

Documento de Trabajo N° 1

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico,
aportes al desarrollo socio-productivo,
potencialidades y desafíos futuros

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

Autoridades

Gobernador de la Provincia de Buenos Aires

Axel Kicillof

Vicegobernadora de la Provincia de Buenos Aires

Verónica Magario

Ministro de Producción, Ciencia e Innovación Tecnológica de la Provincia de Buenos Aires

Augusto Costa

Subsecretario de Ciencia, Tecnología e Innovación

Federico Agüero

Director y equipo de trabajo

Alex Kodric

Denise Roskell

Matías Mancini

Ángela María Candreva

Edición

Equipo de Comunicación

Subsecretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación

Índice	3	Gráfico 1. Distribución de las instituciones del SCTP según áreas estratégicas que desarrollan biotecnología	16
Resumen Ejecutivo	4	Tabla 1. Registro de instituciones del SCTP según desarrollen biotecnología en relación a las áreas estratégicas	18
1. Biotecnología	5	Gráfico 2. Distribución de las áreas estratégicas en cada nodo regional	22
1.2. Usos, campos de aplicación y áreas de intervención socioeconómica	5	4. Biotecnología y sector productivo provincial: empresas, desarrollos y aplicaciones en el sector	22
1.1. Definición	5	Cuadro 2. Mapa conceptual de sectores productivos con aplicaciones en técnicas biotecnológicas	24
Cuadro 1. Mapa conceptual de áreas de intervención de la tecnología de acuerdo a un enfoque de aplicación socioeconómica	6	Tabla 2. Empresas biotecnológicas según actividades productivas	26
2. Estado actual de la biotecnología en Argentina	8	5. Regulaciones de la actividad biotecnológica en Argentina: instituciones, normas y competencias	31
2.1. Características del Sistema Científico y Tecnológico (SCyT) Nacional	8	5.1. Organismos regulatorios relacionados a la biotecnología	31
2.2. Áreas de vacancia y desafíos del SCyT Nacional	11	5.2. Propiedad intelectual	32
3. Capacidades del Sistema de Ciencia y Tecnología provincial (SCTP) en biotecnología	13	6. Opinión de especialista: líneas de trabajo prospectivas	33
3.1. Análisis Institucional. Mapa de capacidades territoriales del SCTP	13	7. Comentarios finales	38
Mapa 1. Distribución regional de las instituciones del SCTP	15	8. Glosario de abreviaturas	40
3.2. Descripción integral del SCTP en relación a las áreas estratégicas de desarrollo, sus capacidades y distribución geográfica	16	9. Bibliografía	42

Resumen Ejecutivo

La biotecnología se define como el conjunto de procesos que emplean organismos vivos para la obtención de bienes y servicios con el fin de mejorar la calidad de vida de la población. La biotecnología moderna (BM) surge en la década de los '80 y hace uso de la "Ingeniería genética" para modificar y transferir genes de un organismo a otro. Es una tecnología capacitada para atender una extensa gama de aplicaciones. El perfil multidisciplinario y de fuerte complementariedad con otras tecnologías, posiciona a la biotecnología como una actividad estratégica fundamental para la promoción del desarrollo socio-productivo provincial.

Los avances de la BM generan nuevas oportunidades de aplicación con impactos en la esfera productiva, incluyendo a las empresas especializadas o que se han diversificado hacia la elaboración de productos y/o servicios. En gran medida, el impacto de la biotecnología opera sobre la economía a través de la producción de nuevos y mejorados insumos que posteriormente serán aplicados en distintas actividades extendiendo la incidencia de la biotecnología en la matriz productiva. Adicionalmente, la BM incide en la esfera social por las posibilidades concretas de mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Las oportunidades dadas por la biotecnología, combinadas con las bases del Sistema Científico y Tecnológico y las bases productivas de la Provincia, conforman una plataforma idónea para brindar soluciones a diversas problemáticas de la vida social. En el desarrollo y aplicación de esta tecnología se observan impactos a nivel socioeconómico y ambiental. En el ámbito social, dicho impacto se encuentra principalmente vinculado con áreas destinadas a mejorar las condiciones de vida de la población relativas a la alimentación y la salud humana. En cuestiones medioambientales, la biotecnología ofrece oportunidades para el desarrollo sustentable de las actividades industriales protegiendo y explotando de forma eficiente los recursos naturales.

De cara al futuro, la Provincia cuenta con una plataforma de capacidades de I+D, que cubre distintas áreas de aplicación, y una base industrial que podría explotar las oportunidades abiertas por la biotecnología a partir de la profundización de la articulación público-privada. Entre las líneas de trabajo prospectivas se encuentra la necesidad de industrializar el "conocimiento biotecnológico", mayormente a partir de sinergias y acciones de transferencia hacia empresas PyMEs de la Provincia en sectores como alimentos, energía, químicos y salud humana, entre otros, que cuentan con oportunidades de aplicación de técnicas biotecnológicas ya desarrolladas en países industrializados y que pueden ser un vector conducente para el desarrollo local en la Provincia.

1. Biotecnología

1.1. Definición

La biotecnología se define como el conjunto de procesos que emplean organismos vivos para la obtención de bienes y servicios con el fin de mejorar la calidad de vida de la población. La biotecnología conocida como biotecnología tradicional (BT), posee una larga historia y se fundamenta básicamente en la obtención y utilización de los productos del metabolismo de ciertos microorganismos, como por ejemplo la aplicación de levaduras para la producción de pan, o bien el uso de microorganismos para la producción de queso, yogur y bebidas fermentadas como la cerveza, vino y otras. La biotecnología moderna (BM) surgida en la década de los '80, hace uso de la "ingeniería genética" para modificar y transferir genes de un organismo a otro. La BM, es entonces la biología aplicada a la producción de bienes y servicios, a través del conocimiento, el manejo y el uso de procesos celulares, moleculares y genómicos [1].

Como consecuencia del desarrollo de la ingeniería genética, se pueden expresar genes (producir las proteínas para las cuales estos genes codifican) en organismos diferentes al de origen. De esta manera es posible obtener proteínas de interés ("recombinantes"), mejorar cultivos y animales. La ingeniería genética se ha utilizado para producir, por ejemplo: vacunas, medicamentos, enzimas para la industria textil y la industria alimentaria, organismos genéticamente modificados (OGMs) -plantas resistentes a la sequía, insectos, enfermedades y herbicidas, peces que crecen más rápido, entre otros-.

1.2. Usos, campos de aplicación y áreas de intervención socioeconómica

La biotecnología es una tecnología capaz de atender una extensa gama de aplicaciones. El perfil multidisciplinario y de fuerte complementariedad con otras tecnologías, posiciona a la biotecnología como una actividad estratégica fundamental para la promoción del desarrollo socio-productivo provincial. Tanto la BT como la BM constituyen herramientas fundamentales para el desarrollo de diferentes áreas del conocimiento y la producción.

Desde un abordaje por aplicaciones socioeconómicas, el desarrollo y aplicación de la biotecnología permite contar con nuevas técnicas cuya implementación posibilita aumentar y mejorar la oferta de bienes y servicios que benefician las condiciones de vida de la población. La BM interviene ampliando los horizontes y generando nuevas oportu-

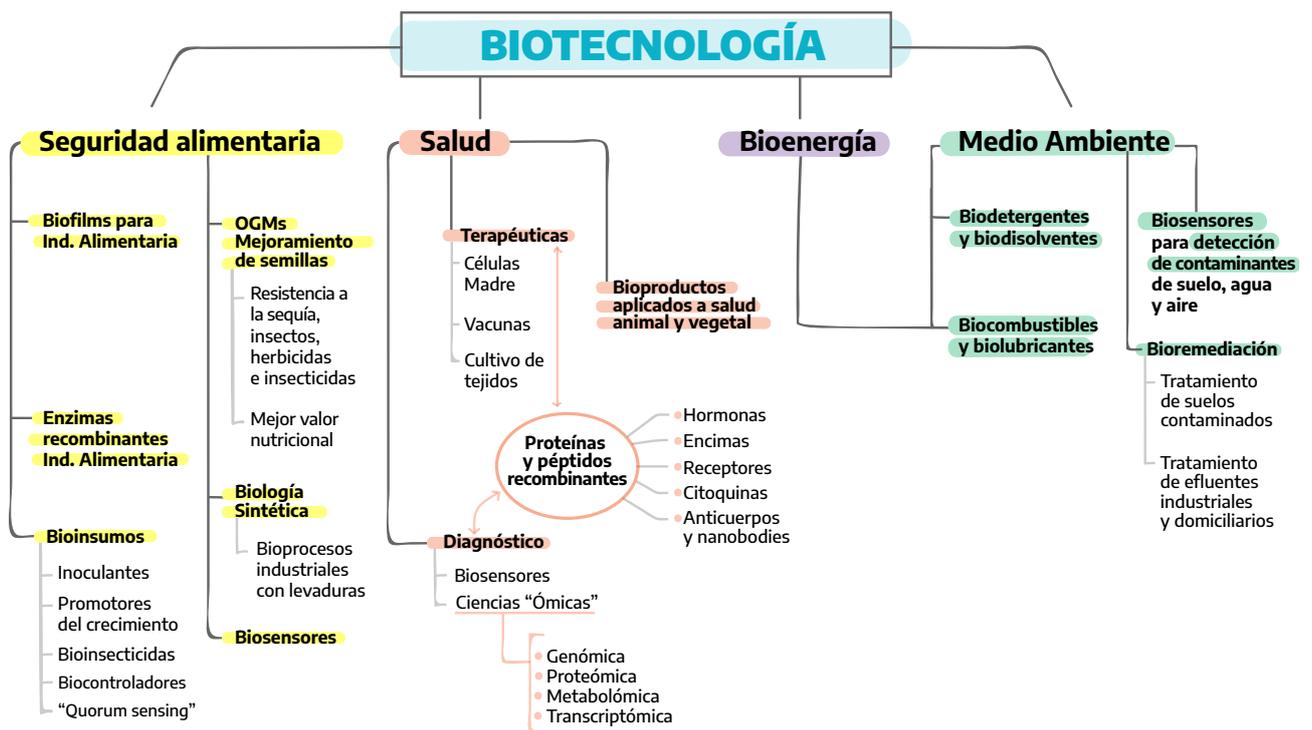
Biotechnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

tunidades principalmente en los sectores de la salud humana (tanto en terapéutica como en diagnóstico), producción de alimentos (industria alimentaria, agroalimentos y bioinsumos, salud animal y vegetal), medio ambiente y bioenergía.

El siguiente mapa conceptual aborda las principales áreas de intervención de la biotecnología desde un enfoque socioeconómico.

Cuadro 1. Mapa conceptual de áreas de intervención de la biotecnología de acuerdo a un enfoque de aplicación socioeconómica



Fuente: Elaboración propia

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

En relación a los beneficios de la biotecnología, a nivel socioeconómico podemos distinguir numerosas actividades posibles cuando se desarrolla esta tecnología, permitiendo entre otras cosas:

- Incrementar la competitividad de diversos procesos productivos sin afectar las características esenciales propias de un producto ("utilidad de la biotecnología"), como por ejemplo: mejoras en la efectividad y/o la actividad de un medicamento o vacuna, en las propiedades nutritivas de los alimentos, en la selección de mejores frutas y verduras, en el rinde de cultivos, etc.
- Atender demandas específicas de consumidores a partir de la creación de nuevos productos, como en el caso de alimentos adaptados para el consumo de diabéticos, celíacos o alérgicos a proteínas alimentarias, etc.
- Modificar ciertos productos según las condiciones de cada zona productora, con mejoramiento del acceso a agua disponible y potable, a nuevas formas de energía, a cultivos preparados para crecer en zonas salinas o desérticas, entre otros.
- Reducir el empleo de plaguicidas o crear nuevos productos amigables con el medioambiente para aplicar en cultivos resistentes a plagas que afectan a determinadas zonas. Avanzar en el desarrollo de los llamados bioinsumos: biofertilizantes, bioestimulantes y biocontroladores de plagas.
- Aprovechar el uso sustentable de residuos como son los procesos de revalorización de residuos sólidos para generar nuevos materiales plásticos o biocombustibles.
- Realizar procesos de biorremediación para recuperar ecosistemas, como aguas o suelos que son alterados por contaminantes, a partir del empleo de microorganismos, hongos, plantas (o enzimas derivadas de ellos) que se alimentan y eliminan residuos contaminantes.
- Optimizar los procesos industriales ("biotecnología blanca"), buscando reemplazar las tecnologías contaminantes por otras más limpias y amigables con el ambiente. La biotecnología blanca hace uso de microorganismos o enzimas para obtener productos más fáciles de degradar, requieren menos energía y, a su vez, generan menos desechos. Son aplicables a diversas industrias: farmacéutica, alimenticia, química, textil, de detergentes, papel, etc.

- Optimizar y crear nuevas metodologías para el diagnóstico de enfermedades que afectan a las personas, animales o plantas y también técnicas de detección de contaminantes del medio ambiente.

2. Estado actual de la biotecnología en Argentina

Para elaborar un diagnóstico acertado del estado actual de la biotecnología en Argentina se deben tener en cuenta tanto las capacidades en biotecnología y en tecnologías convergentes como el escalado, la transferencia y la producción. Este enfoque es el adoptado en el documento "Biotecnología Argentina al año 2030: llave estratégica para un modelo de desarrollo tecno-productivo" (MINCYT, 2016) [2] para elaborar un diagnóstico. Según dicho documento, Argentina cuenta con una masa crítica significativa en materia de recursos humanos y de infraestructura en el sector de I+D dedicado a la biotecnología. En el caso específico de la Provincia de Buenos Aires, su Sistema Científico y Tecnológico (SCyT) es complejo y se encuentra fundamentalmente asociado al sistema universitario, destacándose el rol de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), y sus asociaciones con Centros y Unidades del CONICET. Si a ellas se suman el INTA (especialmente el CICVyA de Castelar), la Universidad Nacional del Sur (UNS) y la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) se alcanza más del 80% de los recursos del mismo. A su vez, en el mismo documento se menciona que en los últimos años cobraron impulso los desarrollos de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) y de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) en las que se destacan iniciativas de vinculación y coordinación entre los grupos de investigación para la potenciación de los recursos existentes.

A partir de la literatura disponible, las consultas con expertos y el análisis de experiencias concretas, en el documento citado se encuentra cierto desbalance entre el destacable desarrollo científico de la región, los incipientes desarrollos tecnológicos y, en menor medida, una materialización productiva de estas capacidades. En ese sentido, actualmente existe una plataforma de conocimiento que podría servir de base para profundizar la articulación entre el sistema científico y el sector productivo.

2.1. Características del Sistema Científico y Tecnológico (SCyT) Nacional

En el siguiente apartado se mencionan algunos de los aspectos y características generales más relevantes del SCyT en Argentina y en la Provincia según lo expuesto en el documento del año 2016 del MINCYT [2]:

Biotechnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

• **Principales características de los grupos de I+D en el país**

Según la información disponible, más del 80% de ellos se desempeñan en universidades nacionales y en los Centros o Unidades Ejecutoras Asociadas que la CIC y el CONICET mantienen con distintas universidades. También existen en menor medida, grupos que realizan actividades de investigación en hospitales, organismos de ciencia y tecnología y fundaciones.

La mayoría de los grupos se desempeña en instituciones localizadas en la Provincia de Buenos Aires y más de la mitad de los grupos, aproximadamente un 55%; se crearon después del año 2000.

• **Técnicas implementadas**

Las técnicas más usadas en las actividades de I+D por los grupos son las de ADN/ARN (86%) y las Bioinformáticas (68%). En grado de importancia le siguen: el cultivo e ingeniería de células y tejidos (57%); las proteínas y otras moléculas (54%); los vectores génicos y vectores ARN (38%) y los procesos biotecnológicos (28%). Por último, las técnicas menos frecuentes son las relacionadas a la nanotecnología y a las células madre.

• **Áreas de aplicación**

Los proyectos de I+D en curso en las distintas Instituciones del SCyT potencialmente pueden aplicarse a Salud Humana (54%), a Biotecnología Agropecuaria, (37%), a Salud Animal (35%), a Bioinformática (29%), a Ambiente (23%), y a Procesamiento industrial (18%).

• **Recursos humanos**

En relación a este aspecto, el 49% del total de trabajadoras/es del sistema son investigadoras/es, el 40% becarias/os y el 11% personal técnico de apoyo. La estructura de recursos humanos en cuanto al nivel académico de las/os investigadoras/es y las/os becarias/os está integrada en 55% por doctoras/es y el 45% restante tiene títulos de grado o maestrías.

Las especialidades predominantes son en Ciencias Exactas y Naturales (63%), en particular, las disciplinas Biología y Biotecnología. La segunda área en importancia son las Ciencias Médicas (24%), principalmente Bioquímica y en menor medida Medicina y Farmacia. Otras disciplinas son las Ciencias Agropecuarias y Pesca (8%) y la Ingeniería y Tecnología (4%).

• **Relación entre género, ciencia y tecnologías**

En Argentina, sólo en términos generales, la cantidad de investigadoras está cerca de la paridad de género. Según datos expuestos por el Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Nación en el año 2018 [3], que informan en el Relevamiento de Entidades que realizan Actividades Científicas y Tecnológicas (RACT), la población de investigadoras/es y becarias/os en instituciones del sector público según sexo, en 2015 estaba compuesto por un 54,6% mujeres y un 45,4% varones. Esta paridad sólo se da en el sector público, trabajando las investigadoras fundamentalmente en Universidades y Organismos públicos de ciencia y tecnología. En contrapartida, según la encuesta sobre Investigación y Desarrollo (ESID), analizada por el mismo Ministerio en 2018 [3], en el sector privado, trabajan en I+D un 26,1% de mujeres.

Respecto a las áreas de conocimiento en los cuales se especializan las mujeres se observan las ciencias sociales, las ciencias médicas y de la salud, permaneciendo sub-representadas en las ingenierías y tecnologías, y en las ciencias naturales y exactas. Cabe destacar que la presencia de mujeres en las posiciones jerárquicas disminuye notablemente, reflejando desigualdades en los mecanismos que regulan la entrada y promoción organizacional en la ciencia ("techo de cristal") y en el reconocimiento social de los talentos. Esto se ve reflejado en números, según los datos del CONICET, las/os becarias/os doctorales posdoctorales e investigadoras/es asistentes están representados en un 60% por mujeres y en un 40% por varones. En cambio, la categoría de Investigadores Superiores (la mayor del escalafón) comprende a un 25% de mujeres y a un 75% de varones. Se observa además que las mujeres tienen una muy baja representación en los puestos de mayor responsabilidad e incidencia en la toma de decisiones de los ámbitos académico y científico tecnológico. En términos generales, hay paridad de género en la dirección de proyectos científicos (con asimetrías por área del conocimiento y categoría profesional) y una muy baja participación de las mujeres en la dirección de proyectos tecnológicos. Las investigadoras que dirigen proyectos científicos solicitan y reciben en términos generales un 25% menos recursos que sus colegas hombres, con diversas asimetrías entre fuentes de financiamiento y áreas del conocimiento, observándose la mayor brecha en las ciencias agrícolas [3]. En la actualidad, hay valiosas experiencias institucionales, algunas de ellas pioneras y otras más incipientes, que buscan acortar las brechas de género existentes y mejorar la situación de las mujeres investigadoras. Existen diferentes instrumentos

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

impulsados en la actualidad referentes a: protocolos, programas y observatorios contra la violencia; licencias familiares y algunas mejoras en el cuidado de menores; desarrollos de contenidos específicos en la formación, entre otras, siendo las Universidades Nacionales quienes encabezan e impulsan este tipo de acciones.

• **Producción de los grupos de I+D**

La producción argentina en biotecnología ha crecido notablemente en los últimos años, siendo una elevada proporción de la producción actual de los grupos de I+D en biociencias. Por otra parte, algunos de los grupos han desarrollado gradualmente vinculaciones con empresas y/o entidades sin fines de lucro, lo que se considera una tendencia deseable.

Del total de las publicaciones un 54,3% corresponde a biociencias y a ingeniería y otras ciencias básicas. Las publicaciones referidas a aplicaciones más importantes fueron las correspondientes a producción vegetal y animal; 19,9% y a salud humana; 13,7%. La producción correspondiente a temas con gran potencial e importancia como las bioindustrias sólo corresponde al 7,1% del total.

2.2. Áreas de vacancia y desafíos del SCyT Nacional

A continuación se mencionan algunos de los aspectos y características generales más relevantes del SCyT en Argentina y en la Provincia según lo expuesto en el documento del año 2016 del MINCyT, "Biotecnología Argentina al año 2030: llave estratégica para un modelo de desarrollo tecno-productivo" [2]:

• **Escalado y transferencia de tecnología desde el Sistema de CyT hacia el sector productivo**

La limitación en relación a la implementación de los procesos de escalado y transferencia de tecnología, según el sector empresario, se debe a que la mayor parte de las empresas tiene un tamaño insuficiente para realizar la etapa de escalado y no existen suficientes incentivos para que las/os investigadoras/es y las Instituciones de I+D prioricen estas actividades.

• **Bioinformática**

Es una disciplina de alta prioridad para desarrollos científicos y tecnológicos orientados a la genómica bovina y la selección de semillas, así como en casos de análisis clínicos y estudios microbiológicos. Estas técnicas se caracterizan por generar grandes volúmenes de datos (aplicaciones en Big Data).

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

En Argentina hay un limitado desarrollo de empresas de servicios bioinformáticos, a pesar de que se cuenta con recursos humanos calificados en Informática. El manejo de gran cantidad de datos implica el uso de equipos sofisticados y muy costosos, que no están disponibles en el país e implican altos montos de inversión.

• **Vinculación entre el SCyT público y las empresas**

Se observa una escasa vinculación entre el sistema científico y el sector empresario. Uno de los factores condicionantes de esta cuestión es la carencia del acceso público a la información acerca de las capacidades y proyectos de I+D en biotecnología que contemple: características de los recursos humanos implicados, capacidades de resolución técnica, el equipamiento crítico disponible, los temas y resultados de los trabajos de investigación, entre otras temáticas.

• **Cumplimiento de estándares internacionales en los procesos de investigación**

La mayoría de los Institutos de I+D no trabajan bajo normas internacionales de buenas prácticas. Esto en parte constituye una limitante para la interacción con grupos de I+D internacionales y también para la transferencia hacia la industria, que en algunos casos debe repetir las pruebas ya realizadas, para cumplir con los requisitos normativos nacionales e internacionales.

• **Financiamiento limitado y continuidad del financiamiento**

La escasez de financiamiento en equipos y gastos operativos se observa como una limitante al desarrollo y funcionamiento de los grupos. Asimismo, es importante también la fluidez y continuidad del financiamiento, especialmente para el acceso a recursos para el mantenimiento de los equipos.

• **Sistemas de apropiación de los resultados de las investigaciones**

Existe una difusa metodología respecto del mecanismo de apropiación de los (eventuales) resultados económicos de las investigaciones. Ello remite a las múltiples formas de apropiabilidad, según la institución donde se desempeñe el grupo -vía derechos de propiedad intelectual (patentes y otros)-.

A su vez, se menciona que la proporción de patentamientos sobre proyectos generados resulta escasa debido a los procesos administrativos (trámites lentos y complejos para las/os investigadoras/es) y la incapacidad financiera de las instituciones científicas para afrontar los costos asociados.

• **Relaciones público-privadas**

El 70% de los grupos de I+D tiene potencial de vinculación con el sector productivo en las áreas de las ciencias agrícolas-ganaderas y de las ciencias médicas; y el 40% tiene potencial de transferir resultados a las áreas asociadas con tecnologías e ingenierías.

Se observan algunas dificultades para establecer relaciones entre grupos y el sector privado –empresas- y, en menor medida, con otros grupos. Estos problemas se centran en las prioridades de las agendas de I+D de los investigadores y en la falta de recursos para escalar industrialmente los desarrollos científicos. En menor medida se encuentran las trabas de tipo burocrático-administrativo para establecer convenios de transferencia con terceros.

3. Capacidades del Sistema de Ciencia y Tecnología Provincial (SCTP) en biotecnología

3.1. Análisis Institucional. Mapa de capacidades territoriales del SCTP

En esta sección se presentan los resultados del análisis realizado bajo el marco conceptual de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva aplicado a la detección de capacidades de la actividad biotecnológica en el Sistema de Ciencia y Tecnología Provincial (SCTP).

La Vigilancia Tecnológica y la Inteligencia Competitiva se refiere a una forma organizada, selectiva y permanente de buscar, recoger y analizar la información relevante sobre tecnología, y convertirla en conocimiento útil para anticiparse a los cambios y así potenciar la toma de decisiones estratégicas.

Para ello se emplearon dos tipos de instrumentos:

- **Vigilancia tecnológica por áreas estratégicas** dentro de la disciplina biotecnología (detección de Instituciones, grupos y capacidades del SCTP a través de páginas web).
- **Detección de áreas de vacancias y oportunidades** de desarrollo tecnológico. En el desarrollo del relevamiento de capacidades del SCTP se relevaron todas las instituciones del SCTP que trabajan en proyectos asociados a la biotecnolo-

Biotechnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

gía; detectando un total de 91 Centros, Institutos o Laboratorios que dedican parte de su desarrollo en I+D específicamente en esta disciplina. Estas Instituciones fueron geolocalizadas y, a partir de este análisis, se identificaron 4 nodos biotecnológicos de I+D principales, todos relacionados a la cercanía con Universidades Nacionales¹:

- **Nodo Metropolitano:** comprende las ciudades de La Plata, Berisso, Ensenada, Quilmes, Lanús, Lomas de Zamora, San Martín, Hurlingham, Campana, Castelar, Luján, La Matanza. En total albergan 71 Instituciones que trabajan temáticas referidas a la biotecnología.

- **Nodo Noroeste:** comprende las ciudades de Junín y 9 de Julio y alberga 3 Instituciones que trabajan temáticas referidas a la biotecnología.

- **Nodo Centro:** comprende las ciudades de Tandil, Balcarce y Mar del Plata y lo componen 11 Instituciones que trabajan temáticas referidas a la biotecnología.

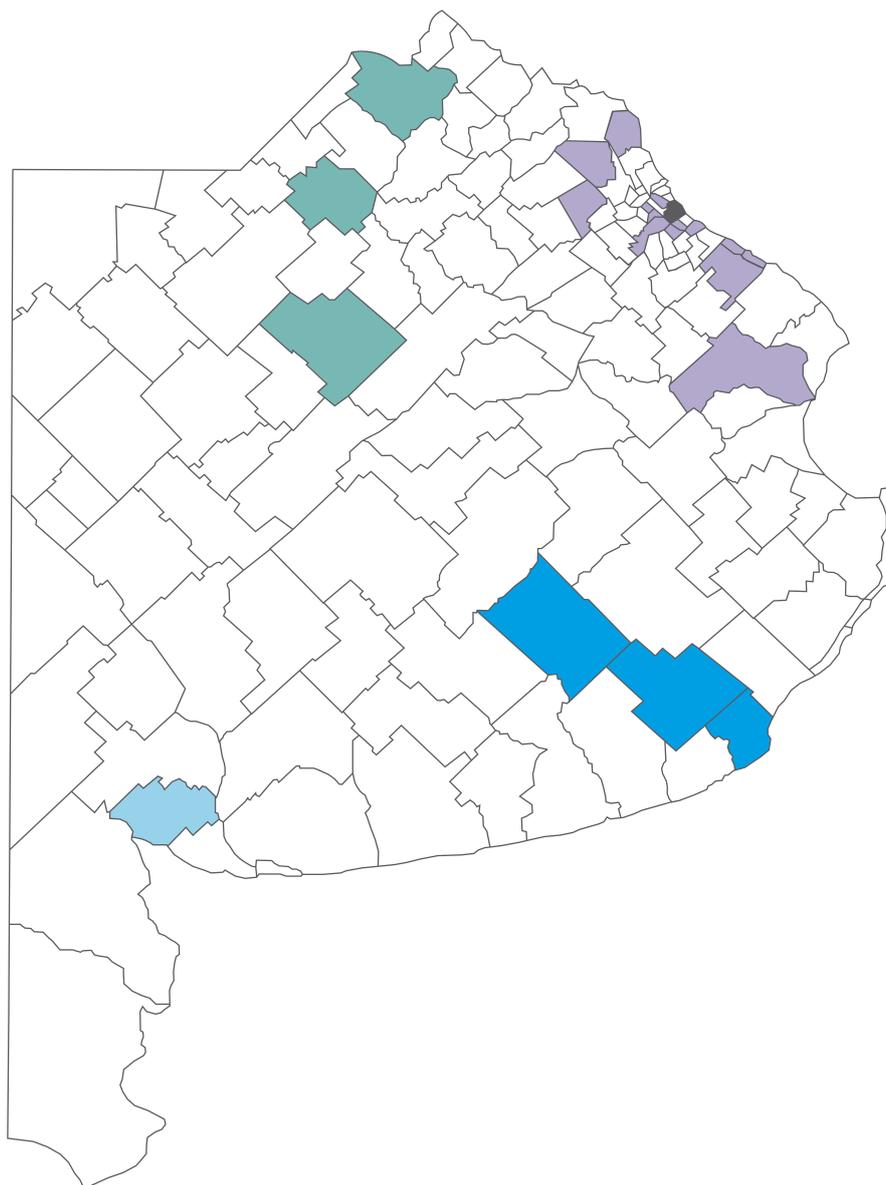
- **Nodo Sur:** comprende la ciudad de Bahía Blanca e incluye 6 Instituciones que trabajan temáticas referidas a la biotecnología.

Respecto a la distribución geográfica, el nodo denominado metropolitano concentra más del 78% de las Instituciones que se especializan en biotecnología, con preponderancia de las Instituciones o grupos dependientes de la UNLP y UNQ.

En relación a lo expuesto anteriormente, se elaboró un Mapa del territorio provincial (Mapa 1) en el que se evidencia la distribución regional de las Instituciones del SCTP, y se identifican con colores las localidades en las que fueron detectadas las Instituciones de I+D+i mencionadas. Asimismo, se referencian los nodos, las localidades que los componen y el número de Instituciones que albergan.

¹ El relevamiento se realizó sobre la base de la información disponible en Internet de las páginas y portales de cada Institución que desarrolla I+D en la Provincia.

Mapa 1. Distribución regional de las instituciones del SCTP



Nodo Metropolitano

Berisso
Campana
Chascomus
Ensenada
Gral. San Martín
Hurlingham
Lanús
La Matanza
La Plata
Lomas De Zamora
Luján
Morón
Quilmes

Nodo Noroeste

Pergamino
Junín
9 de julio

Nodo Centro

Tandil
Balcarce
Gral. Pueyrredón

Nodo Sur

Bahía Blanca

Cantidad de instituciones de CyT

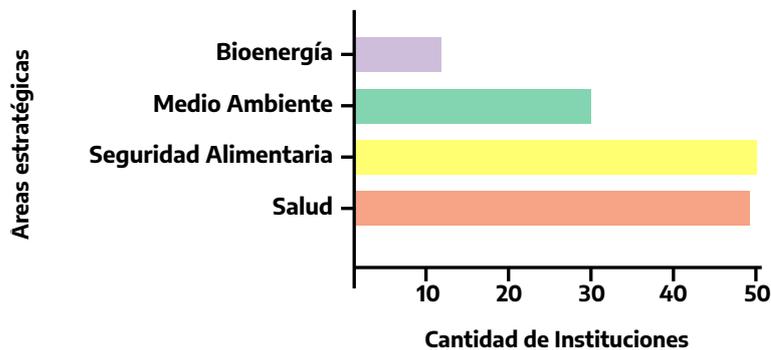
- 71** Nodo Metropolitano
- 11** Nodo Centro
- 3** Nodo Noroeste
- 6** Nodo Sur

Fuente: Elaboración propia

3.2. Descripción integral del SCTP en relación a las áreas estratégicas de desarrollo, sus capacidades y distribución geográfica

El SCTP lo componen diferentes actores dedicados a tareas de I+D relacionadas a la biotecnología. En este análisis se los diferenció según el área estratégica en la que aplican dicha tecnología. Como se mencionó anteriormente, se detectaron 91 instituciones que realizan actividades de I+D vinculadas a la biotecnología en la región, concentrando sus áreas temáticas de investigación en: salud (49/91), seguridad alimentaria (51/91), medio ambiente (31/91) y bioenergía (11/91).

Gráfico 1. Distribución de las instituciones del SCTP según áreas estratégicas que desarrollan biotecnología



Fuente: Elaboración propia

Del total de Instituciones² detectadas que trabajan en biotecnología (ver Tabla 1), 17 se encuentran asociadas a la CIC y se hallan distribuidas en la Provincia de la siguiente manera: 11 en la ciudad de La Plata, 3 en Mar del Plata, 1 en Tandil, 1 en Lomas de Zamora y 1 en 9 de Julio, respectivamente. La UNLP además posee otras 15 Instituciones relacionadas a la biotecnología de múltiples dependencias, entre ellas una planta piloto (PLAPIMU-LASEISIC) y la UPM-Unidad Productora de Medicamentos de la Facultad de Ciencias Exactas (que funciona como planta piloto). La UNQ posee 18 laboratorios y unidades de investigación relacionadas a la biotecnología, la UNSAM 7 Instituciones de las cuales una, el INTECH, se encuentra en la ciudad de Chascomús. También, posee 2

² Cuando en el texto se refiere a Instituciones se tiene en cuenta el espectro amplio de los ámbitos donde se desarrolla la actividad considerándose a los Centros, Institutos, Laboratorios, Grupos o Programas (dependientes de Instituciones) detectados.

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

Instituciones la UNLZ; 1 Institución la UNLAM y UNLU; UNAHUR posee tres Instituciones, incluida la Biofábrica; 2 Instituciones la UNNOBA. Además, la UNS nuclea a 6 Instituciones incluida una planta piloto (PLAPIQUI), la UNICEN 2 Instituciones y la UNMDP 3 Instituciones relacionadas a la biotecnología.

Por otra parte, se detectó que la UTN posee 3 grupos y un centro de investigación relacionados con esta tecnología. Asimismo, se identificaron otras Instituciones que desarrollan biotecnología en la región: el INTA que posee 8 dependencias en la Provincia que se dedican a la biotecnología, el INTI que posee 5 dependencias que se detallan en la Tabla 1. También hacen I+D y trabajan en biotecnología: el Instituto Biológico "Tomás Perón" dependiente de la Subsecretaría de Planificación y Contralor Sanitario del Ministerio de Salud de PBA, Y-TEC (con varias plantas piloto dedicadas a la biotecnología), el INIDEP-Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero- dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, y la Fundación Argentina de Nanotecnología.

En la Tabla 1 se listan las principales Instituciones del SCTP que desarrollan actividades biotecnológicas en la Provincia de Buenos Aires y se distinguen también las áreas de trabajo según salud, seguridad alimentaria, medio ambiente y bioenergía.

Biotechnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

Tabla 1. Registro de instituciones del SCTP según desarrollan biotecnología en relación a las áreas estratégicas.

INSTITUCIONES	INSTITUTOS / CENTROS / LABORATORIOS DEPENDIENTES	ÁREAS ESTRATÉGICAS			
		Salud	Medio ambiente	Seguridad alimentaria	Bioenergía
NODO METROPOLITANO					
INTA	CIA-Centro de Investigación en Agroindustria. INTA Castelar.			●	
	CICVyA-Centro de Investigación en Ciencias Veterinarias y Agronómicas. INTA-Castelar.	●		●	
	CIRN-Centro de Investigación en Recursos Naturales. INTA Castelar.		●		
	INCUINTA-Instituto De Investigación Biotecnología.			●	
	ICyTeSAS-Instituto de Ciencia y Tecnología de Sistemas Agroalimentarios Sustentables. (INTA-CONICET)			●	
	Instituto de Suelos (Sede Hurlingham) dependencia del CIRN.		●		
	ITA-Instituto de Investigación Tecnología de Alimentos.			●	●
INTI	Parque Tecnológico Miguelete y varios nodos regionales y sectoriales.	●		●	●
	Servicios Industriales: Ambiente		●		
	Servicios Industriales: Eficiencia Energética				●
	Servicios Industriales: Agroalimentos, Carnes y Lácteos			●	
	Tecnología de alimentos.			●	
UNLP	CENEXA-Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada. (CIC-UNLP-CONICET)	●			
	CETMIC-Centro de Tecnología de Recursos Materiales y Cerámica. (CIC-UNLP-CONICET)	●			
	CIDCA-Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos. (CIC-UNLP-CONICET)		●	●	
	CIDEFI-Centro de Investigaciones en Fitopatologías. (CIC-UNLP)			●	
	CINDECA-Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas. (CIC-UNLP-CONICET)		●		
	CINIBA-Centro de Investigaciones Inmunológicas Básicas y Aplicadas. (CIC-UNLP)	●			
	CIOP-Centro de Investigaciones Ópticas (CIC-UNLP-CONICET)	●		●	
	CIPROVE-Centro de Investigación en Proteínas Vegetales. (CIC-UNLP)	●			
	CEQUINOR-Centro de Química Inorgánica. (UNLP-CONICET)	●			
	CIC-Centro de Investigaciones Cardiovasculares. Facultad de Ciencias Médicas. (UNLP-CONICET)	●			
	CINDEFI-Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones Industriales. Facultad de Ciencias Exactas. (UNLP-CONICET)	●	●		
	CISaV-Centro de Investigación en Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.			●	
	CREG-Centro Regional de Estudios Genómicos. Facultad de Ciencias Exactas. (UNLP-CONICET)	●			
	IBBM-Instituto de Biotecnología y Biología Molecular. Facultad de Ciencias Exactas. (UNLP-CONICET)	●		●	
	IGEVET-Instituto de Genética Veterinaria "Ing. Fernando Noel Dulout". Facultad de Ciencias Veterinarias. (UNLP-CONICET)			●	
	IIFP-Instituto de Estudios Inmunológicos y Fisiopatológicos. Facultad de Ciencias Exactas (UNLP-CONICET)	●			
	ILPLA-Laboratorio de Limnología. (CIC-UNLP-CONICET)		●		

Biología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

INSTITUCIONES	INSTITUTOS / CENTROS / LABORATORIOS DEPENDIENTES	ÁREAS ESTRATÉGICAS			
		Salud	Medio ambiente	Seguridad alimentaria	Bioenergía
UNLP	IMBICE-Instituto Multidisciplinario de Biología Molecular. (CIC-UNLP-CONICET)	●		●	
	INFIVE-Instituto de Fisiología Vegetal. (UNLP-CONICET)			●	
	INIBIOLP - Instituto de Investigaciones Bioquímicas de La Plata. (UNLP-CONICET)	●			
	INIFTA-Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas. (UNLP-CONICET)	●	●	●	●
	LAQAB-Laboratorio de Química Ambiental y Biogeoquímica. (CIC-UNLP-UNA)		●		
	LIDEB-Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Bioactivos. Facultad de Ciencias Exactas. (UNLP-CONICET)	●			
	LIOMM-Laboratorio de Investigaciones en Osteopatías y Metabolismo Mineral. (CIC-UNLP)	●			
	LIPA-Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.			●	
	PLAPIMU-LASEISIC-Planta Piloto Multipropósito -Laboratorio de Servicios a la Industria y al Sistema Científico. Facultad de Ciencias Exactas. (CIC-UNLP)		●		
	UPM-Unidad Productora de Medicamentos. Programa de extensión. Secretaria de Extensión. Facultad de Ciencias Exactas.	●			
Ministerio de Salud de PBA	Instituto Biológico "Tomás Perón". Subsecretaría de Planificación y Contralor Sanitario. Ministerio de Salud de PBA.	●			
UNQ	SBG-Grupo de Bioinformática Estructural. Departamento de Ciencia y Tecnología.	●			
	IMBA-Instituto de Microbiología Básica y Aplicada. Departamento de Ciencia y Tecnología.	●			
	Laboratorio de Biotransformación y Biotransformaciones. Biotecnología. (UNQ-Transferencia)	●	●		●
	Laboratorio de Biomembranas. Biotecnología. (UNQ-Transferencia)	●	●		
	Laboratorio de Bioquímica, Microbiología e Interacciones Biológicas en el Suelo. Biotecnología. (UNQ-Transferencia)		●	●	
	Laboratorio de Cronobiología. Biotecnología. (UNQ-Transferencia)	●			
	Laboratorio de Control y Ecología de Hormigas plaga. Biotecnología. (UNQ-Transferencia)			●	
	Laboratorio de Expresión y Plegado de Proteínas. Biotecnología. (UNQ-Transferencia)	●			
	Laboratorio de Ingeniería Genética, Biología Molecular y Celular. (UNQ-Transferencia)	●		●	
	Laboratorio de Inmunología y Virología. Biotecnología. (UNQ-Transferencia)	●			
	Laboratorio de Materiales Biotecnológicos. Biotecnología. (UNQ-Transferencia)	●			
	Laboratorio de Microbiología Molecular. Biotecnología. (UNQ-Transferencia)	●		●	
	LOM-Laboratorio de Oncología Molecular. (UNQ-CONICET)	●			

Biotechnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

INSTITUCIONES	INSTITUTOS / CENTROS / LABORATORIOS DEPENDIENTES	ÁREAS ESTRATÉGICAS			
		Salud	Medio ambiente	Seguridad alimentaria	Bioenergía
UNQ	Unidad de Desarrollo de Alimentos con Propiedades Funcionales. Tecnología en Alimentos. (UNQ-Transferencia)			●	
	Unidad de Investigación y Tecnología de Alimentos. Tecnología en Alimentos. (UNQ-Transferencia)			●	
	Unidad de Laboratorio de Estudios Físicoquímicos y Funcionales de Alimentos. Tecnología en Alimentos. (UNQ-Transferencia)			●	
	Unidad de Análisis de Alimentos. Tecnología en Alimentos. (UNQ-Transferencia)			●	
	Unidad de Biotecnología Sustentable. Biotecnología. (UNQ-Transferencia)		●	●	
UNSAM	3iA-Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental.	●	●		●
	CRIP-Centro de Rediseño e Ingeniería de Proteínas. (UNSAM-CONICET)	●			
	IIBio- Instituto de Investigaciones Biotecnológicas. (IIB-INTECH)	●	●		
	INTECH-Instituto Tecnológico Chascomús. (IIB-INTECH)	●	●	●	
	IIB-INTECH-Instituto de Investigaciones Biotecnológicas. Laboratorio de Estructura, Función y Plasticidad de Proteínas. Sede Chascomús.	●			
	IIB-INTECH-Instituto de Investigaciones Biotecnológicas. Laboratorio de Genómica y Bioinformática. Sede San Martín.	●			
	INS-Instituto de Nanosistemas.	●		●	
Y-TEC	Innovación y Desarrollo Tecnológico para la industria energética. Downstream, Upstream y Energías renovables. (YPF-CONICET)		●	●	●
FAN-Fundación Argentina de Nanotecnología		●		●	
UNLZ	Facultad de Ciencias Agrarias.			●	
	Facultad de Ingeniería.	●			●
	IIPAAS-Instituto de Investigación sobre Producción Agropecuaria, Ambiente y Salud. (CIC-UNLZ)			●	
UNLAM	Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas.	●	●	●	
UNLU	INEDES-Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable. (UNLU-CONICET)		●		●
	PRIET-Programa de Investigación en Ecotoxicología. (UNLU-CONICET)		●		
UNAHUR	Biofábrica UNAHUR			●	
	CEGINE-Centro de Gestión de la Innovación en Energía.				●
	Instituto de Biotecnología	●	●	●	
UTN sede Delta	CEA-Centro de Investigación en Energía y Ambiente.		●		●
NODO NOROESTE: UNNOBA					
UNNOBA	CIT NOBA-Centro de Investigaciones y Transferencias del Noroeste de Buenos Aires. (UNNOBA-CONICET)	●		●	
	CIBA-Centro de Investigaciones Básicas y Aplicadas. (UNNOBA-CONICET)	●	●		
	ISETA-Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria. (CIC-Dirección General de Cultura y Educación). 9 de Julio, al sur de Junín			●	

Biología en la Provincia de Buenos Aires:

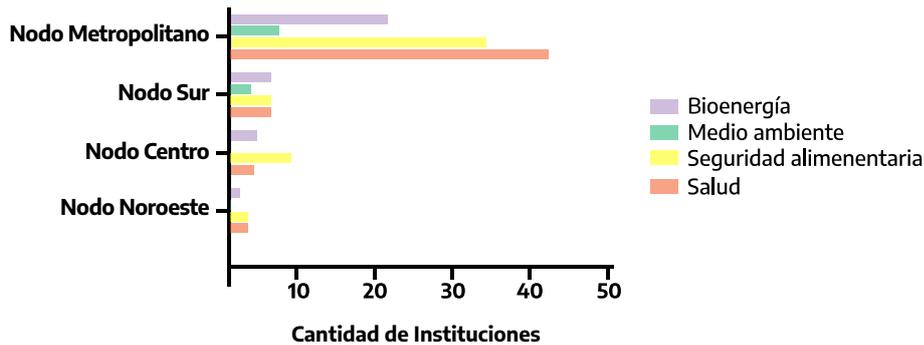
Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

INSTITUCIONES	INSTITUTOS / CENTROS / LABORATORIOS DEPENDIENTES	ÁREAS ESTRATÉGICAS			
		Salud	Medio ambiente	Seguridad alimentaria	Bioenergía
NODO CENTRO: UNICEN-UNMDP-INTA BALCARCE-UTN FRMDP					
UNMDP	BIOLAB-Laboratorio de Biología Funcional y Biotecnología. (CIC-CONICET) dependencia del IMBIOTEC de Mar del Plata.			●	
	IIDEAGROS-Instituto de Innovación para el Desarrollo Agroalimentario y Agroenergético Sostenible. (CIC-UNMDP)		●	●	
	IIMyC-Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (UNMDP-CONICET)		●		
	INBIOTEC-Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología. (UNMDP-CONICET)	●			
	INCITAA-Instituto en Ciencia y Tecnología de Alimentos y Ambiente-Departamento de Ingeniería Química y de Alimentos-Facultad de Ingeniería. (CIC-UNMDP-CONICET)			●	
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación	IIB-Instituto de Investigaciones Biológicas. (UNMDP-CONICET)	●		●	
	INIDEP-Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.			●	
INTA	Estación Experimental Agropecuaria Balcarce.			●	
UNICEN	ECOSISTEMAS-Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable.		●		
	NICE-Núcleo de Inteligencia Comportamental Empresarial. Facultad de Ciencias Exactas.	●		●	
	CIVETAN-Centro de Investigación Veterinaria de Tandil. (CIC-UNICEN-CONICET)	●		●	
UTN sede MDP	LACUI-Grupo Laboratorio de Acuicultura.			●	
NODO SUR: UNS-UTN FRBB					
UNS	CERZOS-Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida. (UNS-CONICET)	●	●	●	
	INBIOSUR-Instituto de Ciencias Biológicas y Biomédicas del Sur. (UNS-CONICET)	●	●	●	
	INQUISUR-Instituto de Química del Sur. (UNS-CONICET)	●	●	●	
	INIBIBB -Instituto de Investigaciones Bioquímicas. (UNS-CONICET)	●			
	PLAPIQUI-Planta Piloto de Ingeniería Química. (UNS-CONICET)	●	●	●	●
UTN sede BB	GEAQB - Grupo de Estudio Ambiente, Química y Biología.		●	●	●

Fuente: Elaboración propia

A continuación se expone un agrupamiento de las Instituciones de ciencia y tecnología que trabajan en biotecnología georeferenciadas según la actividad biotecnológica que realizan en función de las áreas temáticas de desarrollo.

Gráfico 2. Distribución de las áreas estratégicas en cada nodo regional



Fuente: Elaboración propia

A partir de la información extraída de la Tabla 1 se elaboró el Gráfico 2 que representa la distribución de las áreas estratégicas diferenciadas por nodo territorial. En este sentido, puede observarse que:

- El **Nodo Metropolitano** es el de mayor densidad de grupos de I+D biotecnológicos, con una marcada preponderancia en las áreas salud y seguridad alimentaria.
- El **Nodo Sur** es el que muestra mayor equilibrio en cuanto a las áreas que desarrolla.
- En el **Nodo Centro** la disciplina que prevalece es la que se refiere a seguridad alimentaria.
- En **todos los sectores territoriales** se observa una vacancia respecto al área de medio ambiente en primera medida y en segunda, del área correspondiente a la bioenergía.

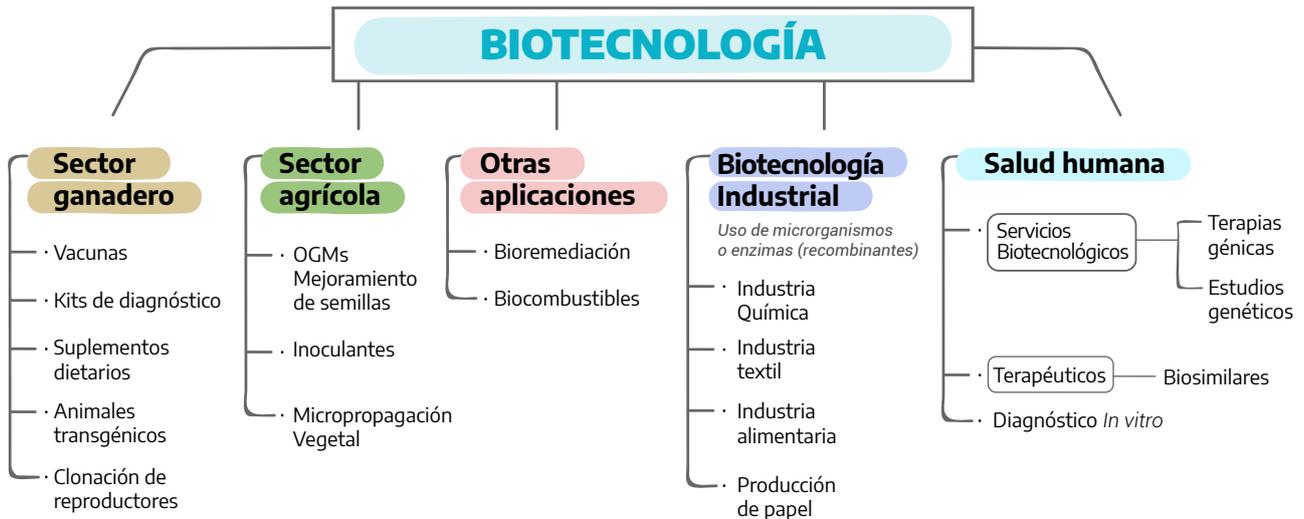
4. Biotechnología y sector productivo Provincial: empresas, desarrollos y aplicaciones en el sector

En esta sección se describe la relación entre la biotecnología y sector productivo, con foco en la Provincia de Buenos Aires. El objetivo es aproximarse a un panorama más completo de la importancia de la biotecnología en todo el ciclo de escalado tecnológico, desde el saber científico hacia la aplicación tecnológica para el desarrollo y producción

de bienes y servicios. Las posibilidades de aplicación de la biotecnología en el sector productivo actúan, junto al acompañamiento y direccionamiento del Estado, como la vía para materializar las capacidades de CyT descritas previamente (sección 3) en resoluciones de problemáticas sociales concretas en las diversas áreas planteadas (sección 1.2). En este sentido, además de analizar las capacidades en los laboratorios e instituciones donde se lleva a cabo la investigación biotecnológica, es necesario contemplar los aspectos de escalado y producción de bienes o servicios realizados por empresas biotecnológicas.

Si bien el carácter transversal de la BM genera posibilidades innovativas en una amplia gama de sectores productivos, hay algunos donde la integración de la biotecnología con la producción ha avanzado con mayor profundidad. El Cuadro 2 muestra un mapa que identifica los principales sectores de aplicación como se ha constatado en los estudios para Argentina [5][6]. Por un lado, aparecen aquellos sectores (agro y ganadería) propios del patrón de especialización productiva del país, y de la Provincia en particular. En la actividad agrícola la biotecnología ha abierto nuevas oportunidades en la producción y selección de semillas, con un fuerte impacto desde la aprobación de la soja transgénica en 1996, en la producción de inoculantes (que forma parte del paquete tecnológico del sector), y a través de la micropropagación de vegetales. En el sector ganadero la genética animal se aplica a la selección de reproductores y, a su vez, la biotecnología ha permitido el desarrollo de distintos productos vinculados con la salud animal (como vacunas y suplementos dietarios). Otro sector donde la biotecnología ha incidido fuertemente es en la salud humana a partir de la producción de medicamentos de origen biológico (en el país particularmente biosimilares a partir de la caída de las patentes), nuevos kits de diagnóstico y la posibilidad de ampliar la oferta hacia nuevos servicios. De hecho, los primeros avances de Argentina en biotecnología durante la década del 80, prácticamente en simultáneo a lo ocurrido a escala internacional, se dieron principalmente en medicamentos y reactivos de diagnóstico [4]. La biotecnología industrial es otro sector de aplicación con varias oportunidades abiertas a partir de la utilización de organismos vivos y enzimas -muchas veces recombinantes- para obtener productos mejores, degradables o a través de métodos más eficientes -frente a insumos de origen químico-. Particularmente, las enzimas representan la actividad con mayor desarrollo y difusión con aplicaciones en diversas industrias: alimenticia, química, textil, papel, entre otras. Otros usos se relacionan con el sector bioenergético a partir del empleo de biomasa ya sea natural o residual proveniente de alguna actividad económica, y la biorremediación, es decir, la utilización de técnicas biotecnológicas para la recuperación medioambiental.

Cuadro 2. Mapa conceptual de sectores productivos con aplicaciones en técnicas biotecnológicas



Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el criterio establecido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), se entiende que una empresa biotecnológica es aquella empresa que utiliza técnicas de la biotecnología moderna para desarrollar y producir bienes y servicios o para realizar actividades de I+D. Estas empresas de base tecnológica (EBT) cuentan con un mínimo de capacidades científicas operativas, en general poseen una alta proporción de personal involucrado en tareas de I+D biotecnológico, y tienden a establecer redes con organismos locales o internacionales de CyT. En simultáneo deben poseer un conocimiento sobre los marcos regulatorios de las actividades que realizan. Las empresas biotecnológicas operan en distintos sectores productivos del Cuadro 2 (mapa). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el impacto de la biotecnología no se reduce a este conjunto de empresas sino que su incidencia alcanza a otras firmas del sector o incluso de otros sectores. En gran medida, el impacto de la biotecnología opera sobre la economía a través de la producción de nuevos y mejorados insumos y servicios que posteriormente serán utilizados en distintas actividades extendiendo y difundiendo así la incidencia de la biotecnología en la matriz productiva.

Asimismo, debe tenerse en cuenta que el grupo de empresas biotecnológicas en Argentina no es homogéneo. De acuerdo a Gutman y Lavarello (2014)^[5] se pueden distinguir diferentes tipos de empresas con comportamientos, capacidades y barreras a

Biotechnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

su desarrollo diferenciales. Por un lado, hay nuevas empresas biotecnológicas especializadas en biotecnología, que surgen de desprendimientos de otras empresas o bien son emprendimientos originados en universidades o centros de investigación y que se centran en actividades de investigación aplicada y desarrollo sin llegar al mercado. A su vez, existen empresas de capital nacional especializadas en biotecnología que integran buena parte de la cadena de valor, que poseen productos en los mercados, y en general son de más larga data (algunas desde los años 80). También hay un segmento de empresas nacionales diversificadas que incursionaron en la biotecnología combinando su línea tradicional de negocios con nuevas líneas a partir de las oportunidades abiertas por las ciencias biológicas. Finalmente, se encuentra el grupo de filiales de Empresas Multinacionales biotecnológicas, que realizan alguna actividad productiva, de I+D y/o de adaptación de sus productos a las especificidades nacionales, en articulación con empresas usuarias y con centros de investigación locales. La incidencia de cada tipo de empresa no es uniforme entre sectores de aplicación. Luego, este es un aspecto importante a considerar para la realización de diagnósticos sectoriales y para la formulación de políticas de promoción productiva y tecnológica en el sector.

De acuerdo a la dos últimas Encuestas Nacionales de Empresas de Biotecnología publicadas por el MINCYT [6] [7], en el año 2012 operaban 178 empresas biotecnológicas en Argentina, número que creció a 201 en el 2014 (Tabla 2). Estas empresas se distribuyen principalmente en tres grandes áreas productivas: el agro (principalmente semillas), la ganadería (salud animal) y salud humana (medicamentos). Si se considera el peso sectorial en términos de ventas, los sectores más relevantes son semillas genéticamente modificadas, medicamentos y distintos insumos para la industria. En un escalón más abajo aparecen los productos de sanidad animal y los inoculantes.

En el caso específico de la Provincia de Buenos Aires, un estudio publicado en 2013 identificó 62 empresas de biotecnología en territorio provincial durante los años 2010-2011 [8]. Para el mismo periodo, la encuesta del MINCYT estableció un padrón total de 120 empresas nacionales [9], por lo que la Provincia explicaría aproximadamente la mitad de las empresas del país. Si bien la distribución en territorio provincial es amplia, hay una localización mayoritaria en la zona centro-norte y el Conurbano. Asimismo, el estudio citado recogió que las empresas bonaerenses de biotecnología empleaban en ese entonces alrededor de 5 mil personas, de las cuales, la mitad estaba dedicada a la biotecnología, y la inversión en I+D representaba aproximadamente el 30% de su facturación [8].

Biología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

Tabla 2. Empresas biotecnológicas según actividades productivas

ACTIVIDAD PRODUCTIVA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE EMPRESAS				EJEMPLOS DE EMPRESAS DE LA PBA
		PBA 2010 - 2011 [8]	Nación 2009 - 2010 [9]	Nación 2012 [6]	Nación 2014 [7]	
Inoculantes	Fertilizantes biológicos para el tratamiento de semillas	10	29	31	26	Rizobacter (Pergamino) de Bioceres, Laboratorios Arbo SRL (Junín), Nitrap (Ameghino), Cergen (Villa Tesei, Hurlingham) y Agroinvest (Junín)
Salud animal	Vacunas, kits de diagnósticos, y suplementos dietarios veterinarios	10	6	16	16	Biogénesis Bagó (Garín), TECNOVAX en Victoria, Internegocios (Mercedes), TECNOFARM (Villa Lynch); BIOCHEMIQ y Agropharma Salud (Moreno). y Vetanco (plantas en Vicente Lopez y General Rodríguez)
Salud humana	Productos terapéuticos, provisión de servicios biotecnológicos, estudios genéticos y terapias génicas, y diagnósticos <i>in vitro</i>	16	24	45	43	Sinergium Biotech y mABxience (Garín), PharmaADN (Munro), GEMABIOTECH, miembro de AMEGA Biotech (Olivos), grupo que también posee una planta (Pilar), Inmunova en Boulogne, ISEM S.A. (Martínez), Syntex SA en Luis Guillón (Esteban Echeverría), Therabel Pharma (Ramos Mejía)
Micropropagación vegetal	Multiplicación en gran cantidad de plantas nuevas en forma rápida y eficiente	4	6	10	12	Biotex (Quilmes), Cuinex (Mercedes), Tecnoplant <i>de Biosidus</i> (Martínez), Diagnósticos Vegetales (Mar del Plata) y la Biofábrica UNAHUR
Fertilización asistida	Técnicas de fertilización humana asistida	3	22	20	21	Fertilidad San Isidro (San Isidro) Gestar (La Plata) Crecer (Mar del Plata)
Insumos industriales	Utilización de organismos vivos y/o enzimas para obtener productos degradables, eficientes o que reduzcan la generación de desechos.	5	5	16	21	Biokeen (Junín), Geneg (Martínez), Grisbill (Vicente López)
Semillas	Mejoramiento genético y desarrollo de OGM	9	14	15	18	Don Mario (Chacabuco), Satus Ager (Beccar), Tecnoplant (Martínez)
Reproducción animal	Selección por marcadores moleculares, clonación de reproductores y desarrollos de animales transgénicos	5	14	25	34	Kheiron-Biotech (Pilar), Goyaike (Escobar) Munar y Asociados (La Plata), Nuevo Milenium (Marcos Paz)
Otros	--	-	-	-	10	--
Totales		62	120	178	201	

Fuente: elaboración propia a partir de MINCyT (2014) [6]; MINCyT (2012) [7]; Lozano M. et al. (2013) [8]; y Anlló, G., R. Bisang y L. Stubrin, (2011) [9]

Sector agrícola

La biotecnología posee una fuerte incidencia en el sector agrícola del país, y de la Provincia en particular. Los avances más relevantes de la BM en el sector refieren por un lado al mejoramiento genético asistido por marcadores moleculares y al desarrollo de OGM como semillas. Además del uso de marcadores moleculares, la BM permite la conformación de mapas genéticos y/o la secuenciación de genes que mejoran sustantivamente el proceso de búsqueda y selección de nuevas variedades. Entre las técnicas biotecnológicas que se utilizan en el sector se encuentran: la transgenia (plantas transgénicas a partir de la introducción selectiva de genes que otorgan conductas particulares), la mutagénesis (identifica los genes mutantes induciendo mutaciones controladas); y la cisgenia (a partir del conocimiento del mapa genético y del funcionamiento de los genes induce internamente ciertas modificaciones que afectan la conducta de las plantas y/o los contenidos de sus granos). En 2014 se detectaron 18 empresas que utilizan biotecnología en la producción de semillas transgénicas y/o fito-mejoradores tradicionales pero asistidos con técnicas propias de la BM, mientras que en 2010 había aproximadamente 14 empresas de las cuales 9 se localizaban en la Provincia. La sensible presencia relativa de la PBA en el sector se debe en buena medida a que la producción de semillas y actividades conexas se ubican en cercanía a los núcleos de producción. De hecho, en la Provincia de Buenos Aires se encuentra parte del cluster de empresas productoras de semillas que se ubica en la zona de producción núcleo de la República Argentina, alrededor de la ciudad de Pergamino .

El sector posee una alta presencia de empresas multinacionales que conviven con otras medianas de capital nacional. Entre las firmas nacionales con capacidades biotecnológicas en el sector se encuentran INDEAR (Rosario, Santa Fe) perteneciente a Bioceres -que desarrolló recientemente el trigo resistente a la sequía-, y en la Provincia de Buenos Aires Don Mario (Chacabuco) con capacidades en germoplasma, y Satus Ager (Beccar). Por su parte, Tecnoplant (Martínez) integrante del Grupo Sidus, desarrolló la papa resistente al Virus PVY.

Otra aplicación de la BM con fuerte impacto en el sector se refiere a la producción de inoculantes. Estos fertilizantes biológicos para el tratamiento de semillas tuvieron un desarrollo masivo en Argentina, que se dio en paralelo al proceso de sojización y forma parte del paquete tecnológico respectivo. De acuerdo a la última encuesta del MINCyT en el país existían en 2014 alrededor de 26 empresas en el sector, explicado por un reducido número de subsidiarias de multinacionales, y un grupo de empresas de capital

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

nacional, entre ellas Rizobacter (Pergamino) de Bioceres, Laboratorios Arbo SRL (Junín), Nitrap (Ameghino), Cergen (Villa Tesei, Hurlingham) y Agroinvest (Junín), todas localizadas en la Provincia. Los desarrollos y comercialización de estas empresas exceden a los inoculantes, y en general se dedican a la producción de semillas genéticamente modificadas. Existe también un número importante de pequeñas empresas regionales vinculadas a instituciones públicas, como es el caso del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola – IMyZA del INTA (en Hurlingham) y el CINDEFI de la UNLP, entre otras (Tabla 1. de la sección 3). De acuerdo a los datos del 2010, las empresas bonaerenses representaban el 34% de las empresas nacionales.

Otra actividad del sector es la propagación clonal de plantas (micropropagación vegetal), que permite multiplicar en gran cantidad plantas nuevas en forma rápida y eficiente, siendo una de las primeras actividades en aplicar técnicas de la BM a la genética vegetal. Estos desarrollos están en general muy vinculados a instituciones públicas, ya sea con una participación directa como productoras o como proveedoras de las capacidades tecnológicas. De acuerdo al MINCyT, en 2014 existían en el país 12 empresas dedicadas a este tipo de aplicación de las técnicas biotecnológicas, en 2010 se habían detectado 6, de las cuales 4 eran bonaerenses, lo que demuestra la importancia relativa de la Provincia. En el caso de la Provincia de Buenos Aires se encuentra Biotex en Quilmes (con articulación con la UNQ), Cuinex en Mercedes, Tecnolplant (de Biosidus) en Martínez, Diagnósticos Vegetales en Mar del Plata y la Biofábrica UNAHUR (laboratorio de micropropagación *in vitro*) en dicha Universidad.

Salud Humana

La industria farmacéutica constituye un campo de la biotecnología muy importante en la Argentina con una larga tradición nacional en investigación y en capacidades industriales. La mayoría de las empresas del sector se orientan a la oferta de productos terapéuticos (biosimilares de primera generación y en ciertos casos anticuerpos monoclonales) y a la provisión de servicios biotecnológicos (estudios genéticos y terapias génicas), mientras que otras realizan diagnósticos *in vitro* con técnicas biotecnológicas [10].

En la última encuesta del MINCyT se relevó la presencia activa de 43 empresas biotecnológicas en el sector durante el año 2014, las cuales abarcan la producción de medicamentos, de reactivos de diagnóstico y la oferta de servicios vinculados con la salud humana. Otros estudios [10] señalan que en el año 2015 operaban en el sector unas 60 empresas en el país, si se incluye a empresas cuya actividad innovativa se limita a la

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

utilización de técnicas biotecnológicas para llevar adelante los procesos asociados a las instancias regulatorias del país (analítica, estudios clínicos). Más de un 80% de las empresas de la industria biofarmacéutica son de capital nacional.

En el año 2010 la Provincia contaba con 16 empresas biotecnológicas en el sector sobre un total de 24 a nivel nacional. Esto indica la relevancia bonaerense en el sector biofarmacéutico nacional. La venta de productos biotecnológicos representaba aproximadamente la mitad de la facturación de estas empresas demostrando la importancia del desarrollo biotecnológico del sector y, en simultáneo, revelan niveles importantes de capacidad técnica.

En la Provincia de Buenos Aires se encuentran, entre otras, Sinergium Biotech y mAbxience en Garín; PharmaADN en Munro; GEMABIOTECH, miembro de AMEGA Biotech, en Olivos, Grupo que también posee una planta en Pilar; Inmunova en Boulogne; ISEM S.A. en Martínez; Syntex S.A. en Luis Guillón (Esteban Echeverría); Therabel Pharma en Ramos Mejía; y Delta Biotech que cuenta con plantas en Carapachay y en Valentín Alsina.

A su vez, dentro del sector de salud humana se encuentran las empresas especializadas en fertilización humana asistida a partir de técnicas biotecnológicas. En 2014 existían en el país alrededor de 21 empresas y en 2010 el número ascendió a 20, de las cuales sólo tres se localizaban en la PBA, entre ellas, Fertilidad San Isidro.

Salud animal

Entre los productos biotecnológicos veterinarios se encuentran las vacunas, los kits de diagnósticos, y los suplementos dietarios. En 2014 existían alrededor de 16 firmas operando en el país en este rubro, la mayoría de capital local, y con una alta proporción ubicada en la PBA. El mercado es liderado por Biogénesis Bagó (del Grupo Insud) a partir de la comercialización de vacunas anti-aftosa y suplementos, cuya planta está radicada en Garín. Otras empresas del sector en la Provincia son TECNOVAX en Victoria, Internegocios en Mercedes, TECNOFARM en Villa Lynch; BIOCHEMIQ y Agropharma Salud en Moreno; y Vetanco con plantas en Vicente Lopez y en General Rodríguez.

Sector ganadero

En materia de producción pecuaria, a partir de la década del '80 se desarrolla en el país el mejoramiento genético por transferencia de embriones. Posteriormente las herramientas de la BM, a través de la selección natural por marcadores moleculares a los

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

sistemas de clonación de reproductores, permitieron mejorar los procesos de selección en la búsqueda de reproductores con cierto perfil genético, lo que a su vez incide favorablemente en sus descendencias. Otra línea vinculada al sector es la obtención de animales transgénicos para su uso con fines de producción industrial, por ejemplo, en la producción de fármacos.

En la última encuesta del MINCyT se detectaron 34 empresas en el rubro de reproducción animal usando técnicas de la BM en el año 2014. La Provincia de Buenos Aires contaba en el año 2010 con cinco empresas que aplicaban técnicas biotecnológicas para la selección de reproductores. En la Provincia se encuentra, entre otras firmas, Kheiron-Biotech (Pilar) dedicada a la clonación; Goyaike (del Grupo Perez Companc) en Escobar; Munar y Asociados en La Plata; Nuevo Milenium, que poseen el laboratorio Germinal Biotech, en Marcos Paz.

Biotecnología industrial

Este sector, denominado biotecnología blanca, se basa en la utilización de organismos vivos y/o enzimas, en algunos casos recombinantes, para obtener productos degradables, y/o generar otras transformaciones orgánicas que mejoren la eficiencia productiva (sobre la utilización de insumos de origen químicos) o reduzcan la generación de desechos. En particular, la producción y uso industrial de las enzimas es el área de mayor desarrollo en el rubro y su potencial de aplicación abarca una diversidad de industrias: farmacéutica, alimenticia, química, textil, del papel, entre otras.

En 2014, de acuerdo al MINCyT, había 21 empresas biotecnológicas dedicadas a procesos industriales. Cuatro años antes, se habían detectado 5 empresas localizadas en la Provincia. Algunas de las firmas bonaerenses del sector son Biokeen (Junín) dedicada a la producción (por extracción y purificación) de enzimas animales para la industria alimenticia y otras, Geneg (Martínez) productora de quimosina para la elaboración de quesos, Grisbill (Vicente López) que produce insumos para la industria alimenticia.

Bioenergía

Un aspecto particular de las aplicaciones de las técnicas biotecnológicas se relaciona con la posibilidad de profundizar el desarrollo de la bioenergía, es decir, de la generación de energía a partir de recursos biológicos. Este es un sector que presenta un importante potencial para su expansión en la Provincia dadas las capacidades tecnológicas y la dotación de fuentes biomásicas tanto secas como húmedas (en cantidad y variedad) pro-

venientes de la actividad agrícola, la ganadería, la cría de animales de granja y también de los recursos derivados de la cadena maderera. A esto hay que sumarle los beneficios en términos ambientales de una agenda destinada a diversificar la matriz energética y el aprovechamiento de recursos a partir de la reconversión de distintos desechos. Además, la nueva generación de biocombustibles, a partir de residuos agroganaderos, presenta la ventaja que no compite con la demanda de alimentos para la generación de energía.

De acuerdo a un Informe del CIECTI de 2019 [11], en el año 2015 existían 28 establecimientos bioenergéticos activos a lo largo del territorio provincial, con una relativa concentración en el área metropolitana por la cercanía con la industria aceitera y los centros de consumo energético. Del total de estos establecimientos, 11 plantas se dedicaban a la producción de biodiesel, 13 a la generación de biogás (en general plantas de escala pequeña y con destino al autoconsumo) y solo 4 utilizan biomasa seca.

Si bien en la Provincia se ha avanzado en la producción de biodiesel (aunque el núcleo central de esta producción se encuentra en Santa Fe), la producción de energía (eléctrica o térmica) a partir de materia seca vegetal no ha tenido una trayectoria paralela. Asimismo, la Provincia cuenta con un gran potencial para avanzar en la producción de biogás con biodigestores en base a los recursos pecuarios [12].

5. Regulaciones de la actividad biotecnológica en Argentina: instituciones, normas y competencias

5.1. Organismos regulatorios relacionados a la biotecnología

La biotecnología muchas veces plantea dilemas tanto éticos como legales que suelen ser muy complejos. La bioseguridad es siempre un tema controversial en la sociedad que, generalmente, se debe a la deficiente información que le llega al consumidor.

Por otro lado, esta tecnología a veces plantea riesgos que podrían causar daños potenciales en lo que respecta al medio ambiente, la salud humana y animal. Al respecto Argentina posee Organismos regulatorios expertos en la materia [13] [14], éstos son:

CONABIA - Comisión Nacional Asesora en Biotecnología Agropecuaria, depende del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Tanto la CONABIA como la Dirección de Biotecnología tienen como objeto garantizar la bioseguridad del agroeco-

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

sistema. Para ello, analizan y evalúan las solicitudes presentadas para desarrollar actividades con OGM. Esta comisión asesora al Ministerio sobre los requisitos técnicos y de bioseguridad que deben reunir los materiales genéticos obtenidos por procedimientos biotecnológicos, previo a su incorporación al biosistema.

CONBYSA - Comisión Nacional de Biotecnología y Salud, es una de las diez comisiones que asesora a la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) en los temas referidos al desarrollo y aplicación de la biotecnología en el campo de la salud.

CONADIBIO - Comisión Nacional Asesora para la Conservación y Utilización Sostenible de la Diversidad Biológica: ámbito de articulación interinstitucional para consensuar políticas y planes de acción en materia de biodiversidad. Es coordinada por la Secretaría Técnica a cargo de la Dirección Nacional de Biodiversidad, y presidida por el Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible quien, en caso de ausencia, es reemplazado por el Director Nacional de Biodiversidad.

Atendiendo a la demanda regulatoria, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación abordó una renovación de la normativa aplicable a la biotecnología moderna en la agricultura. Se trata de un paquete de regulaciones de la Secretaría de Alimentos y Bioeconomía que estableció un marco regulatorio más confiable, ágil y moderno, pendiente de una actualización integral desde 2011.

Las modificaciones abarcan las nuevas tecnologías, incluyendo la edición génica, como también la simplificación basada en criterios de familiaridad, el perfeccionamiento de la armonización con instrumentos internacionales como el Protocolo de Cartagena de Bioseguridad. También se han aplicado políticas de simplificación y desburocratización, por ejemplo, el Sistema de Trámites a Distancia (TAD) y la implementación de los principios de buena fe y de silencio a favor del administrado. En relación a la biotecnología de animales y microorganismos, la nueva normativa habilita el desarrollo y comercialización de productos basados en nuevas especies y para usos agroindustriales innovadores que no estaban contemplados por la normativa preexistente.

5.2. Propiedad intelectual

La propiedad intelectual otorga el derecho exclusivo de realizar ciertos actos de explotación respecto de un objeto inmaterial, con exclusión de terceros, durante un período li-

mitado de tiempo, en un territorio determinado. Intenta funcionar como una herramienta jurídica que pretende proteger y promover la innovación y la creatividad. Según lo que se manifiesta en el documento "Biotechnología Argentina al año 2030: llave estratégica para un modelo de desarrollo tecno-productivo" (MINCyT, 2016) [2] existe, sin embargo, una tensión de intereses entre exclusividad y dominio público; entre titulares de derechos, usuarios y competidores; e incluso entre el interés privado y el interés público. Por ello, la propiedad intelectual no funciona en todos los casos como promotora de la innovación, transformándose a veces en un obstáculo para el desarrollo.

En varios sectores se percibe que es necesario actualizar el régimen de propiedad intelectual, como así mismo la institucionalidad de aplicación y control de cumplimiento de las normas de propiedad intelectual para que no se restrinja la posibilidad de apropiabilidad de los réditos económicos derivados de estas tecnologías.

Los cambios legislativos en la década del '90 respecto de la propiedad intelectual, como la puesta en funcionamiento de la OMC (Organización Mundial del Comercio) y la entrada en vigor del Acuerdo sobre los ADPIC, la modificación de la Ley de Patentes, la ratificación del acuerdo UPOV (1978) y la sanción de la Ley 24.766 de Confidencialidad a fin de adecuar nuestra legislación a los nuevos estándares internacionales, proyectaron sus efectos por 20 años. Resulta necesario, en la actualidad, intentar adoptar una regulación que considere de forma balanceada todos los intereses en juego y se adapte a las características de nuestro territorio e industria en particular, teniendo en cuenta las características de los sectores productivos que se quieren potenciar y desarrollar. En este contexto, es preciso plantear reformas legislativas que piensen debidamente los modelos de negocios existentes en los sectores que desarrollan productos y/o servicios biotecnológicos y en particular los sectores de la salud humana (biofarmacéutico) y agroindustria alimentaria (agroalimentos).

6. Opinión de Especialista: líneas de trabajo prospectivas

En el presente apartado se presentan algunas líneas de trabajo prospectivas en materia de oportunidades de la biotechnología para la Provincia de Buenos Aires. A fin de profundizar en la materia, se consultó al Licenciado Alberto Díaz³, referente y especialista en biotechnología industrial y asesor de la Universidad Nacional de Quilmes. A continuación se resumen algunas de sus ideas rectoras sobre las oportunidades, áreas de vacancias

³ Alberto Díaz es Licenciado en Ciencias Químicas por la Facultad de Ciencias Exactas (UBA, 1967), fue director de la carrera de Licenciatura en Biotechnología, del programa de Transferencia e Innovación Tecnológica de la UNQ y del Centro de Biotechnología Industrial del INTI. Miembro de la Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica y creador y director de empresas de biotechnología, obtuvo varios premios y es autor de varios libros y trabajos de divulgación de la ciencia y la biotechnología. (extraído del libro "Biotechnología en todos lados, en alimentos, la medicina, la agricultura, la química... ¡y esto recién empieza!" - Autor: Alberto Díaz - Editorial: siglo veintiuno editores).

y segmentos prioritarios de intervención para el desarrollo de la tecnología puesta al servicio del desarrollo productivo y social del país y de la Provincia en particular.

Hacia la "Industrialización de la biotecnología"

El entrevistado mencionó que *"se necesita industrializar la biología, a la vez que se la debe actualizar y modernizar; construir un puente con la biotecnología entre la investigación, la industria y la salud pública"*.

i. Las áreas de aplicación de la biotecnología en la esfera productiva son variadas y hay sectores, como la biotecnología industrial, que aún cuentan con un gran margen de potencialidad para avanzar.

Es importante tener en cuenta que la biotecnología interactúa con distintos ámbitos de la producción, de manera que repercute directamente en los bienes y servicios que estos sectores fabrican para el consumidor. Los campos de aplicación de la biotecnología son amplios. De acuerdo al entrevistado aún resta mucho camino por transitar en el país para profundizar la biotecnología industrial, conocida como *"biotecnología blanca"*. La misma es considerada como un área estratégica a potenciar, incluyendo a la industria química, la producción de energía, el sector ambiental y la producción de alimentos. Entre las razones que llevan a señalar este campo productivo de aplicación, manifiesta que los sectores indicados poseen una base industrial con un umbral mínimo de capacidades que puede servir de plataforma para su potencialización y en simultáneo aún mantienen varias oportunidades latentes de aplicación, por consiguiente existen variadas técnicas biotecnológicas disponibles que aún no han sido aprovechadas y cuya adopción redundaría en mejoras concretas para muchas empresas.

El interés particular del entrevistado por la biotecnología industrial se fundamenta además, en la existencia de oportunidades concretas, considerando a la Argentina como un país exportador con prestigio en lo que refiere a biocombustibles (sumado al gran volumen de biomasa existente en el territorio) y alimentos. En relación a lo expuesto, es posible intensificar los estudios y explotación de tres áreas con potencialidad: la biología sintética, la bioenergía y los OGMs, orientados específicamente al mejoramiento de cultivos de pequeños productores.

ii. Se debe repensar el concepto de Bioeconomía. La política de ciencia y tecnología no debe limitarse sólo a desarrollos innovativos a escala internacional, sino que debe fomentarse la adopción de técnicas biotecnológicas novedosas para el mercado local.

La política de ciencia y tecnología en materia de biotecnología, no debe centrarse exclusivamente en proyectar grandes desarrollos biotecnológicos, sino que debe impulsar la aplicación de la biología en todos los sectores industriales de la forma más amplia posible. El objetivo debe centrarse en alcanzar con las capacidades biotecnológicas a todos los sectores productivos, desde pequeños productores de alimentos hasta grandes empresas industriales. En particular, la industria alimenticia en relación a las PyMEs posee grandes oportunidades para aplicar técnicas novedosas para las capacidades y desarrollo del mercado nacional, tales como estrategias de nichos de mercado a partir de la diversificación de productos. A modo de ejemplo A. Díaz menciona las incipientes oportunidades medicinales en torno al Cannabis, siendo que la actividad presenta un gran potencial en el desarrollo de productos de cannabis medicinal para empresas innovadoras. Gracias a la BM es posible producir directamente cannabinoides específicos con propiedades, por ejemplo, antiepilépticas, o para el tratamiento de cáncer, también en biorreactores a partir de levaduras modificadas genéticamente, y obtenerlos de manera específica, relativamente más sencilla y reproducible, y a la vez con mayor rendimiento y pureza. Este caso demuestra la existencia de desarrollos disponibles para adaptar en Argentina, ciencia de frontera que puede aplicarse en el país.

Diferentes análisis de prospectiva identifican a las tecnologías genéricas y los productos biotecnológicos, que ya se encuentran en desarrollo y comercialización en otros países, como oportunidades concretas; por consiguiente se debe pensar como innovación a los productos o desarrollos que no se encuentran en el país; cambiando el enfoque hacia una "biología aplicada a la economía". Esto sería, explorar y potenciar las tecnologías que en la región son incipientes, como por ejemplo: la tecnología molecular para enfermedades infecciosas, ADN_r para vacunas contra agentes infecciosos, la tecnología para suministro de vacunas y medicamentos, para mejorar el medio ambiente, la secuenciación genómica de patógenos, la prevención y protección de enfermedades de transmisión sexual (ETS), la bioinformática aplicada al desarrollo de medicamentos y el estudio de la interacción huésped-patógeno, los OGMs con nutrientes específicos, ADN_r para biosimilares, la química combinatoria, entre otras. Por otra parte, impulsar la producción y desarrollo de plantas para la salud: en las áreas de servicios, producción de medicamentos y vacunas (se particulariza la producción de antisueros en equinos del Instituto Biológico "Tomás Perón" de la ciudad de La Plata) y en el diagnóstico las

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

ciencias ómicas y la bioinformática (manejo del sistema de información, grandes volúmenes de datos conectados con la biotecnología para el diagnóstico).

Debe tenerse en cuenta que a diferencia del sector salud que ya tiene cierto desarrollo y un sector productivo pujante, al igual que ciertos segmentos de la industria alimenticia, el resto de los sectores y ramas productivas a potenciar tienen, en general, mayores rezagos tecnológicos y áreas de vacancias para adaptar tendencias de la biotecnología al proceso productivo.

iii. El desarrollo de la biotecnología debe combinar políticas que desarrollen la oferta con otras que impulsen la demanda.

Es de vital importancia apoyar y continuar el desarrollo del conocimiento científico básico y las capacidades en recursos humanos con las que cuenta el país respecto de las ciencias biológicas. No obstante esto debe ser combinado con cierta reorientación de los esfuerzos de intervención para impulsar tanto el área de investigación, como de desarrollo a partir de la transferencia. Asimismo, para profundizar los desarrollos de nuevos productos y procesos biotecnológicos en el sector productivo, el Estado tiene un rol fundamental. No solo debe incentivar y acompañar este proceso a partir de infraestructura, financiamiento y garantizando la sostenibilidad de los proyectos en el tiempo, máxime considerando la volatilidad económica general y la incertidumbre propia del sector, es necesario también contribuir a fortalecer las áreas de vinculación y transferencia en las diversas instituciones científicas y tecnológicas.

Por otro lado, la formación de recursos humanos especializados demuestra la necesidad de avanzar en líneas de transferencia y articulación con el sector productivo.

El país cuenta con un importante número de carreras en biotecnología. Desde un punto de vista prospectivo, se deben impulsar las carreras y especializaciones con orientación biotecnológica (Biotecnología, Ingeniería Biológica, Bioingeniería, Biología sintética, Bioprocesos, Bioinformática, Bioeconomía). Además se constata un gran interés de los jóvenes por estas carreras, que combinan un gran interés por el desarrollo y la aplicación industrial. Sin embargo, en muchas ocasiones el propio marco de incentivos del Sistema de CyT los lleva a privilegiar la investigación (“la publicación del paper”), antes que la innovación y transferencia de tecnología. En otros términos, se debe profundizar la formación y, en simultáneo, reorientar y revincular el conocimiento como pilar fundamental para el desarrollo. Un caso que demuestra la importancia del trabajo conjunto entre el sistema de CyT y el sector productivo, y del que se pueden tomar algunas lecciones es el

de la empresa de biotecnología "Bioceres"⁴. En paralelo, las intervenciones deben adoptar un enfoque de demanda que busque promover los incentivos necesarios para que el sector productivo sea *"demandante de tecnología"*. Esto requiere que los encargados de la política de CyT se acerquen al sector productivo, conozcan sus limitaciones, capacidades concretas, y demás aspectos relevantes. Existe un amplio margen para pequeñas intervenciones no solo en lo estrictamente biológico sino en cuestiones ingenieriles. En ese marco, las visitas a las plantas para tener un estudio concreto y de primera mano de las potencialidades y áreas que deben potenciarse es un aspecto crucial.

Este acercamiento activo hacia el sector productivo a su vez contribuye a ampliar la base de beneficiarios de los instrumentos de promoción y evitar así que a los programas apliquen siempre las mismas empresas. Para ampliar la base y la demanda de tecnología se requiere que el sector público interactúe con el sector privado, para captar necesidades y sensibilizar (incentivando a que se involucre y participe) sobre las oportunidades de aplicación. Esto exige ser muy proactivo en las acciones y con una llegada de forma masiva al sector privado.

iv. La importancia de la articulación entre el sector de CyT y el sector productivo.

Como demuestra el desarrollo de las empresas biotecnológicas del país, y de la Provincia, el sector requiere, como en toda actividad de base científica, una estrecha vinculación entre el sector productivo y el sistema de CyT. La Provincia cuenta con una sólida base productiva, como así también con un importante desarrollo científico en la materia, traducido en una gran capacidad tanto de recursos humanos como de centros de I+D y laboratorios. Estas cualidades constituyen un marco propicio para avanzar y continuar afianzando las relaciones entre los distintos agentes del sistema provincial de innovación, abarcando acciones de difusión del conocimiento disponible de las Universidades y Centros que trabajan en biotecnología, principalmente hacia las pequeñas y medianas empresas para contribuir a la incorporación de nuevas soluciones tecnológicas.

v. Otras cuestiones sobre las políticas de intervención y fomento de la biotecnología industrial.

Debe propiciarse el mantenimiento de políticas estructurales a largo plazo que trasciendan los distintos Gobiernos y que los proyectos no se abandonen. A su vez, debe fomentarse la federalización de la CyT, trabajando articuladamente con los gobiernos locales y buscando *"despertar"* la demanda tecnológica del sector privado. La Provincia de Buenos Aires cuenta con varias unidades académicas distribuidas en el territorio.

⁴Bioceres constituye un holding, de empresas, que genera sinergias conjuntas ("Innovación colaborativa") con investigadores locales, para crear, desarrollar y comercializar tecnologías adecuadas para mercados de alto crecimiento, específicamente en la biotecnología agrícola y agroindustrial.

vi. El problema del marco regulatorio.

Por último, es imperioso resolver la problemática de patentes, encontrar solución a la falta de expertise en la materia y, de esa manera, agilizar los trámites relacionados. En ese sentido, el entrevistado mencionó la experiencia de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), que brinda asistencia a través de sus investigadores y docentes para los trámites asociados a la protección de los resultados de sus investigaciones.

7. Comentarios finales

La Provincia de Buenos Aires cuenta con una infraestructura de Instituciones de CyT que cubren diversas áreas de intervención. Del relevamiento de capacidades del SCTP que trabajan en proyectos asociados a la biotecnología se distinguen 4 nodos biotecnológicos de I+D principales, todos relacionados a la cercanía con Universidades Nacionales: Nodos Metropolitano (en los alrededores de CABA), Sur, Centro y Noroeste, siendo el Nodo Metropolitano el que concentra más del 78% de las instituciones que se especializan en biotecnología, con preponderancia de las instituciones o grupos dependientes de la UNLP y UNQ. Todas las Instituciones del SCTP concentran su trabajo de investigación en las áreas de la salud, 54%; seguridad alimentaria, 56%; medio ambiente, 34%; y en menor medida en bioenergía, 12%.

La Provincia de Buenos Aires, a su vez, muestra una base productiva de empresas que utilizan las técnicas biotecnológicas en distintos sectores de actividad.

Las oportunidades dadas por la biotecnología, combinadas con las capacidades de CyT y productivas de la Provincia deben ser concebidas como una plataforma para brindar soluciones a diversas problemáticas de la vida social. Es un proceso que requiere profundizar los vínculos y la transferencia de tecnología con vista al desarrollo provincial.

La biotecnología contribuye a mejorar las condiciones de vida de la población en materia de alimentación. Permite romper fronteras tecnológicas a través de nuevos y mejores productos, generando más oportunidades en la industria alimenticia y actividades conexas. Esta tecnología amplía las posibilidades de producir alimentos más nutritivos, de mejor calidad, garantizando el acceso a una alimentación más saludables para toda la población. En paralelo, distintas y novedosas formas de control de proceso de alimentos incluyendo nuevos métodos analíticos (menores costos) contribuyen garantizando salubridad a través de su aplicación. Entre las aplicaciones de la biotecnología de los alimentos se pueden destacar las innovaciones simples que mejoran su inocuidad y reducen los desperdicios, como así también las tecnologías para la realización de análisis genéticos, químicos o microbiológicos.

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

cos de los contaminantes presentes en los alimentos. La adopción de la biotecnología en este sector no sólo permite mejorar las cualidades y la seguridad alimentaria, sino también incrementar la competitividad productiva y facilitar la diversificación de productos abriendo nuevas oportunidades de negocios como forma de desarrollo regional.

La biotecnología ha abierto también horizontes en nuevos desarrollos y producción de medicamentos de origen biológico, así como nuevas técnicas de diagnóstico y seguimiento de enfermedades. El país, y en particular la Provincia, cuenta con importantes capacidades industriales y de investigación para avanzar en la sustitución de importaciones y buscar ampliar el acceso de las y los bonaerenses a fármacos para el tratamiento de enfermedades complejas e infecciosas, como así también para impulsar la ingeniería genética en busca de reducir la transmisión de enfermedades humanas y animales a partir de nuevas vacunas. A su vez, la genómica (secuenciación génica), la proteómica (en particular los estudios de la estructura de proteínas) y la bioinformática constituyen disciplinas que permiten el desarrollo de nuevos programas de análisis para ser aplicados al diagnóstico de enfermedades, como así también para ampliar el desarrollo de nuevas terapias.

En cuestiones medioambientales, la biotecnología ofrece oportunidades para el desarrollo sustentable de las actividades industriales protegiendo y explotando de forma eficiente los recursos naturales. La biotecnología puede ser aplicada para el reciclado y aprovechamiento de distintas corrientes de residuos. En particular, la producción de biocombustibles de segunda generación menos contaminantes a través de la utilización de residuos biológicos. De esta forma, otorga posibilidades concretas de profundizar el avance de combustibles derivados de la biomasa e impulsar el desarrollo de una matriz bioenergética, permitiendo a la vez reducir la dependencia de recursos fósiles. Este sector tiene gran potencial para desarrollarse en la Provincia, a partir de los recursos disponibles, aumentando la emergencia de empresas con una extensión federal de acuerdo a la disponibilidad de recursos y las posibilidades de vinculación con el sistema de CyT para acciones de transferencia. Otras aplicaciones de la biotecnología vinculadas a cuestiones ambientales son la fabricación de bolsas degradables o biodegradables en reemplazo de las tradicionales, y la biorremediación a partir de la adición de materiales u organismos a ambientes contaminados (suelos, aguas, etc.) para producir una aceleración del proceso natural de biodegradación.

Finalmente, cabe destacar también que la biotecnología industrial tiene un fuerte impacto en múltiples sectores industriales como energía, textil, industria química, fabricación de envases, entre otros. Esto presenta nuevas ventajas y beneficios en lo que respecta al desarrollo de nuevos productos y/o procesos, más económicos, combinando la reducción del gasto energético y el impacto medioambiental.

8. Glosario de abreviaturas

ADN: Ácido desoxirribonucleico.

ADNr: Ácido desoxirribonucleico recombinante.

Acuerdo ADPIC: El Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio, es el Anexo 1C del Convenio por el que se crea la OMC firmado en 1994.

ARN: Ácido ribonucleico.

BT: Biotecnología Tradicional.

BM: Biotecnología Moderna.

CIC: Comisión de Investigaciones Científicas.

CICVyA: Centro de Investigación en Ciencias Veterinarias y Agronómicas.

CIECTI: Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación.

CINDEFI: Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones Industriales.

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

EBT: Empresas de base tecnológica.

ETS: enfermedades de transmisión sexual.

IMyZA: Instituto De Investigación Microbiología y Zoología Agrícola.

I+D: Investigación y Desarrollo.

INIDEP: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

MINCyT: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

OMGs: Organismos Genéticamente Modificados.

Biotechnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

PBA: Provincia de Buenos Aires.

PLAPIMU-LASEISIC: Planta Piloto Multipropósito-Laboratorio de Servicios a la Industria y al Sistema Científico.

PLAPIQUI: Planta Piloto de Química.

PVY: Potato Virus Y, o Virus Y que afecta a la papa.

PyMEs: Pequeñas y Medianas Empresas.

SCTP: Sistema Científico y Tecnológico Provincial.

SCyT: Sistema Científico y Tecnológico.

TDA: Trámites a Distancia.

UNAHUR: Universidad Nacional de Hurlingham.

UNICEN: Universidad Nacional del Centro.

UNLAM: Universidad Nacional de La Matanza.

UNLP: Universidad Nacional de La Plata.

UNLU: Universidad Nacional de Luján.

UNLZ: Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

UNMDP: Universidad Nacional de Mar del Plata.

UNNOBA: Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

UNQ: Universidad Nacional de Quilmes.

UNS: Universidad Nacional del Sur.

UNSAM: Universidad Nacional de San Martín.

UPOV: Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales.

UTN: Universidad Tecnológica Nacional.

Y-TEC: Empresa de tecnología creada por YPF (Yacimientos Petrolíferos Fiscales) y CONICET.

9. Bibliografía

- **[1]** ArgenBio, Consejo Argentino para la Información y Desarrollo de la Biotecnología, <http://www.argenbio.org/biotecnologia>.
- **[2]** Biotechnología Argentina al año 2030: Llave estratégica para un modelo de desarrollo tecno-productivo. Guillermo Anlló ... [et al.]. - 1a ed. - Buenos Aires - Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2016.
- **[3]** Mujeres en ciencia y tecnología: hacia una participación con equidad. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 14 de septiembre de 2018. Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. Fuente: Instituto de Estadística de la UNESCO.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/presentacion_diagnostico_mujeres_en_ciencia_y_tecnologia_14-9-2018_meccyt.pdf
- **[4]** Bercovich, N. y J. Katz (1990), Biotechnología y Economía Política: Estudios del caso argentino, CEAL-CEPAL. Buenos Aires, Junio 1990.
- **[5]** Gutman, G.; Lavarello P. (2014), Biotechnología Industrial en Argentina, CABA: Gran Aldea ed.
- **[6]** Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2014), Las Empresas de Biotechnología en Argentina, Documento de Trabajo.
- **[7]** Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2016), Las Empresas de Biotechnología en Argentina, Documento de Trabajo.
- **[8]** Lozano M. et al. (2013); Relevamiento de la infraestructura biotecnológica en la Provincia de Buenos Aires, Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- **[9]** Anlló, G., R. Bisang y L. Stubrin, (2011), "Las empresas de biotecnología en Argentina", Documento de Proyecto No 51, Oficina de Buenos Aires.
- **[10]** Lavarello, P, Gutman, G.; y Sztulwark S. (2018), Explorando el camino de la imitación creativa: la industria biofarmacéutica argentina en los 2000. CABA: Ed. Carolina Kenigstein.

Biotecnología en la Provincia de Buenos Aires:

Capacidades del Sistema Científico-Tecnológico, aportes al desarrollo socio-productivo, potencialidades y desafíos futuros

- **[11]** CIECTI (2019). Lineamientos estratégicos para la política de CTi.
- **[12]** Castelao Caruana, M. E. (2018). "Economía y organización de proyectos de generación de bioenergía en feedlots en Argentina ", Ciudad Autónoma de Buenos Aires : CEUR-CONICET.
- **[13]** BET- Boletín estadístico tecnológico. N° 4 diciembre-marzo de 2010 - ISSN 1852-3110 - Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - República Argentina.
- **[14]** <https://www.argentina.gob.ar/agricultura>.