una potencialidad palpable con respecto a la posibilidad de hacer converger a la mayor cantidad de actores del sector hacia los más altos niveles de tecnología agrícola en lo que respecta a los bienes de capital.

c) Instituciones de CyT locales

Se han identificado las siguientes instituciones de Ciencia y Tecnología que desarrollan actividades vinculadas al sector agropecuario en la provincia.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria)

En la provincia de Chaco, el INTA se encuentra presente a través del Centro Regional Chaco Formosa, ubicado en la ciudad de Resistencia, del cual dependen las estaciones Experimentales Agropecuarias (EEA) de las localidades Colonia Benítez, Las Breñas y Sáenz Peña, junto con dos EEA ubicadas en la provincia de Formosa.

La visión del Centro Regional Chaco-Formosa responde a los tres ejes estratégicos descriptos en el Plan Estratégico Institucional (PEI) 2005-2015: Investigación y desarrollo, transferencia y extensión, y vinculación tecnológica y relaciones institucionales.

En el área de investigación y desarrollo, se busca concentrar esfuerzos de investigación aplicada y experimentación adaptativa a fin de contribuir a la solución de los principales problemas de las cadenas agroindustriales más importantes de la provincia y captar las oportunidades estratégicas que posicionen al sector

agroalimentario y agroindustrial provincial en niveles de competitividad acordes a los requerimientos de los mercados nacionales e internacionales.

El eje transferencia y extensión se encuentra planteado en dos niveles: regional y local. A nivel regional, los extensionistas desarrollan actividades de experimentación adaptativa, de capacitación, comunicación y difusión en el marco de proyectos regionales. A nivel local, a través se participa de diferentes programas nacionales conjuntamente con los actores de la región.

En particular la EEA Las Breñas tiene influencia sobre la zona este de la provincia y se dedica a la investigación sobre temas agrícolas (especialmente sobre cultivos de soja, algodón, girasol, sorgo y maíz), forestales y actividades pecuarias tales como mejoramiento de rodeos ganaderos y porcinos. Su área de influencia comprende los departamentos de General Belgrano, 9 de Julio, Chacabuco, 12 de Octubre y 2 de Abril, proyectándose la influencia tecnológica a la región semiárida. La EEA cuenta con dos agencias de extensión rural, General Pinedo e Ing. Agr. Emilio Druzianich, dos oficinas de información técnica, Gancedo y Hermoso Campo, una cooperadora y un campo anexo.

A grandes rasgos, los desafíos del instituto en la región pueden resumirse de la siguiente forma:

- Asegurar la inserción del mayor número de productores en el conjunto de la economía, minimizando riesgos de exclusión;
- Posicionar al sector rural como dinamizador del crecimiento y desarrollo de las comunidades;
- Generar mayor capital humano y social en el sector;
- Apoyar el desarrollo de la competitividad sistémica;
- Lograr una mayor organización productiva que permita la promoción de las cadenas de valor, en especial en las economías de carácter regional;
- Mejorar la seguridad alimentaria de la población rural y urbana en situación de pobreza;
- Instalar un marco que permita gestionar la sustentabilidad de los recursos naturales y la gestión ambiental.

UNCAUS (Universidad Nacional del Chaco Austral)

La UNCAUS fue creada el 4 de diciembre de 2007 por medio de la Ley N° 26.335. Se constituyó sobre la base de la Facultad de Agroindustrias de lo que hoy es la Universidad Nacional del Nordeste, transfiriéndose parte de sus recursos y personal.

Actualmente existe cuatro carreras que podrían vincularse con cuestiones relativas al sector y al uso y desarrollo de tecnología para el mismo. Por un lado, *Ingeniería Agronómica*, que se centra en el conocimiento en los sistemas agropecuarios regionales. Se busca capacitar a los estudiantes para aplicar sus conocimientos en empresas e instituciones públicas o privadas desarrollando distintas habilidades: participa en los procesos de producción, transformación y comercialización de productos agropecuarios. Asimismo, buscará asesorar y administrar al sector agropecuario, elaborando proyectos de investigación y desarrollo, al tiempo que intenta que sus egresados desarrollen habilidades para interpretar la importancia de los agroecosistemas y el impacto del hombre sobre los mismos, llevando a un manejo sustentable. Por otro lado, existe la *Licenciatura en Biotecnología*, cuya fundamentación hace explícita mención de los desarrollos potenciales en agroindustria (particularizando en la mejora de la producción pecuaria y la generación de bioinsecticidas) y la industria alimentaria. Además, puede mencionarse la carrera de *Ingeniería en alimentos*, que si bien se especializa en el diseño, fabricación y comercialización de productos alimenticios, hace especial énfasis en la producción agropecuaria como insumo fundamental para la producción de estos. Finalmente, en la Universidad se dicta la *Tecnicatura en Mecanización Agropecuaria*, cuya duración es de tres años y busca especializar a los estudiantes en el uso eficiente de maquinaria agrícola y el desarrollo de sistemas de aplicación para equipos agrarios.

En paralelo, dentro del ámbito de la Universidad- se desarrolla un área de Vinculación Tecnológica con el objetivo de asistir a empresas de la región durante el desarrollo de proyectos cuya finalidad sea el mejoramiento de las actividades productivas y comerciales. En particular, se decretaron áreas estratégicas dentro de las cuales se incluye la agroindustria.

Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

La UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDEST surge el 14 de diciembre de 1956 a partir del Decreto Ley N° 22.299. En la actualidad pueden encontrarse diversas carreras asociadas al sector agropecuario y el desarrollo de tecnologías.

En primer lugar, puede mencionarse la carrera de Ingeniería Agronómica que, entre otras cosas, busca que sus estudiantes puedan asesorar en la elaboración, almacenamiento, conservación y transporte de agroquímicos, recursos biológicos, recursos biotecnológicos, fertilizantes y enmiendas destinadas al uso agropecuario y

forestal; a la vez que ayuden a la difusión y transferencia de tecnologías destinadas a la producción agropecuaria y forestal.

Asimismo, aparece la carrera de Ingeniería en Agrimensura que, si bien se focaliza en cuestiones no necesariamente ligadas al sector agrario, entre sus áreas de especialización está la elaboración de proyectos de drenaje y canalizaciones, lo que finalmente puede terminar impactando en el uso del suelo y las tecnologías necesarias a aplicar.

Instituto Agrotécnico “Pedro M. Fuentes Godo”

Esta institución fue fundada en 1956, durante el mismo proceso que le dio vida a otros organismos como la UNNE y el Instituto de Vivienda y Urbanismo. Su objetivo inicial era el de desarrollar programas de extensión rural e investigación aplicada en el ámbito de la región del nordeste argentino.

Actualmente, la actividad de los técnicos y profesionales del Instituto se fundamenta en detectar los problemas en campos de productores y encarar su estudio en el mismo campo, en parcelas experimentales y cuando es necesario en invernadero y laboratorios, para posteriormente volver al campo con propuestas adaptadas a las condiciones ecológicas y económicas del productor.

Al momento de la realización de este trabajo, el instituto contaba con un plantel permanente de 21 personas, entre los cuales más de la mitad eran Ingeniero/as agrónomo/as y bioquímico/as. Además, anualmente entre 10 y 15 alumnos de la Universidad Nacional del Nordeste realizan su trabajo final de graduación, adscripción, becas o pasantías en la institución.

Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (IIFA)

El Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (IIFA) es un ente descentralizado dependiente del Ministerio de Producción del Gobierno de la Provincia del Chaco, creado por la ley N° 2.915 en 1984.

La misión del Instituto comprende potenciar el desarrollo de la producción y los servicios forestales y agropecuarios del Chaco. Como visión proyectan una provincia con un modelo sustentable de producción forestal y agropecuaria, que preserve adecuadamente el patrimonio natural y los ecosistemas de cada región para el presente y el futuro. En este marco, se espera que IIFA gestione conocimientos y

diseñe e implemente herramientas para hacer realidad este modelo socio productivo y ambiental, trabajando en forma integrada con los actores públicos y privados.

Algunas de las funciones del centro son:

- Descomprimir la presión extractiva de las formaciones boscosas nativas, a través de la implantación de bosques;
- Suscribir acuerdos y convenios con el objeto de implementar planes especiales de expansión forestal y/o mixta con la ganadería, y agricultura, entre otros sectores;
- Promover prácticas de manejo sustentable en el uso del bosque nativo;
- Desarrollar programas de investigaciones aplicadas, tendientes a brindar soluciones a la problemática del sector forestal;
- Celebrar convenios con municipalidades para la fiscalización y seguimiento de planes y programas.

E. Salud Humana

1. Caracterización general del sector

La pandemia desatada a comienzos del año 2020 ha puesto de manifiesto la relevancia del sector salud en el desarrollo industrial y productivo de las naciones. Las carencias y fragilidades de las cadenas globales de suministros, equipos y medicamentos que afectan en mayor medida a las regiones del sur global dejaron como lección la necesidad de una mayor articulación entre actores públicos y privados para la superación de las mismas (CEPAL, 2020). En países que cuentan con desarrollo científico-tecnológico previo, como ocurre en Argentina, la elaboración de estrategias para articular política industrial y mejoramiento en el sistema de salud cobra aún mayor potencialidad. Los últimos años revelaron los importantes encadenamientos productivos que contiene, su dinamismo para la generación de empleo e inversión y su creciente participación en el PBI.

Como primera aproximación, se define al sector salud o de sanidad como aquel comprendido por todas las actividades que producen bienes y servicios destinados a preservar y proteger la salud de las personas o grupos de población. Entre dichas actividades, se encuentran las vinculadas a prevenir y controlar enfermedades, atender a los enfermos e investigar y capacitar en salud (OPS, 2022).

En ese sentido, no sólo resulta importante estudiar las posibilidades de desarrollo del sector a nivel nacional y local por las ventajas típicas en relación al empleo, los derramamientos tecnológicos y la menor demanda de divisas en un marco de estrangulamiento externo, sino también como condición de posibilidad para aumentar los grados de *autonomía sanitaria*. En otras palabras, la vigorosidad del sector se vuelve necesaria para dotar de una mayor capacidad a la industria nacional para dar respuesta a los desafíos sanitarios en casos en los que las cadenas globales de valor de dispositivos médicos se desintegran, amenazando el cuidado de la salud de las personas (Drucaroff, 2020).

Dadas las particularidades del sector (amplitud y variedad de actividades abarcadas, presencia de múltiples cadenas de valor, vinculación estrecha entre la oferta de bienes y servicios en el mercado y la Investigación y Desarrollo), el análisis plasmado en el presente informe se realiza siguiendo una estructura diferente a los restantes sectores analizados. En este caso, se elaborará un análisis exploratorio de las capacidades presentes en la provincia, buscando asimismo identificar nichos con potencial de desarrollo a futuro.

El contenido del presente informe de avance se basa en la revisión de fuentes bibliográficas y, fundamentalmente, en las entrevistas realizadas con informantes clave con presencia en la provincia hasta el momento⁴⁶. En este sentido, el diagnóstico se completará de forma acumulativa en las sucesivas entregas, en función de la progresión de las entrevistas, la información relevada y los comentarios y sugerencias de la contraparte local.

En lo que a este documento respecta, a partir de las actividades presentes y/o con potencial de desarrollo en la provincia del Chaco, se coloca el foco en tres subsectores principales: i) la industria farmacéutica; ii) la fabricación de equipamiento; iii) la producción de kits y los servicios de diagnóstico.

Esquema E.1. Salud Humana: subsectores y actores relevantes con presencia en la provincia del Chaco.

	INDUSTRIA FARMACÉUTICA INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE PRINCIPIOS ACTIVOS Y MEDICAMENTOS	KITS Y SERVICIOS DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE KITS DE DIAGNÓSTICO IN VITRO	EQUIPAMIENTO MÉDICO PRODUCCIÓN DE MAQUINARIA E INSUMOS MÉDICOS DESCARTABLES
OFERTA DE BIENES Y SERVICIOS (SECTOR PÚBLICO Y PRIVADO)		<ul style="list-style-type: none"> • LABORATORIOS CHAQUEÑOS SA • LABORATORIO INNOVATIVE SOLUTIONS (EN FORMACIÓN) 	<ul style="list-style-type: none"> • COECH • NALAI
INSTITUCIONES DEL ECOSISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PROVINCIAL	<ul style="list-style-type: none"> • INIPTA (CONICET – UNCAUS) 	<ul style="list-style-type: none"> • LABORATORIO CENTRAL DE SALUD PÚBLICA • LABORATORIO DE ANÁLISIS CLÍNICOS HOSPITAL JULIO C. PERRANDO • INSTITUTO DE MEDICINA REGIONAL (IMR) 	

Fuente: Elaboración propia

El primero de los subsectores se compone de todas aquellas empresas dedicadas a la investigación, desarrollo y producción de principios activos y medicamentos para la prevención, diagnóstico y/o tratamiento de una enfermedad o estado patológico, o para modificar sistemas fisiológicos en beneficio de la salud. La segunda rama del sector salud se vincula a la elaboración de equipamiento médico, conformado tanto por aquellas actividades dedicadas a la producción de capital fijo como a todas las industrias productoras de insumos y materiales de un solo uso. El tercero de los subsectores refiere a la producción de kits diagnósticos entre los que se destacan los

⁴⁶ Instituto de Medicina Regional (IMR); Instituto de Investigaciones en Procesos Tecnológicos Avanzados (INIPTA); Laboratorios Chaqueños SA; Innovative Solutions (laboratorio en formación dirigido por el Dr. en Biología Molecular Gerardo De Luca).

del tipo In Vitro (IVD), que consisten en pruebas realizadas con muestras de sangre o tejidos extraídos del cuerpo humano y permiten determinar el estado de salud de una persona.

2. Subsectores vinculados a la Salud Humana

En lo que sigue se desarrolla una primera caracterización focalizada en los subsectores mencionados dentro del sector de Salud Humana. Asimismo, se incluye una descripción de las capacidades y un análisis preliminar de las potencialidades de las instituciones relevadas hasta el momento.

2.1. La industria farmacéutica

La industria farmacéutica está compuesta por todas aquellas empresas dedicadas a la investigación, desarrollo y producción de principios activos y medicamentos para la prevención, diagnóstico y/o tratamiento de una enfermedad o estado patológico, o para modificar sistemas fisiológicos en beneficio de la salud (BET, 2012⁴⁷). Se trata de una rama intensiva en I+D y demandante de mano de obra altamente calificada.

El incentivo más importante del sector está dado por la posibilidad de apropiarse de una ganancia extraordinaria fruto del descubrimiento, innovación y patentamiento de un nuevo fármaco. Aun cuando el mercado se encuentra considerablemente globalizado y cuenta con importantes barreras a la entrada, existe margen para el ingreso de nuevos participantes -en particular de países periféricos- tanto en la producción de drogas con patentes caídas⁴⁸ como en la producción de fármacos para patologías regionales que no son abordadas por los laboratorios líderes.

El proceso de innovación que, muy ocasionalmente, culmina con la autorización de venta de un nuevo fármaco⁴⁹, comienza con la identificación de una droga/molécula *blanco* vinculada a una determinada patología. En simultáneo, debe verificarse que dicha molécula presente la capacidad de regular procesos biológicos, es decir, que

⁴⁷ Boletín Estadístico Tecnológico N°5 enero/abril de 2012 - Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - República Argentina

⁴⁸ La innovación en una droga y su consecuente patentamiento le permiten a una empresa (en general laboratorios multinacionales) gozar del monopolio de su producción por un tiempo determinado. Terminado ese plazo, se vence la patente y con ella el monopolio. A partir de entonces, nuevos laboratorios más chicos (que no cuentan con la capacidad de I+D para un nuevo fármaco pero sí la maquinaria y mano de obra para producirlo) pueden replicar el invento. Esa segunda etapa es más "democrática" en tanto se aproxima más a un mercado clásico de competencia.

⁴⁹ En sentido estricto, incluso con posterioridad a su autorización el fármaco continúa siendo analizado.

puedan modificarse y afectar sus células de manera intencional. El segundo momento consta de la realización de ensayos de receptores celulares a fin de encontrar el más adecuado para evaluar la prueba. Más tarde, se procede a reconocer las moléculas externas capaces de modificar la(s) molécula(s) blanco. Las que presentan viabilidad son calificadas como *líderes*⁵⁰ y en la fase siguiente son optimizadas mediante ensayos in vivo e in vitro buscando que ésta interactúe con el sitio de interés sin afectar otras áreas. En quinto lugar, se lleva a cabo una primera ronda de estudios toxicológicos a fin de dar cuenta sobre el carácter físico-químico de la molécula, su metabolización, la duración de su efecto (biodisponibilidad), y los efectos colaterales que podría ocasionar. Con esta fase de “pre-desarrollo” finaliza la etapa de investigación e inicia la segunda, de desarrollo.

El primer paso de la segunda etapa consta de estudios preclínicos en animales para observar su tolerancia y nuevos efectos colaterales potenciales. Más tarde comienza una serie de estudios clínicos en la que se trabaja, primeramente, con voluntarios sanos o pacientes que han dejado de responder a la terapia convencional para investigar la absorción, distribución en el cuerpo humano y excreción del compuesto bajo investigación y hallar la dosis preliminar óptima con la más alta tolerabilidad y seguridad. Más tarde, los médicos trabajan para establecer la eficacia y seguridad en la indicación de la molécula blanco (target) en varios centenares de pacientes enfermos durante un lapso de varias semanas o meses (prueba de concepto o eficacia). Durante el proceso, se determina la dosis final. En la última fase de la etapa de desarrollo los médicos trabajan con centenares o miles de pacientes para confirmar la seguridad y eficacia a gran escala. Una vez finalizada la tercera fase de estudios clínicos, estos son presentados a la autoridad competente que dictamina su aprobación (o no) para el mercado. Luego de que se disponga la venta del medicamento se continúa con la recolección de información y se analizan los datos de subgrupos especiales de pacientes.

⁵⁰ Solo el 1% de las moléculas son calificadas como líderes.

Esquema E.2. Etapas de desarrollo de un fármaco

Etapa de Investigación				
1) Identificación de una droga o molécula blanco (target) y validación	2) Desarrollo de un ensayo	3) Identificación de la molécula líder	4) Optimización de la molécula líder	5) Pre-desarrollo
Identificación de una molécula relacionada con una determinada patología. Se debe verificar que esa molécula posea capacidad para regular procesos biológicos. Esa validación es exitosa cuando se verifica que las interacciones producen un cambio o efecto deseado en las células enfermas.	Para encontrar un nuevo medicamento se necesita realizar ensayos de receptores celulares, ensayos de células o tejidos más adecuados para evaluar y explorar componentes de la prueba, entre otros.	Se explora una amplia biblioteca de moléculas para ver cuáles son capaces de modificar las moléculas blanco a través de una metodología de alto rendimiento (high throughput screening, en inglés. Por lo general, sólo el 1% de las moléculas analizadas son viables y calificadas como líderes.	Se busca que la molécula interactúe con el sitio de interés pero sin afectar otras áreas (que tenga alta selectividad). En esta etapa los químicos sintetizan nuevas moléculas a partir de la molécula líder. Estas son puestas a prueba mediante ensayos <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i> .	Se realizan los primeros estudios toxicológicos donde pruebas y análisis de farmacocinética responden preguntas como el carácter físico-químico de la molécula, cómo se metaboliza la molécula, cuánto dura su efecto (biodisponibilidad), y qué efectos colaterales podría ocasionar (seguridad).
Duración: 4-6 años				

Etapa de Desarrollo				Registro	
6) Estudios Preclínicos	7) Estudios Clínicos Fase I	8) Estudios Clínicos Fase II	9) Estudios Clínicos Fase III	10) Aprobación y autorización para la venta	11) Estudios Clínicos Fase IV
Las pruebas de laboratorio sobre animales intentan responder cuestiones como tolerancia y efectos colaterales potenciales y cuál es la formulación farmacéutica óptima y el proceso de fabricación.	Los médicos trabajan con voluntarios sanos o pacientes que han dejado de responder a la terapia convencional para investigar la absorción, distribución en el cuerpo humano y excreción de un compuesto bajo investigación para hallar la dosis preliminar óptima con la más alta tolerabilidad a corto plazo y seguridad.	Los médicos trabajan para establecer la eficacia y seguridad en la indicación de la molécula blanco (target) hasta en varios centenares de pacientes enfermos durante un lapso de varias semanas o meses (prueba de concepto o eficacia). Se determina la dosis final.	Los médicos trabajan con centenares o miles de pacientes para confirmar la seguridad y eficacia en gran escala, con centenares o miles de pacientes. Estos ensayos confirman y refinan la seguridad y eficacia en grandes poblaciones de pacientes y el tratamiento adecuado a largo plazo.	Los resultados de los Estudios Clínicos son presentados a las autoridades regulatorias. Expertos independientes analizan los datos y recomiendan o no la aprobación del medicamento para ingresar al mercado.	Una vez que el medicamento está a la venta se siguen colectando datos y se analizan los resultados de la atención de subgrupos especiales de pacientes. Se pueden identificar reacciones adversas raras y también permiten aprobar medicamentos para indicaciones adicionales.
1 año	1-1,5 año	1-2 años	2-3 años	1-2 años	varios años

Fuente: BET (2012)

La extensión y complejidad del proceso, sumado a la gran incertidumbre respecto al éxito de las pruebas, lo vuelve riesgoso y caro. La investigación y desarrollo de un nuevo medicamento requiere, por tanto, no solo un financiamiento voluminoso, sino también recursos humanos capacitados para la investigación, y el acceso a las tecnologías necesarias. Con todo, se entienden los motivos por los cuales muy pocas empresas emprenden esta clase de proyectos.

La imitación de drogas y principios activos desarrollados por los países centrales significó el primer acercamiento del país a la industria farmacéutica durante mediados del siglo XX. A partir de entonces, se ha ido especializando en diversas ramas y (re)configurándose en numerosas ocasiones conforme al contexto nacional y global. En la etapa posterior a la convertibilidad, y particularmente gracias a la Ley de Prescripción de Medicamentos por su Nombre Genérico, emerge en el sector el predominio de empresas de capital nacional y la relocalización de empresas multinacionales (Gutman y Lavarello, 2018).

De acuerdo a los datos de CILFA (2020), la industria farmacéutica cuenta con 354 laboratorios y 230 plantas manufactureras en Argentina, de las cuales cerca del 80% son propiedad de capital nacional. En 2019 las ventas en el mercado interno superaban los USD 8.000 millones de dólares y entre ellas se destacan las de

medicamentos oncológicos y para enfermedades autoinmunes (CILFA, 2020). A pesar de contar con un mayor desarrollo que el resto de los países de la región, la dependencia de las importaciones de medicamentos e insumos ha tendido a acentuarse en los últimos años. Al mismo tiempo, se trata de una industria altamente concentrada en dos aspectos: empresaria y geográfica. En 2017, las 15 firmas farmacéuticas más grandes expresaban el 73% de la facturación del sector (CEPAL, 2020). En cuanto al aspecto territorial, se observa que CABA y la Provincia de Buenos Aires concentraban el 79% de la producción nacional, seguidas por Santa Fe (6,5%) y Córdoba (6%)

Tal como se mencionó, la innovación para la exclusividad en la venta de un medicamento que permita garantizar una ganancia extraordinaria por tiempo prolongado es el principal medio en la competencia del sector. Ello explica las diferencias entre las estructuras de gasto de las empresas farmacéuticas y las del resto de la industria. Según la última encuesta de innovación tecnológica, mientras que las primeras destinan un 70% de su innovación a las áreas de I+D, en el resto de la industria no alcanza el 17%. Para la innovación en equipamiento, en cambio, las proporciones se invierten: la industria en general dedica cerca del 64% al tiempo que la compra de maquinarias representa menos del 19% de los gastos en innovación de las empresas farmacéuticas.

Industria Farmacéutica en Chaco

Las características estructurales de la industria farmacéutica vinculadas al elevado nivel de inversión necesario, la escala de producción y el largo -y riesgoso- proceso de innovación de nuevos bienes generan pocas oportunidades para ingresar a dicho mercado. Por lo tanto, estas especificidades explican en parte la baja presencia del subsector en la provincia del Chaco.

Por otra parte, y más allá de las características globales del mercado farmacéutico, la Provincia del Chaco cuenta con capacidades acumuladas en el ecosistema científico tecnológico local, al tiempo que presenta algunas limitaciones estructurales para su profundización. En particular, existe en la provincia un recorrido de investigación y desarrollo en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades tropicales propias de la región. A continuación, se realiza una breve presentación de los actores involucrados.

Si bien la provincia no cuenta con instituciones asentadas en la producción de medicamentos, se destacan algunos nichos con potencial en el área de investigación

de fármacos, a partir de las actividades del Instituto de Investigaciones en Procesos Tecnológicos Avanzados (INIPTA).

El **INIPTA** es la primera unidad ejecutora de doble dependencia CONICET - Universidad Nacional del Chaco Austral. Fue creado en el año 2019, por lo que se encuentran desarrollando sus primeras líneas de investigación, entre las que figura el mejoramiento de las características biofarmacéutica de fármacos hidrofóbicos, el desarrollo de formulaciones a base de productos naturales destinadas a uso terapéutico o cosmético y estudios de estabilidad y cuantificación de macro y micronutrientes. Su misión consiste en contribuir al desarrollo de la región a través de la producción y distribución de conocimiento y de innovaciones científico-tecnológicas, aportando soluciones a problemas de tipo productivo mediante la formación de recursos humanos y de investigaciones de alto nivel.

El INIPTA cuenta con 13 investigadores de carrera: 10 investigadores asistentes, 2 investigadores independientes y 1 adjunto, además de 8 becarios del CONICET, 7 investigadores y 3 becarios doctorales de UNCAUS.

La línea de investigación con mayor grado de vinculación con el sector es el desarrollo de nano y micropartículas para el encapsulamiento de fármacos. Para ello, se trabaja con medicamentos que circulan en el mercado con alguna desventaja farmacéutica como, por ejemplo, la baja disponibilidad del principio activo. En estos casos el procedimiento consiste en encapsular el principio activo para aumentar la biodisponibilidad y lograr que se libere más lentamente de manera tal de reducir las dosis necesarias para el tratamiento de la enfermedad. El foco de la investigación radica en el tratamiento de la enfermedad de chagas, para la cual en el país solo existen dos fármacos para tratarla: el Benznidazol, un N-bencil-2-acetamida producido por el Laboratorio Nacional Elea; y el Nifurtimox, un 5-nitrofurano que se administra por vía oral y parenteral y es comercializado a escala global por la firma Bayer. En particular, en el INIPTA trabajan en la encapsulación para mejorar la biodisponibilidad y la reducción de las dosis del Benznidazol.

Otra mejora resultante del encapsulado radica en la posibilidad de ser aplicado en niños, dado que actualmente no existe una formulación pediátrica líquida, sino comprimidos, cuya adaptación de dosis requiere que sean triturados, lo que puede llevar a errores en el proceso. En concreto, lo que se pretende es producir las nanopartículas (obtenibles a partir del spray dry), con el objetivo de obtener una dosis sólida que sea diluible con agua.

La técnica utilizada para dicho proceso se denomina Spray Drying y consiste en el secado de partículas para el encapsulamiento de fármacos. Este proceso puede durar menos de 2 horas mientras que la liofilización, un método alternativo, puede demorar hasta 2 días. El equipamiento necesario constituye la principal limitante debido a que el empleado actualmente se encuentra únicamente en la Universidad Nacional de Rosario. Sin embargo, el INIPTA solicitará financiamiento mediante la línea de Proyectos Federales de Innovación (PFI) para adquirir el equipamiento de origen nacional, fabricado por la firma Figmay, con un costo aproximado de \$4 millones de pesos.

Adicionalmente, se presentan oportunidades de progreso alrededor del perfeccionamiento de la vinculación tecnológica y de la adquisición de un equipamiento específico que permitiría optimizar el proceso y aumentar la escala de producción. Asimismo, se identifican problemas en materia de recursos humanos, en particular con la escasez de investigadores de carrera necesarios para impulsar la investigación y la dirección de proyectos de becarios. En este sentido, se ha señalado la existencia de un cuello de botella frente al crecimiento de los becarios y la escasez relativa de investigadores de categorías superiores a los Asistentes.

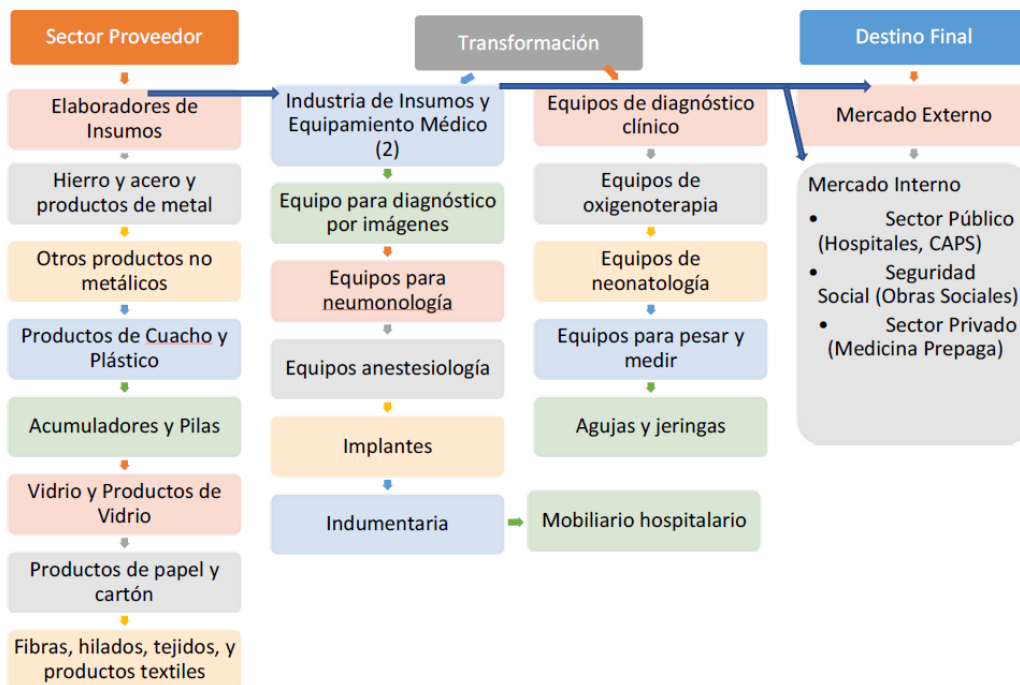
Finalmente, en materia de formación de recursos humanos, la Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS), ubicada en la localidad de Sáenz Peña, ofrece las carreras de Farmacia y Biotecnología. Por su parte, en la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), con sede en la ciudad de Corrientes, se dictan las carreras de medicina e ingeniería electrónica con orientación en biomédica.

2.2. Equipamiento médico

La segunda rama del sector salud está dada por la elaboración de equipamiento médico, conformado por dos grandes grupos. El primero de ellos está compuesto por aquellas actividades dedicadas a la producción de capital fijo, como máquinas. Aquí dentro se hallan las *empresas fabricantes de máquinas y equipos médicos y hospitalarios, incluidos los de diagnóstico, neonatología, neumología, anestesiología, oxigenoterapia, oftalmología, odontología y para laboratorio, y sus respectivas partes y accesorios* (CEPAL, 2020).

El segundo, por su parte, nuclea a todas las industrias productoras de insumos y materiales de un solo uso. Lo componen las fabricantes de agujas y jeringas, indumentaria, mobiliario hospitalario y equipamiento para pesar y medir.

Esquema E.3. Cadena de valor del sector de equipamiento médico



Fuente: Drucaroff (2020)

Al igual que lo que ocurre en la mayoría de los sectores productores de maquinaria, el hierro y el acero se destacan entre sus insumos principales. Durante los últimos años ha aumentado la integración de elementos plásticos y la utilización de vidrios, papel, cartón y textiles, lo que muestra la capacidad del sector de traccionar otras industrias relativamente tradicionales para satisfacer sus demandas de innovación.

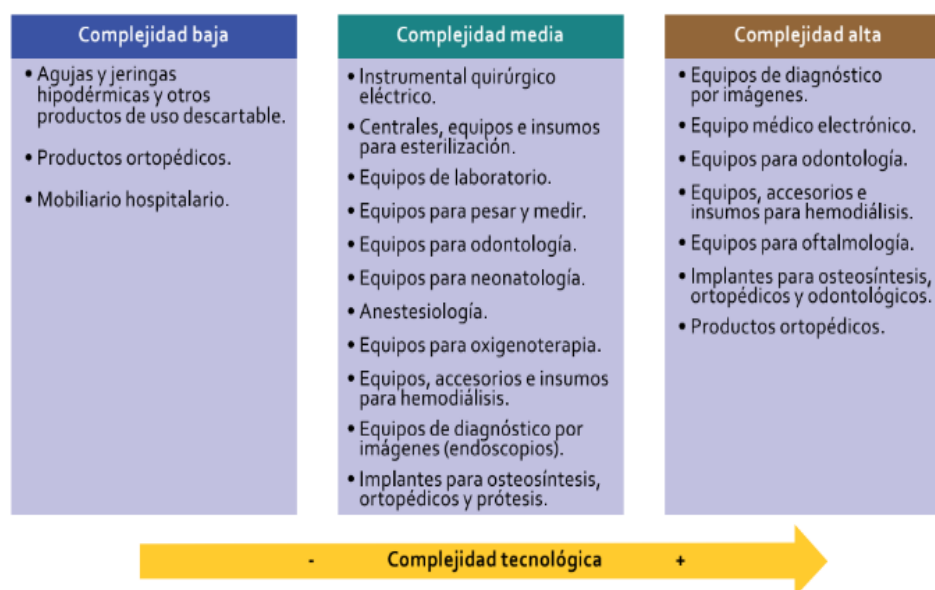
Cuadro. E.1. Productos de equipamiento médico y hospitalario según su clasificación por tipo

MÁQUINAS Y EQUIPOS		INSUMOS Y OTROS	
Segmento	Ejemplo	Segmento	Ejemplo
Equipos de diagnóstico por imágenes	Rayos X, ecógrafos, angiógrafos, pletismógrafos, mamógrafos	Implantes	Para osteosíntesis, ortopédicos y odontológicos
Anestesiología	Máquinas, válvulas y tuberías, vaporizadores	Productos ortopédicos	Camas, sillas de ruedas, bastones
Equipos para oxigenoterapia	Aparatología, gases medicinales, anestésicos	Instrumental para rehabilitación y para tratamiento del quemado	Dispositivos posturales
Equipos de neonatología	Incubadoras, servocunas	Instrumentos de cirugía general y de especialidades	Bisturí
Aparatos para pesar y medir	Balanzas	Mobiliario hospitalario	Luminarias, mesas quirúrgicas, mesas para instrumental, camillas
Centrales, equipos e insumos para esterilización	Equipos a vapor u óxido de etileno	Agujas y jeringas hipodérmicas y otros productos de uso descartable	Jeringas, agujas
Equipo médico electrónico	Electrocardiógrafos, monitores de parámetros vitales, electroencefalógrafos	Indumentaria	Uniformes médicos
Otros instrumentos y equipos de diagnóstico clínico	Esfigmomanómetros, estetoscopios		
Equipos, accesorios e insumos para hemodiálisis	Bombas de infusión		
Equipos para neumología	Respiradores y accesorios		
Equipos para oftalmología	Topógrafo corneal, aberrómetro ocular		
Equipos para odontología	Mini torno		
Equipos para laboratorios	Analizadores, centrífugas, estufas, destiladores de agua, agitadores		

Fuente: Peirano, F (2017). Tomado de CEPAL (2020).

Las firmas del sector también pueden agruparse de acuerdo a la complejidad tecnológica de los productos (Peirano, 2017). Así, se observa un primer grupo de baja complejidad, en el que se desarrollan actividades con tecnologías maduras, altas economías de escala y bajo valor agregado, basado en ventajas comparativas del costo laboral. En segundo lugar, se encuentra un segmento de complejidad media, en el que prevalecen los bienes intensivos en tecnología, la producción en series cortas y la diferenciación de productos sobre la base de diseño, software y funcionalidades de los equipos. Es en este espacio intermedio en el que la Argentina tiene mayor presencia. El último de los grupos está dado por tareas y bienes de alta complejidad, sobre todo vinculado a instrumental quirúrgico y equipamiento electrónico y es conducido por firmas multinacionales líderes. La sofisticación actúa como constructora de barreras a la entrada

Esquema E.4. Equipamiento médico según complejidad tecnológica



Fuente: Peirano, F. (2018)

La posición argentina en el mercado de equipamiento médico presenta ventajas y limitaciones. Por un lado, cuenta con un segmento de proveedores especializados de amplia trayectoria y un acumulado de capacidades tecnológicas-productivas notoriamente estimulado por el Covid 19 (CEPAL, 2020). Por otro lado, se trata del tercer país de la región con mayor déficit comercial en dispositivos médicos. En los 4 años previos al inicio de la pandemia, el promedio anual se aproxima a los 700 millones de dólares. Para una porción no despreciable de productos médicos, los distintos componentes eléctricos y electrónicos importados que son requeridos para su ensamble llegan a representar hasta el 25% de la facturación. El fenómeno de eslabones faltantes, sin embargo, no es exclusivo del sector salud, sino que es relativamente compartido por la mayoría de ramas que conforman a la industria de bienes de capital en el país. Entre los efectos de esta carencia en el ámbito microeconómico, puede observarse que muchas pequeñas y medianas empresas no tienen otra alternativa que acrecentar sus stocks involuntariamente para poder cumplir con las cantidades mínimas que ofrecen los proveedores internacionales (Peirano y otros 2017)⁵¹. Lo mismo repercute en su baja influencia para solicitar

⁵¹ PEIRANO, F., CARREGAL, C. y PEIRANO, M.A.: “El complejo productivo de bienes de capital: entre el carácter estratégico, la expansión y los límites estructurales”, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2017.

requerimientos específicos, redundando así en una menor capacidad de diferenciación respecto a sus competidores externos.

En cuanto a la inversión de las firmas nacionales en I+D, según la Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación elaborada por el Ministerio de Ciencia y Técnica, las empresas argentinas destinan en promedio un 2,4% de sus ventas. Al compararlo con lo invertido por las corporaciones líderes del mercado internacional, se verifica que el promedio europeo la triplica, mientras que el estadounidense es casi cuatro veces mayor (Drucaroff, 2020)⁵².

Por otro lado, resulta interesante destacar que Argentina destina un gasto en salud similar o incluso por encima del promedio de los principales países exportadores de dispositivos médicos. Esto es sumamente relevante en la medida en que la demanda pública en este sector es vital para el sostenimiento y desarrollo de una cadena de proveedores locales. Tal es así que en algunos casos las compras del sector público alcanzan a representar el 70% de la demanda corriente.

Durante el año 2008 se alcanzó el momento de mayor competitividad del sector -medido en términos de desempeño exportador- con ventas al exterior cercanas a los USD 140 millones. Desde entonces, el crecimiento de las importaciones ha superado el ritmo de crecimiento del mercado doméstico, demostrando que la industria nacional ha sido incapaz de capitalizar la demanda creciente.

Ante lo mencionado, se vuelve evidente la necesidad de avanzar en el diseño de políticas que provoquen una mayor autonomía sanitaria para simultáneamente reducir el problema de la escasez de divisas que aflora en el país desde hace décadas, mientras se fortalecen las capacidades del sector para dar respuestas a interrupciones en las cadenas globales de valor.

La experiencia del Covid-19 y las políticas públicas impulsadas a partir de ella, significan un ejemplo paradigmático para observar las potencialidades sectoriales. La exitosa simbiosis entre actores públicos y privados de capital nacional ha logrado dar una rápida respuesta aumentando la oferta de equipamiento. Para ello, colaboraron también otras industrias como la metalmecánica, electrónica, del plástico, biotecnología, software, textil y otras instituciones de ciencia y tecnología vinculadas a la salud.

Industria de equipamiento médico en Chaco

⁵² En base a Medical Product Outsourcing. <https://www.mpo-mag.com/>

A partir del primer relevamiento realizado en la provincia, se detectó la presencia de dos empresas vinculadas al equipamiento médico.

En primer lugar, la firma Nalarii se dedica a la fabricación de electromedicina inteligente. Sus principales desarrollos radican en equipos de iluminación especialmente diseñados para quirófanos y consultorios. Actualmente cuentan con cuatro productos que se encuentran en circulación dentro del Chaco, pero su comercialización por fuera de la provincia está limitada debido a que todavía no cuentan con autorización de ANMAT. Asimismo, la empresa cuenta con un proyecto para incorporar IOT en las lámparas de cirugía y el frontoluz, con el objetivo de permitir un monitoreo a distancia vía una plataforma en la nube.

En segundo lugar, la empresa COECH, con sede en Resistencia, se dedica a la venta de equipamiento médico y prestación de servicios en todas las provincias del Nordeste, Santa Fe y Santiago del Estero. En particular, comercializan maquinarias, reactivos e insumos para las áreas de bioquímica, médica, kinesiológica y estética. Al mismo tiempo, ofrecen servicios de asesoramiento, instalación, capacitación y servicio técnico. Se encuentran habilitados por ANMAT como Distribuidores con Tránsito Interjurisdiccional de Productos Médicos y Productos para Diagnóstico de Uso In Vitro con cadena de frío (de 2 – 8°C).

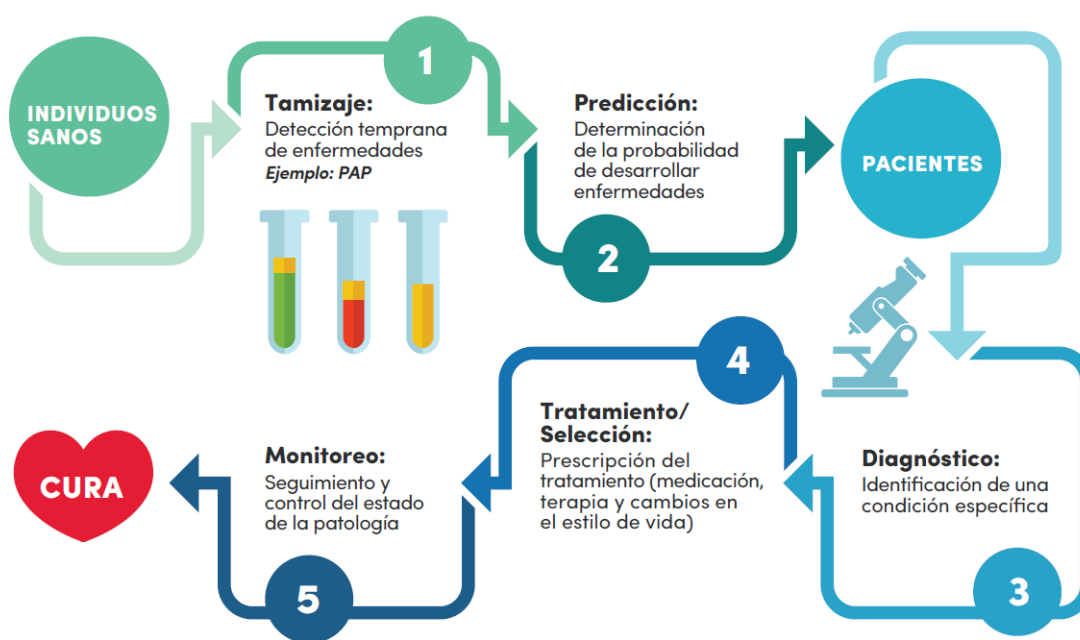
2.3 Kits y servicio de diagnóstico

La etapa de diagnóstico médico involucra la producción de bienes y de servicios vinculados a la detección de patologías, condiciones médicas e infecciones. El método más frecuente para lograr dicho objetivo lo constituyen los test de Diagnóstico in Vitro, que consisten en pruebas realizadas con muestras de sangre o tejidos extraídos del cuerpo humano que permiten determinar el estado de salud de una persona.

Los kits diagnósticos son dispositivos utilizados para dicho fin y su complejidad varía de acuerdo a la prueba: van desde tecnologías de baja sofisticación como los test tipo *dipstick* (los de tiras reactivas como los de embarazo) hasta sistemas analíticos basados casi exclusivamente en computación. En tanto el diagnóstico de la enfermedad constituye un elemento clave en el acceso a los diferentes tratamientos, los kits ocupan un lugar preponderante en el cuidado de la salud. De acuerdo a datos de la asociación MedTech Europe, el 70% de las decisiones clínicas se basan en resultados de test diagnósticos de uso In Vitro (IVD, por sus siglas en inglés).⁵³

⁵³ European IVD Market Statistics report 2017, MedTech Europe"

Esquema E.5. Diagnóstico In Vitro



Fuente: <http://www.globaldiagnosticsalliance.org/valueofdx>

Fuente: CAPRODI

Según la OMS, estos dispositivos deben ser *precisos, simples y accesibles en costo para la población a la que están orientados*, a la vez que deben ser relativamente rápidos en su resultado para evitar la propagación de la enfermedad en caso de que existiera.

El mundo de la medicina actual avanza hacia una atención cada vez más centrada en el paciente y basada en resultados (CAPRODI, 2021). Esto se debe a que las enfermedades pueden comportarse de una manera heterogénea depende el cuerpo del cual se trate, por lo que el conocimiento de genes específicos podría permitir no solo prevenir mejor sino también tratar una determinada enfermedad. En ese sentido, la investigación y el desarrollo en IVD, son una herramienta fundamental para que los profesionales de la salud puedan realizar diagnósticos correctos en el momento adecuado. Estos tests aportan información valiosa que resulta provechosa para la medicina basada en evidencia, el análisis de adecuación y actualizaciones necesarias para el proceso terapéutico, y el control de fármacos genómicos (drogas específicamente diseñadas para un individuo). Entre las ventajas de este fenómeno, se encuentran beneficios clínicos para la sociedad en general -como la detección temprana y prevención de enfermedades-, ahorro económico y mejor asignación de recursos -reduciendo hospitalizaciones o disminuyendo tratamientos erróneos- y mayores certezas para la toma de decisiones médicas. Con todo, los IVD ocupan un papel clave en la búsqueda del tercer objetivo de Desarrollo Sostenible de las

Naciones Unidas que apunta a *garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades*.⁵⁴

Esquema E.6. El valor de la información diagnóstica



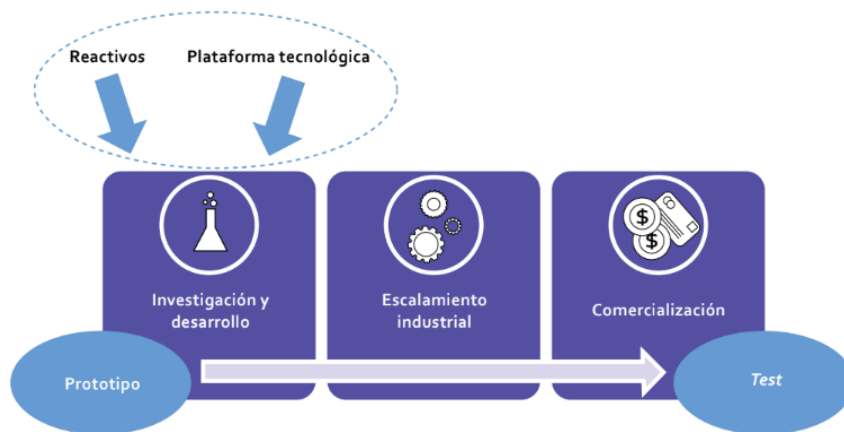
Fuente: CAPRODI

Por otro lado, los IVDs permiten también proveer información acerca de la predisposición para contraer enfermedades, a partir de la combinación de perfiles genéticos/moleculares con agentes ambientales, consumos, alimentación, etc.

La tecnología involucrada en la producción de los dispositivos no es homogénea. Mientras algunos poseen componentes con posibilidad de ser ensamblados en unidades no especializadas, otros exigen la producción de reactivos o instrumental más sofisticado. A continuación, se presentan las fases típicas de desarrollo de un kit.

Esquema E.7. Fases de desarrollo de un kit de diagnóstico *in vitro*

⁵⁴ Organización Mundial de la Salud. Sitio web mundial. Disponible en: <https://www.who.int/topics/sustainable-development-goals/targets/es/#>

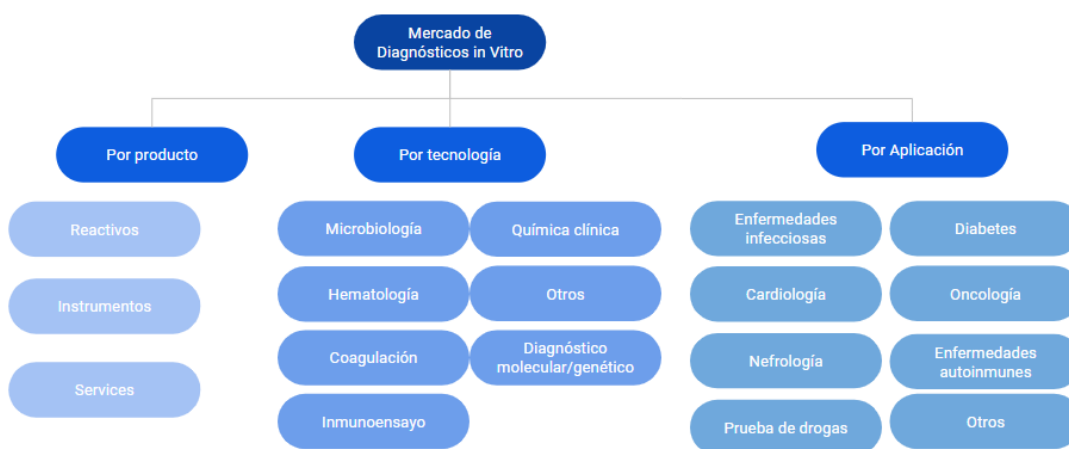


Fuente: Organización Mundial de la Salud (2011), "Local Production and Technology Transfer to Increase Access to Medical Devices: Addressing the barriers and challenges in low and middle-income countries".

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2011)

El mercado de Diagnósticos In Vitro también puede clasificarse según el producto del cual se trate, su tecnología/ el tipo de test, o de acuerdo a su aplicación.

Esquema E.8. Segmentación del mercado de Diagnóstico In Vitro



Fuente: PwC

De acuerdo a la consultora PwC, en el año 2020 el mercado mundial de IVDs superó los USD 80.000 millones, lo que representó un crecimiento del 45% respecto al año anterior, sin dudas motorizado por la irrupción de la Covid19. Si bien todas las regiones mostraron incrementos en sus ventas, América del Norte fue la que más contribuyó en términos absolutos (+USD 10.000 millones), seguido por Europa (+USD 7.000 millones) y Asia-Pacífico (+USD 6.500 millones), siendo esta última la que mostró un aumento más significativo en términos relativos. América Latina, por su

parte, pasó de USD 2.500 millones en 2019 a USD 3.600 millones en 2020, alcanzando un 4,5% de las ventas mundiales.

Son varias las causas que avizoran un futuro prometedor para el mercado de IVDs. En primer lugar, el crecimiento demográfico y el aumento en la esperanza de vida suponen una mayor demanda de esta clase de bienes. A la vez, la mayor frecuencia de enfermedades crónicas e infecciones vuelven más habituales y necesarios los test de diagnóstico no solo para corroborar la existencia o no de la patología sino también su evolución. Lo mismo ocurre con la difusión de la medicina personalizada y las políticas de prevención. Entre otros factores, figuran la relevancia creciente de la salud en el gasto de las personas y en la inversión pública. Todo ello se conjuga con un perfeccionamiento de los IVDs en cuanto a su eficiencia, su baja invasividad, y los avances fruto de la innovación tecnológica (PwC, 2021).

Por otro lado, al igual que en los otros dos subsectores analizados, existen importantes barreras a la entrada actuando en el mercado de kits diagnósticos. La primera de ellas está dada por los altos requerimientos de capital, que implican no solo altos costos proporcionales para el inicio del proceso, sino también a los costos de cambiar de producto para los consumidores. En segundo lugar, los marcos regulatorios pueden implicar estándares estrictos de calidad que son más difíciles de alcanzar para firmas incipientes. Por último, influyen también las economías de escala, el acceso al *know-how*, y la integración a redes de venta y comercialización.

Transferencia tecnológica de Kits Diagnósticos in Vitro a países en desarrollo

La industrialización local de Kits provee ventajas comerciales y logísticas de relevancia. De todas formas, los beneficios mayores se presentan en la medida en que su producción tiene mayor capacidad de adaptarse a las necesidades locales como así también permite la reducción de la demanda de importaciones. Entre las virtudes de ello, se destaca la disminución de barreras regulatorias, la menor demanda de divisas en contextos de estrangulamiento externo, y menores costos de distribución y transporte.

Al mismo tiempo, tres factores influyen en la potencialidad de mejorar el acceso al diagnóstico de poblaciones vulnerables:

por un lado, la mayor voluntad política aceleraría el progreso hacia los Objetivos de Desarrollo del Milenio; por otro, el reconocimiento de mercados emergentes por parte del sector comercial; por último, el desarrollo de nuevas tecnologías apropiadas

para uso en establecimiento de salud que no requieran infraestructura sofisticada o demasiado entrenamiento técnico del personal.

Esquema 9. Sendero de transferencia tecnológica



Fuente: Organización Mundial de la Salud (2011)

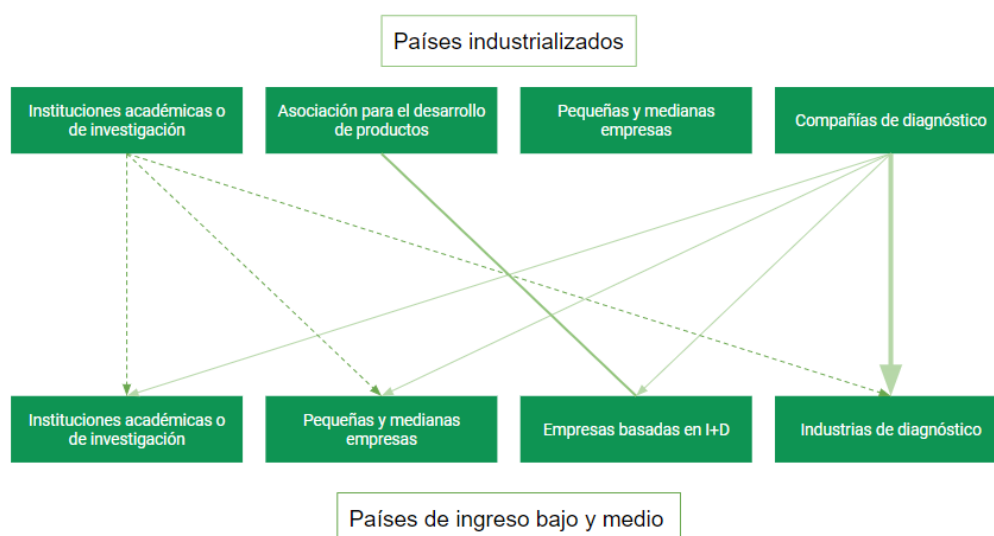
La transferencia tecnológica a un país en desarrollo puede incluir distintos elementos de la cadena productiva de los kits.

- Investigación y desarrollo: transferencia de conocimiento del desarrollo, optimización y evaluación de un test.
- Fabricación: transferencia del know-how asociado a la fabricación y empaquetado, incluyendo diseños y herramientas para la planta industrial como estándares de calidad.
- Comercialización: apoyo para ventas y distribución.

También puede ocurrir que la elaboración de un kit elaborado en otro país no incluya transferencia tecnológica propiamente dicho, debido a que los conocimientos son inherentes al producto y surgen de la bibliografía de público conocimiento.

Son varios los actores que participan de la transferencia de conocimiento: corporaciones multinacionales, pequeñas empresas locales, asociaciones académicas y organizaciones sin fines de lucro. En general, las protagonistas de esta actividad son las empresas de diagnóstico del mundo desarrollado (las emisoras) y las empresas de diagnóstico del mundo en desarrollo (receptoras). Usualmente, las primeras están radicadas en países con un importante mercado doméstico

Esquema 10. Sendero de transferencia tecnológica



Fuente: Organización Mundial de la Salud (2011)

Los productos elaborados bajo este modelo suelen ser más baratos y contar con mayores posibilidades de ser aprobados en el país receptor. Las transferencias vinculadas a I+D, por su parte, deben involucrar tanto al sector público como al privado ya que no hay muchas experiencias exitosas por parte de las empresas del sector.

Las asociaciones para el desarrollo de productos en los países desarrollados tienden a buscar fabricantes de diagnósticos para la transferencia de tecnología y luego negociar precios de dos niveles para sus productos. Gran parte de la innovación en los últimos años para los puntos de atención in situ y la rápida tecnología de detección han venido de pequeñas y medianas empresas de países desarrollados. Luego, son estas compañías las que buscan instituciones académicas o de I+D en países en desarrollo para la utilización de las tecnologías mencionadas en sus respectivos espacios nacionales. Con todo, el modelo descrito se trata del ideal según la OMS.

Regulación internacional y nacional

El marco regulatorio para los kits diagnósticos tiene particularidades importantes según el mercado del cual se trate. En Estados Unidos, a modo de ejemplo, el registro de un kit en la Administración de alimentos y drogas (FDA, por sus siglas en

inglés) puede tener un costo estimado de hasta USD 2 millones según la OMS⁵⁵. Además, el producto debe superar una serie de evaluaciones vinculadas a su seguridad y efectividad, entre otras.

La Unión Europea, por su parte, establece una serie de regulaciones que luego deben ser implementadas por los países para poder contar con el sello de *Conformidad Europea*. Éstas sólo incluyen el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura y a diferencia de la FDA no incorpora variables de eficiencia y performance.

En Argentina, el organismo encargado de autorizar y controlar el desarrollo de kits diagnósticos es la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). La misma define a los productos de “diagnóstico para uso in vitro” como “todos aquellos Reactivos, Instrumentos y Sistemas, junto con las instrucciones para su uso, que contribuyan a efectuar una determinación, cualitativa, cuantitativa o semicuantitativa en una muestra biológica, y que no sean ingeridos, inyectados o inoculados a seres humanos y que son utilizados únicamente para proveer información sobre especímenes extraídos del organismo humano.” En este punto, es relevante aclarar que la ANMAT únicamente verifica su eficiencia en la detección para los casos de enfermedades de transmisión sexual (ETS) o sanguíneas. Para el resto de los productos, la información se limita a la idoneidad del equipo que participó en su elaboración, la existencia de un manual de uso para usuarios, y a la integridad técnica del producto.

La falta de homogeneidad entre los diversos marcos regulatorios y la ausencia de evaluaciones de eficiencia redundan en producción y reproducción de kits que en realidad no cuentan con la calidad y transparencia deseable para su difusión.

Con todo lo dicho, cabe concluir que un sistema de comercialización que garantice calidad y eficacia para las distintas instancias del sistema de salud o bien de esquemas de compras conjuntas que generen estandarización de calidad y ahorros en sus costos puede ser de suma utilidad para el desarrollo virtuoso del sector (Drucaroff, 2020). Incluso mayor potencialidad podría cobrar si se tratara de una homogeneización a nivel Mercosur que permita ampliar la escala para muchos desarrollos incipientes en los que Argentina posee ventajas comparativas respecto al resto de países de la región.

Tendencias del sector en Argentina

⁵⁵ Específicamente para productos que no estén orientados al mercado interno.

La mayoría de los kits que circulan en Argentina requieren de instrumental específico importado para la lectura de los resultados, que usualmente son comercializados por los mismos desarrolladores de los reactivos. Un ejemplo paradigmático lo constituyen los kits de caracterización biológica por colorantes, que requieren reactivos y lentes de testeo especiales. Algo similar ocurre con los antígenos, anticuerpos y tecnología de etiquetado en las tecnologías inmunocromatográficas y con los agentes primarios del ADN y termocicladores en los PCR. En un fragmento considerable de estos casos se tratan de insumos o equipos importados, que a su vez suelen contar una fuerte regulación en los países exportadores para limitar el desarrollo de sus tecnologías en los países receptores. Todo ello actúa como obstáculo del acceso al desarrollo de kits, principalmente para las regiones con mayores restricciones presupuestarias en el sistema de salud.

Argentina cuenta con capacidades importantes en el rubro de investigación en procesos biológicos muy útiles para el descubrimiento de marcadores, predictores de la enfermedad para su detección. Para profundizar la inserción, es deseable complementar la investigación biológica con otros desarrollos del ámbito de la física, la ingeniería electrónica y el diseño de instrumentos (CEPAL, 2020). De esta forma, lograr una mejor articulación entre las instituciones de ciencia y técnica, los sistemas de salud, y las empresas productoras de dispositivos médicos ha de ser un objetivo prioritario de intervención por parte de las políticas públicas.

En marzo de 2020, el último trimestre previo a la irrupción de la pandemia de Covid19, el mercado de kits diagnósticos en Argentina contaba con aproximadamente 70 empresas entre las que se hallaban fabricantes locales de reactivos de pequeña escala y (filiales de) grandes empresas multinacionales dedicadas a la comercialización de sus productos en el mercado local. Este número es prácticamente idéntico al del año 2007, lo que verifica cierta estabilidad de la cantidad de firmas. En cambio, el nivel de empleo no ha parado de crecer desde entonces y alcanzó en 2020 los 2500 empleados, logrando así duplicar el empleo en poco más de una década.

La demanda promedio de productos de diagnóstico se ubica por debajo de la de otros mercados vinculados a la salud humana como el de drogas o vacunas. Esto repercute a la vez en la inversión destinada a la investigación y desarrollo de dicha rama, que concentra una menor atención. De acuerdo a los datos de Deloitte (2019), de los USD 400.000 millones que componen el gasto en productos médicos para el año 2017, solo el 12% se vincula a kits de diagnósticos in vitro.

En cuanto al balance comercial de reactivos para el diagnóstico, se verifica un déficit sostenido y creciente que en el año 2019 -el último previo a la pandemia- superaba los USD 100 millones.

Kits y servicio de diagnóstico en Chaco

La institución más relevante del sector por su tamaño e influencia es **Laboratorios Chaqueños**, una Sociedad Anónima con 99% de participación estatal que se dedica principalmente a la producción de diagnóstico médico para uso clínico. Además de dedicarse a la bacteriología y la inmunología, ofrecen insumos para laboratorios entre los que se destaca el agua desionizada de clase 2 que se utilizan en toda la provincia para diluir reactivos.

Durante la pandemia destinaron una porción del laboratorio para que se centralizaran todos los test serológicos de anticuerpos de Covid19 y desarrollaron un test propio autorizado por ANMAT cuyos componentes son en su mayoría de fabricación nacional. Actualmente, su catálogo aborda seis áreas diferentes: medios de cultivo para bacteriología; medios de cultivo para micología; colorantes; inmunología; insumos; y medios especiales. En este último grupo se encuentra el *Carba Color*, un kit que detecta la resistencia de ciertas bacterias a los antibióticos. La empresa podría replicar el producto con otros 3 o 4 kits similares y en el mediano plazo podría ser exportado a países de la región como Brasil o Paraguay.

A diferencia de lo que ocurre en la industria farmacéutica, en el nicho de mercado de reactivos para diagnóstico no existe una concentración que impida la competencia y la entrada de nuevos actores, lo que ofrece mayores oportunidades para emprendimientos locales.

En la actualidad, la totalidad de los clientes de Laboratorios Chaqueños están radicados en la provincia, y el 80% de sus ventas están destinadas a entidades públicas del sistema de salud provincial.

En el ecosistema de ciencia y tecnología de la provincia se destaca el **Instituto de Medicina Regional de la Universidad Nacional del Nordeste (IMR)**, cuyas actividades abarcan la investigación científica, la asistencia/asesoramiento en materia de las patologías infecciosas y tropicales de prevalencia regional.

Las líneas de investigación del IMR se dividen en las siguientes áreas: Medicina Tropical, Inmunología, Medicina Preventiva, Biología Molecular, Bacteriología, Entomología y Micología. Dentro de ésta última, se encuentran los estudios para

mejorar las pruebas de la *paracoccidiodomicosis*, una infección fúngica endémica del norte argentino que presenta altas deficiencias en su diagnóstico. Se trata de una enfermedad ausente en el Norte global y bastante presente en Misiones, Orán, Salta e incluso el Hospital Muñiz de Buenos Aires. Actualmente no existe un diagnóstico serológico estandarizado ni *lateral flow*, el método utilizado en dispositivos como el Evatest o el test rápido para Covid.

Con la irrupción de la pandemia, el IMR debió abocarse principalmente a colaborar en los tests de COVID. Al mismo tiempo, permitió la incorporación de nuevas tecnologías e inspiraciones para el desarrollo local de investigaciones. Así, desde el último tiempo, se encuentran trabajando junto con Laboratorios Chaqueños en un kit para diagnóstico serológico de Paracoccidiodomicosis. El IMR produciría los reactivos y el Laboratorio se encargaría del kit, el packaging y la comercialización. Existe un convenio entre CONICET - Laboratorios Chaqueños y el IMR.

Por su parte, en el área de inmunología se encuentran trabajando en la producción de antígenos para detectar *toxocariosis*, un parásito que se transmite a través del ambiente y que tiene alta incidencia en la provincia.

El IMR cuenta con un secuenciador de ADN. Actualmente realizan secuencias de virus (reciben muestras de Covid desde Corrientes), pero cuenta con el potencial para analizar bacterias, parásitos e incluso ADN humano. Dado que es el único secuenciador en la región, posee una elevada demanda. Sin embargo, la comercialización de servicios por parte del IMR se encuentra limitada por falta de personal. Otro problema vinculado al secuenciador radica en las fallas en la conectividad, que impiden la correcta transmisión de datos desde el equipo vía internet.

Finalmente, desde la Unidad de Análisis de ADN del Colegio Oficial de Farmacéuticos y Bioquímicos de la Capital Federal se le ofreció al IMR desarrollar tecnología para secuenciación forense en el Chaco aprovechando la maquinaria existente. Sin embargo, nuevamente para aprovechar el potencial se requiere financiamiento, no solo para insumos sino fundamentalmente para sumar recursos humanos.

El Instituto Chaqueño de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICCTI) colaboró en el IMR a través de la presentación de proyectos para modernización tecnológica. A partir de las políticas de financiamiento nacional desplegadas como respuesta al COVID, el IMR recibió nuevo equipamiento, principalmente proveniente de MiNcYT y COFECyT.

Por su parte, la Fundación Bunge y Born donó equipos y dinero para la compra de reactivos.

Recientemente, aplicaron a la convocatoria del Programa Federal “Equipar Ciencia”, a través del ICCTI, para la adquisición de un equipo de alta complejidad denominado “MALDI-TOF”. Este equipo consta de una base de datos pre-cargada que permite detectar rápidamente los distintos microorganismos que se le introducen (hongos, bacterias, parásitos). Hoy en día no existe en todo el NEA y por ese motivo deben transportar los microorganismos a Buenos Aires para poder identificarlos.

El costo del equipo es de USD 300.000 dólares, pero cuenta con la ventaja de que luego el insumo para su utilización es de bajo costo. Asimismo, el impacto en ahorro de tiempo y costo sanitario sería significativo. A modo de ejemplo, se trata de una maquinaria que serviría para detectar la *cándida auris*, una infección que, en caso de ingresar a la Argentina por la frontera norte, actualmente no se podría detectar rápido y podría implicar un grave problema de salud regional.

Si bien en el IMR generalmente no se realizan investigaciones en el área de farmacología, sí llevan a cabo análisis sobre la valoración de respuesta al tratamiento de microorganismos. En ese sentido, se efectúan testeos de resistencia a medicamentos por parte de bacterias y hongos. Sin embargo, como excepción, se encuentran desarrollando una nueva línea de investigación en nanotecnología que busca producir un medicamento para tratamiento de micosis locales a través de plata y síntesis verde.

La presencia de recursos humanos calificados es una capacidad diferencial del IMR, sin embargo, actualmente enfrentan problemas para sumar nuevos doctorandos y para la retención de recursos formados en la provincia, al encontrarse limitadas las convocatorias para el ingreso a carrera de investigación. En cuanto a los perfiles requeridos, se destaca la necesidad de un bioinformático y de personal de apoyo (CPA).

Por último, a partir de las entrevistas realizadas a actores del sector, también se observa una carencia en la cadena de diagnóstico de salud reproductiva. Se trata de una actividad con significativo potencial dentro del sector – ninguna provincia del Norte Grande cuenta con laboratorios para el análisis de muestras seminales- y para la que cuenta con capacidades más importantes que el resto de la región.

En líneas generales, algunos de los desafíos principales a explorar en las secciones siguientes del documento radican en una mejor articulación entre las etapas de

investigación y las de producción; la incorporación de maquinaria que permita optimizar el desarrollo y el escalamiento de la producción luego de la etapa experimental; la atracción y contención de recursos humanos calificados; y la profesionalización de la vinculación tecnológica.

Resumen del diagnóstico del sector Salud Humana

De acuerdo con el primer acercamiento al sector a partir del relevamiento de información secundaria y las entrevistas realizadas, se aprecia en forma preliminar que la industria de la salud humana en el Chaco cuenta con instituciones públicas y privadas con potencial en el desarrollo en el nicho específico de kits diagnósticos. Se trataría de una inserción virtuosa no sólo para la provincia sino también para la región, en tanto permitiría ganar participación en eslabones de alto valor agregado a la vez que podría contribuir a diagnosticar enfermedades de fuerte incidencia en el nordeste argentino. Por otro lado, la provincia presenta mayores debilidades relativas en el ámbito de la producción de equipamiento en tanto se ha identificado una única empresa fabricante. Algo similar ocurre en el subsector de la industria farmacéutica, en donde los requerimientos de inversión y escala dificultan su desarrollo. Sin embargo, el reciente surgimiento del INIPTA puede significar una oportunidad para la provincia en el ámbito de la investigación para el tratamiento de enfermedades regionales. En este sentido se advierte la necesidad de profundizar la vinculación tecnológica del Instituto con el ecosistema de CyT y el ámbito de la producción de bienes y servicios a nivel regional.

En síntesis, el sector Salud de la Provincia del Chaco posee capacidades acumuladas asimétricas entre las distintas industrias analizadas en el presente informe.

A modo de ejemplo, al interior de la rama farmacéutica se verifica que la provincia cuenta con instituciones de ciencia y técnica orientadas principalmente al desarrollo de nano y micropartículas para el encapsulamiento de fármacos, pero no se observa una presencia relevante en la producción de medicamentos. Se trata de un aspecto que responde principalmente a las altas barreras existentes en el mercado de drogas medicinales y su consecuente concentración en pocas empresas líderes de capitales transnacionales.

En la industria de equipamiento médico ocurre lo inverso: mientras no se han identificado centros de investigación que estén explorando el desarrollo, la empresa chaqueña Coech ofrece equipamiento médico, bioquímico, veterinario, forense, reactivos e insumos en todas las provincias del nordeste. Además, se encuentran habilitados por ANMAT como Distribuidores lo que les permite ofrecer sus productos

y servicios por todo el país. Por su parte, la empresa Nalaih cuenta con desarrollos propios de equipos de iluminación y si bien su escala de producción es aún limitada, muestra un gran potencial de crecimiento en un nicho específico.

A diferencia de los dos subsectores precedentes, la industria de Kits y Servicios de Diagnóstico Clínico en Chaco da cuenta de un recorrido virtuoso -potenciado en los años 2020 y 2021 por la irrupción de la pandemia- que en la actualidad le permiten contar con instituciones tanto en la elaboración como en el desarrollo de nuevos productos de diagnóstico *in vitro*. En este sentido, existen laboratorios públicos y privados dedicados al procesamiento de análisis clínicos y también centros de investigación (dentro y fuera de los laboratorios) desarrollando nuevos tests que no solo pueden ser de suma relevancia por sus encadenamientos productivos sino por su impacto en la salud de la población, principalmente cuando se trata de kits para enfermedades con alta incidencia en la región. La Sociedad Anónima de capital estatal Laboratorios Chaqueños constituye la principal empresa del (sub)sector.

Matriz de diagnóstico tecnológico sectorial

A partir de los resultados obtenidos en los diagnósticos tecnológicos por sector, la siguiente matriz resume los problemas, vacancias y/u oportunidades no explotadas que dan cuenta de potenciales espacios de intervención vía CTI para mejorar la competitividad y potencial de los sectores seleccionados, promoviendo su escalamiento tecnológico y productivo.

Sectores Tecnológicos	Software y Servicios Informáticos	Ganadería Bovina	Energías Renovables	Cereales y Oleaginosas	Salud Humana
TICs	<p>Fallas en la conectividad, en particular en áreas aisladas.</p> <p>Proyecto de desarrollo de una RTU de origen nacional (Matijasevic).</p> <p>Proyecto para mejorar el software de gestión para desmotadoras. Faltan recursos para terminar el desarrollo (Servisoft).</p> <p>Tecnología de sensores aplicada como prueba piloto en un feedlot ganadero. Falta inserción comercial (Airbits).</p> <p>Capacidad en servicios de monitoreo satelital para el sector agrícola y productos de robótica y automatización desarrollados a medida del cliente. Falta inserción comercial (Sergeotech).</p>	<p>Fallas en la conectividad que tienen, de forma general, los productores.</p> <p>Relativa implementación de la ganadería de precisión con dispositivos de monitoreo desarrollados por el INTA (tecnología LoRa).</p> <p>Falta de vinculación con empresas del sector de software y servicios que podrían articular en la gestión individual del ganado.</p>		<p>Capacidad para profundizar la utilización de la agricultura de precisión, sobre todo en pequeños y medianos productores.</p> <p>Fallas de conectividad en las regiones productoras.</p> <p>Insuficiente vinculación con empresas del sector de software local, aun cuando estas cuentan con capacidad para brindar servicios al sector agrícola.</p>	<p>Proyecto para incorporar IOT en las lámparas de cirugía y el frontoluz (Nalaih)</p> <p>Fallas de conectividad que impiden el correcto funcionamiento del secuenciador de ADN del IMR</p>

Matriz de diagnóstico tecnológico sectorial (Cont.)

Sectores Tecnológicas	Software y Servicios Informáticos	Ganadería Bovina	Energías Renovables	Cereales y Oleaginosas	Salud Humana
<p>Biotechnología</p>		<p>Desarrollos vinculados a las pasturas megatérmicas en articulación con el INTA.</p> <p>Empresa productora de alimentos balanceados ("Golden Brand") con insumos locales.</p> <p>Producción de vacuna congelada contra la tristeza bovina por parte de empresa local (Litoral Biológicos SRL), con vida útil extendida.</p>	<p>Oportunidad de aprovechamiento de la biomasa seca (forestal y algodonera) para bioenergía</p>	<p>Oportunidad de aprovechamiento de la biomasa para la elaboración de aceites y productos alimenticios basados en cereales y oleaginosas.</p>	<p>Capacidades en investigación en el área de biofarmacéutica (INIPTA)</p> <p>Producción de Kit Carba Color. Oportunidad de exportación de kits similares (Laboratorios Chaqueños)</p> <p>Proyecto para producción de kit para diagnóstico serológico de Paracoccidiodomicosis (Laboratorios Chaqueños – IMR)</p> <p>Capacidad para secuenciar ADN (IMR), potencial oferta de servicios y secuenciación forense.</p> <p>Proyecto para producción de soluciones parenterales (Litoral Biológicos SRL)</p>

Matriz de diagnóstico tecnológico sectorial (Cont.)

Sectores Tecnológicos	Software y Servicios Informáticos	Ganadería Bovina	Energías Renovables	Cereales y Oleaginosas	Salud Humana
Nanotecnología		Escaso desarrollo de estas tecnologías para la detección temprana de patologías, su tratamiento y seguimiento.	Existen aplicaciones para la mejora de la eficiencia de celdas fotovoltaicas (tecnología ausente a nivel nacional. Baja probabilidad de desarrollo local).	La incorporación de nanopartículas puede ser utilizadas en la preparación de nuevas formulaciones como insecticidas, fungicidas, repelentes de insectos y feromonas (tecnología bajo investigación a nivel nacional).	Capacidades en desarrollo de nano y micropartículas para el encapsulamiento de fármacos, en particular para el tratamiento de la enfermedad de Chagas (INIPTA) Nueva línea de investigación en nanotecnología para la producción de un medicamento para tratamiento de micosis locales (IMR)
Otros servicios intensivos en conocimiento	Necesidad de asistencia técnica para mejora organizacional de las empresas del sector		Escaso desarrollo de instituciones de CyT locales vinculadas al sector	Necesidad de capacitación para trabajadores rurales y pequeños productores.	Capacidad en servicios de asesoramiento, instalación, capacitación y servicio técnico de equipamiento médico (Coech y Nalaih) Capacidad de testeos de resistencia a medicamentos por parte de bacterias y hongos (IMR)

Matriz de diagnóstico tecnológico sectorial (Cont.)

Sectores Tecnologías	Software y Servicios Informáticos	Ganadería Bovina	Energías Renovables	Cereales y Oleaginosas	Salud Humana
Modernización tecnológica		<p>Necesidad de desarrollar y mejorar el apotreramiento de los establecimientos.</p> <p>Falta generalizada de mejoras intra y extra prediales.</p> <p>Compra de mangas, cepos, corrales de aparte, etc. para realizar de forma adecuada prácticas sanitarias y maniobras reproductivas.</p>	<p>Oportunidad para financiamiento de la demanda de SST, paneles fotovoltaicos y calderas de bioenergía, tanto para uso doméstico como industrial</p> <p>Necesidad de Incorporación de maquinaria en la industria forestal para aumentar la disponibilidad y densidad del recurso biomásico</p> <p>Oportunidad para reutilizar paneles en desuso del Permer</p>	<p>Oportunidad para financiar y promocionar la producción de aceites refinados.</p> <p>Oportunidad para incrementar la oferta de acopio de semillas con una apropiada conservación.</p>	<p>Necesidad de financiamiento para compra de equipo Spray-Drying y Maldi-TOF</p>

Fuente: Elaboración propia.

II. PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS Y POTENCIALES ESPACIOS DE INTERVENCIÓN VÍA CTI

En el presente capítulo se identifican los espacios de intervención que responden a problemáticas u oportunidades para cada uno de los cinco complejos productivos provinciales seleccionados, junto con la definición de estrategias que permitan llevar adelante una intervención pública planificada. En este sentido, se apunta a la coordinación de las posibilidades del complejo científico-tecnológico con las necesidades de la estructura productiva provincial.

En primer lugar, se destacan algunos desafíos comunes a las actividades productivas seleccionadas; en segundo lugar, se presentan los espacios de intervención específicos para cada sector.

1. Espacios transversales de intervención

La heterogeneidad de los sectores seleccionados dificulta la identificación de desafíos totalmente transversales a todos ellos. Así, mientras que el sector de Software y Servicios Informáticos opera con una elevada capacidad técnica y muestra un interesante dinamismo en materia de I+D en el sector privado, a pesar de su carácter predominantemente micro y pyme; en contraste, la Ganadería local mantiene problemas de productividad vinculados a la falta de adopción de tecnologías básicas, incluyendo aspectos sensibles como el manejo sanitario del rodeo.

Por su parte, la producción de Cereales y Oleaginosas muestra un grado de adopción de tecnología -semillas, maquinaria agrícola, etc- similar al vigente a nivel nacional, aunque se aprecian algunas diferencias al interior del sector según el tamaño de los productores. En este caso, se identifican oportunidades de mejora en la agregación de valor de la producción primaria.

Luego, la generación de Energía Renovable muestra un gran potencial de desarrollo, con esfuerzos en curso tanto del sector privado como público, aunque adolece de una política planificada que integre los proyectos en curso.

Finalmente, dentro del amplio sector de Salud Humana se ha identificado el nicho de producción de kits y servicios de diagnóstico como el de mayor potencial de

desarrollo, a partir de las capacidades existentes en la provincia, así como también existen proyectos específicos con impacto en el sector de equipamiento médico y en el desarrollo de investigación científica vinculada a la producción de medicamentos.

En este marco, la problemática que atraviesa a todos los sectores se vincula con la disponibilidad de recursos humanos. Este desafío, no obstante, adopta formas específicas en cada sector.

En el caso de Software, se evidencia un nivel de formación adecuado en la oferta académica local, pero el sector opera con un permanente exceso de demanda, presionado por la competencia de la demanda externa, por lo que el aspecto cuantitativo de la oferta de mano de obra es la clave en este sector.

En la Ganadería, se requiere, en cambio, mano de obra especializada para lograr mejoras en el manejo del rodeo, destacándose el bajo nivel de conocimiento de buenas prácticas en gran parte de los productores locales, por lo que se destaca la necesidad de expandir las actividades de extensión y capacitación.

En las Energías Renovables, también se evidencia una falta de recursos humanos especializados, en línea con el aun escaso desarrollo del sector a nivel local. En particular, se destaca en este sector la falta de desarrollo y vinculación de instituciones de CyT local que puedan aportar conocimiento técnico para el desarrollo de proyectos específicos en cada tipo de energía renovable.

En el sector de Cereales y Oleaginosas, se advierte la necesidad de contar con mano de obra capacitada, dirigida especialmente a pequeños y medianos productores, para el manejo de nuevas tecnologías vinculadas a la agricultura de precisión.

En el sector de Salud Humana, se ha identificado un cuello de botella en la formación de recursos humanos en el nivel post universitario, el cual resulta relevante dado el alto requerimiento de tareas de investigación básica y aplicada del sector.

2. Espacios de intervención sectoriales

A. Software y Servicios Informáticos (SSI)

A pesar del carácter Micro y PyME del sector a nivel local, la provincia cuenta con empresas con capacidad de ofrecer tanto desarrollos de software a medida como productos “enlatados” y aplicaciones para automatizar procesos productivos con impacto en sectores productivos locales. En este marco, los principales problemas del sector se vinculan con la disponibilidad de recursos humanos (dificultad que atraviesa el sector a nivel mundial), y el bajo grado de adopción de TICs por parte de terceros sectores a nivel provincial. Asimismo, a partir del relevamiento realizado se han identificado problemáticas relacionadas con el carácter “dueño intensivo” de las empresas del sector y fallas de conectividad, en particular en el interior de la provincia.

Escasez y dificultad para retener recursos humanos

La subcontratación (*outsourcing*) de SSI a nivel internacional es impulsada por una serie de ventajas, como un desarrollo de software más rápido, eficiencia de costos (menores y más flexibles), mejor calidad y reducción de riesgos. Esta tendencia supone tanto oportunidades como desafíos para las empresas argentinas. Por un lado, dada la buena calidad del recurso humano en Argentina, el outsourcing abre oportunidades de exportaciones de servicios. Por otro lado, la escasez relativa de personal calificado en el mercado local está generando problemas de retención de recursos humanos para las empresas nacionales, afectando su competitividad. Así, uno de los motivos que llevan a la subcontratación por parte de empresas extranjeras (escasez de RRHH en sus mercados de origen) generan cuellos de botella en los países que proveen esa mano de obra remota.

En este marco, la necesidad de digitalización de las empresas derivada de la pandemia generó un crecimiento exponencial de la demanda de RRHH en el sector, lo que agravó el exceso de demanda de personal en un contexto en el que a las empresas locales enfrentan dificultades para retener trabajadores que tienen la posibilidad de trabajar como en forma remota para empresas del exterior⁵⁶.

⁵⁶ Las actuales condiciones macroeconómicas generan también otro tipo de incentivos, contrarios a la formalización del trabajo en el sector. Algunas empresas medianas operan localmente, pero crean una sociedad en el exterior que actúa como compradora de servicios de la empresa local. De esa forma, en lugar de registrar a los trabajadores bajo una relación de dependencia local, estos perciben su salario en el exterior en divisa sin estar registrados en Argentina.

En particular, la mayor dificultad reside en la oferta de trabajadores con calificación semi senior. Esta carencia supone un desafío de difícil resolución en el corto plazo dado que no es solucionable con formación básica o inclusive universitaria, dado que en ese nivel de calificación la experiencia laboral tiene más peso que la educación formal. Dada la dinámica del sector de SSI, la formación universitaria otorga una calificación superior, pero los planes de estudio “corren detrás” de las necesidades de la demanda. En este sentido, el sector se enfrenta con un problema que se vincula más con las condiciones del mercado determinadas por factores macroeconómicos (costos relativos en dólares) que con una carencia formativa de un perfil determinado en la educación formal.

Fortalecimiento de formación básica y superior de corta duración

El exceso de demanda de mano de obra no es un problema nuevo ni desconocido por los actores clave en el sector. La influencia de los determinantes macroeconómicos sobre este problema y la relevancia de la experiencia laboral por fuera del sistema educativo formal implica que no existan soluciones rápidas y definitivas. En este marco, desde la política pública provincial se han encarado estrategias que han contribuido a aumentar la oferta de recursos humanos a corto plazo de manera exitosa.

La provincia ya cuenta con una carrera de corta duración en el nivel terciario (la Tecnicatura Universitaria en Programación en la UTN). Además, el programa del Informatorio ha logrado aumentar significativamente la formación introductoria básica en materia de desarrollo de software. Las empresas del sector han manifestado que el nivel de calificación de los egresados del Informatorio aporta una base que le permite a la empresa continuar la capacitación in-house. En esta misma línea se ubica el programa Pixel Lab orientado a la formación de corta duración orientada al desarrollo de videojuegos.

En este contexto, pueden plantearse algunas alternativas con el objetivo de profundizar el camino que viene trazando la política de formación provincial de RRHH.

A modo de continuación de la capacitación de amplio alcance brindada en el Informatorio, podría implementarse una segunda instancia, en la que los egresados de las tres etapas iniciales (la tasa de egreso del programa completo es menor al 10%) puedan acceder a un mayor grado de

especialización. Como se mencionó anteriormente, el Informatario apunta a la masividad del alcance y la difusión de herramientas básicas que mejoren la empleabilidad de los recursos humanos, excediendo el ámbito del sector SSI. Así, la segunda etapa de formación no necesariamente debe implementarse dentro del mismo Informatario, sino a través de un programa diferente, con mayor peso de la modalidad presencial en la cursada de manera de generar comunidad entre estudiantes y mentores/docentes. Entre las temáticas relevadas con interés por parte de las empresas locales y en las que se estima alta demanda en los próximos años se destacan: cloud computing, redes, ciberseguridad, IOT, testing automatizado, ingeniería y ciencia de datos y full stack development. Estas temáticas involucran roles para los que no resulta necesario una formación universitaria de largo plazo. Por otra parte, las temáticas abordadas en esta instancia deben ser flexibles, adaptables a la dinámica del sector.

Otra alternativa, complementaria a la formación no universitaria de corto plazo, es la generación de incentivos para la cursada y finalización de carreras universitarias a través de becas.

Reticencia a la incorporación de herramientas de transformación digital por parte de las empresas locales

Se advierte una carencia en la difusión de las soluciones informáticas y digitales en el entramado productivo local. La compilación, sistematización y análisis de datos en tiempo real mediante herramientas informáticas permite aumentar la productividad. Para ello se requiere, además de una mayor adopción de herramientas de software, la incorporación de sensores inteligentes. Aunque este problema puede interpretarse como “externo” al propio sector de SSI, implica una traba al crecimiento de las empresas locales a partir de la demanda del sector productivo provincial. Un caso que ha aparecido en repetidas ocasiones en el relevamiento realizado es el sector ganadero. Aun cuando existen empresas locales con capacidad para brindar servicios dentro de la gama de la denominada industria 4.0 con aplicaciones directas en la ganadería de precisión, la oferta choca contra el carácter tradicional del productor “tipo” de la provincia. En la agricultura también existen desarrollos como plataformas robóticas genéricas y drones que pueden adaptarse a diferentes aplicaciones a través del montaje de instrumentos ópticos moldeados a la necesidad del cliente.

Divulgación de las potencialidades de la digitalización y asistencia para su incorporación

Una alternativa para lograr mayor penetración gradual de la oferta de SSI a nivel local es potenciar la conexión entre la oferta y la demanda local mediante acciones de promoción comercial. Para ello una opción es la realización de ferias con convocatoria a las cámaras empresarias locales en las que se exponga la oferta de soluciones y prestaciones TIC de las empresas provinciales. Algunas empresas del sector han manifestado necesitar apoyo financiero para incrementar su presencia en ferias sectoriales con gran presencia de productores locales (por ejemplo, en la exposición Agronea o la fiesta nacional del algodón). También pueden organizarse eventos de networking más específicos en los que se arribe con un relevamiento previo de las necesidades específicas de empresas locales de terceros sectores.

Sin embargo, el bajo grado de adopción de herramientas informáticas de monitoreo y control da cuenta de la necesidad de implementar acciones que superen la mera difusión de la oferta disponible para lograr un impulso inicial. En este sentido, una alternativa es la realización de concursos de soluciones TIC a problemas específicos de un conjunto acotado de empresas, con intermediación de organismos públicos como el ICCTI, el INTI y el INTA. La identificación de problemas concretos y el apoyo financiero para desarrollar e incorporar una solución desde el ámbito TIC podría arribarse a “casos de éxito” que sirvan para generar un efecto contagio en el entramado productivo local. La articulación con organismos de CTI provinciales resulta importante para brindar asesoramiento técnico a fin de promover una automatización gradual y progresiva de los procesos productivos.

Incentivos a la demanda de Software y Servicios Informáticos

En forma complementaria a las estrategias anteriormente delineadas, otra alternativa posible es la implementación de programas de incentivo a la demanda de SSI mediante apoyo financiero (ANR). Esta política puede desplegarse en coordinación con los planes productivos sectoriales, como el Plan Ganadero, los cuales ya cuentan con acceso a los productores a través de herramientas similares.

Problemas de organización empresarial derivados del carácter micro empresario predominante en el sector.

Además de la proliferación del cuentapropismo, el reducido tamaño de las empresas del sector conlleva el carácter “dueño intensivo” que incide sobre la posibilidad de expansión comercial. Esta característica se refleja también en la limitada difusión del uso del programa de complemento salarial Empleo Conocimiento en Chaco.

Asistencia técnica para mejora organizacional

El escalamiento de las microempresas y más aún el paso desde cuentapropismo a la organización empresarial depende de múltiples factores, algunos de ellos fuera del alcance del espacio de incumbencia de la CTI. Es una característica común en el sector que las empresas se encuentren dirigidas y gestionadas por especialistas en el aspecto tecnológico, sin contar con apoyo especializado en otros aspectos de la organización. En este sentido, la asistencia técnica orientada a startups, micro y pequeñas empresas locales en áreas como la gestión comercial, marketing y administración contable contribuiría al desarrollo del sector. Asimismo, puede impulsarse la difusión y asistencia para acceder a financiamiento disponible a través de la Ley del Conocimiento.

Impulso a la generación de un ecosistema de SSI local

Luego de un primer paso con la conformación del Poli IT, el Parque Tecnológico y del Conocimiento en construcción en la localidad de Fontana puede contribuir a generar un cluster en donde convivan empresas con el sector académico y de investigación.

El proyecto apunta a fomentar la instalación de startups en el Parque, aunque se advierte la necesidad de contar con recursos humanos para conformar una incubadora/aceleradora de proyectos, con capacidad de convocar, seleccionar proyectos viables y asistirlos en su desarrollo.

Fallas en la conectividad, en particular en áreas aisladas

El problema principal radica en la inestabilidad de la conexión a partir de la intermitencia en la distribución de energía eléctrica. Aunque la falta de capilaridad en la infraestructura de distribución energética afecta a zonas urbanas, el problema se agrava hacia el noroeste de la provincia, lo que dificulta el acceso a herramientas formativas como el Informatario a comunidades más vulnerables.

Apoyo para diagnóstico de conectividad y consolidación del Parque Tecnológico y del Conocimiento

Esta problemática excede el alcance de la política de CTI provincial. Sin embargo, el ecosistema de CTI provincial (ICCTI, CINAPTIC) en coordinación con la empresa pública ECOM y la Subsecretaría de Energía pueden elaborar un diagnóstico que identifique puntos críticos y establezca cursos de acción para garantizar nodos de conectividad.

Una línea de acción complementaria en la que ya se han realizado avances de relevancia consiste en la consolidación del Parque Tecnológico y del Conocimiento en construcción en la localidad de Fontana. El Parque, que cuenta con una superficie potencial de 17.500 m² y 11.000 m² cubiertos, se encuentra inscripto en el Registro Nacional de Parques industriales (RENPI). Mediante el uso de financiamiento provincial se encuentra actualmente finalizando la primera etapa de la obra de acondicionamiento de espacios de coworking (670 m²). Luego, la segunda etapa continuará con fondos nacionales (Dirección Nacional de Parques Industriales) ampliando el espacio utilizable en 900 m² adicionales. Finalmente, en una tercera etapa se prevé aplicar financiamiento nacional (en trámite) para sumar 850 m² adicionales. El parque cuenta con suministro de energía eléctrica (que se prevé reforzar con grupos electrógenos) y conectividad de fibra óptica.

Matriz de espacios de intervención – Sector Software y Servicios Informáticos

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Escasez y dificultad para retener recursos humanos	Fortalecimiento de formación básica y superior de corta duración	Identificación de capacidades específicas con demanda local (a priori: cloud computing, redes, ciberseguridad, IOT, testing automatizado, ingeniería y ciencia de datos y full stack development)	Formación especializada de egresados del Informatario Incentivos para la cursada y finalización de carreras universitarias a través de becas			
Reticencia a la incorporación de herramientas de transformación digital por parte de las empresas locales	Divulgación de las potencialidades de la digitalización y asistencia para su incorporación Incentivos a la demanda de Software y Servicios Informáticos	Identificación de problemas concretos e implementación de concursos de soluciones TIC a problemas específicos de un conjunto acotado de empresas		Incentivo a la demanda de SSI mediante apoyo financiero (ANR)	Acciones de promoción comercial para visibilizar la oferta local Apoyo para participación de empresas SSI en ferias sectoriales Articulación con los planes productivos sectoriales, como el Plan Ganadero	

Matriz de espacios de intervención – Sector Software y Servicios Informáticos (cont.)

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
<p align="center">Problemas de organización empresarial derivados del carácter micro empresario predominante en el sector</p>	<p align="center">Asistencia técnica para mejora organizacional</p> <p align="center">Impulso a la generación de un ecosistema de SSI local</p>		<p>Recursos humanos para conformar una incubadora/aceleradora de proyectos en el Parque Tecnológico y del Conocimiento</p>		<p>Asistencia técnica orientada a startups, micro y pequeñas empresas locales en áreas como la gestión comercial, marketing y administración contable</p> <p>Difusión y asistencia para acceder a financiamiento disponible a través de la Ley del Conocimiento</p>	
<p align="center">Fallas en la conectividad, en particular en áreas aisladas</p>	<p align="center">Apoyo para diagnóstico de conectividad y consolidación del Parque Tecnológico y del Conocimiento</p>	<p>Acción coordinada entre ICCTI, CINAPTIC, ECOM y la Subsecretaría de Energía para elaborar un diagnóstico que identifique puntos críticos en la conectividad</p>			<p>Consolidación del Parque Tecnológico y del Conocimiento en construcción en la localidad de Fontana</p>	

Fuente: Elaboración propia

B. Ganadería bovina

En cuanto a las demandas tecnológicas provinciales, no es posible pensarlas en un único plano, sino que es necesario considerar la propia conformación del sector ganadero bovino de la provincia de Chaco. Teniendo esto presente, en este apartado daremos cuenta de las necesidades provinciales considerando, por un lado, aquellas orientadas a las unidades productivas más grandes (+ de 1.000 cabezas, de acuerdo con el Plan Ganadero Provincial), que si bien no son la mayoría sí tienen un aporte en torno al 30% del total de existencias bovinas; por el otro, las vinculadas a los pequeños productores.

En lo que respecta a los productores medianos, es necesario considerar que el universo es también ciertamente heterogéneo, dado que el conjunto abarca tanto a quienes poseen 110 cabezas como a los que tienen cerca de 1000. Dada esta situación, el tipo de asistencia técnica, de capacitaciones y de demandas tecnológicas que tienen lugar son diferentes. En este continuo de situaciones, algunos podrán realizar inversiones para adoptar tecnologías de insumos y, en algunos casos, de procesos; al mismo tiempo, el acceso será diferenciado en términos de asistencia técnica y capacitación. De igual forma, podemos señalar que para este agrupamiento un aspecto crítico se vincula con las inversiones intraprediales: incorporación de pasturas, de apotreramiento a través de alambrados eléctricos y aguadas. A esto se le puede adicionar mejoras en los planos reproductivos y sanitarios. Un último punto estriba en la incorporación de centros de cría (invernadores) y de engorde/*feedlot*, en aras de engordar a los terneros destetados y a los terneros más pesados, respectivamente.

Provincia mayoritariamente de cría, con reducidos niveles de faena

De acuerdo a la información relevada en el CNA 2018, más de la mitad de las cabezas con las que cuenta la provincia tienen por orientación productiva la cría, primera etapa de la producción de carne bovina. En complemento, el engorde de los animales es generalmente realizado en otras provincias, lo que priva a Chaco de avanzar en la industrialización de los derivados bovinos, lo que involucra actividades de faena en frigoríficos y mataderos. Esta cuestión queda de manifiesto en dos indicadores: por un lado, la baja participación chaqueña en el total faenado a escala nacional (1,5%, proporción que es marcadamente inferior a la del total de cabezas en la provincia) y, por el otro, la poca cantidad de establecimientos habilitados para tránsito nacional (2).

Incentivos para la invernada y para la demanda de los frigoríficos

Según especialistas del INTA, los problemas recién señalados se encuentran estrechamente vinculados ya que debe existir demanda para que los frigoríficos tengan incentivos para entrar en operación. En este sentido, el principal escollo se vincula con la falta de campos para recría y engorde (invernadores), lo que hace que Chaco sea vendedora de terneros. Ante esto, la provincia ha puesto en marcha algunos programas para ayudar al productor en términos de engorde y así disponibilizar animales para faena. Escalar el alcance de estos programas, así como desarrollar feedlots propiedad del Estado provincial podrían ser elementos claves para mejorar la situación. En paralelo, dado que aumentar el peso de los animales es un proceso costoso, la ampliación de las herramientas financieras y las facilidades a este respecto también son de vital importancia para que el sector privado (las empresas) puedan encarar estas actividades.

En este sentido es importante recordar la existencia de “Golden Brand” que, en conjunto con el INTA Chaco, produce alimento balanceado para ganado. Una de las problemáticas señaladas por personal de la empresa estriba en lo dificultoso de imponer este tipo de producto en el mercado. Una articulación mayor entre estos actores (empresa y productores, lo que podría mediar en el marco del Plan Provincial) puede mejorar la alimentación de los animales y reducir costos para los productores.

Bajos niveles de productividad en el sector (principalmente en los pequeños productores)

Tanto del Plan Ganadero provincial como del Plan GanAr del MAGyP se infiere que los indicadores de productividad de la ganadería chaqueña son bajos en relación a la media nacional. Tanto la producción de carne (33kg/ha/año contra 65kg a nivel país) como el porcentaje de destete (50% contra 62,2%) y el peso al momento del mismo (150kg) dan cuenta de la distancia entre los indicadores provinciales y los nacionales. A esto, naturalmente, debemos incorporar lo señalado en el punto previo respecto del bajo porcentaje de engorde realizado localmente. Estos guarismos deben entenderse como resultado de varios procesos, entre los que destacan, por un lado, las mayores exigencias agro-productivas a las que se someten los rodeos de cría (comparando con regiones con mejores condiciones agroecológicas) y, por el otro, las preferencias del mercado interno en términos de consumo de animales livianos.

En adición, es necesario señalar un aspecto vinculado más bien a los pequeños productores: la falta generalizada de idiosincrasia productora para quienes son, en muchos casos, productores de segunda o tercera generación. Esto fue señalado por diversos especialistas, tanto del gobierno provincial como del INTA. En pocas palabras, se trata de quienes, por ejemplo, aun pudiendo acceder a asistencia técnica veterinaria para mejorar su rentabilidad no lo hacen. En complemento, no avanzan en cuestiones más bien “básicas” del manejo del rodeo, tales como hacer el tracto o ecografías, distinción de los mejores animales, entre otras. A estos respectos, la articulación con el Estado es en muchos casos problemática dado que, sin el aval del productor, ni la Provincia ni el municipio ni el INTA pueden tener injerencia en los establecimientos. Un caso particularmente extendido es el de las malezas leñosas. En efecto, la compra de ciertas pasturas responde más al marketing realizado por una empresa que a la necesidad del productor. Así, ante las malezas leñosas que van ganando terreno, muchos creen que con cierta pastura se soluciona la problemática cuando lo cierto es que es necesario limpiar el terreno para ir ganándolo nuevamente.

En estrecha vinculación, aun en el caso en que los productores puedan acceder a ciertas tecnologías, su adopción no es la adecuada. Las más de las veces, esto tiene que ver con la compra de productos/insumos/otros que no son los recomendados para el tipo de suelo/condiciones generales de los establecimientos. A este respecto, un caso paradigmático lo constituye la inseminación artificial. De acuerdo con especialistas del INTA, el precio de la misma, incluso de la im

, no es un limitante para los productores, quienes tienen así acceso a la mejor genética. El asunto es que los productores no suelen contar con la preparación/información necesaria como para adaptar las razas adecuadas al ambiente/alimentación regional.

Adopción de tecnología con impacto positivo sobre la productividad

Independientemente del tamaño de los establecimientos, la adopción de tecnología es fundamental a la hora de mejorar los indicadores productivos. En particular, la posibilidad de hacer un seguimiento individual de los animales (aplicar ganadería de precisión) se presenta como la alternativa más potente, ya que permite un control en tiempo real de cada uno. De esta manera es posible realizar modificaciones en la alimentación, aislamiento de los que presenten problemas, entre otras. Tal y como se mencionó en el apartado sobre Software, Chaco cuenta con la capacidad de brindar esta clase de servicios, por lo que la difusión y articulación entre estos sectores se erige como fundamental.

El uso de la tecnología (biotecnología, en este caso) impacta en otro aspecto de relevancia para las mejoras de productividad: la oferta forrajera, lo que tiene impactos directos en la nutrición de los animales. A este respecto es

importante tener presente que la Estación Experimental Colonia Benítez del INTA está desarrollando forrajes que prosperan en regiones con climas y suelos adversos. Dado esto, resulta clave profundizar la articulación entre el Instituto y los productores.

En lo que respecta a las mejoras en los indicadores en general, es indispensable el apotreramiento de los establecimientos (dividir un predio en parcelas por medio de alambrados -tradicionales o eléctricos-). Con esto se facilitan las tareas del manejo, tales como la clasificación de rodeos, la reserva de potreros, mejor aprovechamiento del forraje, entre otras. En complemento, es vital la adecuación de la carga animal (vacas equivalentes por hectárea) según la oferta forrajera de cada establecimiento y los requerimientos nutricionales de los animales. Si este ajuste de carga no está bien llevado a cabo se pueden ver afectados tanto los parámetros de eficiencia, así como pueden deteriorarse las pasturas, verdeos y pastizales.

De forma general, los puntos señalados se encuentran estrechamente vinculados tanto a las facilidades de financiamiento (sea para incorporar los alambrados, para mejorar las aguadas o para acceder a pasturas de mejor productividad y valor nutritivo que los campos naturales) como a distintos tipos de articulaciones/capacitaciones/asistencia respecto a lo más conveniente para cada uno de los productores y al proveedor más adecuado (empresas tec locales, INTA, etc.).

Particularizando en la idiosincrasia de los pequeños productores, son ciertamente necesarias campañas de concientización, capacitación y acercamiento de los Estados y sus entes/organismos. Ahora bien, como se mencionó, esto en muchos casos es difícil por la propia actitud reactiva de los productores. En general, estos cuentan con producciones de subsistencia, viven mayoritariamente en el campo, emplean mano de obra familiar y poseen una escala que no les permite encarar inversiones de relevancia. De esta manera, a la limitación de corte idiosincrática se le suma una netamente material. Ante esto, y particularmente desde el Estado provincial, se les propone a muchos productores la diversificación en paralelo hacia otros animales de granja: cabras, ovejas y abejas.

En complemento, diversas políticas han sido encaradas con éxito en el último tiempo, lo que da la pauta de que la acción de los Estados (provincial y nacional) es efectivamente clave para los pequeños productores. En este

sentido, a partir de la inversión pública estos pueden tener acceso de forma gratuita/abaratada a tecnología de punta, lo que incide directamente sobre la productividad del establecimiento. Un caso de relevancia lo constituye el programa “Genética en tu campo”, en donde el gobierno de Chaco, en el marco del Plan Ganadero Provincial, adquirió reproductores de primer nivel para que los productores mejoren sus rodeos (inseminación artificial a tiempo fijo), lo que se acompaña de asesoramiento técnico y veterinario continuo. Sobre este último aspecto se destaca la adquisición gratuita de la vacuna bio “jaja” contra la tristeza bovina, la que de hecho es producida por una empresa chaqueña (“Litoral Biológicos”, mencionada en apartados previos).

Generalizar este tipo de acciones, tanto a partir de ampliar la cantidad de productores a los que se llega como de la puesta a disposición de otros tipos de tecnología, puede resultar decisivo para la mejora de los rodeos y de los indicadores productivos en general. Además, es necesaria una mayor disponibilidad de mano de obra especializada (veterinarios, por ejemplo) para poder llevar adelante estas tareas. Un último punto importante a este respecto radica en la capacitación necesaria para que los productores conozcan cómo aplicar las vacunas, por ejemplo. El desconocimiento al respecto está bastante extendido, por lo que es una temática a ser abordada.

Deficiente manejo sanitario del rodeo (falta de controles y certificaciones)

Este aspecto no es privativo de los pequeños productores, sino que impacta de forma transversal también a los medianos, lo que da cuenta de la relevancia de la materia. En concreto, la extensión de los controles y certificaciones sanitarias de los establecimientos es muy limitada, lo que puede observarse por ejemplo en que un número muy reducido de ellos tiene manejos que vayan más allá de la aplicación de antiparasitarios (el control de enfermedades venéreas en los establecimientos chaqueños alcanza sólo al 32%, mientras la media nacional es de 46%). Si bien es difícil establecer las razones para este comportamiento, podemos señalar como relevantes tanto la resistencia a la adopción de técnicas recomendadas por el INTA como las dificultades económicas de los productores.

Mayor articulación entre productores, organismos y laboratorios provinciales

Dentro de las acciones que pueden encararse para la prevención y atención de las enfermedades que afectan a los rodeos se destacan: efectivo uso del calendario sanitario, prevención y desparasitación de los animales,

diagnósticos de antiparasitarios (HPG, entre otros), etc. Para que esto pueda ser efectivizado en los establecimientos es necesaria una mayor articulación entre el INTA, SENASA y el gobierno provincial. La existencia del Plan Ganadero es un marco más que propicio para desarrollar ese tipo de acciones, lo que podría tomar la forma de una mesa de la que participen estos actores. En paralelo, y retomando lo mencionado respecto a las instituciones de CyT provinciales, sería de interés profundizar la articulación con los laboratorios existentes (los de las Universidades principalmente) para el análisis de las muestras.

Falta de adopción de mejoras extra e intraprediales (infraestructura, abastecimiento agua, entre otras)

Como mencionamos, la diferenciación entre pequeños y grandes productores es útil a los fines de identificar demandas de unos y otros. Si bien la frontera internacional del sector se vincula con la identificación y manejo individual del rodeo, para los productores que cuentan con pocas cabezas las mejoras más acuciantes tienen en las condiciones prediales un aspecto de suma relevancia. Esto es así dado que dichas condiciones son transversales a todos los aspectos de manejo del rodeo: sanitarios, veterinarios, etc.

En este sentido, se destaca lo vinculado con la estructura intrapredial, dadas las precarias infraestructuras productivas. Esto hace alusión tanto al abastecimiento de agua como al apotreramiento para el manejo del rodeo, lo que limita el aprovechamiento de la superficie forrajera y la implementación de sistemas de pastoreo más eficientes. La falta de acceso a mangas, cepos, corrales de aparte, entre otras, dificulta la realización de prácticas sanitarias y las maniobras reproductivas.

Por su parte, los productores que cuentan con establecimientos más grandes poseen una capacidad financiera más sólida. Debido a esto, la realización de inversiones por montos más elevados es posible, aunque en muchos casos el déficit se vincule más con las tecnologías de procesos -calidad del gerenciamiento empresarial, por ejemplo- que a la de insumos.

Extensión y actualización de las líneas crediticias existentes

De forma general, podemos identificar al financiamiento como el principal inconveniente que tienen que afrontar los pequeños y medianos productores

para la mejora de las estructuras prediales. La generación de líneas crediticias (sea a escala provincial, regional o nacional, de instituciones públicas o privadas) a tasas subsidiadas y de otras herramientas financieras para afrontar mejoras intra y extra-prediales es un aspecto clave a este respecto.

La Provincia de Chaco cuenta con experiencia reciente en el desarrollo de este tipo de iniciativas. Por ejemplo, la ley provincial de crédito blando “473 i”, con aplicación en el Banco de Chaco, constituye un antecedente importante. De igual forma, sus montos actuales han quedado desactualizados. En paralelo, la existencia del Fondo de Desarrollo Industrial, de Comercio y Servicios puede aportar financiamiento, dados sus objetivos y sus condiciones de accesibilidad⁵⁷. En último lugar, en la provincia existe el FOGACH (Fondo de Garantía del Chaco), que tiene como objetivo otorgar garantías a las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas por operaciones vinculadas con su proceso productivo y/o capital de trabajo, facilitando el acceso a fuentes de financiamiento. La acción de cada una de estas instituciones, sea de forma conjunta o independiente, es clave en términos de las inversiones necesarias para estos establecimientos productivos.

Para los productores medianos-grandes y grandes, dada la capacidad financiera con la que cuentan, existen otras líneas de financiamiento que canalizan aportes del Banco de Chaco, del Ministerio de Producción de la Provincia o del Ministerio de Agricultura Nacional (convenio con el FONDEP, bonificación de hasta 20pp de tasa).

⁵⁷ <https://chaco.gov.ar/pagina/1725/fondo-de-desarrollo-industrial-comercio-y-servicios>

Matriz de espacios de intervención – Sector Ganadería Bovina

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Provincia mayoritariamente de cría, con reducidos niveles de faena	Generación de incentivos para la invernada y para la demanda de los frigoríficos				Creación de feedlots de propiedad provincial.	Extensión de los programas provinciales que buscan ayudar a los productores en términos del engorde/invernada.
Bajos niveles de productividad en el sector (principalmente en los pequeños productores)	Adopción de tecnología con impacto positivo sobre la productividad	<p>Adopción de herramientas para hacer seguimiento individual de los animales (ganadería de precisión).</p> <p>Incorporación de biotecnología para mejorar la oferta forrajera ante climas y suelos adversos.</p> <p>Incorporación de biotecnología vinculada a la genética de los reproductores.</p>	Incorporación de personal calificado en ciertas tareas (veterinarios, por ejemplo) para poder extender los programas existentes.	Correcto apotreramiento de los establecimientos.	<p>Incentivo para la generación de articulaciones, capacitaciones y asistencia técnica para 1) una correcta adopción de la mejor tecnología por parte de los productores; 2) la identificación del proveedor más adecuado de acuerdo con la necesidad existente.</p>	<p>Desarrollo de herramientas financieras específicas para la adopción de las mejoras.</p> <p>Para aquellos productores con una escala de subsistencia, desarrollo de programas y financiamiento específico para la diversificación productiva.</p>

Matriz de espacios de intervención – Sector Ganadería Bovina (Cont.)

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Bajos niveles de productividad en el sector (principalmente en los pequeños productores) (Cont.)	Adopción de tecnología con impacto positivo sobre la productividad (Cont.)				<p>Implementación de iniciativas que busquen impactar sobre el carácter reactivo de los productores ante las propuestas del Estado provincial y del INTA.</p> <p>Profundización de los programas exitosos ya existentes, como “Genética en tu campo”.</p> <p>Adquisición, por parte del Estado provincial, de vacunas/reproductores para luego acercar dichas tecnologías a los productores.</p>	
Deficiente manejo sanitario del rodeo (falta de controles y certificaciones)	Mayor articulación entre productores, organismos y laboratorios provinciales	Estimular la vinculación principalmente con los laboratorios de las Universidades para que estos analicen las muestras, por ejemplo.			Efectivo uso del calendario sanitario, prevención y desparasitación de los animales, diagnósticos de antiparasitarios (HPG, entre otros)	Desarrollo de mesa de articulación, en el marco del Plan Ganadero, entre el INTA, SENASA y el gobierno provincial.

Matriz de espacios de intervención – Sector Ganadería Bovina (Cont.)

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Falta de adopción de mejoras extra e intraprediales (infraestructura, abastecimiento agua, entre otras)	Extensión y actualización de las líneas crediticias existentes	Aporte de conocimiento técnico para determinar el equipamiento técnico/tecnológico o acorde a las necesidades de los productores según las características de sus establecimientos.	Incorporación de tecnologías de procesos, sobre todo para los productores más grandes. Para ello son necesarios profesionales vinculados al gerenciamiento profesional, contabilidad, entre otras.	Incorporación de estructuras para mejorar el abastecimiento de agua. Compra de mangas, cepos, corrales de aparte, etc. para realizar de forma adecuada prácticas sanitarias y maniobras reproductivas.		Generación de líneas crediticias (sea a escala provincial, regional o nacional, de instituciones públicas o privadas) a tasas subsidiadas y de otras herramientas financieras para afrontar mejoras intra y extra-prediales. Actualización de los montos previstos en la Ley provincial de crédito blando.

Fuente: Elaboración propia

C. Energías Renovables

El sector de energías renovables presenta una heterogeneidad en términos tecnológicos a partir de las diferentes fuentes con potencial de desarrollo en la provincia (solar fotovoltaica, solar térmica, bioenergía). En función de esta heterogeneidad se han identificado algunas oportunidades para cada tipo de energía renovable, así como también problemáticas comunes vinculadas a la necesidad de fortalecer el ecosistema de CyT local y de enmarcar los esfuerzos dispersos en una planificación integral que articule a las diferentes instituciones públicas intervinientes en el sector.

Falta de recursos humanos especializados y escasa vinculación con instituciones de CyT locales

Uno de los principales problemas que aparecen cuando se analiza el sector de las energías renovables en el Chaco es la escasez de recursos humanos especializados. Al tratarse de un sector económico no tradicional es esperable esta situación, sin embargo, el aprovechamiento pleno del potencial del sector requiere de mayor volumen de RRHH, lo que genera la necesidad de formar personal orientado al desarrollo de proyectos de generación de ERNC. A su vez, de esta primera problemática se desprende una segunda: la escasa vinculación tanto del sector empresario como del sector público que implementa la política energética con instituciones de CyT local.

Formación de recursos humanos técnicos

Una de las acciones que podrían llevarse a cabo es generar las condiciones y desarrollar incentivos para que las escuelas técnicas comiencen a formar estos perfiles, especialmente con conocimientos en soldadura y electricidad. Si bien existen políticas desde la Subsecretaría de Energía de la provincia en esta dirección, fundamentalmente transfiriendo equipos y tecnología a diferentes escuelas técnicas, estas deberían ser complementadas con formadores capacitados que permitan desarrollar las competencias necesarias en los estudiantes.

Al momento de realizar este análisis no se encontraron carreras de grado o posgrado que especializadas en ERNC en la provincia. Sin embargo, la UTN cuenta con una maestría en energías renovables, con orientación en solar, en la Facultad Regional Buenos Aires, dirigida a egresados de ingenierías y otros profesionales que provengan del campo de las ciencias básicas y exactas. Por lo que podría estudiarse la factibilidad de replicarla en la regional Resistencia

o analizar la posibilidad de que se realice total o parcialmente de forma virtual.

Desarrollo de capacidades de CyT locales con énfasis en aprovechamiento de biomasa y energía solar térmica

A su vez, como se mencionó con anterioridad, la falta de coordinación entre las instituciones de CyT con el resto de los actores del sector es un elemento más que se antepone al total aprovechamiento de las condiciones provinciales para el desarrollo del sector. En este sentido, podría fomentarse la creación de un centro de investigación a partir de las capacidades existentes, como el GITEA (UTN), para profundizar el estudio de las potencialidades del sector. Actualmente el GITEA muestra la necesidad de contar con un espacio más amplio y mejor acondicionado, incluyendo una plataforma de ensayos, una instalación demostrativa de potencia y un trazador de curvas para paneles fotovoltaicos. La utilidad de este último equipamiento (que tiene un costo aproximado de USD 100 a USD 150 mil dólares) para la realización de ensayos fue validada por el sector privado, que también manifestó la necesidad de contar con un laboratorio de ensayos de componentes y certificación de instalaciones fotovoltaicas.

A partir de lo analizado en este documento, surgen cuatro grandes ejes estratégicos de investigación donde podrían concentrarse los esfuerzos de investigación: el aprovechamiento de la biomasa seca (forestal y de las desmotadoras de algodón); diseño, posibilidad de desarrollo de componentes locales y funcionamiento de equipos de cogeneración de energía y calor a partir de biomasa; las posibilidades de utilización de energía solar térmica en la industria local; el testeo de componentes y la certificación de instalaciones fotovoltaicas.

Ausencia de planificación integral para el desarrollo de las ERNC en la provincia

El incipiente desarrollo de energías renovables en la provincia del Chaco ha sido impulsado por iniciativas aisladas. Como se ha repasado en los apartados anteriores, la provincia cuenta con un fabricante local de equipos solares térmicos, también existen paneles fotovoltaicos instalados tanto para uso industrial como hogareño y se encuentran funcionando dos plantas de generación de bioenergía. Asimismo, desde la Secretaría de Energía de la provincia se han realizado estudios para desarrollar proyectos de bioenergía en seis localidades y relevado 18 proyectos de inversión en parques fotovoltaicos y generación de bioenergía. Sin embargo, la falta de

coordinación entre los diferentes organismos e instituciones en torno atenta contra el desarrollo del sector. A su vez, la falta de financiamiento se comporta como una barrera de entrada que no permite el desarrollo de proyectos potencialmente viables, en especial considerando el marco legal existente -nacional y provincial- respecto a la generación distribuida de energías renovables. Por último, un problema asociado a la falta de planificación integral es que no existe (a nivel nacional ni provincial) una normativa actualizada para certificación de instalaciones solares fotovoltaicas, lo que termina generando un desaprovechamiento de recursos debido a que no se conecta adecuadamente las necesidades provinciales con los equipos con los que se dispone.

Apoyo para la elaboración de un plan estratégico de desarrollo de ERNC

En este caso la acción recomendada es que desde la CyT se impulse el desarrollo de un plan coordinado con los actores clave del sector: cámaras empresarias (forestal y algodonera principalmente), universidades y la administración pública. La elaboración de un plan a mediano y largo plazo, con metas y recursos asignados, permitirá identificar proyectos, financiarlos y ejecutarlos. El plan deberá establecer normas regulatorias que intenten simplificar y homogeneizar los procesos administrativos para el desarrollo de ERNC, apoyar financieramente los nuevos desarrollos y la consolidación de los existentes, fomentar la I+D+i en el ámbito público y privado, entre otros objetivos más específicos.

En el subsector de bioenergía existen importantes avances dado que ya se cuenta con estudios de biomasa disponible en la provincia y la experiencia de dos empresas con generación propia y distribución en la red. En cuanto a la energía solar térmica, se destaca el dinamismo del mercado de SST para uso residencial y la ventaja estratégica en términos del impulso a la producción industrial de origen local. En solar fotovoltaica, se destaca la posibilidad de desarrollar su aplicación integrada en edificios (BIPV) y la instalación de paneles en áreas aisladas y parques industriales. En los tres casos se requieren estudios actualizados de viabilidad económica, en base a los cuadros tarifarios actualizados.

Es importante destacar que el plan, además de tener objetivos para el desarrollo y consolidación de proyectos de ERNC, deberá centrar su atención en la evaluación sistemática y periódica del desarrollo de los diferentes tipos de energías renovables, de acuerdo con los objetivos establecidos, así como el análisis de las barreras que persistan y la formulación de propuestas que permitan superarlas.

Falta de financiamiento y precios relativos adversos para desarrollo de ERNC

Como se ha mencionado en el Apartado 1, los precios relativos de las energías no renovables en relación a las renovables y las condiciones de financiamiento de proyectos son dos factores clave para el desarrollo de ERNC. En concreto, la viabilidad económica de proyectos de generación de energía renovable distribuida depende en gran medida del incremento del precio de distribución. Si bien la política tarifaria se encuentra fuera del alcance del ámbito de la CyT, resulta importante destacar este aspecto para evitar desarrollar esfuerzos en vano y desatacar la necesidad –señalada anteriormente– de una planificación integral que oriente el desarrollo del sector en la provincia. Cabe señalar que la traba económica es un problema global. En este sentido, el último informe anual de seguimiento más importante a nivel mundial elaborado por la Asociación REN21 (2022) señala que mientras que en India, Turquía y Brasil los equipos de calentamiento de agua mediante energía solar son costo-efectivos respecto a los equipos eléctricos en gran parte por los precios relativos y por el bajo costo del capital y la mano de obra, en Estados Unidos y la mayor parte de Europa todavía se requieren incentivos financieros para que la tecnología termosolar tenga viabilidad económica.

En la industria, y en particular las PyMES, el elevado costo de la inversión inicial y el período de recuperación de la inversión relativamente largo supone una barrera a la incorporación de energía solar y bioenergía. En ésta última, resulta clave determinar la escala mínima eficiente para la instalación de una planta de cogeneración (calor y electricidad), la cual depende de la tarifa percibida por la energía distribuida y de la demanda de la propia industria generadora.

En este sentido, el bajo precio relativo de la energía no renovable y la ausencia de incentivos a la demanda sostenidos en el tiempo han sido identificadas como las principales limitantes para el crecimiento de los tres tipos de ERNC analizados en este documento.

Apoyo para estudios de factibilidad económica de proyectos de inversión

A partir de la problemática señalada y teniendo en cuenta la reciente actualización de tarifas energéticas a nivel nacional, la política de CyT puede orientar financiamiento de estudios de costo efectividad en proyectos concretos, en particular vinculados al uso industrial de la energía solar

fotovoltaica y térmica y la bioenergía para sectores electro intensivos que operan en la provincia, como las desmotadoras de algodón.

En este punto cabe mencionar que la subsecretaría de Energía de la provincia ha realizado estudios para desarrollar proyectos de bioenergía en seis localidades, por un total de 83 MW de potencia (ver Cuadro C.6).

Financiamiento para el desarrollo de proyectos de energía distribuida en complejos agroindustriales de la provincia

En forma concatenada al lineamiento anterior, en función de las escalas óptimas, y el tipo de energía no renovable, pueden crearse líneas de financiamiento que incentiven la incorporación de equipos para generación de ERNC en la industria.

Oportunidades para el desarrollo de la energía solar fotovoltaica

El subsector de energía solar fotovoltaica se diferencia de los otros dos subsectores analizados por estructurarse productivamente en torno a una cadena global de valor oligopólica en la que existen importantes barreras a la entrada para el desarrollo de segmentos industriales de alta tecnología a nivel nacional. Por ello, el espacio principal de intervención de la política de CyT local no se encuentra en este caso vinculado al sector industrial, sino a los aspectos relacionados con la instalación y utilización adecuada de paneles.

Desarrollo de capacidades locales para testeo e instalación de paneles fotovoltaicos para uso industrial

En el corto plazo, se requiere una mayor coordinación con el grupo GER (Corrientes) y la Subsecretaría de Energía del Chaco para impulsar capacidades locales en testeo e instalación de paneles fotovoltaicos para aprovechamiento industrial, en el marco del Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública. A mediano plazo, puede evaluarse la necesidad de la creación de un laboratorio de ensayos de instalaciones fotovoltaicas en la provincia (mencionado anteriormente en la estrategia de “Desarrollo de capacidades de CyT locales...”, en función de la escala de la demanda.

En forma complementaria, se puede explorar la posibilidad de producción de herrajes y estructuras de aluminio para el ensamble de paneles en la

provincia a mediano plazo (actualmente existe producción en Córdoba y Santa Fe).

Desarrollo de la energía fotovoltaica integrada en edificios y apoyo para la instalación de paneles en áreas aisladas

Desde la política de CyT puede incentivarse la I+D+i de la energía fotovoltaica integrada en edificios (Building Integrated Photovoltaics - BIPV). Esta tendencia, en auge a nivel internacional, cuenta con el potencial de la agregación de valor local mediante el diseño y la instalación abriendo una oportunidad en la asociación entre esta tecnología y la industria de la construcción.

En forma complementaria, existe un espacio para intervenir en la ampliación de la instalación de paneles en áreas rurales, incluyendo la renovación y repotenciación de 3.600 instalaciones en funcionamiento en el marco del PERMER. Una propuesta complementaria elaborada por el GITEA consiste en la recolección de los paneles que se retiran del PERMER para ensayarlos y emparejarlos con el objetivo de poder seguir utilizándolos, aunque su eficiencia sea menor.

Oportunidades para el desarrollo de la energía solar térmica

En contraste con la energía solar fotovoltaica, en el plano industrial, la provincia cuenta con potencial de desarrollo en la producción de sistemas solares térmicos. Aunque la escala del mercado local es aún limitada, el dinamismo que ha cobrado en los últimos años abre la oportunidad para que la provincia se posicione a futuro como un núcleo productivo de la región NEA. Actualmente existe un fabricante de SST radicado en la provincia con producción de equipos de placa plana adaptados a las necesidades del centro y norte del país (ver en Apartado 2) con componentes 100% de origen nacional. Otra ventaja para el desarrollo del sector a corto plazo es la disponibilidad del mapeo de radiación solar a nivel nacional (publicado por la Secretaría de Energía de la Nación) con referencias de dimensionamiento de SST para agua caliente sanitaria y un nivel de manejo de la tecnología relativamente avanzado a nivel nacional, incluyendo normativa y capacidad para ensayos de calidad.

Con respecto al uso de energía solar en la industria, la experiencia internacional da cuenta de un elevado potencial para su desarrollo, aunque en nuestro país la penetración de esta tecnología es aun escasa.

Impulso a la fabricación local de SST mediante “compre chaqueño”

En el uso residencial de energía solar térmica la experiencia internacional muestra que es importante el impulso de la regulación de la construcción. Como fuera mencionado en el Apartado 2, la tendencia a nivel internacional marca una transición hacia los colectores de placa plana, impulsada por códigos de construcción que exigen el uso de SST.

En este sentido, las exigencias mínimas de sustentabilidad en viviendas sociales dispuestas por la Secretaría de Vivienda de la Nación establecen la obligatoriedad de incorporación de SST para agua caliente sanitaria en viviendas sociales nuevas. Sin embargo, no siempre se utilizan equipos nacionales. Una política que podría aplicarse en forma complementaria a la regulación es la utilización del poder de compra del sector público provincial para fomentar la producción local mediante la implementación de un “compre chaqueño” que oriente la demanda de las constructoras de viviendas sociales hacia SST producidos en la provincia. Además, se cuenta con la ventaja de que los colectores de placa plana, fabricados localmente, son los que mejor se integran en fachadas y balcones.

Financiamiento a la demanda de SST para uso residencial

Además de los incentivos a la oferta, resulta importante el impulso de la demanda de SST, por ejemplo, a través de programas de crédito subsidiado para incorporar SST en viviendas y edificios comerciales inyectando el sobrante a la red de distribución. Una política complementaria a este incentivo es la generación de un sistema de etiquetado de eficiencia energética para inmuebles que promueva la utilización de energías renovables y otorgue un valor agregado a los inmuebles con mayor eficiencia energética (la provincia de Santa Fe cuenta con normativa al respecto).

Cabe señalar que, al momento de la elaboración de este informe, la Subsecretaría de Energía de la provincia se encuentra próxima a lanzar un programa de financiamiento para la instalación de SST para uso residencial. Asimismo, desde la Subsecretaría manifestaron estar en proceso de

elaboración de un proyecto de generación de energía solar térmica con acumulación para áreas aisladas, con financiamiento provincial.

Fomento de la utilización industrial de la energía solar térmica

El potencial técnico de la energía solar térmica en la industria es elevado, en particular en la generación de calor para procesos industriales, aunque, como se destacó, las trabas económicas suponen una limitante importante. Las industrias intensivas en utilización de calor (de agua y aire) y, por ende, con mayor potencial de demanda de SST son alimentos, bebidas, equipos de transporte, textiles, y papel, en las cuales la mayoría de la demanda de energía térmica es de una temperatura inferior a 250 °C.

Una oportunidad es integrar plantas solares térmicas en la construcción de nuevas plantas industriales, en las que para maximizar el aprovechamiento se deben acompañar los equipos con capacidad de almacenamiento de energía.

A fin de fomentar el uso industrial de SST pueden plantearse las siguientes políticas: i) programas de difusión sobre los beneficios de la energía solar térmica; ii) programas de financiamiento para la instalación de equipos. En ambos casos, la CyT puede aportar conocimiento técnico para determinar el equipamiento óptimo acorde a las necesidades de la industria local, así como la ecuación económica para el diseño del financiamiento.

Oportunidades para el desarrollo de la bioenergía

Además del impacto favorable sobre el ambiente, el aprovechamiento de la biomasa forestal cuenta con el potencial de diversificar la producción de los aserraderos, agregando valor sobre un recurso actualmente no aprovechado. La provincia del Chaco cuenta con un gran potencial para la generación de bioenergía.

La mayor disponibilidad del recurso se concentra en la biomasa de bosque nativo. Sin embargo, la baja densidad energética, heterogeneidad y dispersión geográfica, dificulta la viabilidad económica del aprovechamiento del residuo primario generado en podas, raleos y tala rasa. En esta línea, según el estudio de la FAO (2019) al que se hizo referencia en el Apartado 2, el aprovechamiento de la biomasa residual directa de bosques implantados en la provincia de Corrientes no resultaba económicamente rentable, en base a los costos de extracción y precio del chip con destino a

generación de energía térmica en plantas industriales en 2017. En el caso del Chaco es factible asumir que esta situación se agrava dada la mayor dispersión del recurso.

En este sentido, aunque no debe descartarse el aprovechamiento de la biomasa directa, puede inferirse que el mayor potencial para el aprovechamiento de la biomasa en el Chaco se encuentra en la biomasa indirecta (residuos de la industria) generada principalmente por aserraderos, y también desmotadoras de algodón y hornos de carbón.

Sin embargo, como se mencionó en los apartados anteriores, existen algunas limitaciones para el aprovechamiento de los recursos disponibles. En concreto, la falta de profesionalización en la gestión empresarial, la estructura empresarial atomizada, la baja integración vertical en la cadena de valor forestal y el anticuado parque herramental se presentan como límites objetivos para el desarrollo de esta actividad.

Un desafío adicional en el caso chaqueño es que el bosque nativo presenta mayor heterogeneidad y dureza, un crecimiento más lento y una menor densidad en comparación al recurso de bosque implantado disponible en el resto del NEA.

Elaboración de estudios de factibilidad económica para el aprovechamiento de biomasa

A fin de conformar un plan de desarrollo para el sector, la CyT puede aportar estudios de factibilidad económica sobre la base de la disponibilidad del recurso, la tecnología aplicada, el volumen de la demanda y su distancia respecto a los puntos de recolección. Si bien existen parámetros de referencia internacionales, se requieren estudios de caso específicos que den cuenta de las condiciones realmente existentes en la provincia.

Mayor tecnificación en la producción forestal

Un factor clave para la factibilidad económica de la generación de bioenergía forestal es la incorporación de tecnología para aumentar la densidad, mejorar la homogeneidad y reducir la humedad del recurso en origen, de forma de abaratar los costos de transporte. En este sentido, a pesar de la gran cantidad nominal de biomasa forestal directa disponible, el volumen aprovechable depende en gran parte del método de cosecha y la maquinaria aplicada en la tala del monte nativo.

En este sentido, resulta necesaria la difusión de buenas prácticas de manejo en el eslabón primario, así como la modernización tecnológica a través de incorporación de *forwarders*, cosechadores mecánicos, chipeadoras, enfardadoras y/o equipos integrados.

Matriz de espacios de intervención – Sector Energías Renovables

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
<p>Falta de recursos humanos especializados y escasa vinculación con instituciones de CyT locales</p>	<p>Formación de recursos humanos técnicos</p> <p>Desarrollo de capacidades de CyT locales con énfasis en aprovechamiento de biomasa y energía solar térmica</p>	<p>Creación de un centro de investigación jerarquizado a partir de las capacidades existentes (GITEA - UTN)</p> <p>Creación de laboratorio de ensayos y certificación de instalaciones fotovoltaicas (evaluar en función de la existencia del GER en Corrientes)</p> <p>Cuatro grandes lineamientos para I+D+i:</p> <p>i) Aprovechamiento de la biomasa seca;</p> <p>ii) Diseño, posibilidad de desarrollo de componentes locales y funcionamiento de equipos de cogeneración de energía y calor a partir de biomasa; y</p> <p>iii) Posibilidades de utilización de energía solar térmica en la industria local.</p> <p>iv) Testeo de componentes y certificación de instalaciones fotovoltaicas</p>	<p>Incrementar la formación en escuelas técnicas orientada a ER, especialmente con conocimientos en soldadura y electricidad.</p> <p>Implementar formación superior/posgrado especializado en ER</p>			

Matriz de espacios de intervención – Sector Energías Renovables (Cont.)

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Ausencia de planificación integral para el desarrollo de las ERNC en la provincia	Apoyo para la elaboración de un plan estratégico de desarrollo de ERNC	Impulso desde la CyT de un plan coordinado con los actores clave del sector: cámaras empresarias (forestal y algodonera principalmente), universidades y la administración pública				Marco regulatorio para simplificar y homogeneizar los procesos administrativos para el desarrollo de ERNC Desarrollo de normativa actualizada para certificación de instalaciones solares fotovoltaicas
Falta de financiamiento y precios relativos adversos para desarrollo de ERNC	Apoyo para estudios de factibilidad económica de proyectos de inversión Financiamiento para el desarrollo de proyectos de energía distribuida en complejos agroindustriales de la provincia	Estudios de costo efectividad vinculados al uso industrial de la energía solar fotovoltaica y térmica y la bioenergía para sectores electro intensivos de la provincia		Líneas de financiamiento que incentiven la incorporación de equipos para generación de ERNC en la industria		

Matriz de espacios de intervención – Sector Energías Renovables (Cont.)

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
<p align="center">Oportunidades para el desarrollo de la energía solar fotovoltaica</p>	<p align="center">Desarrollo de capacidades locales para testeo e instalación de paneles fotovoltaicos para uso industrial</p> <p align="center">Desarrollo de la energía fotovoltaica integrada en edificios y apoyo para la instalación de paneles en áreas aisladas</p>	<p>Coordinación con el grupo GER (Corrientes) y la Subsecretaría de Energía del Chaco para impulsar capacidades locales en testeo e instalación de paneles fotovoltaicos para aprovechamiento industrial</p> <p>I+D+i en energía fotovoltaica integrada en edificios (Building Integrated Photovoltaics - BIPV).</p> <p>Ensayo, emparejamiento y reutilización de paneles retirados del PERMER (propuesta del GITEA)</p>		<p>Ampliación de la instalación de paneles en áreas rurales, incluyendo la renovación y repotenciación de 3.600 instalaciones en funcionamiento en el marco del PERMER.</p>		

Matriz de espacios de intervención – Sector Energías Renovables (Cont.)

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Oportunidades para el desarrollo de la energía solar térmica	<p align="center">Impulso a la fabricación local de SST mediante “compre chaqueño”</p> <p align="center">Financiamiento a la demanda de SST para uso residencial</p> <p align="center">Fomento de la utilización industrial de la energía solar térmica</p>	<p>Aporte de conocimiento técnico para determinar el equipamiento óptimo acorde a las necesidades de la industria local, así como la ecuación económica para el diseño del financiamiento</p>		<p>Programas de crédito subsidiado para incorporar SST en viviendas y edificios comerciales inyectando el sobrante a la red de distribución</p>		<p>Implementación de un “compre chaqueño” que oriente la demanda de las constructoras de viviendas sociales hacia SST producidos en la provincia</p> <p>Generación de un sistema de etiquetado de eficiencia energética para inmuebles que promueva la utilización de energías renovables</p>

Fuente: Elaboración propia

Matriz de espacios de intervención – Sector Energías Renovables (Cont.)

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Oportunidades para el desarrollo de la bioenergía	<p>Elaboración de estudios de factibilidad económica para el aprovechamiento de biomasa</p> <p>Mayor tecnificación en la producción forestal</p>	<p>Estudios de factibilidad económica sobre la base de la disponibilidad del recurso, la tecnología aplicada, el volumen de la demanda y su distancia respecto a los puntos de recolección</p>		<p>Incorporación de tecnología para aumentar la densidad, mejorar la homogeneidad y reducir la humedad del recurso forestal en origen</p> <p>Modernización tecnológica a través de incorporación de forwarders, cosechadores mecánicos, chipeadoras, enfardadoras y/o equipos integrados</p>	<p>Difusión de buenas prácticas de manejo en el eslabón primario, en particular en la cosecha</p>	

Fuente: Elaboración propia

D. Cereales y Oleaginosas

El sector agrario chaqueño, sobre todo en lo que respecta a la producción de trigo, maíz, soja y girasol, se encuentra cerca de la frontera tecnológica nacional que, como es sabido, está a la vanguardia en términos internacionales. No obstante, es posible identificar ciertas dificultades con las que se enfrenta el sector, algunas de carácter nacional y otras propias de la estructura productiva y las condiciones climáticas de la región. Algunas de estas problemáticas, a su vez, aparecen en determinados segmentos productivos dependiendo del tamaño o la localización de los productores, por lo que sus posibles resoluciones necesitarán cierta capacidad para focalizar las acciones correctivas.

Conservación de granos

Fundamentalmente debido al clima de la región, la conservación de los granos es históricamente un problema persistente en el sector agrícola del Chaco, lo que termina repercutiendo, entre otras cosas, en menores rindes. Por ejemplo, tal como se comentó en los apartados anteriores, si se tiene en cuenta la campaña 2020/21, el rendimiento por hectárea ubica al chaco lejos de las principales de las provincias productoras (a excepción de la soja), aun cuando los niveles de producción total son comparativamente altos.

Si bien el desarrollo de las semilleras es una realidad plausible, sobre todo en la región sudoeste (Charata, Las Breñas, y Saénz Peña), aún queda espacio para ampliar las capacidades locales. En los últimos años distintos actores privados de la región han encarado proyectos de conservación de semillas que resultaron exitosos y repercutieron positivamente en la producción local. No obstante, la falta de articulación con el ámbito científico local impide que se aproveche al máximo las capacidades existentes y potenciales.

Profundizar líneas de investigación para la conservación de semillas y coordinación con el sector privado

Para alcanzar este objetivo es indispensable potenciar las tareas realizadas por el ecosistema científico tecnológico local, en particular del INTA, dado que es el principal actor institucional en el territorio con capacidad para profundizar la investigación acerca de la conservación de semillas. Sin embargo, no sería suficiente si sólo se profundizara el nivel de análisis del ámbito científico. A su vez, es necesario promover, e incluso institucionalizar, espacios de interacción entre los productores, las empresas semilleras y las distintas Estaciones Experimentales Agropecuarias locales. De esta forma se

podrán generar las condiciones tanto para mejorar la conservación de las semillas, como para ampliar la oferta de estas, evitando así generar desigualdades en el acceso a ellas, problemática que en algunas campañas acontece perjudicando fundamentalmente a los productores más pequeños.

Por todo esto, se propone la creación de una mesa permanente entre las instituciones de CyT y representantes de los productores con el objetivo de coordinar y potenciar las acciones que al momento de desarrollar este trabajo se vienen realizando de forma un tanto desarticulada.

Falta de recursos humanos capacitados para el uso de las nuevas tecnologías

El avance tecnológico en el sector agrícola viene permitiendo incorporar tierras para la producción de distintos tipos de cultivo. Así, la necesidad de contar con recursos humanos capacitados en las nuevas tecnologías se hace cada vez más relevante. En el Chaco, en lo que respecta a profesionales relacionados con la agricultura, no se evidencian problemas de dotación de acuerdo a los testimonios recogidos en las entrevistas con los distintos actores del sector, sin embargo, algunos productores y referentes de instituciones han manifestado la dificultad para contratar mano de obra con cierto grado de formación para el manejo de las nuevas herramientas de trabajo.

Capacitación itinerante en tecnologías aplicadas al agro

A partir de este diagnóstico, y teniendo en cuenta las necesidades técnicas para el manejo de nuevas tecnologías que permitan llevar adelante procesos productivos con un mayor nivel de sofisticación, se propone la realización de un programa de capacitación itinerante para los pequeños productores y trabajadores rurales.

Por ejemplo, la agricultura de precisión requiere de ciertos manejos de tecnologías con moderados niveles de dificultad que, sin embargo, requieren algunas orientaciones para llevarlas a cabo. De esta forma, a partir de la realización de algunos encuentros, pueden converger los saberes de los trabajadores rurales con respecto a la utilización de nuevas técnicas y equipos. El motivo por el cual se propone como un programa deslocalizado se fundamenta en el hecho de que permitiría alcanzar zonas alejadas de los principales centros poblacionales, priorizando incluso aquellas con niveles

más bajos de productividad, en general asociados a tamaños de explotaciones más pequeños.

Bajo agregado de valor

Tal como se mencionó en los apartados anterior, la producción provincial de cereales y oleaginosas ha crecido fuertemente en los últimos años. Si embargo, la falta de un entramado industrial desarrollado que puedan transformar estos cultivos en productos con mayor valor agregado no le permite a la provincia aprovechar al máximo los avances logrados y las potencialidades que presenta el sector. Si bien existen empresas procesadoras productoras de aceite de soja en crudo, harinas y alimentos balanceados, la capacidad de estas y sus niveles de productividad aún están alejadas de la capacidad productiva provincial en el primer eslabón de la cadena.

Fomento de la ampliación y localización de industrias alimenticias

Resulta indispensable avanzar con líneas de intervención que incrementen el agregado de valor local. La capacidad de producción de cultivos chaqueños, aun cuando no se encuentran en sus límites máximos, permite expandir más la transformación local de estos productos primarios. En este sentido, la implementación de programas de incentivos a la instalación o ampliación de empresas productoras de alimentos balanceados, que transformen los cereales en carne, se vuelve una opción más que viable. De esta forma, al mismo tiempo que tracciona al sector agrícola local, también impulsará la producción ganadera, avícola y la acuicultura en la provincia.

Financiamiento para la compra de maquinaria para la producción de aceite refinado

Otra de las industrias capaces de transformar los productos primarios son las productoras de aceites. Al momento del informe, la provincia no contaba con empresas que produzcan aceite de soja refinado. No obstante, de los relevamientos realizados se obtuvo la información de que hay intenciones por parte de algunos productores de aceite de soja en crudo para profundizar su tratamiento con el objetivo de obtener su refinamiento. Por ejemplo, la firma Golden Brand, que manifestó su voluntad de avanzar hacia ese proceso, estimo que se requiere una inversión cercana a los US 400.000 para la

instalación de una línea de producción de este tipo de aceites. Incluso, también podría servir para la producción de aceite de girasol, aunque allí los costos son más elevados debido a la estacionalidad en la producción de ese grano.

Nuevas tecnologías en alimentos balanceados

Se encuentran diferentes productores de alimentos balanceados en la provincia, fundamentalmente localizados en las zonas donde la actividad agropecuaria presenta los más altos niveles de desarrollo. En este sentido, algunas empresas vienen desarrollando esfuerzos por lograr mejoras tecnológicas en los mismos como el caso de la empresa Golden Brand que, en conjunto con el INTA, desarrolló una línea de productos que reemplaza los antibióticos colocados en alimentos por probióticos. De esta forma, a partir de la utilización de productos como levaduras, se favorece la salud gastrointestinal de los animales, al tiempo que se favorece el cuidado medio ambiental a partir de la reducción de emisiones de gases que provocan el efecto invernadero.

Impulsar la certificación de este nuevo producto para fomentar su comercialización

El desarrollo de estos nuevos productos se llevó a cabo a partir de la interacción del sector privado, en este caso la empresa Golden Brand, con el sector público, representado por el INTA de Colonia Benítez. Debido los beneficios que el mismo tiene tanto para los productores ganaderos como para la sostenibilidad ambiental, se propone la certificación de este proceso por parte de algún organismo público local y la creación de un “sello” de calidad que fomente la utilización de este producto.

Desequilibrios regionales

La provincia del Chaco muestra una fuerte concentración regional en lo que respecta a la producción de cultivos. La región suroeste, fundamentalmente en los departamentos de Almirante Brown, Chacabuco, General Belgrano e Independencia, presenta la mayor cantidad de productores y explotaciones, mientras que en el resto de la provincia el desarrollo de estos cultivos es bastante inferior. Esta fuerte heterogeneidad regional no puede ser explicada únicamente por la diferencia en las condiciones del suelo. Puntualmente, la zona del impenetrable chaqueño cuenta

con un bajo grado de desarrollo en la producción de cultivos, aun cuando presenta un suelo sumamente apto para este tipo de producción.

Desarrollo del Impenetrable chaqueño

Uno de los principales problemas para el desarrollo agrícola en esta zona son los grandes costos hundidos que hay que realizar para comenzar a producir. Por esta razón, en la actualidad sólo se encuentran grandes explotaciones agropecuarias. No obstante, teniendo en cuenta la importancia de la región en términos medioambientales, es preciso generar un marco regulatorio que permita la operatividad y los permisos de desmonte teniendo en cuenta la sostenibilidad de este bosque nativo.

En este sentido, la creación del Centro de Investigación y Desarrollo de El Impenetrable Chaqueño (CIDIC) en el año 2020 puede haber sido el motor inicial necesario para pensar de manera planificada y sostenible la expansión de la frontera agrícola en esta región. Las distintas investigaciones preliminares dan cuenta de que, teniendo en cuenta una perspectiva ambiental para el desmonte y desarrollando buenos sistemas de riego, estas tierras tienen una gran potencialidad para el desarrollo de diferentes cultivos.

Por todo lo dicho, una línea de intervención puede centrarse en fomentar el estudio de factibilidad productiva y ambiental en la región para que, llegado el caso de que la producción agrícola se considere una opción viable, generar condiciones de financiamiento accesibles para pequeños y medianos productores que les permita realizar las inversiones iniciales para el aprovechamiento de estos suelos.

Matriz de espacios de intervención – Sector Cereales y Oleaginosas

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Conservación de granos	Profundizar líneas de investigación para la conservación de semillas y coordinación con el sector privado	Creación de una mesa permanente entre los representantes de CyT y los productores para profundizar la investigación sobre la conservación de semillas teniendo en cuenta las especificidades climáticas de la región.		Fomento de la modernización de los centros de acopio intentando ampliar la capacidad de conservación.		
Falta de recursos humanos capacitados para el uso de las nuevas tecnologías	Capacitación itinerante en tecnologías aplicadas al agro	Identificación de necesidades técnicas e innovadoras para los procesos productivos.		Adquisición de nuevas tecnologías para la realización de las capacitaciones.	Realización de capacitaciones itinerantes para trabajadores rurales y pequeños productores.	

Matriz de espacios de intervención – Sector Cereales y Oleaginosas (Cont.)

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Bajo Agregado de valor	<p>Fomento de la ampliación y localización de industrias alimenticias</p> <p>Financiamiento para la compra de maquinaria para la producción de aceite refinado</p>			<p>Facilitar líneas de financiamiento para la modernización de maquinaria con el fin de lograr el refinamiento de aceites, principalmente de soja.</p> <p>Promover financiamiento para la ampliación y localización de plantas productoras de alimento balanceado.</p>		
Nuevas tecnologías en alimentos balanceados	<p>Impulsar la certificación de este nuevo producto para fomentar su comercialización</p>	<p>Identificación y difusión de nuevos procesos para la producción de alimentos balanceados con nuevas tecnologías.</p>				<p>Certificación de los nuevos procesos por parte de organismos públicos locales (posiblemente el INTA) y la creación de un “sello” de calidad que fomente la utilización de este producto.</p>

Matriz de espacios de intervención – Sector Cereales y Oleaginosas (Cont.)

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Desequilibrios Regionales	Desarrollo del Impenetrable chaqueño	Fomentar el estudio de factibilidad productiva y ambiental en la región				Generar un marco regulatorio que permita la operatividad y los permisos de desmonte teniendo en cuenta la sostenibilidad de este bosque nativo.

Fuente: Elaboración propia

E. Salud Humana

Los desafíos y potencialidades tecnológicas que enfrenta la industria de salud humana en el Chaco se enlazan principalmente a la producción de kits y servicios de diagnóstico. Sin embargo, existen algunas oportunidades de mejora vinculadas a la I+D en el subsector de medicamentos, la producción de soluciones parenterales (productos de alta demanda en el sistema público de salud provincial) y un incipiente desarrollo productivo en el subsector de equipamiento médico.

Potencial impacto positivo a partir de la incorporación de maquinaria para el secado de partículas y análisis de microorganismos

El equipamiento necesario constituye la principal limitante para el desarrollo de nano y micropartículas para el encapsulamiento de fármacos en el Instituto de Investigaciones en Procesos Tecnológicos Avanzados, dado que la maquinaria utilizada actualmente en el proceso se encuentra únicamente en la Universidad Nacional de Rosario. Ello conlleva, por un lado, una mayor demora en el proceso, y por otro, una incapacidad para aumentar la escala hasta alcanzar niveles comerciales. Algo similar ocurre con el equipo conocido como Maldi-TOF que permite detectar rápidamente los distintos microorganismos que se le introducen a través de una base de datos precargada.

Financiamiento para compra de equipo Spray-Drying y Maldi-TOF

La provincia cuenta con un acumulado en algunas líneas de investigación que podrían llevar a avances importantes en materia de tratamiento de enfermedades regionales. El desarrollo de micro y nano partículas para encapsulamiento de fármacos no solo permitiría aumentar la disponibilidad del principio activo de las drogas utilizadas para tratar el mal de Chagas, sino también una mejor adaptación para ser aplicado en población pediátrica. La adquisición de un equipo moderno de Spray-Drying aumentaría la productividad del proyecto, evitando que una parte del proceso tenga que realizarse en Rosario. El costo del equipo en su variante nacional es de \$3 - \$4 millones de pesos, mientras que el importado (de la firma Gucci, suizo) y que se utiliza en Rosario, se aproxima a los \$10 millones. Por otro lado, el mismo equipo también podría ser empleado en el área de alimentos. Por su parte, en la actualidad, ninguna provincia del NEA cuenta con un equipo Maldi-TOF (costo USD300.000 dólares) y por ese motivo deben transportar los microorganismos hasta Buenos Aires para poder identificarlos. Su adquisición tendría un impacto en ahorro de tiempo y costo sanitario.

Ausencia de coordinación y transferencia con otras instituciones de CyT

Los organismos relevados manifiestan una clara debilidad en torno a la vinculación con otras instituciones del sector, y principalmente en lo referido a la transferencia tecnológica. Con ello, encuentran dificultades para trascender el área de la investigación y la publicación académica.

Establecimiento de UVT orientada a la transferencia tecnológica

Como se mencionó previamente, el proceso de investigación y desarrollo puede implicar un plazo largo y repleto de incertidumbres. Aun en el caso de un proyecto “exitoso” y una serie de pruebas que alcanzan el objetivo deseado, el salto desde el laboratorio al mercado suele significar un importante obstáculo. Por ello, les es preciso incorporar personal específicamente capacitado y orientado para poder realizar la transferencia tecnológica y generar vínculos con otras empresas y laboratorios destinados a la producción y comercialización.

Una alternativa posible para la superación de dicha problemática radica en el establecimiento de una Unidad de Vinculación Tecnológica (UVT) del CONICET que nucleee a los centros del sector.

Cuello de botella en Recursos Humanos

La dificultad para retener recursos humanos formados en el área no es una excepción de la Provincia del Chaco. Si bien las universidades locales cuentan con carreras orientadas a la biotecnología, la farmacia y la biomedicina, entre otras, lo cierto es que muchos de sus egresados luego continúan sus carreras con posgrados en la UBA o universidades de otros centros urbanos.

Por otro lado, las instituciones entrevistadas dan cuenta de un cuello de botella en la pirámide académica donde los becarios e investigadores asistentes encuentran dificultades para ascender debido a la insuficiencia de publicaciones realizadas. Lo dicho motoriza un círculo vicioso en el que no es posible aumentar la cantidad de investigadores de categorías superiores, pero tampoco incorporar nuevos becarios dado que no tienen quién los dirija. Asimismo, el IMR manifestó la necesidad de contar con más personal de apoyo (CPA) para brindar servicios en el mercado y un bioinformático para el manejo del secuenciador de ADN.

Incentivos económicos y disminución de la carga docente para investigadores

En lo inmediato, una alternativa posible radica en liberar horas docentes para que los investigadores con trayectoria puedan dedicar más tiempo a acompañar a los becarios y así alcanzar las publicaciones necesarias. Por otro lado, para la retención de recursos humanos se requiere centralmente una mayor remuneración salarial.

Oportunidades de consolidación como proveedor de servicios de diagnóstico en la región NEA

Las actividades asociadas al desarrollo y producción de servicios de diagnóstico cuentan con un acumulado relativo mayor no solo en comparación al resto de los (sub)sectores que conforman la industria de Salud en Chaco, sino también en relación al resto de las provincias del Noreste Argentino. Sin embargo, hasta este momento, el crecimiento se ha logrado sin una planificación conjunta de los distintos actores involucrados.

Apoyo para la elaboración de un Plan Integral de Fortalecimiento del Diagnóstico.

Ante este escenario, lo sugerido consiste en elaborar una planificación coordinada junto a Laboratorios (públicos y privados), productores, Universidades, Centros de Investigación y la Administración Pública (nacional y provincial) que pueda establecer objetivos para el mediano y largo plazo con el horizonte de convertir a la Provincia en el centro regional de la actividad, e incluso trascendiendo las fronteras nacionales. También puede resultar conveniente incorporar a actores de la industria de bienes de capital para la elaboración de maquinaria necesaria para el sector. El principal espacio a ocupar radica en especialización productiva hacia la complejidad media basada en innovación y diferenciación en nichos de mercado no ocupados por grandes firmas multinacionales, en particular aquellas vinculadas a patologías locales.

Para ello hace falta un marco regulatorio para las instituciones que ya se encuentran insertas en el sector, incentivos para la radicación de nuevas empresas, apoyo técnico y financiero para los proyectos nuevos y existentes, entre otros. Al mismo tiempo, el programa debe incluir instancias de evaluación periódicas con la finalidad de promover la eficiencia del sector a través de un seguimiento cercano y exhaustivo. En el mismo sentido, la

recolección y sistematización de datos a través de un software específicamente pensado para evaluar la situación sanitaria de los habitantes de la provincia podría develar nuevas prioridades y potenciales espacios de intervención pública, principalmente vinculadas a las patologías infecciosas.

Monopolio de provisión de soluciones parenterales

Las soluciones parenterales son preparaciones estériles que contienen principios activos para ser administrados por infusión, inyección o fluido terapia (vía intravenosa). Actualmente, existe una única firma proveedora de esta clase de insumos para todos los centros de salud de la provincia. La incorporación de nuevas empresas a este mercado resulta una prioridad para el sistema de salud chaqueño.

Financiamiento para infraestructura y planta para provisión de soluciones parenterales

El laboratorio Litoral Biológicos SRL cuenta con un proyecto diseñado para la producción y distribución de soluciones parenterales. De esta forma podría alcanzarse una mayor oferta que impacte en una reducción de los precios de este insumo básico para hospitales que representa una porción relevante del gasto en salud de la provincia. A la vez, el hecho de que se trate de una empresa local implica un beneficio adicional de relevancia por su impacto en la actividad, en el mercado de trabajo y en el derrame tecnológico. Dado que hasta ahora las actividades principales de la firma están orientadas al mundo animal (con habilitación del SENASA), es necesario adaptar la infraestructura de la empresa para la habilitación correspondiente por parte de la ANMAT. La inversión necesaria se aproxima a los USD 500.000.

Oportunidad para el desarrollo de productos de iluminación inteligente

Tal como se mencionó previamente en este documento, las características estructurales del (sub)sector de equipamiento médico hacen sumamente difícil para nuevas y pequeñas empresas la competencia con grandes firmas multinacionales.

Asesoramiento para la homologación por parte de ANMAT para productos de la empresa Nalaih

La empresa Nalaih -originalmente orientada a servicios de mantenimiento de equipamiento médico- desarrolló una serie de productos de iluminación para establecimientos médicos que podría tener incluso potencial exportador.

Entre ellos se destacan una lámpara scialítica, una fuente de luz, un frontoluz quirúrgico, y unidades de fototerapia. Los últimos dos ya se encuentran en circulación en la provincia y la firma busca adquirir la homologación de ANMAT para poder comercializarlos por fuera del Chaco e incluso exportarlo a otros países del Mercosur. La certificación ANMAT requiere, por su parte, inversión en infraestructura acorde (aproximadamente \$10 millones de pesos). Esta oportunidad resulta muy pertinente puesto que, a diferencia de lo que ocurre con otros bienes industriales, esta empresa desarrolló productos que son altamente competitivos en términos de costos en comparación con los importados desde Alemania o Estados Unidos.

Ausencia de servicios de diagnóstico para salud reproductiva

En la actualidad, no existen en la provincia ni en toda la región del norte grande laboratorios aptos para el análisis de muestras de semen humano. Las mismas deben transportarse hasta otras ciudades, por ejemplo, Rosario, en un proceso que resulta riesgoso por los extremos cuidados e inmediatez con los que debe ser resguardada la sustancia.

Incorporación de tecnología para el análisis de semen humano

La adquisición de tecnología pertinente para el diagnóstico seminal podría generar una ventaja competitiva de la provincia respecto al resto del norte. Una de las alternativas para ello radica en la incorporación del software CASA, de un costo aproximado de USD 40.000 dólares. Laboratorios Chaqueños cuenta con una posición privilegiada para tomar la iniciativa en ese sentido, en articulación con otras instituciones de la salud provincial.

Matriz de espacios de intervención – Sector Salud Humana

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Potencial impacto positivo a partir de la incorporación de maquinaria para el secado de partículas y análisis de microorganismos	Financiamiento para compra de equipo <i>Spray-Drying</i> y <i>Maldi-TOF</i>		Formación de técnicos para la manipulación de nueva maquinaria	Compra de tecnología avanzada (nacional o importada)		
Ausencia de coordinación y transferencia con otras instituciones de CyT	Establecimiento de UVT orientada a la transferencia tecnológica	Creación de unidades especializadas para la transferencia tecnológica	Incorporación de personal específicamente orientado a aspectos administrativos y comerciales del patentamiento			Mesa de articulación entre los distintos actores de la Ciencia y Técnica de la provincia

Matriz de espacios de intervención – Sector Salud Humana (Cont.)

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Cuello de botella en Recursos Humanos	Incentivos económicos y disminución de la carga docente para investigadores		<p>Reducción de horas docentes para que los investigadores con trayectoria puedan dedicar más tiempo a acompañar a los becarios</p> <p>Mayor remuneración salarial</p> <p>Becas para carreras estratégicas</p> <p>Mayor oferta de posgrados</p> <p>Necesidad de Bioinformático y CPA para el IMR</p>			
Oportunidades de consolidación como proveedor de servicios de diagnóstico en la región NEA	Apoyo para la elaboración de un Plan Integral de fortalecimiento del Diagnóstico	Recolección y sistematización de datos con respecto a patologías regionales		Especialización productiva hacia la complejidad media basada en innovación y diferenciación en nichos de mercado no ocupados por grandes firmas multinacionales (patologías locales).		

Matriz de espacios de intervención – Sector Salud Humana (Cont.)

Área de Intervención	Estrategia	I+D y vinculación tecnológica	RRHH	Modernización tecnológica	Extensión	Marcos Regulatorios
Monopolio de provisión de soluciones parentales	Financiamiento para infraestructura y planta para provisión de soluciones parentales			Financiamiento para adaptación de infraestructura del laboratorio Litoral Biológicos		
Oportunidad para el desarrollo de productos para iluminación inteligente	Asesoramiento para la homologación de ANMAT para productos de la firma Nalaih				Inversión en infraestructura	Homologación de ANMAT
Ausencia de servicios de diagnóstico para salud reproductiva	Incorporación de tecnología para el análisis de semen humano	Adquisición del software CASA				

Fuente: Elaboración propia

Bibliografía

- Añón, María Cristina (2016). Análisis tecnológicos y prospectivos sectoriales. complejo cerealero: Trigo - Maíz. MinCyT.
- Añón, María Cristina (2016). Análisis tecnológicos y prospectivos sectoriales. complejo oleaginoso: Soja - Girasol. MinCyT.
- ASIT (2020). Energía solar térmica en la industria: Potencial y aplicaciones. Asociación Solar de la Industria Térmica. España.
- Augustovski, F., Alfie, V., Alcaraz, A., Martí, S. G., Drummond, M. F., & Pichon-Riviere, A. (2021). A value framework for the assessment of diagnostic technologies: a proposal based on a targeted systematic review and a multistakeholder deliberative process in Latin America. *Value in Health*, 24(4), 486-496.
- Berletta, Paula (2014). Análisis de la cadena de valor: El caso de la biomasa forestal en Argentina.
- Blieske; Grommes; Meisenzahl; Schneble (2019). Current and future trends in photovoltaic technology. Conference Paper. DOI: 10.1109/IESC47067.2019.8976871
- Boletín Estadístico Tecnológico N°5 (2012) - Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - República Argentina.
- Bolsa de Cereales (2018). Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada (ReTAA). ISSN 2591-4871.
- CaProDi (2021). El impacto del Diagnóstico in Vitro en los pacientes y en la sociedad. Dossier.
- Castro-Restrepo, D. (2017). Nanotecnología en la Agricultura. *Revista Bionatura*. ISSN 1390-9355.
- CEPAL (2020). La Salud como desafío productivo y tecnológico. Capacidades locales y autonomía sanitaria en la Argentina pospandemia.
- CESSI (2020). Sector SSI. Coyuntura 2019-2020. Observatorio Permanente de la Industria del Software y Servicios Informáticos (OPSSI), Comisión de Estadísticas.
- CEPAL (2020). La salud como desafío productivo y tecnológico: capacidades locales y autonomía sanitaria en la Argentina pospandemia.
- CESSI (2021). Sector SSI. Coyuntura 2020 y Expectativas 2021. Observatorio Permanente de la Industria del Software y Servicios Informáticos (OPSSI), Comisión de Estadísticas.

- CIECTI (2012). Análisis tecnológico sectorial: Cuadros de Situación Tecnológica. Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación, Buenos Aires.
- CIECTI (2019). Industria 4.0: ¿Intensificación del paradigma tic o nuevo paradigma tecnoorganizacional? DT 17. Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación, Buenos Aires.
- Choudhary, R.; Paliwal, J. and Jayas, D.S. (2008). Classification of cereal grains using wavelet, morphological, colour, and textural features of non-touching kernel images. *Biosystems Engineering*, 99, 330-337.
- CILFA (2020). La industria farmacéutica argentina: su carácter estratégico y perspectivas.
- Coppo, J. A. (2009). El desafío diagnóstico del síndrome poliuria-polidipsia. *Revista Veterinaria*, 20(2), 146-153.
- De Gregorio, Margarita (2020). Biomasa en España. Generación de valor añadido y análisis prospectivo.
- Dew, N. (2003). Lipsticks and razorblades: How the auto id center used pre-commitments to build the internet of things. Disponible en: <https://ssrn.com/abstract=964507>.
- Drucaroff, S. (2020). Políticas para promover la autonomía sanitaria basada en el desarrollo de proveedores estratégicos de dispositivos médicos. trabajo presentado en el seminario "El derecho a la salud en la Argentina post COVID-19. Acceso universal y tecnología local como impulsores de desarrollo", CEPAL-GIZ, Buenos Aires, 23.
- FAO (2018). Análisis espacial del balance energético derivado de biomasa. Metodología WISDOM. Provincia del Chaco. Colección Documentos Técnicos N° 9. Buenos Aires.
- FAO. 2019. Informe sobre la factibilidad del aprovechamiento de la biomasa forestal de campo. Colección Informes Técnicos N.º 7. Buenos Aires.
- FAO (2020). Actualización del balance de biomasa con fines energéticos en la Argentina. Colección Documentos Técnicos N.º 19. Buenos Aires.
- Flood, J. (2010). The importance of plant health to food security. *Food Security* 2 (3):215–231.
- Gereffi, G. (2008). Concentrating Solar Power: Clean Energy for the Electric Grid. Technical Report.

- Gershenfeld, N., Krikorian, R. y Cohen, D. (2004). "The internet of things", Scientific American, vol. 291, N° 4, pp. 76-81.
- Guevara-Hernandez, F.; and Gil, J. G. (2011). A machine vision system for classification of wheat and barley grain kernels. Spanish Journal of Agricultural Research, (3), 672-680.
- Gutman, G., Lavarello, P y Pita, J.J. (2021). Elementos de diagnóstico y lineamientos generales para una política de promoción de biosimilares en Argentina. Consejo para el Cambio Estructural y CEP XXI. Documento de Trabajo N°4.
- Gobierno de la Provincia de Chaco (2020). Plan Chaco 2030. Políticas para el desarrollo sostenible.
- Haley, U. (2011). Government Policy and Firm Strategy in the Solar Photovoltaic Industry. California Management Review.
- Idígoras, Gustavo (2016). Análisis tecnológicos y prospectivos sectoriales. Prospectiva tecnológica al 2025 del complejo de semillas. MinCyT.
- IEA/IRENA (2013), Solar Photovoltaics Technology Brief, IEA-ETSAP and IRENA Technology Brief E11, the International Energy Agency and the International Renewable Energy Agency.
- INDEC (2018). Censo Nacional Agropecuario 2018. Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2012). Proyecto Regional Ganados y carnes de las provincias de Chaco y Formosa. Varias publicaciones.
- INTI (2021). Censo Solar Térmico 2020. Período 2019.
- IRENA (2015). Solar Heat for Industrial Processes. Technology Brief.
- IRENA (2015b). Biomass for Heat and Power. Technology Brief.
- IRENA (2019). Solid Biomass Supply for Heat and Power. Technology Brief.
- Lachman, J., & Lopez, A. F. (2018). Las empresas de Servicios Basados en Conocimiento para producciones de base biológica: el caso de la agricultura y ganadería de precisión.
- Martínez, M., Gómez Junior, F., Arango Perernau, M. y Gallo, C. (2020). El análisis de calidad de semillas en un nuevo escenario tecnológico. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- MedTech Europe (2017). European IVD Market Statistics report 2017.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. (2021). Plan de Ganadería Argentina (2022/2030).

- *Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2012)*. Boletín Estadístico Tecnológico. Sector Farmacéutico (5).
- *Ministerio de Economía (2016)*. Informes de Cadenas de Valor. Energías alternativas.
- *Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación (2016)*. Informes de Cadenas de Valor. Año 1, N° 12. Software y Servicios Informáticos.
- *Ministerio de Economía de la Nación (2021)*. Chaco. Informe productivo provincial.
- *Ministerio de Economía de la Nación (2022)*. Informes de Cadenas de Valor. Equipamiento Médico.
- *Ministerio de Economía de la Nación (2022b)*. Informes de Cadenas de Valor. Ficha Sectorial. Industria Farmacéutica.
- *OCDE. (2015)*. Overcoming Barriers to International Investment in Clean Energy (Green Finance and Investment). OECD Publishing.
- *Organización Mundial de la Salud (2011)*. Increasing access to diagnostics through technology transfer and local production.
- *Organización Mundial de la Salud (2021)*. Selection of essential in vitro diagnostics at country level: using the WHO model list of essential in vitro diagnostics to develop and update a national list of essential in vitro diagnostics.
- *Pegoraro (Coord), M.L.; Tomassone, C.; Predilailo, J (2014)*. La Industria del Software y Servicios Informáticos de Chaco. Informe N°1: Segmentación y tipificación de empresas SSI. Escuela de Gobierno del Chaco.
- *Pegoraro (Coord), M.L.; Tomassone, C.; Predilailo, J (2015)*. La Industria del Software y Servicios Informáticos de Chaco. Informe N°2: Fortalezas y debilidades de las empresas de SSI. Escuela de Gobierno del Chaco.
- *Pegoraro (Coord), M.L.; Tomassone, C.; Predilailo, J (2015b)*. La Industria del Software y Servicios Informáticos de Chaco. Informe N°3: Debilidades y fortalezas de empresas SSI Chaqueñas que impactan en su rentabilidad y crecimiento. Escuela de Gobierno del Chaco.
- *Peirano, F. (2017)*, “Equipamiento médico”, documento de trabajo preparado para CEPAL, inédito.
- *Peirano, F., Carregal, C. y Peirano, M.A (2017)*. “El complejo productivo de bienes de capital: entre el carácter estratégico, la expansión y los límites estructurales”, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- *Peirano, F. (2018)* “Expansión sin transformación: el sector de bienes de capital en un contexto de políticas micro y macro desacompañadas”, ponencia presentada

en el Congreso Construyendo Capacidades: la economía política del desarrollo a la luz de la experiencia reciente de Argentina y Brasil”, 7 y 8 de junio de 2018, Universidad Nacional de San Martín.

- PWC (2021). In Vitro Diagnostics (IVD). Market trends – Overview. Disponible en <https://www.pwc.com/it/it/publications/assets/docs/pwc-IVD-market-trends-overview.pdf>
- REN21. (2020 y 2022). Renewables Global Status Report. REN21.
- Santarcángelo, J., Kalos, M. y Marí, M (2016). Análisis tecnológicos y prospectivos sectoriales. Complejo Farmacéutico. MINCYT
- Scaramuzza, F., Accoroni, C., Méndez, A., Villarroel, D., Vélez, J. (2014), El potencial de la Agricultura de Precisión actual y futuro, Publicaciones Bolsas de Comercio de Rosario, Año CIII - N° 1523.
- Secretaría de Energía de la Nación (2019). Energía Solar Concentrada. Estado del Arte de la Tecnología de generación de energía eléctrica a partir de concentración de energía solar.
- Secretaría de Energía de la Nación (2019b). Introducción a la Energía Solar Térmica.
- Secretaría de Energía de la Nación (2019c). Manual de generación distribuida solar fotovoltaica.
- Schorr, M. et al. (2020). “Estructura productiva del Chaco y su impacto en la distribución del ingreso. Un análisis de las principales cadenas de valor de la provincia”. Escuela de Gobierno de la Provincia de Chaco.
- Sharon M., Choudhary A., Kumar R. (2010). Nanotechnology in agricultural diseases and food safety. Journal of Phytology 2(4): 83–92
- Subsecretaria de Energías Renovables (2018). Generación de empleo. Energías Renovables. Programa RenovAr y MATER. Secretaría de Energía, Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación.
- Sultana, A. y A. Kumar. 2012. “Ranking of biomass pellets by integration of economic, environmental and technical factors”. Biomass and Bioenergy Vol. 39. Elsevier.
- Revista TecnoÁrido (2021) N° 4 (junio).
- Uffo, O. (2011). Producción animal y biotecnologías pecuarias: nuevos retos. Revista de Salud Animal, 33(1), 08-14.
- Wurcel, V., Cicchetti, A., Garrison, L., Kip, M. M., Koffijberg, H., Kolbe, A., ... & Zamora, B. (2019). The value of diagnostic information in personalised healthcare:

a comprehensive concept to facilitate bringing this technology into healthcare systems. *Public health genomics*, 22(1-2), 8-15.

- Yi, X.; Eramian, M., Wang, R.; Neudorf, J.; Salzl, A. and Maruschak, J. (2016). Seed Identification Using Computer Vision — A Proof of Concept Study. *Seed Technology*, 37(1), 93-100.