



PROGRAMA NACIONAL TRANSVERSAL DE BIOTECNOLOGÍA

2016 – 2021



Programas de Ciencia,
Tecnología e Innovación

CONSEJO NACIONAL
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
(CONCYTEC)

Grimaldo del Solar 346 - Miraflores
Teléfono 399-0030
www.concytec.gob.pe
Todos los derechos reservados

PRESIDENTE DEL CONCYTEC
Gisella Orjeda Fernández, Ph.D.

CONSEJO DIRECTIVO

Javier Humberto Roca Fabián
Representante del Ministerio de
Economía y Finanzas

Alejandro Vilchez De los Ríos
Representante de los
Institutos Públicos de Investigación

Eduardo Ballón Echegaray
Representante de los
Gobiernos Regionales

Silvia Yesenia Solís Iparraguirre
Representante del INDECOPI

Antonio Ramírez-Gastón Wicht
Representante de la
Sociedad Nacional de Industrias

Peter Bernhard Anders Moores
Representante de Perucámaras

Adolfo Guillermo Gálvez Villacorta
Representante de la CONFIEP

Juan Martín Rodríguez Rodríguez
Representante de las Universidades Públicas

Abraham Vaisberg Wollach
Representante de las Universidades Privadas

Ronald Francisco Woodman Pollitt
Representante de la
Academia Nacional de Ciencias

Elka Popjordanova Profirova
Representante de las
Pequeñas y Medianas Empresas

PROGRAMA NACIONAL TRANSVERSAL
DE BIOTECNOLOGÍA

2016 - 2021

1a edición, junio 2016
Hecho el Depósito Legal
en la Biblioteca Nacional
del Perú N° xxxxxx

Impresión

Servicios Gráficos JMD S.R.L.
Av. José Gálvez 1549, Lince - Lima

COMITÉ DE FORMULACIÓN

Consejo Nacional de Ciencia,
Tecnología e Innovación Tecnológica
(CONCYTEC)

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Instituto Tecnológico de la Producción (ITP)

Universidad Nacional Agraria La Molina
(UNALM)

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
(UNMSM)

Universidad Nacional San Agustín (UNSA)

Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH)

Red Latinoamericana y del Caribe para
Biotecnología Agropecuaria y Forestal
(REDBIO)

Farvet S.A.C

Tiraje

1,000 ejemplares

El presente documento fue elaborado por el CONCYTEC, con la aprobación y asesoría del Comité de Formulación del Programa Nacional Transversal de Biotecnología, integrado por representantes de institutos públicos de investigación, universidades públicas y privadas, asociación civil y empresas vinculadas al desarrollo y aplicación de la biotecnología moderna.

El programa consideró un comité científico, conformado por investigadores de la academia y empresa privada.

El diseño y diagramación fue realizado por Colectivo, Comunicación y Sostenibilidad S.A.C.

Queda permitida su reproducción, traducción y comunicación pública total o parcial, siempre que se cite la fuente.

Agradecimiento

El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica – CONCYTEC, expresa su agradecimiento a los representantes de las entidades gubernamentales, empresas, sociedad civil, universidades públicas y privadas relacionadas al sector biotecnológico, por sus valiosos aportes, compromiso y colaboración en la elaboración del Programa Nacional Transversal de Biotecnología – PRONBIOTEC, haciendo de este documento el resultado de un trabajo interdisciplinario e interinstitucional. Al Comité Formador por su asesoramiento y su tiempo, quienes como equipo de trabajo orientaron, acompañaron y apoyaron el proceso de elaboración, discusión y publicación de este material; un merecido reconocimiento al comité científico por su aporte. Toda la gestión ha permitido presentar los lineamientos estratégicos que regirán y fortalecerán el sistema nacional de ciencia tecnología e innovación de la biotecnología.



CONTENIDO

PRESENTACIÓN	8
01. ASPECTOS GENERALES	11
1.1. Pronbiotec	12
1.2. Duración del programa	13
1.3. Fundamentación	13
02. DEFINICIÓN DEL CONTENIDO GENERAL DE PRONBIOTEC	15
2.1. Diagnóstico de la situación actual	15
2.2. Definición del problema	24
2.3. Causas directas / indirectas / efectos	24
03. VISIÓN A LARGO PLAZO	31
04. ÁREAS TEMÁTICAS DE INVESTIGACIÓN	33
4.1. Mejoramiento animal y vegetal	34
4.2. Microorganismos	35
4.3. Moléculas	35
4.4. Salud animal y humana	35
05. OBJETIVO DEL PROGRAMA	37
5.1. Objetivo general	37
5.2. Componentes	40
06. ACTIVIDADES, METAS E INDICADORES	44
07. FINANCIAMIENTO	50
08. COMPROMISOS INSTITUCIONALES	54
REFERENCIAS	55
ACRÓNIMOS	55





01

ASPECTOS GENERALES

MARCO GENERAL

El Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano (PNCTI 2006-2021)¹, elaborado bajo el marco de la Ley N° 28303 – Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica², es el documento en el que se propone la creación de una serie de programas que canalicen las líneas de acción en las áreas identificadas como prioritarias para satisfacer las demandas en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) del país. Estos programas se han dividido en programas nacionales, regionales y especiales. Dentro de los programas nacionales, se incluye un grupo de programas sectoriales orientados a atender áreas productivas, sociales y ambientales, y otro grupo de programas transversales enfocados en áreas de especialización científica y tecnológica que puedan ser de utilidad en los campos de acción de los programas sectoriales.

¹ El PNCTI está orientado hacia las prioridades del desarrollo económico y social, y atiende las demandas de los actores involucrados del Estado, las instituciones académicas y de investigación y los sectores productivos.

² Ley N° 28303, Art. 2. La CTI se plantea como un asunto de "necesidad pública y de preferente interés nacional".

Como parte de la implementación de los programas nacionales transversales propuestos en el PNCTI 2006-2021, el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) aprobó por Resolución de Presidencia N° 107-2015-CONCYTEC-P, la directiva N° 003-2015-CONCYTEC/DPP "Directiva para la formulación, aprobación, gestión, seguimiento, monitoreo y evaluación de los programas nacionales transversales de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica", que contempla, entre otras cosas, una fundamentación conceptual definida que brinde un carácter orgánico al conjunto de programas y un diagnóstico de la situación actual del área temática correspondiente como punto de partida para definir el contenido general de cada programa. Entre la información relevante para el diagnóstico se ha considerado la que proviene de sectores y organismos públicos relacionados con el área temática, institutos de investigación, universidades y programas académicos, investigadores, publicaciones y patentes, entidades que financian la investigación, desarrollo tecnológico e innovación tecnológica, entidades extranjeras de investigación, empresas y gremios empresariales, infraestructura disponible y otros programas con los que pueda darse un potenciamiento a las acciones.

Con el propósito de contar con una visión general del fundamento de los programas nacionales transversales en la sección siguiente se describe el proceso a través del cual se han identificado los ejes de soporte conceptual de los 5 programas: programa de investigación básica, programa de biotecnología, programa de ciencia y tecnología de los materiales, programa de ciencia y tecnología ambiental, y programa de tecnologías de información y comunicación.

DEFINICIÓN DEL MARCO CONCEPTUAL DE LOS PROGRAMAS

Los programas nacionales transversales son herramientas que permiten a CONCYTEC desarrollar líneas de acción orientadas a satisfacer una demanda en CTI. Esta demanda, que puede ser muy amplia y compleja, necesita ser organizada y sistematizada alrededor de grandes ejes, o desafíos, en función a una estrategia de desarrollo que procure crecimiento sostenible y bienestar a los miembros de la comunidad. La definición de grandes desafíos es, entonces, indispensable para organizar, priorizar y racionalizar las acciones a tomar a través de los diferentes programas, a la vez que permite articular a estos últimos alrededor de sus puntos de sinergia y alinearlos con las políticas públicas y las preocupaciones de los miembros de la comunidad.

Para identificar los grandes desafíos que puedan servir de elemento unificador a los programas nacionales transversales de CONCYTEC, se utilizó, en un principio, el enfoque de mediano y largo plazo de experiencias internacionales previas como los desafíos de política para los próximos 50 años de la

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)³, el Programa Marco Horizonte 2020 de la Unión Europea⁴ y los desafíos del Proyecto Milenio de las Naciones Unidas⁵. El insumo principal fueron los documentos de políticas y planes nacionales vinculados al desarrollo, entre ellos el PNCTI 2006-2021, los ejes, objetivos y acciones del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN) a través del Plan Bicentenario, los planes sectoriales de los distintos ministerios, los documentos del Acuerdo Nacional, así como programas nacionales de otros países (Colciencias de Colombia, National Science Foundation de los Estados Unidos de Norteamérica, entre otros).

Se desarrolló un taller previo con la participación de los responsables de los programas de CONCYTEC y, en una primera etapa, se estableció la lista siguiente de desafíos:

- Competitividad y diversificación productiva
- Seguridad alimentaria
- Salud y bienestar social
- Energía limpia, segura y eficiente
- Gestión de recursos naturales y adaptación al cambio climático
- Ciudades sostenibles
- Educación y sociedad del conocimiento
- Gestión pública eficiente y transparente

Posteriormente se organizaron talleres macro-regionales participativos con el sector empresarial, la academia y centros de investigación, para la identificación del diagnóstico del sector biotecnológico.

1.1. PRONBIOTEC

Será denominado Programa Nacional Transversal de Biotecnología - Pronbiotec.

³ La OCDE agrupa a 34 países miembros y su misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas alrededor del mundo.

⁴ Horizonte 2020, es el programa que financia proyectos de investigación e innovación de diversas áreas temáticas en el contexto europeo, con casi 80.000M€ para el periodo 2014-2020.

⁵ Contiene un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. abarcan desde la reducción a la mitad de la extrema pobreza hasta la detención de la propagación del VIH/SIDA y la consecución de la enseñanza primaria universal, constituyen un plan convenido por todas las naciones del mundo y todas las instituciones de desarrollo más importantes a nivel mundial.

1.2. DURACIÓN DEL PROGRAMA

Pronbiotec tendrá un periodo de duración de 6 años a partir de su lanzamiento oficial entre 2016 y 2021. Enmarcándose en los documentos pertinentes del PNCTI 2006 - 2021, ejes, objetivos y acciones del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN) a través del Plan Bicentenario, los planes sectoriales de los distintos ministerios, los documentos del Acuerdo Nacional y referencias de Programas Nacionales de Biotecnología de otros países.

1.3. FUNDAMENTACIÓN

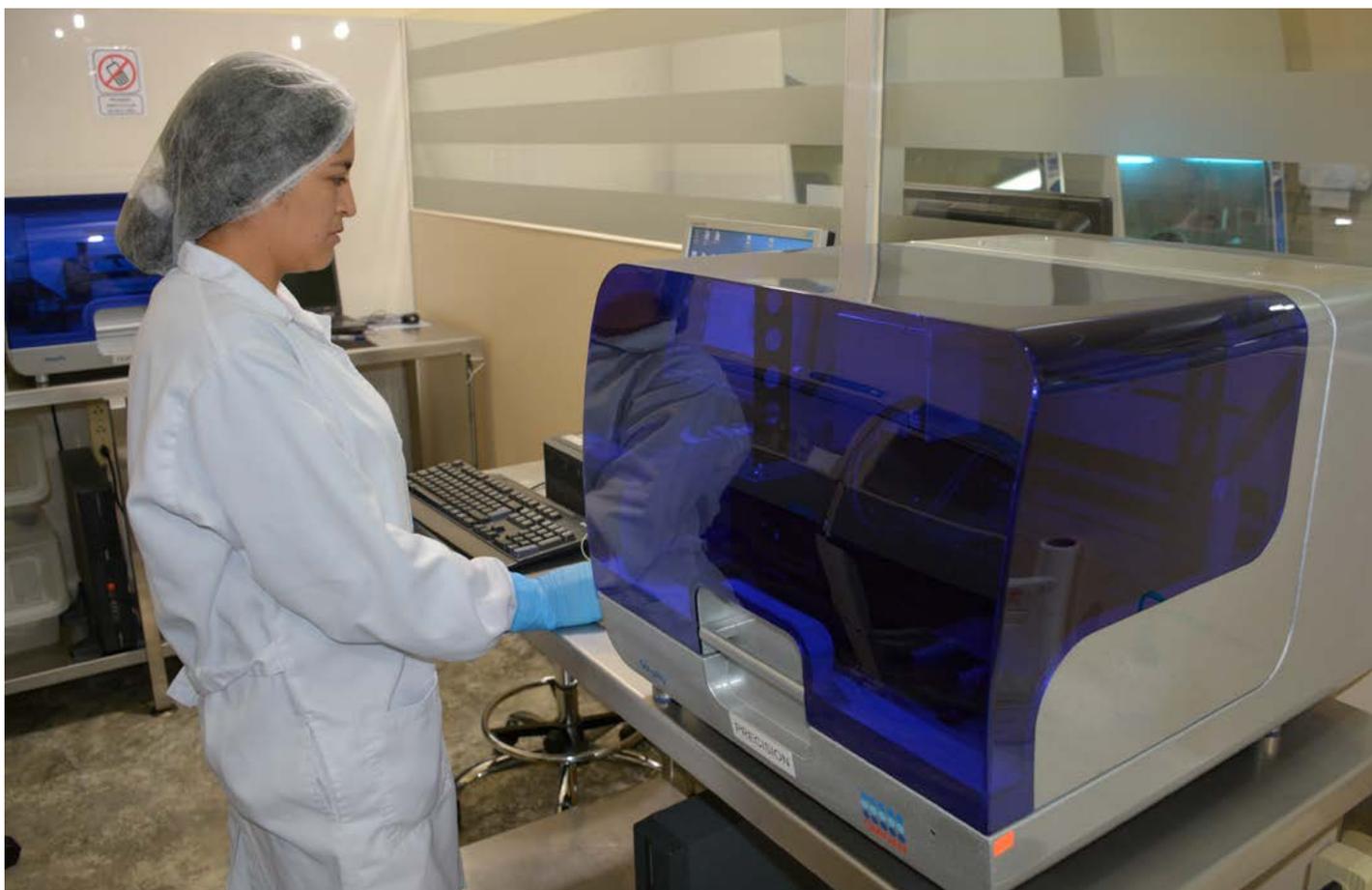
La biotecnología y el uso sostenible de la biodiversidad, específicamente de los recursos genéticos y sus derivados, representan una oportunidad única para mejorar la competitividad y contribuir significativamente al desarrollo socioeconómico del país, basada en la conquista de nuevos mercados de productos de alto valor agregado intensivos en innovación y desarrollo. Su promoción implica una alternativa de rápido crecimiento, la cual se puede traducir en ganancias significativas en términos económicos y sociales. (CONPES, 2011)

La biotecnología y sus aplicaciones tienen un rol clave en el desarrollo; sin embargo, la producción científica y tecnológica nacional es escasa y no alcanza a responder los muchos retos

que este desarrollo implica. Por otra parte, las capacidades humanas en CTI también son insuficientes para alcanzar un desarrollo integral. Teniendo en cuenta experiencias exitosas internacionales, se postuló ejemplos de cómo la biotecnología podría favorecer a cada sector prioritario. El problema, sin embargo, radica en que las aplicaciones de la biotecnología en Perú, si bien emplean tecnologías avanzadas, no trascienden de los esfuerzos a pequeña escala o se quedan muchas veces solo a nivel académico. Las empresas peruanas no utilizan biotecnología para mejorar sus productos ni sus procesos, ni se vislumbra un nivel industrial (Guerra, 2015).

En este contexto, teniendo en cuenta las iniciativas del sector biotecnológico y la inversión a través de las fuentes de financiamiento, se buscará oportunidades de desarrollo, entre las que resaltan el reconocimiento internacional del valor estratégico de la biodiversidad en los sectores de agroindustria, alimentos y salud, que deberán terminar en productos comercializables.

Bajo este enfoque, el CONCYTEC, a través de su Programa Nacional Transversal de Biotecnología, muestra aspectos claves del programa que permitirán promover la aplicación de la biotecnología como tecnología estratégica transversal para abordar las limitaciones del desarrollo económico del país, así como los problemas identificados en los desafíos nacionales.







02

DEFINICIÓN DEL CONTENIDO GENERAL DE PRONBIOTEC

2.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La biotecnología en el Perú actualmente no ha podido alcanzar todo su potencial, fundamentalmente porque se hace uso de herramientas biotecnológicas, mas no de una biotecnología moderna (ver definición en la página siguiente).

A pesar que en algunos casos se puedan emplear tecnologías avanzadas, estas no culminan en productos o servicios biotecnológicos puestos en el mercado. En general, las iniciativas biotecnológicas llegan solo hasta la fase de prototipo. Muy pocas empresas nacionales utilizan la biotecnología para mejorar sus productos o procesos. Dentro de estas pocas empresas, Pronbiotec identificó y visitó a Farvet, PSW, Láctea y Camposol.

Por otro lado, se debe mencionar aspectos positivos del sector biotecnológico a partir del desarrollo del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2006 – 2021), que toma en cuenta dentro de las áreas prioritarias a la biotecnología, así como el desarrollo de actividades que impulsen el sector. Ejemplos de esto son el CONCYTEC a través de su Estrategia “Crear para Crecer” y el PRODUCE con su Plan Nacional de Diversificación Productiva, quienes han diseñado mecanismos para el desarrollo de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.

DEFINICIÓN DE BIOTECNOLOGÍA

La biotecnología es el desarrollo de cualquier aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos, organismos vivos o sus derivados para elaborar o modificar productos y procesos para usos específicos (Naciones Unidas, Artículo 2 de la Convención para la Diversidad Biológica).

2.1.1. MASA CRÍTICA - PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

- Bajo nivel de descentralización de investigadores a nivel nacional

Se realizó una búsqueda de investigadores peruanos que contaran con publicaciones relacionadas al área de biotecnología en revistas indizadas, utilizando como herramienta de apoyo la base de datos de Scopus (www.scopus.com). La búsqueda siguió los siguientes criterios:

a) **Palabra clave:** Se seleccionaron 50 palabras, 47 de ellas provenientes de artículos contenidos en los números de la revista Trends in Biotechnology (<http://www.sciencedirect.com/science/journal/01677799>), con un periodo de búsqueda que abarcó desde enero 2014 hasta julio 2015. Las otras 3 palabras clave (productos naturales, fitoquímica y criopreservación) se agregaron para extender la cobertura a áreas que, sin ser propiamente biotecnología, son cercanas e involucran actividades de investigación en las que el Perú tiene ventajas competitivas (biodiversidad). Estas palabras clave se consideraron como líneas de investigación en biotecnología.

b) **País de afiliación:** Se seleccionó al Perú como país de afiliación y se hizo un refinamiento para identificar a los investigadores peruanos, productos de las publicaciones desarrolladas en el Perú.

c) **Periodo:** Fueron consideradas las publicaciones desde el año 2010 hasta el año 2015.

d) **Tipo de documento:** La búsqueda se limitó a artículos, bajo una revisión de literatura en la Base de Datos Scopus.

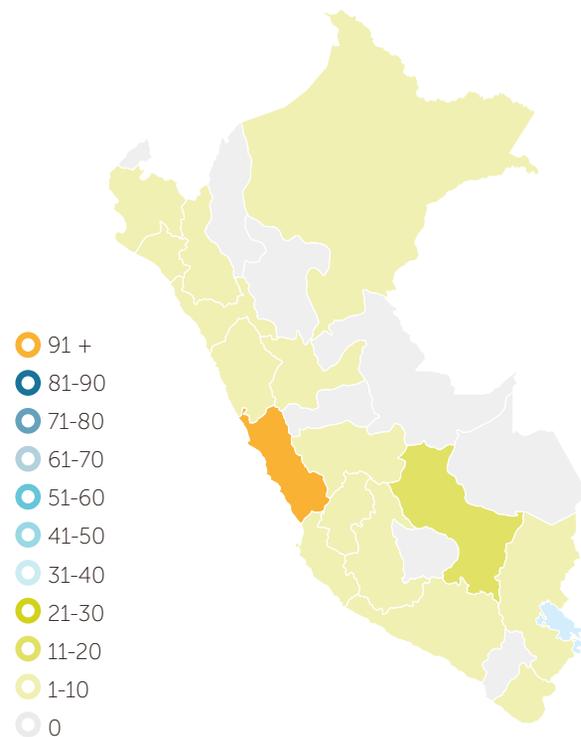
e) **Áreas temáticas:** Se incluyeron las áreas de ciencias de la vida, ciencias de la salud y ciencias físicas, excluyéndose las áreas de ciencias sociales y humanidades.

De acuerdo a estos criterios, se logró identificar a 305 investigadores que se distribuyen en el país tal como se muestra en la Figura 1.

Se observa una alta concentración en número de investigadores en Lima (216), mientras en las otras regiones,

Figura 1. Distribución nacional de investigadores biólogos / biotecnólogos identificados en base a palabras clave de publicaciones en biotecnología

(En número de personas)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FONDECYT, 2011-2014

solo Cusco llega a 16. Las demás regiones tienen igual o menor a 10 investigadores.

Esta data demuestra la desigualdad en número de investigadores por región para el sector biotecnológico.

- Déficit en el número de investigadores biotecnólogos o afines por grado académico

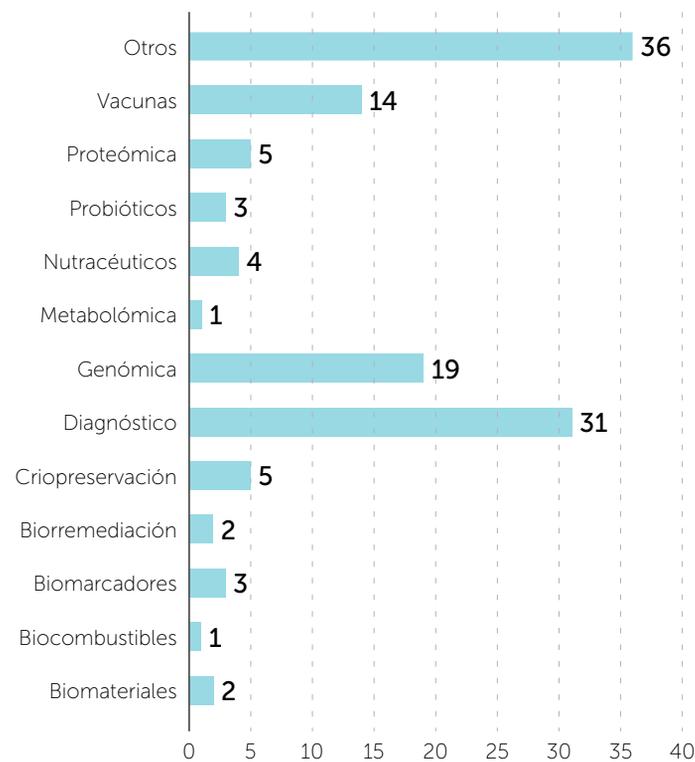
De la búsqueda realizada, del total de 305 investigadores, se identificó 104 con grado de doctor. Esto confirma la falta de masa crítica y responde a los escasos programas de postgrado nacionales orientados o relacionados a biotecnología, subvencionados por CONCYTEC (4 programas -2 maestrías y 2 doctorados-), así como la inexistencia de incentivos suficientes que permitan el retorno de becarios internacionales.

- Alta concentración en algunas líneas de investigación de biotecnología

La distribución de estos 104 investigadores de acuerdo a las líneas de investigación (palabras clave) se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Distribución de investigadores peruanos con grado de doctor según líneas de investigación

(En número de personas)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos FONDECYT. 2011 - 2014

La distribución muestra un claro sesgo hacia líneas vinculadas a la investigación en temas biomédicos [diagnóstico (31), vacunas (14) y genómica (19), esto último en lo referido sobre todo al secuenciamiento de genomas de agentes infecciosos]. Cinco o menos investigadores peruanos con grado de doctor publican en actividades relacionadas con las demás líneas de investigación, lo cual refleja los pocos grupos existentes con líneas de investigación definidas y fortalecidas.

Bajo número de publicaciones en el sector y por investigadores

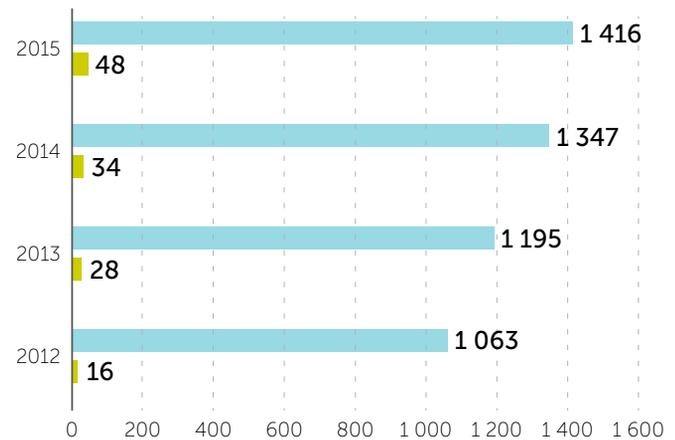
Al realizar un análisis detallado de las publicaciones en biotecnología moderna durante los tres últimos años (2014, 2015 y 2016) a través de Scopus, se encontró un bajo porcentaje (menos del 5%) del total publicado en el país (Figura 3a). 1416 publicaciones (Scopus) correspondieron a Biotecnología, lo cual representa 0.46 publicaciones por investigador.

Por otro lado, al analizar el número de publicaciones de estos 104 investigadores por líneas de investigación (Figura 3b), se observa que la distribución coincide con las líneas de investigación encontradas en la Figura 2.

Este indicador de CTI confirma la necesidad de fortalecer y darle sostenibilidad a la masa crítica del sector.

Figura 3a. Publicaciones peruanas vs. publicaciones de biotecnología

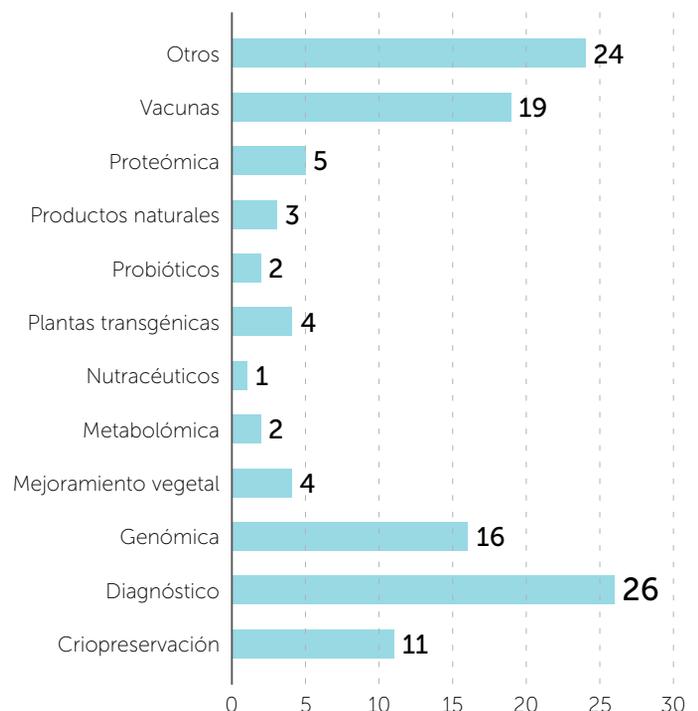
(En unidades)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus 2012 - 2015

Figura 3b. Artículos publicados por línea de investigación

(En unidades)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FONDECYT. 2011-2014

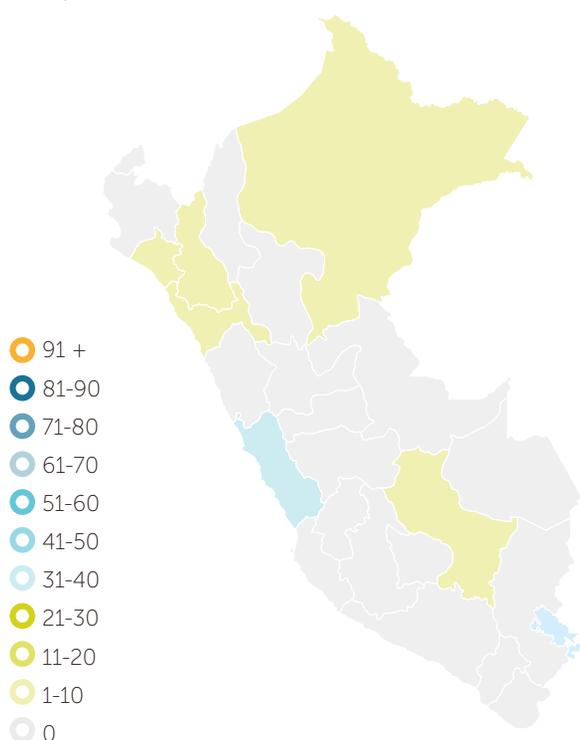
Las líneas de investigación que predominan son nuevamente las de diagnóstico (26), vacunas (19), genómica (16) y criopreservación (11). Las demás palabras clave tienen menos de 10 publicaciones.

Bajo número de investigadores con líneas definidas de investigación

Al examinar la trayectoria científica de los 104 investigadores, se identificó 53 con actividades de investigación que, si bien podían abarcar más de una línea de trabajo, mostraban consistencia y un nivel de participación científica que superaba la de ser un enlace en el Perú o solo un proveedor de muestras. Su distribución en el territorio nacional se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Distribución nacional de investigadores identificados en base a palabras clave con grado de doctor y trayectoria relevante de investigación

(En unidades)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FONDECYT. 2011-2014

Bajo nivel de patentamiento nacional en temas biotecnológicos

Las patentes constituyen un indicador que permiten aproximar el nivel de desarrollo y avance tecnológico de un país. Además, son un indicador de CTI que permite medir temas como capacidad inventiva o cultura de propiedad intelectual, entre otros. Es así como se realizó una búsqueda en la consulta de expedientes de INDECOPI

Incrementar el número de investigadores por nivel académico es uno de los principales retos del programa, sus resultados permitirán minimizar las brechas en el sector biotecnológico del Perú.

sobre patentes de invención, teniendo en cuenta los 3 criterios que se describen líneas abajo.

Búsqueda por palabras clave

"biología", "biotecnología", "enzima", "cepa molecular", "organismo", "biorreactor"

De esta búsqueda se obtuvo 31 patentes de invención otorgadas durante el periodo 2010 – 2015, de las cuales solo una correspondió a solicitante nacional.

Búsqueda por códigos de acuerdo a la Clasificación Internacional de Patentes (CIP)

Teniendo en cuenta los siguientes códigos para:

- **Biotecnología**
C07G, C07K, C12M, C12N, C12P, C12Q, C12R, C12S
- **Análisis de Materiales Biotecnológicos**
G01N 33/## y G01N 33/###

Búsqueda por entidad solicitante

Se realizó la búsqueda, teniendo como referencia instituciones, universidades o empresas que desarrollan productos o procesos en el sector biotecnológico.

Figura 5. Distribución de patentes otorgadas en biotecnología o afines (a partir de palabras clave) según origen. 2010 – 2015

(En unidades)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INDECOPI. 2010-2015

Tabla 1. Número de patentes relacionados al sector biotecnológico o afines de acuerdo al CIP, otorgadas según origen

Años	Procedencia	CPI								G01N 33/## - G01N33###
		C07G	C07K	C12M	C12N	C12P	C12Q	C12R	C12S	
2010	Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Extranjera	0	6	1	0	0	0	0	0	0
2011	Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Extranjera	0	36	0	15	6	0	0	0	2
2012	Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Extranjera	0	0	0	2	0	0	0	0	0
2013	Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Extranjera	0	2	0	0	0	0	0	0	1
2014	Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Extranjera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Extranjera	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de Consulta de Expedientes INDECOPI, 2015

Las entidades solicitantes fueron las siguientes:
Como se observa, son escasas las patentes otorgadas de

Tabla 2. Patentes relacionados al sector biotecnológico o afines otorgadas o en trámite, según entidad solicitante

Entidad solicitante	Nº Patentes otorgadas	Año	Observación
Universidad Peruana Cayetano Heredia	0	0	1 en trámite
Empresa San Fernando	1	2008	-
Farvet	0	0	1 en trámite
Hersil	1	2006	-
Pesquera Diamante	2	2010-11	-

Fuente: Elaboración propia a partir de Consulta de Expedientes INDECOPI, 2015

procedencia nacional en el sector biotecnológico.

2.1.2. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN FINANCIADOS POR FONDECYT - FINCYT A ENTIDADES DE INVESTIGACIÓN

Se analizó las subvenciones otorgadas a proyectos de investigación en biotecnología y actividades afines por 2 fuentes, el Fondo Nacional de Desarrollo en Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (FONDECYT), a través de sus diversos instrumentos, y el Fondo para la Innovación, Ciencia y Tecnología (FINCYT), a través de sus concursos de investigación básica y aplicada (PIBAP) y los proyectos de interés nacional.

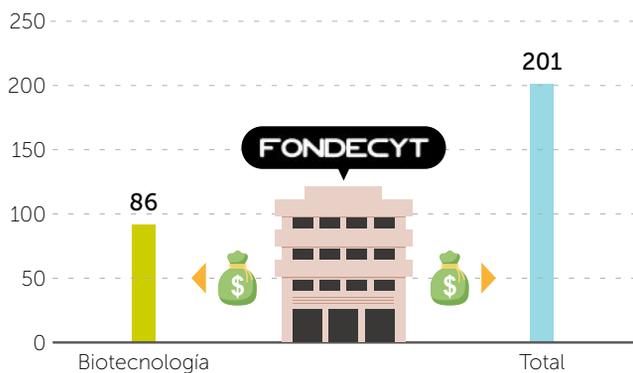
- Participación activa del sector biotecnológico en Financiamiento FONDECYT

Se realizó el análisis de las subvenciones otorgadas por FONDECYT en temas de biotecnología y afines, a través de sus distintos instrumentos. De las 201 iniciativas subvencionadas por FONDECYT entre los años 2011 y 2014 a través de sus distintos instrumentos (proyectos en áreas prioritarias, proyectos de investigación postdoctoral, subvenciones especiales, ideas audaces, centros de excelencia, círculos de investigación, proyectos de investigación básica/aplicada, PROCYT), 86 tuvieron un componente biotecnológico. La distribución revela que el sector biotecnológico representa el 46%

del total (Figura 8), lo que justifica la necesidad del fortalecimiento del sector.

Figura 6. Iniciativas con componente biotecnológico o afín financiadas por FONDECYT (2011-2014)

(En unidades)



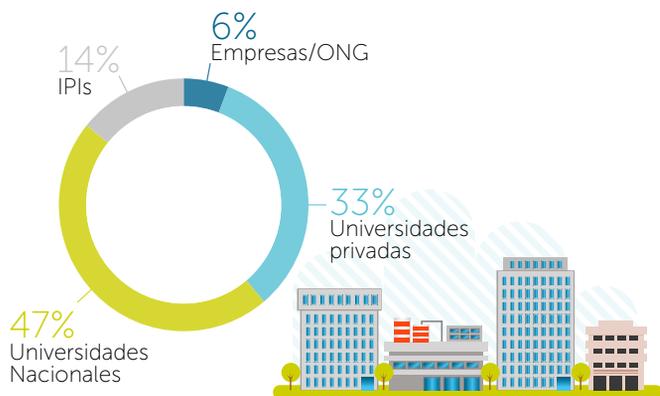
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FONDECYT. 2011-2014

Mayor participación de Universidades en acceso a financiamiento de Proyectos Biotecnológicos o afines por FONDECYT

La mayor parte de las 86 iniciativas biotecnológicas financiadas fueron desarrolladas por universidades públicas (45%), seguidas por las universidades privadas (32%), los institutos privados de investigación (12%) y las asociaciones/ONG (5%) (Figura 7). Los resultados reflejan el interés de las universidades en los instrumentos de financiamiento del estado en CTI.

Figura 7. Distribución por tipo de entidad de iniciativas con componente biotecnológico o afín financiadas por FONDECYT (2011-2014)

(En porcentajes)



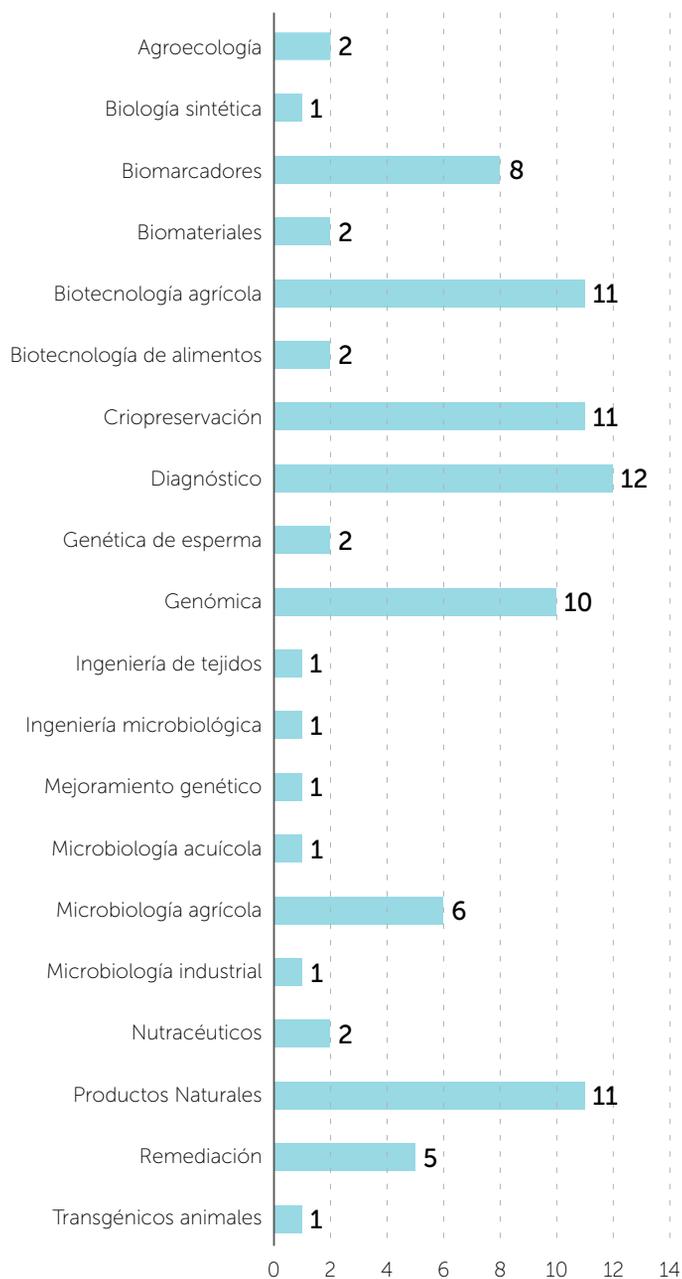
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FONDECYT. 2011-2014

Amplia diversificación de líneas de investigación en proyectos financiados por FONDECYT

La distribución de las iniciativas financiadas entre las distintas líneas de investigación (palabras clave) se muestra en la Figura 8.

Figura 8. Distribución por líneas de investigación de las iniciativas con componente biotecnológico financiadas por FONDECYT (2011-2014)

(En unidades)

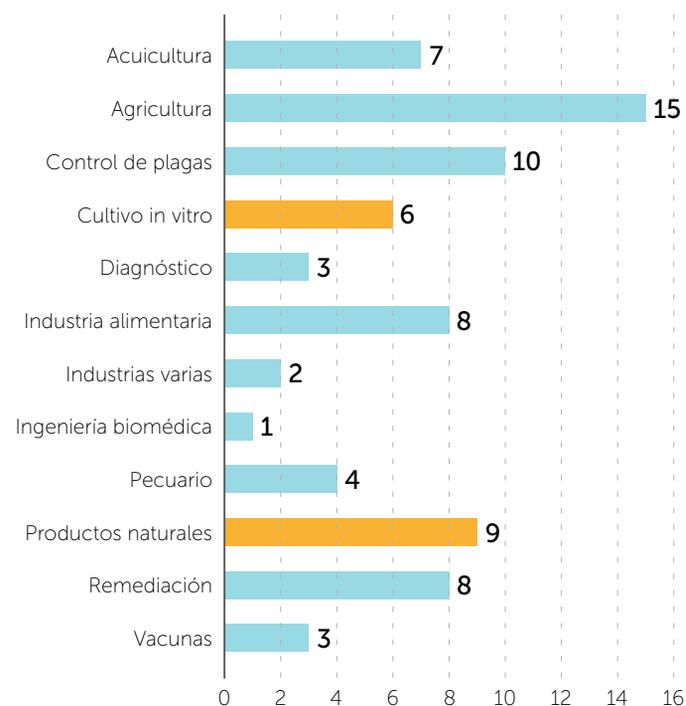


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FONDECYT. 2011-2014

En base a una primera evaluación de los datos, se identificó 76 proyectos con contenido biotecnológico en diez áreas temáticas (actividad pecuaria, acuicultura, agricultura, control de plagas, diagnóstico, industria alimentaria, industrias varias, ingeniería de tejidos, remediación vacunas), a las que se sumaron dos áreas afines (cultivo in vitro, productos naturales). La distribución de los proyectos financiados a empresas entre dichas áreas temáticas a través de los distintos concursos se muestra en la Figura 10.

Figura 10. Proyectos FINCYT desarrollados por empresas según área temática (2007-2014)

(En unidades)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FONDECYT. 2007-2014

Se observó el predominio de proyectos en el área de agricultura (15), con un grupo de áreas de presencia intermedia, que tienen entre cuatro y diez proyectos [acuicultura (7), control de plagas (10), cultivo in vitro (6), industria alimentaria (8), productos naturales (9), remediación (8)], y un grupo con escaso número de proyectos [diagnóstico (3), industrias varias (2), ingeniería biomédica (1), actividad pecuaria (4), vacunas (3)]. Al igual que en la Figura 8 de proyectos financiados a la academia (FONDECYT), la diversificación de áreas temáticas muestra la relevancia del sector biotecnológico como programa transversal; sin embargo, se deberá estandarizar las mismas líneas de investigación en ambas entidades ejecutoras, FONDECYT y FINCYT, a fin de brindar financiamiento a las líneas de mayor prioridad.

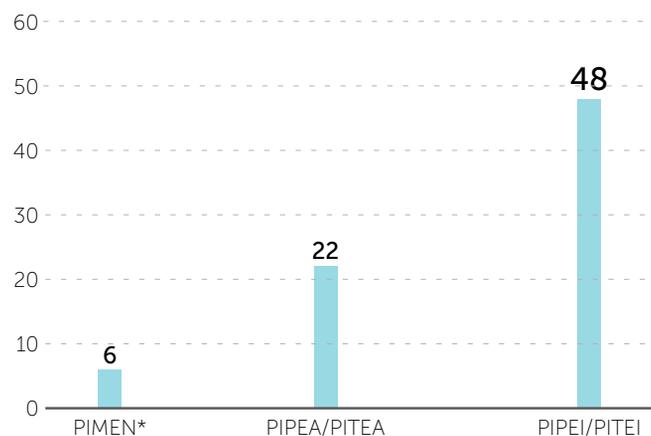
Es necesario continuar fomentando la asociatividad entre empresas y su articulación con la academia y el Estado, para lograr un mayor nivel de desarrollo y de competitividad del sector biotecnológico.

Bajo nivel de asociatividad entre las empresas para concursos de FINCYT

Un análisis por concursos indica que la mayoría de proyectos financiados fueron de PIPEI/PITEI (empresas individuales, 48), un número intermedio (22) de PIPEA/PITEA (empresas asociadas) y una minoría (6) de PIMEN (microempresas) (Figura 11). Sin embargo, debe señalarse, que este último concurso se implementó recién en el 2012. No obstante, esto ratifica uno de los problemas de articulación que existen entre las empresas para trabajar una línea biotecnológica específica.

Figura 11. Proyectos FINCYT biotecnológicos o afines financiados a empresas por concurso 2007-2014

(En unidades)



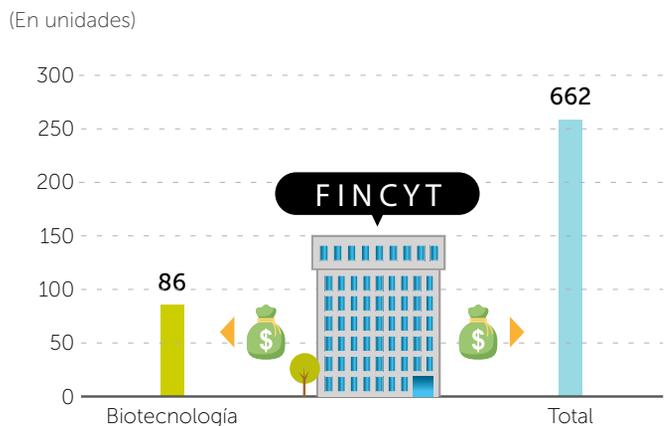
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FINCYT. 2007-2014

Bajo número de proyectos biotecnológicos financiados a empresas por FINCYT

Si se toma en cuenta la totalidad de proyectos financiados a empresas por FINCYT a través de estos concursos (653), los proyectos con un componente biotecnológico o afín representan un 11.64%. Al analizar el porcentaje de acuerdo a los concursos específicos, se revela que este tipo de proyectos representaron entre 12 y 13 % de los proyectos financiados vía PIPEI/PITEI y PIPEA/PITEA, mientras que solo fueron un 5% en el concurso PIMEN (Figura 11). El análisis permite inferir que el

sector biotecnológico está concentrado en el sector académico (94%). No ocurre lo mismo en el sector empresarial.

Figura 12. Número de proyectos en biotecnología y afines, respecto al total, financiados por FINCYT a empresas. (2007-2014)

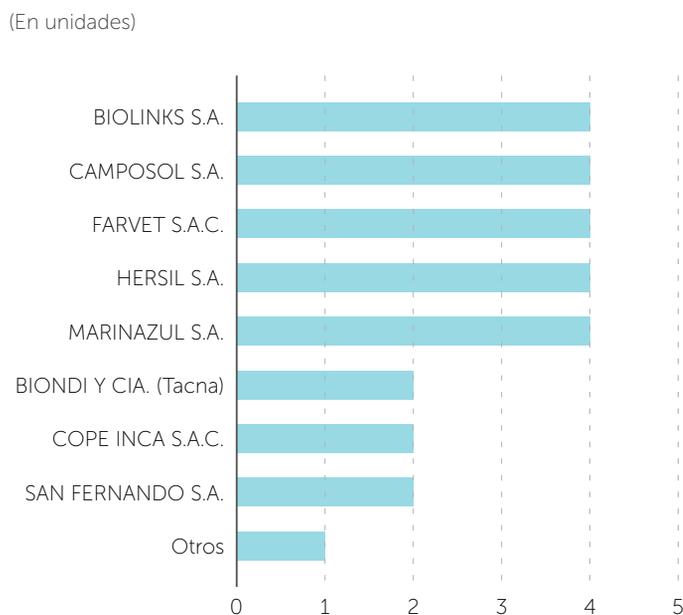


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FINCYT. 2007-2014

Escasa participación de empresas en proyectos biotecnológicos financiados por FINCYT 2007 - 2014

En relación a las empresas que han desarrollado proyectos con un componente biotecnológico o afín, solo ocho empresas lo hicieron en más de dos oportunidades en el periodo 2007-2014, 5 de las cuales llegaron a desarrollar hasta cuatro proyectos (Biolinks S.A., Camposol S.A., Farvet S.A.C., Hersil S.A., Marinazul S.A.). Las otras tres (Biondi y Cia. de Tacna S.A.C., Cope Inca S.A.C.,

Figura 13. Empresas con más de un proyecto biotecnológico financiado por FINCYT (2007-2014)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FINCYT. 2007-2014

San Fernando S.A.), desarrollaron dos proyectos cada una y el resto de empresas solo uno (Figura 13). Se confirma lo de la figura anterior (Figura 12), que en el rubro empresarial son pocas las empresas con componentes biotecnológicos.

Alta concentración de proyectos biotecnológicos financiados a empresas en la región Lima

Los proyectos desarrollados por las empresas se ejecutaron mayoritariamente en la región Lima (23). Solo las regiones Arequipa (8), Ica (6), La Libertad (8) y Tumbes (6) tuvieron más de cinco proyectos desarrollados en su territorio, mientras que las otras regiones tuvieron menos de cinco (Figura 14). De forma similar a lo que sucede en el caso de la academia, se confirma el problema de la centralización.

Figura 14. Proyectos FINCYT desarrollados por empresas según región de ejecución (2007-2014)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FINCYT. 2007-2014

2.1.2. EMPRESAS QUE UTILIZAN BIOTECNOLOGÍA O BIOLOGÍA MOLECULAR PARA MEJORAR SUS PRODUCTOS O PROCESOS

- **Biolinks S.A. (Lima).** Utiliza tecnología del ADN para pruebas de paternidad, diagnóstico de enfermedades infecciosas, aplicaciones agrícolas como el diagnóstico de plagas vegetales, análisis forenses como identificación de restos.

- **Camposol. La Libertad (Chao, Virú).** Principal empresa agroindustrial del país. Es el mayor exportador de palta Hass, pero tiene otros rubros de exportación como espárragos, mangos, pimientos piquillo, arándanos, uvas de mesa, mandarinas, langostinos y otros productos marinos. Realiza actividades de clonación e ingeniería genética.
- **Farvet S.A.C. Ica (Chincha).** Desarrolla métodos de diagnóstico y vacunas recombinantes para combatir y prevenir los patógenos más importantes de la industria avícola peruana aplicando técnicas de biología molecular y genómica.
- **Hersil S.A. (Lima).** Empresa dedicada a la fabricación de productos farmacéuticos y naturales aplicando técnicas biotecnológicas y moleculares, logrando que importantes empresas multinacionales confíen en la fabricación, distribución y promoción de sus productos al Perú. Trabajan en laboratorio con tecnología de punta.
- **Blufstein Laboratorio clínico. (Lima).** Ofrece ensayos basados en la extracción de ácidos nucleicos para diagnosticar enfermedades infecciosas. También utiliza biología molecular para genotipificar virus como el de Hepatitis C.
- **Láctea S.A. SEMBRYO. La Libertad (Trujillo).** Laboratorio de genética ganadera. Realiza inseminación artificial, fecundación in-vitro e implantación de embriones en ganado vacuno.
- **PSW S.A. (Lima).** Desarrollan, producen y comercializan productos elaborados a partir de algas presentes en el mar peruano, con valor agregado basado en sus principios biológicos, fisiológicos y ecológicos, así como en la experiencia biotecnológica en procesos industriales con un permanente monitoreo y vigilancia tecnológica que les permite evaluar la viabilidad del desarrollo y aplicación de las nuevas tendencias del sector. Sus productos están dentro de las líneas de agricultura, bioestimulantes, fertilizantes, correctores nutricionales, correctores de agua y extractos industriales altamente concentrados.
- **Instituto de Biotecnología del ADN Uchumayo. (Arequipa)** Institución dedicada a la investigación científica, prestando también servicios de diagnóstico molecular, ADN forense, estudios de expresión génica, cultivo de células madre y desarrollo de productos innovadores como biofertilizantes.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El desarrollo de la CTI en el Perú ha sido notorio en años recientes y, dentro de ellos, la biotecnología ha jugado un rol importante como área transversal. Sin embargo, dada la magnitud de su impacto transformador, la biotecnología y su relación con el desarrollo deseado para el Perú se hace necesaria.

El desarrollo biotecnológico en el Perú es escaso a nivel público y mucho más a nivel privado. Los grupos de investigación existentes y los proyectos de investigación que llevan adelante son más bien esfuerzos aislados. A partir del diagnóstico realizado se identificó como problema fundamental el

“Débil Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Biotecnología”,

identificando previamente las causas directas e indirectas y posteriores efectos que finalmente limitan el desarrollo de la biotecnología en el Perú (Figura 15).

2.3. CAUSAS DIRECTAS E INDIRECTAS

Las causas directas (CD) de la problemática del sector se enmarcan en cuatro, como se detalla a continuación:

CD₁: Insuficiente masa crítica altamente calificada en biotecnología

El déficit del número de investigadores de biotecnología o afines marca un hito fundamental en el diagnóstico y responde principalmente a las siguientes causas indirectas (CI):

- **CI₁: Pocos estímulos económicos para que el docente universitario se involucre en proyectos de CTI**
La insuficiencia de incentivos económicos que contribuyan a la capacitación y actualización constante del docente/ investigador, trae como consecuencia la falta de interés y compromiso de involucrarse en el desarrollo de proyectos de CTI, perdiéndose las oportunidades de sumar esfuerzos y elevar los indicadores.
- **CI₂: Limitada oferta de programas de postgrado en biotecnología**
Como línea base, en el 2015, FONDECYT subvencionó 2 programas de maestría y 2 de doctorados. Sin embargo, el número de programas aún queda corto a la hora de ofrecer al investigador, temáticas de afinidad que terminen en el desarrollo de sus líneas de investigaciones. Asimismo, el fortalecimiento de los programas subvencionados y el número de becas de postgrado en universidades extranjeras es todavía muy escaso.
- **CI₃: Bajo número de graduados y/o titulados en carreras de biotecnología**
Menos del 50% de los laboratorios son dirigidos por post-graduados (Correa y Jiménez, 2008). Existe la problemática que los investigadores tienen estudios concluidos de postgrado, mas no la obtención del grado sea de maestro

y/o doctor, lo que disminuye la lista de profesionales altamente calificados graduados en biotecnología. Asimismo, hay escasos incentivos para la realización de tesis en los alumnos de pregrado.

- **CI₄: Insuficientes instrumentos de atracción/retención de investigadores calificados.**
El Perú cuenta con talento humano de nivel competitivo que labora fuera del país, pese a no existir un registro de cada uno de ellos (salvo el Directorio Nacional de Investigadores DINA). Dicha debilidad se constituye en causa indirecta al no contar con instrumentos suficientes que brinden propuestas atractivas al investigador, dando la oportunidad de quedarse en el Perú o retornar a él y aportar sus conocimientos obtenidos dentro o fuera del Perú.

CD₂: Débil articulación de la academia-empresa-Estado en el sector biotecnológico

Representa uno de los principales aspectos que debilita la institucionalidad y el fortalecimiento del sector biotecnológico y resulta en:

- **CI₁: Pocos casos de productos/procesos biotecnológicos culminados en comercialización**
Se ha visto a través de la información del diagnóstico que el nivel de asociatividad entre las empresas y la academia aún es bajo; si bien actualmente se aplican instrumentos que promueven la asociatividad, la mayoría de las empresas principalmente prefieren el trabajo individual (Figura 11). Ello se refleja en el poco impacto que puedan generar los proyectos desarrollados que hayan logrado ser insertados en el mercado.



Los limitados impactos de la investigación en el sector biotecnológico direccionan a Pronbiotec al desarrollo de lineamientos orientados a mejorar y fortalecer la capacidad científica y tecnológica endógena.

- **CI₂: Pocos espacios de encuentro entre la academia y empresa**

La baja interacción entre actores claves del sector conlleva al desconocimiento de los proyectos y líneas que se vienen desarrollando. Mientras no se generen eventos de promoción, difusión y talleres que permitan intercambiar ideas, presentación de resultados de investigación, productos, redes y otras actividades que articulen la academia y la empresa, continuará la desarticulación del sector.

- **CI₃: Dispersión de esfuerzos y desarticulación de las instituciones de investigación en CTI biotecnología**
El trabajo poco articulado trae como consecuencias la duplicación de esfuerzos, desaprovechamiento de tiempo, recursos, entre otros, lo que minimiza el impacto en el desarrollo de proyectos de CTI en biotecnología.
- **CI₄: Heterogeneidad de líneas de investigación**
El diagnóstico mostró que existe una diversificación de líneas de investigación, lo cual se suma a la débil articulación de la triple hélice. Esta es una consecuencia de la falta de criterios de priorización que respondan a la atención de campos de la biotecnología realmente relevantes para el país y a la falta de visión a largo plazo.

CD₃: Insuficientes incentivos para la innovación en materia biotecnológica

Los incentivos o estímulos económicos no solo son referidos a capital humano, sino que abarcan temas de instituciones, equipamiento, infraestructura y normativas.

- **CI₁: Escasas empresas/spin off consolidadas con un fuerte componente biotecnológico**
Pocas empresas/spin off realizan proyectos de biotecnología altamente competitivos y sofisticados (Figura 13); en el Perú hay mucho trabajo de investigación alrededor de la biotecnología (uso de herramientas biotecnológicas), mas no finaliza en el desarrollo de una biotecnología moderna (ver definición de biotecnología).
- **CI₂: Escasos laboratorios y centros de investigación con equipo mayor e infraestructura adecuada**
Al no contar con suficientes laboratorios y centros de investigación con equipos de alta tecnología e

infraestructura adecuada, se limita el desarrollo de proyectos de CTI, a una investigación intermedia que no permite insertar en el mercado productos/ servicios biotecnológicos.

- **CI₃: Normativas ineficaces en el sector biotecnológico**
El área de biotecnología es la que tiene un mayor número de reglamentos, normativas y documentos por cumplir, debido a su naturaleza de trabajar con organismos biológicos y por estar dirigida en su mayoría al consumo humano. De allí la importancia de buscar alternativas que permitan acelerar el trámite de documentación que en algunos casos demora más de lo establecido.

CD₄: Limitados resultados de investigación científica en biotecnología

Constituye una causa directa porque las insuficientes capacidades de infraestructura, el escaso número de publicaciones y bajo número de grupos de investigación en el sector, son factores que impiden el mayor avance en biotecnología.

- **CI₁: Insuficiente capacidades en infraestructura, equipamiento, material biológico**
Existe infraestructura física, como espacio en universidades e institutos; sin embargo, en muchos casos, no es la adecuada para contar con un equipamiento moderno en biotecnología. Asimismo, se identificaron escasos laboratorios con un equipamiento óptimo para el desarrollo de biotecnología.
- **CI₂: Insuficientes publicaciones indizadas en biotecnología moderna**
Este importante indicador de la CTI de un país refleja la capacidad de producción o resultados de la investigación en un determinado sector. Para el caso de biotecnología, hay un escaso número de publicaciones que no llegan ni al 5% del total por año (Ver figura 3a) y bajo número promedio de publicaciones por investigador (0.46 por investigador). Si ya los números de publicaciones totales acumuladas por el Perú son muy bajos (13,342), para el sector biotecnológico, este número es preocupante.
- **CI₃: Desconocimiento y escasa preparación del personal de INDECOPi en el sector biotecnológico**
La protección intelectual es una necesidad para el desarrollo y posicionamiento en el mercado de productos biotecnológicos, la debilidad actual de INDECOPi radica en el insuficiente número de especialistas y en la capacitación de su personal en aspectos de patentes y certificados de obtentor de productos biotecnológicos.
- **CI₄: Escasa constitución de grupos de investigación con líneas definidas**
El bajo número de grupos de investigación en biotecnología constituye otra debilidad que se refleja en las escasas líneas definidas y fortalecidas del sector.



**Manolo
Fernández**

Gerente General
de FARVET S.A.C.

“Hoy en día vivimos la era de la biotecnología y si el Perú no entra a esa era prácticamente va a quedar postergada.

La era de la biotecnología nos sirve hoy en día para producir casi todos los productos de vital importancia que se hacen en salud, para combatir el cáncer, para mejorar genéticamente las plantas y los animales”.



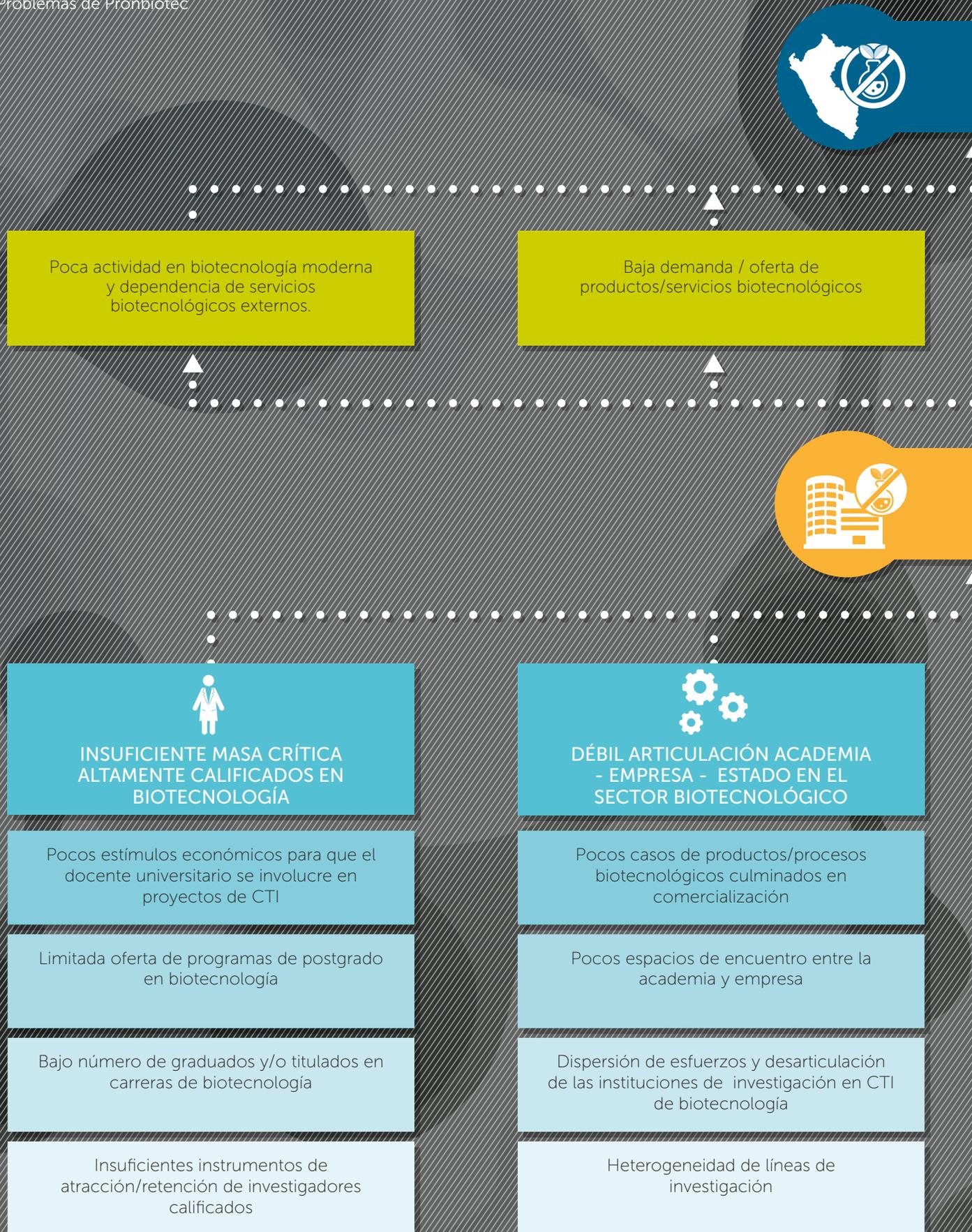
**Gunter
Villena**

Gerente General
PSW S.A

“Tenemos que entender que la inteligencia de mercado es vital, porque para desarrollar productos biotecnológicos tenemos que saber qué es lo que el mercado y los clientes necesitan que desarrollemos.

La inteligencia de mercado es entonces, la que tiene que acercar al científico para que pueda crear líneas de investigación dirigidas a lo que el cliente va a requerir en el futuro”.

Figura 15. Árbol de Problemas de Pronbiotec



Limitadas capacidades para la aplicación de la biotecnología moderna en el país

Déficit de patentes y baja producción de productos/servicios biotecnológicos

Pocas publicaciones indizadas de biotecnología

Bajo nivel de sofisticación de productos / servicios biotecnológicos

DÉBIL SISTEMA DE CTI EN BIOTECNOLOGÍA



INSUFICIENTES INCENTIVOS PARA LA INNOVACIÓN EN MATERIA BIOTECNOLÓGICA

Escasas empresas / spin off consolidadas con un fuerte componente biotecnológico

Escasos laboratorios y centros de investigación con equipo mayor e infraestructura adecuada

Normativas ineficaces en el sector biotecnológico



LIMITADOS RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN BIOTECNOLOGÍA

Insuficientes capacidades en infraestructura, equipamiento, material biológico

Insuficientes publicaciones indizadas en biotecnología moderna

Desconocimiento y escasa preparación del personal de INDECOPI en el sector biotecnológico, conllevando a registros de patentes confusos y lentos.

Escasa constitución de grupos de investigación con líneas definidas

No desarrollar mejor nuestro sector biotecnológico, impedirá que aprovechemos la biodiversidad como ventaja para valorizaciones sostenibles, reduciendo nuestra competitividad global.

2.4. EFECTOS DIRECTOS

- Poca actividad en biotecnología moderna y dependencia de servicios biotecnológicos externos.
- Baja oferta y demanda de productos o servicios biotecnológicos.
- Déficit de patentes y baja producción de productos y servicios biotecnológicos.
- Pocas publicaciones indizadas de biotecnología.
- Bajo nivel de sofisticación de productos y servicios biotecnológicos.

2.5. EFECTO FINAL

Los problemas descritos anteriormente, conllevan al efecto final que se traduce en:

“Limitadas capacidades para la aplicación de la biotecnología moderna en el país”

Bajo este análisis, si la biotecnología en el Perú no mejora la insuficiente masa crítica de investigadores altamente calificados, su débil articulación academia-empresa-Estado, los insuficientes incentivos para la innovación y los limitados resultados de investigación científica en biotecnología, se perderán las oportunidades y ventajas comparativas de aprovechar la biodiversidad como principal insumo para la producción de valor agregado e innovación tecnológica, lo que impedirá que la biotecnología se convierta en un pilar del desarrollo económico sostenible.





03

VISIÓN

A LARGO PLAZO

El programa logra que la biotecnología moderna sea adoptada y aplicada como fuerza motora del desarrollo económico sostenible.





04

ÁREAS TEMÁTICAS DE INVESTIGACIÓN

IDENTIFICACIÓN DE LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PRIORITARIAS

El análisis de publicaciones (SCOPUS) en biotecnología muestra que la mayor cantidad de publicación científica del país se encuentra en el área biomédica (diagnóstico, vacunas y genómica); sin embargo al analizar las subvenciones (proyectos, programas de maestrías y doctorado, becas internacionales de doctorado y otros), realizadas por el Estado a través de FONDECYT (2011-2014) y FINCYT (2007-2014), se encontró que en el rubro biotecnológico y afines, la mayor cantidad de proyectos subvencionados están en el área pecuaria (acuicultura, agricultura, control de plagas, entre otras). Esto indica que hay mucha actividad biotecnológica en la parte pecuaria, pero que no se refleja en publicaciones.

Tomando el análisis de las subvenciones, se propone las siguientes áreas temáticas de investigación a fin de hacer frente a los cuatro desafíos nacionales y a la necesidad de la generación e incremento de la capacidad tecnológica del país.

A pesar de la arbitrariedad de la distribución de las líneas, que se han podido ordenar de diferente manera, lo importante es que se ha visto necesario no limitar la investigación dejando lo suficientemente abiertas las líneas de investigación debido a que la actividad biotecnológica del país está recién comenzado a crecer.

Figura 16. Áreas temáticas de Investigación de PRONBIOTEC



Fuente: Elaboración propia

4.1. MEJORAMIENTO ANIMAL Y VEGETAL

Para el desarrollo de nuevos cultivares en plantas y crías en animales a través de la biotecnología.

- **Desarrollo de marcadores para selección asistida:**
La selección asistida por marcadores (SAM) es el proceso de identificación de una secuencia de ADN de un gen de interés, que usa dicha secuencia como herramienta en el proceso de selección del carácter genético perseguido, independizándose de la expresión del gen y de su interacción con el ambiente.
- **Inseminación artificial:**
La inseminación artificial (IA) es una técnica que permite una rápida mejora genética, el apareamiento de los animales alojados en lugares diferentes, el incremento de la reproducción de animales domésticos y la conservación de germoplasma de las líneas genéticas únicas. La toma del semen, la extensión y el almacenamiento del espermatozoides y la inseminación son procesos básicos críticos para el éxito de la IA.

- **Implantación de embriones:**
Proceso de transferencia de un embrión/embriones a un útero hospedador. Es parte de las herramientas de fertilización asistida. Es importante identificar moléculas y genes que se expresan o silencian durante el proceso de implantación (análisis genómicos y proteómicos).
- **Embriogénesis:**
Proceso generativo que permite la formación de un organismo pluricelular, vegetal o animal, a partir de unas pocas células o del cigoto.
- **Fecundación in-vitro,**
Es una tecnología de reproducción asistida. Es el proceso de la fertilización mediante la combinación manual de un óvulo y el espermatozoides in vitro, para luego transferir el embrión al útero.
- **Modificación genética,**
Alteración de genes (material genético). Este término ha llegado a tener un significado muy amplio, incluyendo la adición, delección, edición, entre otros, del material genético de un organismo en una forma tal que permita

la expresión de proteínas con propiedades diferentes a las del organismo receptor.

4.2. MICROORGANISMOS

Para el aprovechamiento biotecnológico de la microbiota en sus aplicaciones diversas.

- **Biofertilizantes:**
Productos en base a microorganismos (bacterias y hongos), que viven en consorcios con plantas y contribuyen a su proceso de nutrición, siendo a su vez regeneradores de suelo. Sus principales funciones son ser fijadores de nitrógeno del medio ambiente, incrementar la absorción de nutrientes, brindar protección a las plantas ante microorganismos patógenos del suelo y estimular el crecimiento del sistema radicular de las plantas.
- **Probióticos (animales y humanos):**
Cultivos de microorganismos vivos que benefician al hospedador mejorando las propiedades de la microflora intestinal original.
- **Control de plagas y enfermedades (plantas, animales y humanos):**
Consiste en mantener la densidad de su población debajo del nivel en el cual comienza a causar perjuicio económico.
- **Biorremediación:**
Conjunto de tecnologías emergentes que utilizan organismos vivos (plantas, algas, hongos y bacterias) para absorber, degradar o transformar los contaminantes y retirarlos, inactivarlos o reducir su efecto en distintos ecosistemas.
- **Biocombustibles:**
Producto obtenido de procesos biológicos contemporáneos como la digestión anaerobia, en lugar de un combustible producido por procesos geológicos. Los biocombustibles pueden derivar de plantas directamente, o indirectamente a partir de residuos agrícolas, comerciales, domésticos y/o industriales, siendo su principal ventaja ser amigables con el medio ambiente.
- **Suplementos alimenticios:**
Se llama así a la siguiente generación de productos obtenidos por biotecnología para mejorar los aspectos de calidad de los alimentos.

4.3. MOLÉCULAS

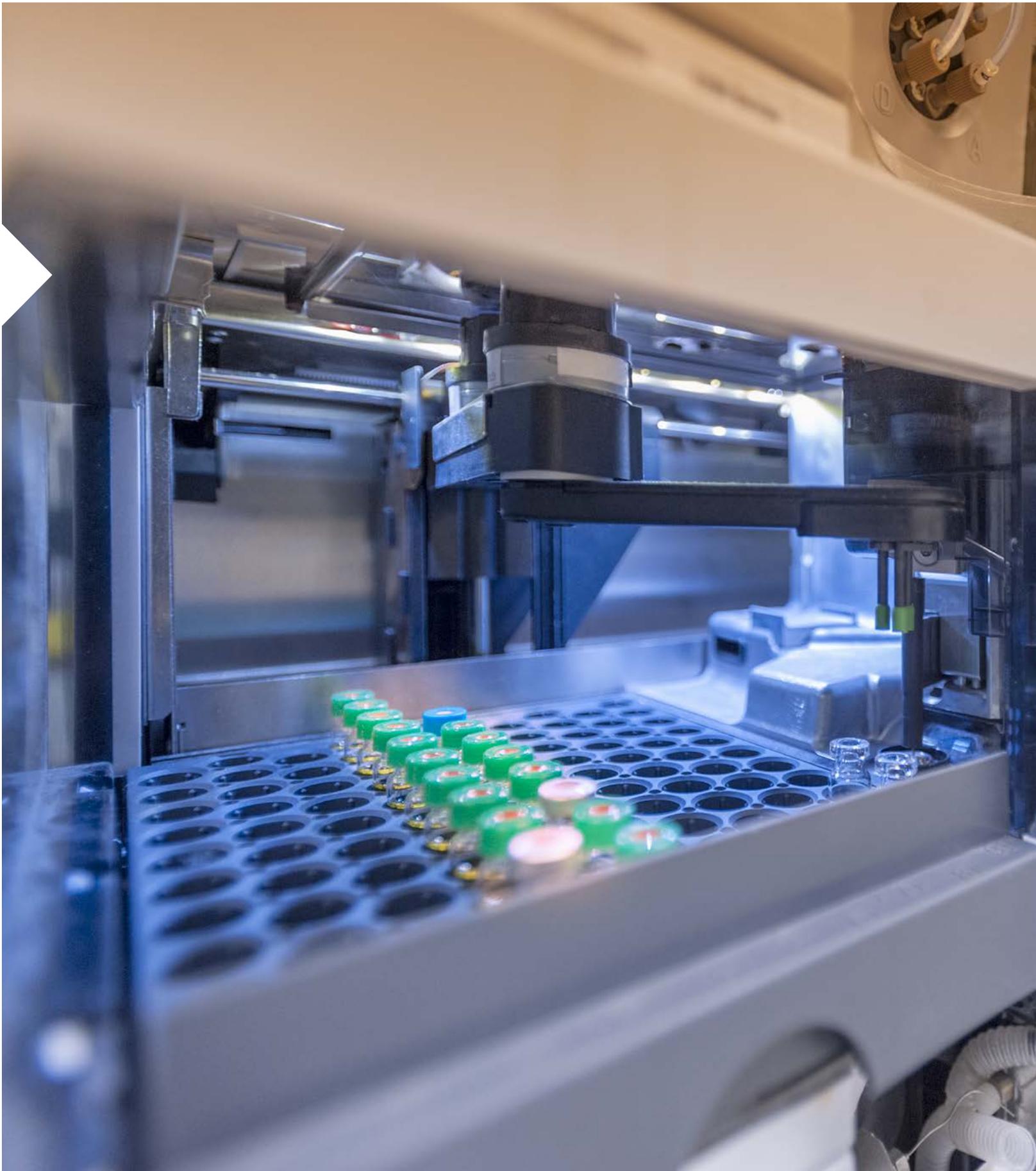
Para la purificación y caracterización estructural y funcional en sus diversos usos, a través de la biotecnología.

- **Nutracéuticos:**
Alimento o parte de los alimentos que tiene beneficios médicos o de salud (para el organismo que lo consume). También llamados alimentos funcionales, son productos alimenticios que han sido diseñados para contener concentraciones y/o proporciones de ciertos nutrientes (vitaminas, aminoácidos, etc.) que son esenciales para la salud.
- **Cosmecéuticos:**
Productos biológicos usados en la cosmética cuya función es terapéutica o farmacológica. Son sustancias que por sus características bioquímicas y su acción sobre tejido cutáneo, se aproximan a la categoría de fármacos.
- **Drogas y principios activos:**
Sustancia química purificada o compuesto que porta cualidades farmacológicas presentes en una sustancia para la prevención, diagnóstico, tratamiento, mitigación y cura de una enfermedad.
- **Biomateriales:**
Cualquier sustancia que puede ser utilizada como un todo o como una parte de un sistema que es considerado parte del tratamiento de algún tejido del organismo.

4.4. SALUD ANIMAL Y HUMANA

Para el desarrollo de insumos para servicios de salud a través de la biotecnología como vacunas, pruebas de diagnóstico y reconstrucción de tejidos

- **Vacunas (animales y humanos),**
Preparación biológica que proporciona inmunidad adquirida activa ante una determinada enfermedad. Contiene un agente similar a un microorganismo causante de la enfermedad y generalmente se hace a partir de formas debilitadas o muertas del microorganismo, sus toxinas o una de sus proteínas de superficie. Las vacunas pueden ser profilácticas (para prevenir o aminorar los efectos de una futura infección por algún patógeno) o terapéuticas.
- **Pruebas de diagnóstico (plantas, animales y humanos),**
Cualquier tipo de examen químico, bioquímico, inmunológico o molecular realizado para ayudar en el diagnóstico o la detección de alguna enfermedad sistémica o genética.
- **Reconstrucción de tejidos,**
Técnica biotecnológica importante en la ingeniería tisular que permite la reconstrucción de nuevos tejidos para el reemplazo y la regeneración de estructuras destruidas y perdidas.





05

OBJETIVO

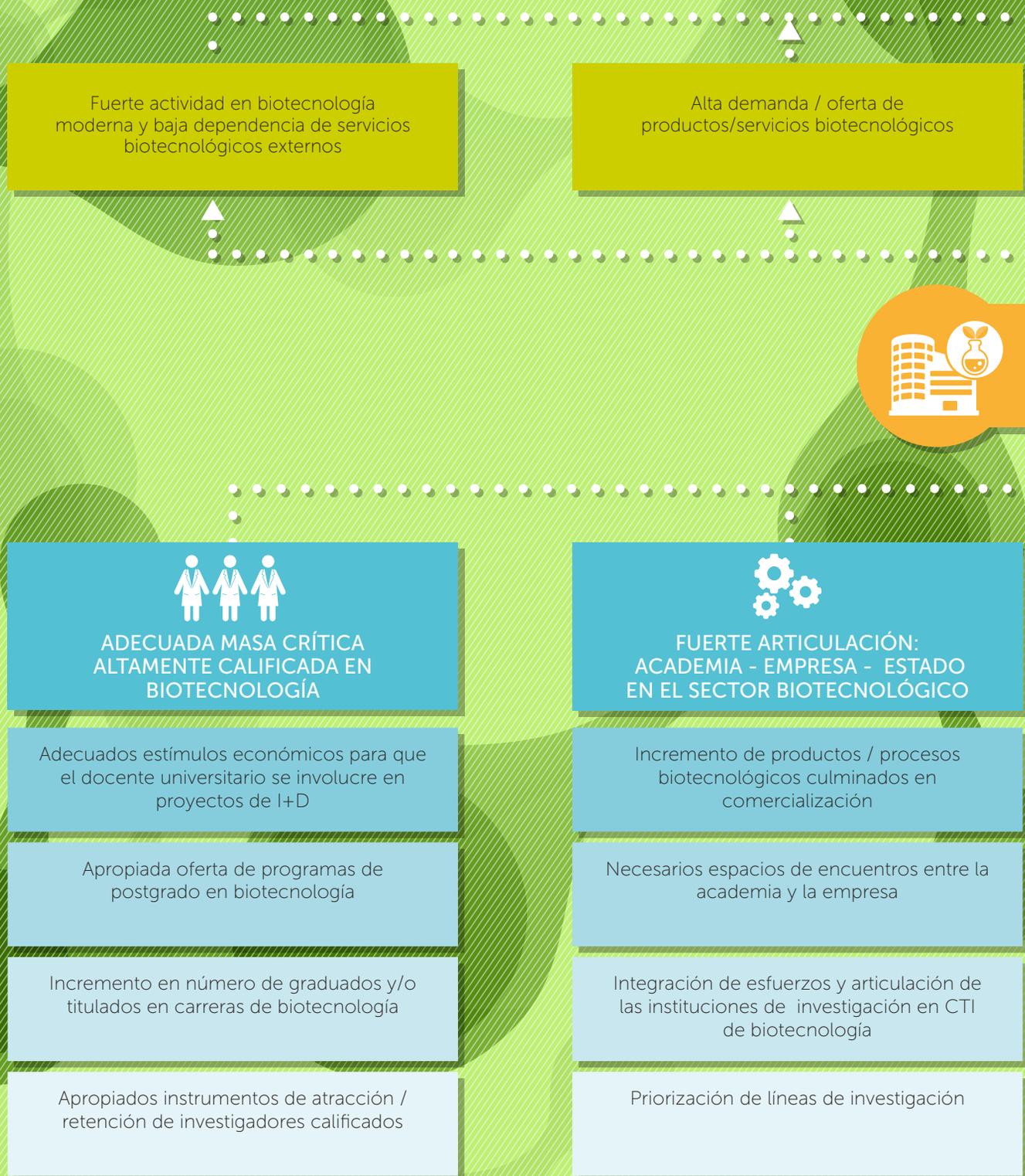
DEL PROGRAMA

5.1. OBJETIVO GENERAL

Promover la aplicación de la biotecnología como tecnología estratégica transversal, con el fin de generar bienes, productos y servicios comerciales de alto impacto que permitirán solucionar problemas implicados en los desafíos nacionales identificados por CONCYTEC, contribuyendo así al fortalecimiento del Sistema Nacional de CTI en Biotecnología.

A continuación, el árbol de objetivos obtenido a partir de los problemas identificados (árbol de problemas), permitió determinar acciones, las mismas que contribuirán más adelante a los indicadores y actividades descritos en el marco lógico.

Figura 17. Árbol de objetivos de Pronbiotec



Incremento de capacidades para la aplicación de la biotecnología moderna en el país

Incremento de patentes y mayor producción de productos/servicios biotecnológicos

Mayor número de publicaciones indizadas de biotecnología

Productos / servicios biotecnológicos con mayor sofisticación

FUERTE SISTEMA DE CTI EN BIOTECNOLOGÍA



NECESARIOS INCENTIVOS PARA LA INNOVACIÓN EN MATERIA BIOTECNOLÓGICA

Incremento de empresas / spin off consolidadas con un fuerte componente biotecnológico

Incremento de laboratorios y centros de investigación con equipo mayor e infraestructura adecuada

Eficaces normativas para el sector biotecnológico



INCREMENTO DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN BIOTECNOLOGÍA

Mayores capacidades en infraestructura, equipamiento, material biológico

Incremento de publicaciones indizadas en biotecnología moderna

Capacitación y adecuada preparación del personal de INDECOPI en productos biotecnológicos, que optimice los registros de patentes

Mayor número de grupos de investigación con líneas definidas

5.2. COMPONENTES

COMPONENTE 1:

MAYOR MASA CRÍTICA ALTAMENTE CALIFICADA EN BIOTECNOLOGÍA.

Este componente tiene como fin incrementar el número de investigadores altamente capacitados en biotecnología, lo que permitirá tener una mayor capacidad de respuesta ante los desafíos nacionales. Para lograr esto se ha planteado los siguientes sub-componentes:

1.1. Adecuados estímulos económicos para que el docente universitario se involucre en proyectos de CTI

El CONCYTEC se encargará de la calificación de los investigadores aptos para integrar el Registro Nacional de Investigadores (REGINA), los cuales podrán solicitar un incentivo económico, previa demostración de sus actividades de investigación que realizarán durante el año. Por otro lado, se continuará con los incentivos para publicaciones efectivas de artículos científicos en revistas indizadas.

1.2. Apropriada oferta de programas de postgrado en Biotecnología

Se buscará promover la mejora de los programas de postgrado existentes (maestrías y doctorados) que estén directamente relacionados al quehacer biotecnológico a través de las siguientes medidas:

Financiamiento vía FONDECYT de programas de postgrado en áreas vinculadas a la biotecnología, que consiste en becas para estudiantes y dinero que cubra parte de los insumos necesarios para el desarrollo de las tesis. Los programas seleccionados deberán demostrar el desarrollo de conocimientos y capacidades en al menos dos de las áreas siguientes: bioinformática, tecnología del ADN, técnicas de modificación celular in vitro y técnicas bioquímicas y físico-químicas. Además, deberán contar con al menos un curso en aspectos de bioética y bioseguridad.

Así mismo, se continuará con las subvenciones de becas de doctorado en el extranjero, canalizadas por FONDECYT, que respondan a las líneas priorizadas por el programa.

1.3. Incremento en número de graduados y/o titulados en carreras de biotecnología

Este subcomponente financiará tesis que permitan la obtención del grado de maestro o doctor, aumentando así la lista de profesionales altamente calificados en biotecnología. Por otro lado se busca incentivar futuros investigadores a través de proyectos de tesis con la mentoría de un investigador científico. Estos financiamientos contribuirán al incremento de titulados de pregrado y al afianzamiento de las líneas de investigación en biotecnología. Los alumnos de los últimos ciclos o recién egresados podrán aplicar a estos financiamientos.

1.4. Apropriados instrumentos de atracción/retención de investigadores calificados

Este subcomponente está orientado a lograr la atracción de investigadores calificados: científicos no residentes nacionales o extranjeros, o peruanos de reciente retorno que se encuentran laborando en el exterior mediante los instrumentos denominados Magnet y post-doctorandos a través del otorgamiento de subvenciones en cofinanciamiento que contribuyan a consolidarse como referentes nacionales y mundiales en las entidades académicas y científicas. CONCYTEC ha propuesto la Ley de la Creación del Cuerpo de Investigadores para fomentar la retención de talentos, brindando una serie de oportunidades a los investigadores a fin de evitar su salida al exterior y promover su valoración profesional.

COMPONENTE 2:

MEJOR ARTICULACIÓN DE LA ACADEMIA-EMPRESA-ESTADO EN EL SECTOR BIOTECNOLÓGICO

Este componente busca mecanismos efectivos para lograr la sinergia entre academia-empresa-Estado, a través de:

2.1. Incremento de productos / servicios biotecnológicos culminados en comercialización

Para ello se proponen las siguientes acciones: organización de eventos de promoción de productos biotecnológicos, subvención de proyectos de transferencia tecnológica y proyectos de extensionismo tecnológico que están dirigidas a promover oferta de bienes (productos/servicios) biotecnológicos que dinamicen los vínculos entre los actores pertinentes del sector.

2.2. Necesarios espacios de encuentros entre la academia y la empresa

Se busca incrementar la interacción entre actores claves del sector, reduciendo el desconocimiento de proyectos y líneas que se vienen desarrollando. Mientras no se generen eventos de promoción, difusión y talleres que permitan intercambiar ideas, presentar resultados de investigación, productos, redes y otras actividades que articulen la academia y la empresa, continuará la desarticulación del sector.

2.3. Integración de esfuerzos y articulación de las instituciones de investigación en CTI de biotecnología

Mediante las subvenciones a proyectos multidisciplinarios y asociativos en biotecnología, se buscará concentrar los esfuerzos dispersos que existen en las diferentes líneas de investigación en el sector. Se busca además disponer de financiamiento a proyectos de mediano plazo con socios capaces de reforzar y complementar sus capacidades y plantearse objetivos nacionales. El desarrollo de la biotecnología dependerá en gran medida de asociar las capacidades de investigación de la biotecnología con otras áreas complementarias como la química, fitomejoramiento, medicina, biología, veterinaria y otras.

Se identificó investigación realizada alrededor de la biotecnología; en su mayoría, se aplican herramientas biotecnológicas (cultivo in vitro, secuenciamiento, etc) que no trascienden del nivel académico. Pronbiotec plantea impulsar las investigaciones que conlleven a productos y/o servicios biotecnológicos.

2.4. Priorización de líneas de investigación

Las acciones contempladas en este punto deberán abordar el problema de la poca culminación de las investigaciones en productos o procesos biotecnológicos con potencial de comercialización y servir de pilotos para iniciativas futuras. Se propone la subvención mega-proyectos de CTI en líneas estratégicas para el país.

El instrumento consiste en la contratación de 2 facilitadores/ articuladores para elaborar y supervisar 2 proyectos de alcance amplio y de 5 años de duración en áreas en las que hay dispersión de recursos humanos e infraestructura, en un esquema similar a los círculos de investigación, pero de mayor envergadura. La finalidad es establecer y fortalecer líneas de trabajo en las que el Perú tiene claras ventajas competitivas. Las 2 líneas propuestas son:

Área de camélidos: Desarrollo de protocolos de reproducción controlada e investigación en genética de camélidos para el desarrollo de productos o servicios biotecnológicos que sirvan a la implementación de programas público o privados de mejoramiento.

Área de acuicultura: Microbiota en el control de enfermedades, marcadores genéticos para la determinación del sexo y desarrollo de semilla (alevinos o post-larvas) de calidad para el desarrollo de productos o servicios biotecnológicos que sirvan a la producción de especies identificadas como prioritarias por el Ministerio de la Producción, como lo son la concha de abanico, la trucha arco iris y el paiche.

Los facilitadores/articuladores deberán tener un perfil que reúna los atributos siguientes

- Conocimiento científico en el área específica que le permita dirigir la formulación de la propuesta integral.
- Experiencia en el campo del desarrollo de proyectos con la empresa privada.



- Afabilidad, constancia y capacidad de persuasión.

Es conveniente tener mediante este instrumento una visión de largo plazo.

COMPONENTE 3: INCREMENTO DE INCENTIVOS PARA LA INNOVACIÓN EN MATERIA BIOTECNOLÓGICA

El estimular a nuevas empresas a consolidarse en el sector, implementar los laboratorios con equipo mayor e infraestructura adecuada y reforzar el marco regulatorio actual en capacidades y gestión permitirá un incremento significativo en innovación biotecnológica.

3.1. Incremento de empresas / spin off consolidadas con un fuerte componente biotecnológico

Se propone utilizar esquemas que rescaten ideas de negocio o productos/procesos con distintos grados de desarrollo para abordar el problema de los insuficientes incentivos para la innovación en materia biotecnológica.

3.1.1 Mejora de propuestas presentadas a la modalidad 1 del programa "Start Up Perú" (ver más abajo) a través de la vinculación de investigadores de la academia con ideas que tengan potencial para iniciar una empresa biotecnológica con jóvenes egresados de los programas de economía y administración de negocios que tengan interés en asociarse. Se propone impulsar el vínculo a través de 2 mecanismos:

- Trabajo de casos de negocio planteados desde la investigación biotecnológica peruana en cursos especializados del pregrado de una escuela de negocios conducidos por un profesor de contacto (se implementará con U. del Pacífico)

- Subvenciones para tesis de pregrado que se enfoquen en el desarrollo de un producto/proceso biotecnológico en programas de biotecnología o afines y, en paralelo, a tesis enfocadas en la constitución de una empresa biotecnológica en base a dicho producto/proceso biotecnológico en escuelas de administración de negocios.

3.1.2. Selección a las mejores propuestas biotecnológicas, beneficiarias del programa para start ups e incubadoras de negocios de base tecnológica para la mejora técnica de su producto/ proceso a través de la colaboración con la academia.

Modalidad 1: Seleccionar las iniciativas biotecnológicas de mejor contenido y rendimiento entre aquellas financiadas por "Start Up Perú" en esta modalidad en el tiempo de duración del programa (12 meses, apoyo a personas naturales o empresas de muy baja facturación). Se propone asignar a las iniciativas seleccionadas un fondo adicional de plazo más largo, considerando que el tiempo para el establecimiento y maduración de una empresa nueva de alto contenido biotecnológico es mayor que lo contemplado en el programa actual de PRODUCE.

Modalidad 2: Identificar empresas biotecnológicas con un producto/proceso promisorio desde la perspectiva del programa y que vengán siendo financiadas por "Start Up Perú" en su modalidad 2 (18 meses: apoyo a empresas con un tiempo de constituidas mayor que un año pero menor que 5 años, con facturación no menor de 30 UIT en su tiempo de vida y un producto/proceso avanzado con posibilidades de ser mejorado o terminado en su etapa de prototipo) para proveerla de fondos adicionales y, de ser necesario, para extenderle el tiempo de apoyo.

3.2. Incremento de laboratorios y centros de investigación con equipo mayor e infraestructura adecuada

Una vía de incentivar a los investigadores es facilitar la financiación y adquisición de equipos sofisticados que satisfagan sus necesidades de biotecnología moderna. Se considerará un fondo concursable para la compra de equipo mayor en función a grupos y líneas de investigación constituidos.

3.3. Eficaces normativas para el sector biotecnológico

Este subcomponente busca promover la bioética, bioseguridad y promover el desarrollo de una política de propiedad intelectual mediante reuniones de coordinación para sinergias en la mejora de documentos normativos y creación de comités éticos y normativos de las áreas de biotecnología.

COMPONENTE 4: INCREMENTO DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN BIOTECNOLOGÍA

La optimización de los registros de propiedad intelectual, el equipamiento sofisticado de los programas de postgrado financiados por FONDECYT, la definición de líneas de investigación y la mejora de la oferta de la investigación a través del incremento de financiación de proyectos permitirá el desarrollo de productos biotecnológicos y el aumento del número de publicaciones en el sector.

4.1 Mayores capacidades en infraestructura, equipamiento, material biológico

Se propone continuar invirtiendo y fortaleciendo los programas de postgrado subvencionados por FONDECYT, mediante la financiación de equipo mayor e infraestructura adecuada para la investigación científica, lo que intensificará los resultados de investigación biotecnológica.

4.2 Capacitación y adecuada preparación del personal de INDECOPi en productos biotecnológicos, que optimice los registros de patentes

Se busca fortalecer las capacidades de análisis y el asesoramiento de INDECOPi en temas biotecnológicos, para lo cual se plantea la subvención a capacitación de especialistas en aspectos biotecnológicos, dirigido a un aumento significativo de patentes u otra propiedad intelectual.

4.3 Mayor número de grupos de investigación con líneas definidas

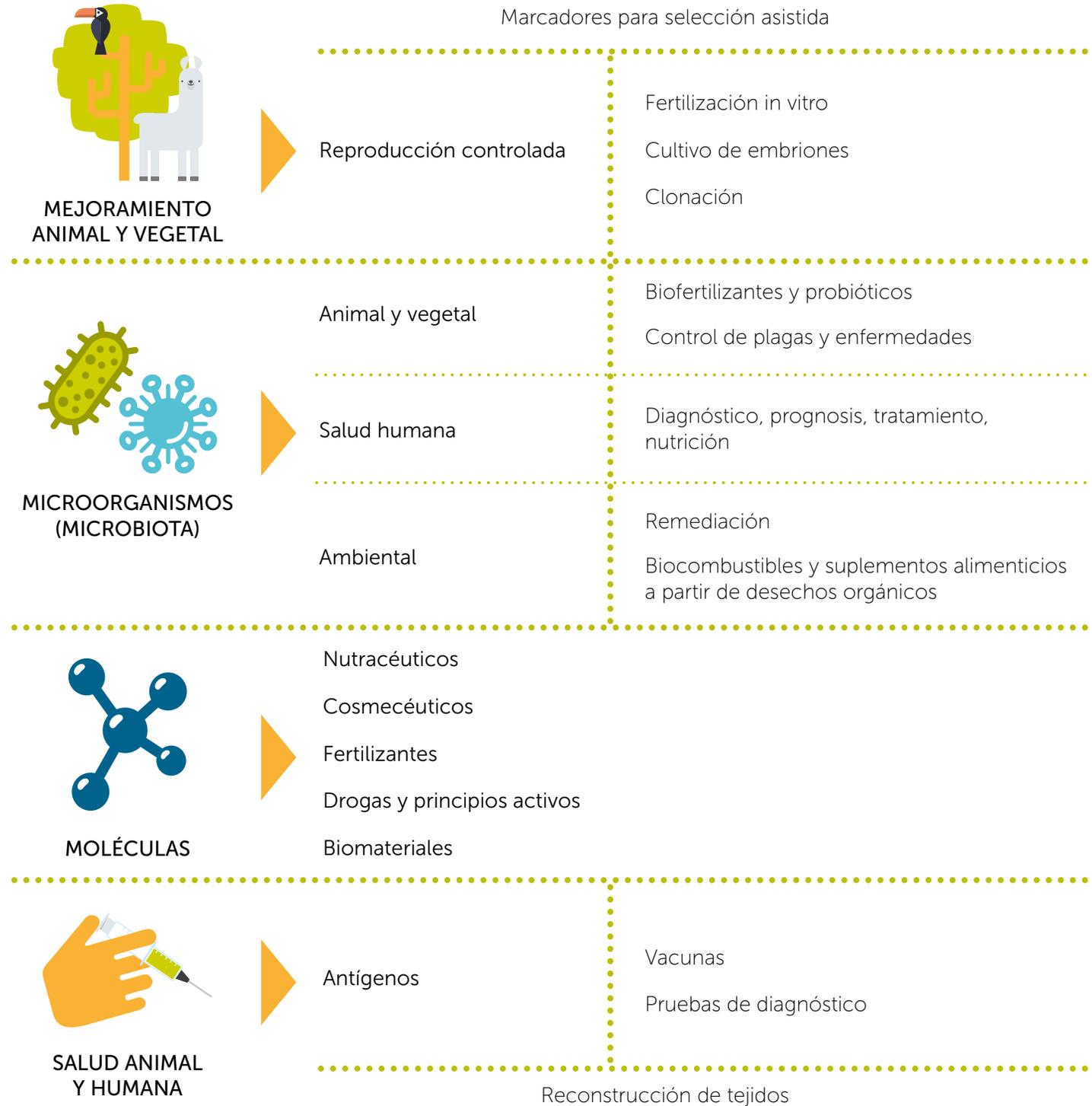
Los círculos de investigación permiten el desarrollo de líneas definidas de investigación promoviendo el trabajo colaborativo de diferentes equipos, lo que potencia la obtención de resultados en el sector. El programa continuará el fortalecimiento y financiamiento de los mencionado círculos.

4.4 Incremento de publicaciones indizadas en biotecnología moderna

Una de las maneras más directa de aumentar la producción científica es aumentando el financiamiento de más proyectos de investigación de calidad. Por ello, el programa plantea continuar con las subvenciones a proyectos de investigación en biotecnología. Se considerarán proyectos en biotecnología aquellos que se ubiquen dentro de las áreas que se han identificado como las más recurrentes en las solicitudes de subvención a FINCYT y FONDECYT de los últimos 8 años (Figura 18).

Se requerirá en las subvenciones a proyectos de investigación en biotecnología presentar como mínimo una tesis sustentada y aprobada de pregrado y otra de maestría. Asimismo, una publicación en una revista indizada y un manuscrito enviado para evaluación. Además, se continuara con las subvenciones para movilizaciones internacionales (modalidad: ponencias, estancias).

Figura 18. Áreas temáticas de Pronbiotec



Fuente: Elaboración propia

08

COMPROMISOS INSTITUCIONALES

Pronbiotec manifiesta el compromiso de los actores vinculados al sector para encaminar y ejecutar acciones conducentes a alcanzar los objetivos y metas establecidas. Asimismo, plantea una intención clara de unir esfuerzos académicos, financieros y de gestión en el periodo establecido para la implementación del programa.

Concretamente, el compromiso de los actores está orientado a lo siguiente:

- **Universidades:** se encargarán del desarrollo de la investigación e innovación tecnológica (proyectos de investigación y estudios multidisciplinarios) con acciones encaminadas al diseño de soluciones. Esto permitirá incrementar la masa crítica a través de sus programas de postgrado (maestrías y doctorados), reforzar y continuar la formación de nuevos profesionales de calidad a nivel de pregrado con la obtención de títulos. Asimismo, ser el principal actor en los proyectos conjuntos con la empresa.
- **Institutos de investigación:** se encargarán de desarrollar proyectos de investigación e innovación tecnológica, vinculando las metas del programa con las políticas de sus respectivos sectores.
- **Empresas:** Como eslabón final del sistema, tendrán a cargo la generación del prototipo (modelamiento y escalamiento) y la obtención de la versión final del producto/servicio biotecnológico (validación). Pero antes debe generar o utilizar el diseño de la solución vinculándose con el sector académico.
- **Sectores productivos:** Se encargarán de vincularse con la academia y promover proyectos de alcance nacional (mega proyectos, proyectos multidisciplinarios) en aras de generar nuevas aplicaciones en innovaciones tecnológicas competitivas. Todo enmarcado en las políticas y normas diseñadas.

Es importante mencionar que la oficina de la Dirección General de Evaluación y Gestión del Conocimiento del CONCYTEC será la encargada de realizar el monitoreo de las acciones y los indicadores establecidos en el programa.

REFERENCIAS

1. **CEPLAN (2011)**, Plan Bicentenario, Perú hacia el 2021.
2. **Consejo Nacional de la Competitividad (2014)**, Agenda de Competitividad 2014-2018, Rumbo al Bicentenario.
3. **CONCYTEC (2006)**, Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica para la Competitividad y el Desarrollo Humano 2006-2021
4. **Consejo Nacional de Política Social y Económica (2009)**. Política para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología a partir del Uso Sostenible de la Biodiversidad
5. **Comisión Ministerial de Ciencia y Tecnología (2003)**. Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica. 2004 – 2007. Áreas prioritarias.
6. **Gutiérrez C. (2015)**. Beneficios y Oportunidades para el Perú con el ICGEB (International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology)
7. **Ministerio de Ciencia y Tecnología. 2011**. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. 2011 – 2014. Áreas Prioritarias: Biotecnología. Costa Rica
8. **REDBIO (2014)**. La Red Latinoamericana y del Caribe de la Biotecnología Agropecuaria y Forestal.
9. **UNCTAD (2011)**. Examen de las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación – Biotecnología.
10. **Universidad Nacional de Colombia. (2012)** Plan Global de Desarrollo. Agenda de Biotecnología.
11. **Ministry of Economy and Planning of Kingdom Saudi Arabia (2011)**. Strategic Priorities for Biotechnology Program.

ACRÓNIMOS

CEPLAN: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico

CONCYTEC: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica

CTI: Ciencia, Tecnología e Innovación

CPI: Clasificación Internacional de Patentes

FINCYT: Fondo para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología

FONDECYT: Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica

I+D+i: Investigación, Desarrollo Tecnológica e Innovación Tecnológica

OCDE: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos

PIBAP: Proyecto de Investigación Básica y Aplicada

PIMEN: Proyectos de Innovación para Microempresas

PIPEA: Proyecto de Innovación Productiva de Empresas Asociadas

PIPEI: Proyecto de Innovación Productiva de Empresas Individuales

PITEA: Proyecto de Innovación Tecnológica de Empresas Asociadas

PNCTI: Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y Desarrollo Humano

PRODUCE: Ministerio de la Producción

PRONBIOTEC: Programa Nacional Transversal de Biotecnología

INDECOPI: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual

REGINA: Registro Nacional de Investigadores en Ciencia y Tecnología

Miembros del Comité de Formulación

Jorge Tenorio Mora

Responsable del Programa Nacional
Transversal de Biotecnología - CONCYTEC

Rosa Angélica Sánchez Díaz

Directora de Recursos Genéticos y Biotecnología,
Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA

Susana Sirvas Cornejo

Investigadora Especialista en Biotecnología,
Instituto Tecnológico de la Producción – ITP

María de Lourdes Tapia y Figueroa

Directora del Instituto de Biotecnología, Universidad
Nacional Agraria La Molina- UNALM

Abraham Vaisverg Wolach

Profesor Principal y Director de los Laboratorios
de Investigación y Desarrollo
de la Facultad de Ciencias y Filosofía,
Universidad Peruana Cayetano Heredia – UPCH

Betty Gaby Millán Salazar

Directora del Museo de Historia Natural,
Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM

María Rosario Valderrama Valencia

Docente – Investigador de la Facultad de Ciencias Biológicas
del Departamento de Biología Coordinadora encargada de
la Dirección Universitaria de Unidades e Institutos de
Investigación del Vicerrectorado de Investigación,
Universidad Nacional San Agustín – UNSA

William Roca Pizzini

Presidente de la Red Latinoamericana
y del Caribe de Biotecnología Agropecuaria y Forestal – REDBIO

Manolo Fernández Díaz

Gerente General de Farvet S.A.C.

Miembros del Comité Científico

Gunter Villena Sarmiento

Gerente General PSW S.A.

Jorge Arévalo Zelada

Presidente de Directorio de BIOLINKS S.A.

Melanie Cornejo Germer

Directora Académica Ejecutiva, Universidad
de Ingeniería y Tecnología - UTEC

Rodomiرو Ortiz Ríos

Miembro del Independent Science & Partnership Council
Catedrático de Genética y Mejoramiento de
Plantas en la Universidad Sueca de Ciencias
de la Agricultura