Evaluación de instrumentos de inserción de investigadores en la industria

informe final

Santiago, 26 de septiembre, 2016

## Presentación

Este documento contiene el informe final de la consultoría para la Evaluación de Instrumentos de Inserción de Investigadores en la Industria.

La evaluación fue llevada a cabo por verde para la División de Innovación del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo entre noviembre de 2015 y julio de 2016.

Su objetivo general fue determinar los resultados e impactos del conjunto de instrumentos que ofrece el Estado de Chile para insertar investigadores con postgrados en la industria del país.

Para cumplir con este objetivo, se realizó una evaluación de resultados de los instrumentos de la línea de Inserción en el Sector Productivo del Programa de Atracción e Inserción de Investigadores de CONICYT, correspondientes a los concursos realizados entre 2009 y 2013, y se levantó una línea de base de proyectos adjudicados por el Programa de Capital Humano para la Innovación de Corfo, en sus convocatorias de 2014 y 2015.

Paralelamente, se realizó un estudio cualitativo de los factores que motivan a una empresa chilena a insertar o no profesionales con grado de doctor, y de las trayectorias de los postulantes y beneficiarios de los instrumentos de inserción de capital humano avanzado en la industria.

**CONTENIDOS**

1. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 7

Objetivos 9

Foco del estudio 11

Consideraciones metodológicas 13

Diseño metodológico 18

Técnicas de recolección de datos 23

a. Entrevistas a entidades del sector productivo 23

b. Entrevistas a investigadores con grado de doctor 27

c. Encuesta de evaluación de resultados de los instrumentos de inserción de investigadores en la industria 33

2. PROGRAMAS DE INSERCIÓN DE INVESTIGADORES EN LA INDUSTRIA 35

Justificación de los programas 37

Diagnóstico de las capacidades de I+D en Chile 43

Políticas públicas de inserción de investigadores en la industria en Chile 49

a. Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado (CONICYT) 50

b. Programa Capital Humano para la Innovación (CORFO) 56

Teorías de cambio del Programa de CONICYT 59

3. COBERTURA DE LOS PROGRAMAS DE INSERCIÓN  
DE INVESTIGADORES EN LA INDUSTRIA 67

Productos del programa PAI-ISP, de CONICYT 69

Proyectos adjudicados por PAI-ISP 72

Postulantes y beneficiarios de PAI-ISP 75

Productos del programa PAI-Tesis, de CONICYT 79

Proyectos adjudicados por PAI-Tesis 81

Postulantes y beneficiarios de PAI-Tesis 84

Productos del programa CHI, DE CORFO 87

Proyectos adjudicados por CHI 88

Análisis de cobertura y focalización 91

Empresas y centros tecnológicos 91

Profesionales con grado de doctor 94

4. RESULTADOS INTERMEDIOS DEL PROGRAMA PAI, DE CONICYT 97

Reporte del levantamiento de datos 99

Empresas beneficiarias del PAI 101

Resultados en empresas 115

Gasto y personal en I+D de empresas beneficiarias del PAI 115

Cumplimiento de los objetivos del programa, reportados por empresas 126

Demanda de capital humano avanzado en las empresas 129

Profesionales beneficiarios de los programas PAI y CHI 143

Resultados en investigadores 151

Resultados de inserción de investigadores en la industria 153

5. CONCLUSIONES 159

Evaluación de diseño 161

Evaluación de cobertura 177

Evaluación de resultados 184

6. RECOMENDACIONES 189

Recomendaciones de diseño de política 191

Recomendaciones de implementación 200

Recomendaciones de mejora de procesos 204

7. BIBLIOGRAFÍA 209

ANEXO Nº1 218

Revisión internacional de programas de inserción de investigadores en la industria 220

Chile 223

Argentina 225

Finlandia 229

Singapur 236

Francia 245

Nueva Zelanda 250

España 259

Colombia 268

Cuadros comparativos 272

ANEXO Nº2 279

Módulos de la encuesta de evaluación de resultados 281

ANEXO Nº3 289

Test de usabilidad del “buscador de doctores”, de CONICYT 291

# METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

## Objetivos

La consultoría para la “Evaluación de Instrumentos de Inserción de Investigadores en la Industria” tuvo los siguientes objetivos:

#### Objetivo general

Determinar los resultados e impactos del conjunto de instrumentos que ofrece el Estado de Chile para insertar investigadores con postgrados en la industria del país.

#### Objetivos específicos

1. Revisar y documentar la experiencia nacional e internacional de instrumentos de inserción de investigadores con estudios de postgrado en la industria.
2. Investigar y documentar sobre el contexto y entorno en cuanto a las principales razones, motivaciones, resistencias y/o dificultades que impulsan a una empresa chilena a insertar o no profesionales con grado de doctor, considerando las diferencias por sector industrial y tamaño de empresa y área de conocimiento.
3. Estudiar, documentar y analizar la trayectoria de los postulantes y beneficiarios a instrumentos de inserción de capital humano avanzado en la industria.
4. Elaborar un diagnóstico del cumplimiento actual de los objetivos de cada instrumento y si éstos facilitan la conexión entre los investigadores y las empresas.
5. Determinar y analizar los resultados y el impacto del instrumento en el gasto y en la I+D realizada por las empresas una vez insertado el investigador, considerando su rubro específico (de acuerdo a CIIU4.CL y por área de conocimiento OCDE), luego de recibir al investigador insertado por programas públicos.
6. Determinar y analizar los resultados y el impacto de cada instrumento en las personas insertadas.
7. Evaluar posibles duplicidades y complementariedades con otros instrumentos públicos del Sistema Nacional de Innovación.
8. Entregar recomendaciones de mejora para cada instrumento para lograr el correcto funcionamiento de las políticas públicas que permitan la adecuada y fluida inserción de investigadores en la industria.

## Foco del estudio

El foco del estudio estuvo puesto en dos objetivos principales:

##### Evaluar los resultados e impacto de los dos instrumentos de la Línea de Inserción de investigadores en el Sector Productivo del Programa de Atracción e Inserción de CONICYT (PAI).

Los instrumentos de esta línea son:

* Inserción de Capital Humano Avanzado en el Sector Productivo.
* Tesis de Doctorado en el Sector Productivo.

Para los instrumentos señalados, se evalúan los resultados tanto en las empresas y centros tecnológicos en que se han ejecutado los proyectos, como en los investigadores insertados.

Las empresas se caracterizan según tamaño (tramo de ventas) y sector productivo (Clasificador Chileno de Actividades Económicas, CIIU4.CL). Se compara la situación ex ante -al momento de postular- y ex post -al año siguiente de finalizado el proyecto- en términos de estructura organizacional de la empresa (unidad encargada de I+D), gasto y personal en I+D, número de proyectos y outputs de I+D (propiedad intelectual, nuevos productos o procesos, entre otros).

En el caso de los investigadores, se caracterizan según sexo, edad y área del conocimiento del doctorado (Fields of Science, OECD). Se compara la situación ex ante y ex post en cuanto a trayectoria laboral en la industria, condiciones de empleo y productividad científica.

A partir de lo anterior se elabora un diagnóstico del cumplimiento actual de los objetivos de cada instrumento y si éstos facilitan la conexión entre los investigadores y las empresas.

De manera adicional, se levanta información de los beneficiarios del instrumento de Incorporación de Capital Humano para la Innovación, de Corfo. Debido a que dicho instrumento no cuenta con proyectos que hayan cumplido al menos un año desde su finalización, se recoge información de línea de base, correspondiente al momento de postular.

##### Analizar las principales razones, motivaciones, resistencias y/o dificultades que impulsan a una empresa chilena a insertar o no profesionales con grado de doctor.

En primer lugar, se busca caracterizar a los beneficiarios potenciales de estos instrumentos, centrando el análisis en empresas pequeñas y medianas de sectores que realizan I+D o la incorporan en sus procesos o productos.

En segundo lugar, se profundiza en los distintos factores que afectan el interés y la disposición de estas entidades a postular a los programas evaluados, considerando las diferencias por sector industrial y tamaño de las empresas. En este sentido, se analiza también la experiencia de empresas beneficiarias de la Ley de Incentivo a la I+D y se explora en posibles complementariedades.

A partir de lo anterior, se entregan recomendaciones de mejora para lograr el correcto funcionamiento de las políticas públicas que permitan la adecuada y fluida inserción de investigadores en la industria.

## Consideraciones metodológicas

En esta sección se describen los principales elementos que deben tenerse en consideración para la evaluación de las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación.

Los contenidos de la sección se basan, por una parte, en las guías metodológicas elaboradas por la División de Control de Gestión de la Dirección de Presupuestos (DIPRES):

* “Notas Técnicas” (Dipres, 2009)
* “Anexo Metodología Evaluación de Impacto” (Dipres, 2009)
* “Evaluación Ex-Post: Conceptos y Metodologías” (Dipres, 2015)

Por otra parte, se siguen las recomendaciones metodológicas sistematizadas por el Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (Britto et.al., 2014).

Cuando una evaluación se enfoca en la eficacia de un programa, lo que se busca es evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos planteados, es decir, en qué medida el programa está cumpliendo con sus objetivos.

A continuación se señalan algunas preguntas que puede responder una evaluación de resultados:

1. ¿Se ha contribuido significativamente a resolver el problema que dio origen al programa?
2. ¿Los bienes y servicios que entrega el programa contribuyen a lograr los beneficios esperados en la población beneficiaria?
3. ¿Los receptores de los bienes y servicios que genera el programa han resultado realmente beneficiados?
4. ¿Los beneficios recibidos por los participantes son los que se había propuesto lograr el programa o son otros no previstos?
5. ¿Los usuarios del programa están satisfechos con los bienes y servicios recibidos?
6. ¿Los beneficiarios han experimentado un mejoramiento significativo en su condición o problema inicial, como consecuencia de su participación en el programa?

Para conocer los efectos de un programa, en primer lugar se deben identificar las relaciones teóricas de causa-efecto entre los bienes o servicios que proporciona el programa y los resultados o variables de interés sobre las cuales están definidos los objetivos del programa. El objetivo de la evaluación, en este sentido, es indagar sobre la real existencia de esas relaciones causa-efecto; validarlas si corresponde, o rechazarlas.

Además de analizar las relaciones de causalidad del programa, es importante evaluar si éstas están debidamente identificadas a través de la definición de sus objetivos para dar respuesta al problema identificado y sus causas. Además, es recomendable evaluar la calidad y pertinencia de los indicadores definidos para medir los objetivos planteados.

Por otra parte, para evaluar el impacto de un programa, es necesario aislar de los beneficios observados todos aquellos efectos sobre la población beneficiaria derivados de factores externos al programa y que de todas maneras hubiesen ocurrido sin la ejecución de éste, como consecuencia de la evolución normal de las condiciones del entorno o la acción de otros programas públicos o privados.

#### Definiciones

**a) Población Potencial:** Corresponde a la población total que presenta la necesidad o problema, identificado y definido como tal por el programa.

**b) Población Objetivo:** Es aquella parte de la población potencial que cumple con los criterios de focalización y que, por lo tanto, el programa planifica atender en el mediano y largo plazo. Se estipulan criterios de focalización cuando existe un grupo dentro de la población potencial que tiene más restricciones para acceder de alguna forma a los bienes o servicios que ofrece el programa.

**c) Población Beneficiaria:** Es aquella parte de la población objetivo que cumple los criterios de priorización y que, por lo tanto, el programa planifica atender en un año determinado. Estos criterios permiten ordenar el flujo de beneficiarios dentro de un plazo plurianual.

**d) Cobertura del programa:** Relación entre la población efectivamente atendida (beneficiarios efectivos) y la población potencial.

**e) Cobertura planificada:** Relación entre la población efectivamente atendida (beneficiarios efectivos) y la población que el programa tiene considerado o planificado atender (población objetivo).

El análisis de la población potencial y objetivo es importante en la medida en que permite dimensionar el tamaño y duración del programa. No obstante, si el problema o necesidad que aborda el programa dice relación con un problema de alcance nacional o mayor, que afecta al conjunto de la sociedad, el dimensionamiento del programa no estará basado en la población potencial u objetivo sino en aquellos elementos que serán utilizados como medio para producir el cambio deseado.

#### Niveles de objetivos de un programa

En la evaluación de una política pública se deben distinguir al menos los siguientes niveles de objetivos:

**a)** **Fin:** Debe responder a la siguiente pregunta: *¿Por qué el programa es importante para los beneficiarios y la sociedad?* Describe la solución a problemas de nivel superior e importancia nacional, sectorial o regional que se han diagnosticado. El fin representa un objetivo a nivel estratégico y describe el impacto al cual el programa contribuye.

El programa en sí mismo no es suficiente para lograr el fin, pero sí contribuye a su logro. Luego, diversos programas pueden contribuir a un mismo fin y, a su vez, un mismo programa puede contribuir a diversos fines.

**b) Propósito:** Debe responder a la siguiente pregunta: *¿Por qué el programa es necesario para los beneficiarios?* Describe el efecto directo o resultado esperado del programa sobre la población objetivo definida. Es la hipótesis sobre la cual se construye la intervención y a la cual la producción y uso de los componentes se encuentra dirigida. Se recomienda la existencia de un solo propósito, para no producir ambigüedades en el análisis de efectividad el programa.

**c) Componentes:** Deben responder a la siguiente pregunta: *¿Qué debe ser producido por el programa para lograr su propósito?* Son los bienes y servicios que el programa entrega a la población beneficiaria y se definen como resultados, vale decir, obras terminadas, estudios terminados, capacitación terminada, etc. Un programa puede presentar varios componentes, los que deben ser necesarios y complementarios entre sí para el cumplimiento del propósito.

**d) Actividades:** Responden a la siguiente pregunta: *¿Qué insumos o tareas son llevadas a cabo para producir los bienes y/o servicios del programa?* Son aquellas que el ejecutor tiene que llevar a cabo para producir cada componente; deben dar cuenta de un proceso de producción del bien o servicio, en un periodo de tiempo y espacio definido, e implican la utilización de recursos (humanos, materiales, financieros, de infraestructura, entre otros).

#### Niveles de resultados considerados en una evaluación

Muchas veces la relación causa-efecto entre los componentes del programa y los beneficios esperados puede ser distinta dependiendo del período que se considere. En este sentido, es posible que existan resultados de corto, mediano y largo plazo. Por lo tanto, en el proceso de evaluación se debe incluir, si corresponde, los distintos tipos de resultados y establecer el momento u horizonte temporal en que deben ser medidos y analizados. De esta manera, se pueden identificar resultados a nivel de producto, nivel intermedio y final.

**a) Resultados a nivel de producto (componentes):** Son aquellos que tiene que ver con la entrega de bienes o servicios que el programa provee directamente. Este tipo de resultados no requieren que sus receptores cambien su comportamiento o situación en ningún sentido.

La calidad de los bienes y servicios entregados por el programa también puede considerarse como un resultado a nivel de producto. En este punto conviene distinguir, para fines evaluativos, entre la calidad objetiva (calidad técnica de los bienes y servicios entregados) y la calidad subjetiva (percepción que tienen los usuarios respecto al bien o servicio recibido). Se refiere a atributos de los bienes o servicios entregados, tales como: oportunidad, accesibilidad, precisión y continuidad en la entrega del servicio, comodidad y cortesía en la atención.

**b) Resultados a nivel de propósito (resultados intermedios):** Son los eventos o cambios en el comportamiento, estado o actitud de los beneficiarios como efecto directo de la entrega de los bienes y servicios producidos por el programa.

Si bien el programa busca afectar estos resultados y es factible que lo haga, puede haber otros factores externos influyendo en ellos. Sin embargo, los resultados intermedios son eventos, comportamientos y cambios en las condiciones que ocurren como consecuencia directa de la acción del programa y, por esta razón, su logro depende principalmente de factores internos al programa, debido a que las variables involucradas están por lo general bajo el control de la gerencia.

**c) Resultados finales (impacto):** El impacto o los beneficios netos de un programa sobre su población beneficiaria corresponde al cambio que se produce sobre variables específicas que el programa espera modificar en la población intervenida, aislando todos los demás factores que pueden afectarla. De esa forma, el impacto es la diferencia entre la situación real de la población beneficiaria después del programa y la situación en la que esa población habría estado si no hubiese participado en él. Implican un mejoramiento significativo y perdurable en el tiempo de alguna de las condiciones o características que se plantearon como esperables (y relevantes) en la definición del problema. Un resultado final suele expresarse como un beneficio de mediano y largo plazo obtenido por la población atendida.

## Diseño metodológico

La metodología para la “Evaluación de Instrumentos de Inserción de Investigadores en la Industria” se estructuró en función de los objetivos de la consultoría. A continuación se presentan los objetivos específicos y la metodología establecida para lograr el cumplimiento de cada uno de ellos.

#### Objetivo específico a: *Revisar y documentar la experiencia nacional e internacional de instrumentos de inserción de investigadores con estudios de postgrado en la industria.*

##### Revisión de instrumentos públicos del Sistema Nacional de Innovación.

En primer lugar, se documentó el estado actual del gasto y personal en I+D en Chile y se elaboró un marco conceptual de análisis que da cuenta de la preocupación de organismos internacionales por hacer frente a lo que se conoce en la literatura como “brain drain” y “brain waste", y enfoques positivos como “brain gain” y “brain exchange”, así como de los efectos que ello puede tener en la capacidad y el potencial tecnológico en los países en desarrollo.

En segundo lugar, se revisaron los principales programas e instrumentos públicos vigentes que apoyan de manera directa la inserción de investigadores en la industria:

* Inserción de Capital Humano Avanzado en el Sector Productivo (PAI CONICYT).
* Tesis de Doctorado en el Sector Productivo (PAI CONICYT).
* Capital Humano para la Innovación (Corfo).

Para esto, se sistematizaron las bases de concurso, identificando la teoría de cambio, su justificación, objetivos a nivel de fin y propósito, y componentes (ver Capítulo 2). En este sentido, se revisaron los elementos del diseño de los programas que contribuyen a aumentar el gasto en I+D ejecutado por las empresas; al fortalecimiento de las capacidades de I+D+i de las empresas; a mejorar la vinculación entre academia e industria, y a la inserción laboral de los investigadores.

Esta revisión sirvió además para identificar y discutir en profundidad los indicadores de resultado e impacto de estos instrumentos, lo que es un insumo fundamental para la posterior evaluación.

Se analizaron también los resultados a nivel de producto de estos programas e instrumentos, incluyendo el número de postulantes y beneficiarios según distintas categorías descriptivas, y un análisis de cobertura y focalización.

Lo anterior se complementó con una revisión documental de estudios y evaluaciones previas de estos programas y sus antecesores.

##### Revisión de experiencias internacionales.

Se elaboró un reporte en que se identificaron y sistematizaron políticas internacionales relevantes en materia de inserción de investigadores con estudios de postgrado en la industria (ver Anexo Nº1). El reporte permitió comparar dichas políticas con las iniciativas nacionales en la materia y extraer lecciones y buenas prácticas a considerar para la mejora de estas últimas.

#### Objetivo específico b. *Investigar y documentar sobre el contexto y entorno en cuanto a las principales razones, motivaciones, resistencias y/o dificultades que impulsan a una empresa chilena a insertar o no profesionales con grado de doctor, considerando las diferencias por sector industrial y tamaño de empresa y área de conocimiento.*

Se recogió información cualitativa con el objetivo de identificar y analizar las principales razones que promueven, facilitan u obstaculizan la contratación de doctores por parte de las empresas chilenas, incluyendo condiciones de entorno, estrategia comercial, acceso a información, percepciones y motivaciones.

Se realizaron 30 entrevistas semi estructuradas a representantes de entidades del sector productivo (empresas y centros tecnológicos).

#### Objetivo específico c. *Estudiar, documentar y analizar la trayectoria de los postulantes y beneficiarios a instrumentos de inserción de capital humano avanzado en la industria.*

Mediante un estudio cualitativo de las trayectorias de postulantes y beneficiarios de estos programas, se buscó identificar las estrategias que siguen los investigadores para insertarse en el mercado laboral y qué motiva o afecta sus decisiones de inserción laboral en la industria.

Se realizaron 22 entrevistas semi estructuradas a profesionales postulantes y no postulantes (beneficiarios y no beneficiarios) al Programa de Atracción e Inserción en el Sector Productivo, de CONICYT, y 5 entrevistas a tutores de tesis y directores de programas de doctorado beneficiarios del instrumento de Tesis en el sector Productivo.

#### Objetivo específico d. *Elaborar un diagnóstico del cumplimiento actual de los objetivos de cada instrumento y si éstos –los instrumentos- facilitan la conexión entre los investigadores y las empresas.*

Para elaborar un diagnóstico del cumplimiento de los objetivos de los instrumentos que apoyan directamente la inserción de investigadores en la industria, se compararon los objetivos planteados por los instrumentos que cuentan con proyectos finalizados (PAI Inserción en el sector productivo y Tesis) y los resultados de los proyectos adjudicados entre 2009 y 2013.

De manera adicional, se realizó un “test de usabilidad” de la herramienta online destinada a la búsqueda y contacto de estudiantes y egresados de programas de doctorado[[1]](#footnote-1), con el objetivo de identificar las principales debilidades y potencialidades de dicha plataforma para mejorar la inserción laboral de investigadores en la industria.

#### Objetivos específicos e y f. *Determinar y analizar el (los) resultado(s) y el impacto del instrumento en el gasto y en la I+D realizada por las empresas una vez insertado el investigador, considerando su rubro específico (de acuerdo a CIIU4.CL y por área de conocimiento OCDE), luego de recibir al investigador insertado por programas públicos. Determinar y analizar el (los) resultado(s) y el impacto de cada instrumento en las personas insertadas*.

Estos dos objetivos específicos se abordaron mediante la aplicación de la “Encuesta de Evaluación de Resultados de los Instrumentos del Programa de Atracción e Inserción de Investigadores en la Industria, de CONICYT”. Dicha encuesta se aplicó de manera presencial a las empresas y centros tecnológicos beneficiarios de los dos instrumentos que componen el programa: Inserción en el Sector Productivo (ISP) y Tesis en el Sector Productivo, así como a los investigadores insertados en los proyectos adjudicados entre 2009 y 2013.

Aunque existen cifras sobre postulantes y beneficiarios hasta 2016, resulta pertinente limitar el estudio a las cohortes entre 2009 y 2013 dado que el tratamiento que otorga el programa tiene una duración aproximada de 2 años y no resulta razonable esperar resultados relevantes antes de concluido el tratamiento.

Debido a que el número de postulantes y beneficiarios de estos programas es relativamente bajo, no es posible realizar una evaluación de impacto que tenga suficiente robustez. Por este motivo, para la evaluación se realizó un análisisestadístico comparado entre la situación ex-ante y ex-post, en variables descriptivas de sus entidades beneficiarias, participantes e investigadores insertados, y variables de interés que se espera afectar como resultado de la política. Si bien con esta metodología no es posible estimar efectos causales, sí se capturan datos que pueden mostrar un cambio positivo en los beneficiarios, lo que constituye una base para futuras evaluaciones.

Por otra parte, dado que el Instrumento de Corfo aún no lleva el tiempo suficiente para poder evaluar sus resultados, se levantó una línea base de sus beneficiarios en 2014 y 2015.

#### Objetivo específico g. *Evaluar posibles duplicidades y complementariedades con otros instrumentos públicos del Sistema Nacional de Innovación.*

Se realizó un análisis de complementariedad y duplicidad entre los distintos instrumentos públicos del Sistema Nacional de Innovación que buscan contribuir a fortalecer las capacidades de I+D+i de las empresas, vincular al sector de Educación Superior con la industria y facilitar la inserción laboral de los investigadores con postgrado. Se consideraron, para este efecto, programas de financiamiento de proyectos de I+D (IDeA de Fondef y Contratos Tecnológicos de Corfo) y la Ley de I+D.

#### Objetivo específico h. *Entregar recomendaciones de mejora para cada instrumento para lograr el correcto funcionamiento de las políticas públicas que permitan la adecuada y fluida inserción de investigadores en la industria.*

Los resultados obtenidos a partir de todas las actividades antes señaladas se analizaron de manera progresiva, integrando desde un principio los resultados de cada una. No obstante, como actividad final se discutieron de manera exhaustiva estos resultados y sus implicancias para las políticas de inserción de investigadores en la industria.

A partir de este análisis, se realizó un diagnóstico general y se propusieron recomendaciones generales y específicas que apuntan a mejorar estos instrumentos y sus incentivos, considerando tanto aspectos de diseño como mecanismos operativos, así como sus posibles articulaciones, complementariedades y duplicidades respecto del conjunto de políticas del Sistema Nacional de Innovación que contribuyen a sus mismos fines.

## Técnicas de recolección de datos

Para el cumplimiento de los objetivos de esta consultoría se implementó un enfoque mixto, utilizando métodos cuantitativos y cualitativos. Se aplicaron dos técnicas de recolección de información primaria: entrevistas semiestructuradas y encuesta, las que se detallan a continuación.

### Entrevistas a entidades del sector productivo

Con el objetivo de analizar los principales factores que impulsan a una empresa a insertar o no a doctorados, se realizaron entrevistas presenciales semiestructuradas a representantes de empresas y centros tecnológicos.

#### Diseño muestral

El universo de la muestra son las entidades del sector productivo que realizan actividades de I+D, tanto empresas como centros tecnológicos. La definición de la muestra se realizó mediante un muestreo estructural (intencionado), que intenta cubrir la heterogeneidad del universo de estudio. En primer lugar, se aplicaron los siguientes criterios de estratificación:

* postulación a los instrumentos del PAI Sector Productivo
* adjudicación de instrumentos del PAI Sector Productivo

**Cuadro 1. Muestra estratificada de entrevistas del sector productivo**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Categoría** | **Subcategoría** | **Instrumento** | **n** |
| Postulante | Adjudicado | PAI-ISP | 3 |
| No Adjudicado | PAI-ISP | 3 |
| Adjudicado | PAI-Tesis SP | 3 |
| No Adjudicado | PAI-Tesis SP | 3 |
| No postulante | No aplica | No aplica | 18 |
| **Total** |  |  | **30** |

En segundo lugar, se aplicaron los siguientes criterios de heterogeneidad[[2]](#footnote-2):

* tipo de entidad (empresa, centro tecnológico).
* tamaño de la entidad (micro, pequeña, mediana, grande).
* rubro de actividad económica principal de la entidad.

Las unidades de observación son los representantes de empresas y centros tecnológicos, que tienen los siguientes cargos en sus respectivas instituciones:

1. Representantes de empresas que realizan I+D:

* Cargo gerencial relacionado con I+D, desarrollo o innovación
* Encargados de I+D o unidad de transferencia (contrapartes en la inserción de investigadores)

1. Representantes de centros tecnológicos:

* Directores
* Encargados de I+D o unidad de transferencia (contrapartes en la inserción de investigadores)

Las unidades fueron seleccionadas a partir de la información disponible en las bases de datos adminsitrativos del programa, y para la selección de empresas no postulantes se consultó una base de más de mil empresas y centros tecnológicos que han postulado a instrumentos públicos de financiamiento de proyectos de I+D.

#### Dimensiones de indagación en entidades del sector productivo

La experiencia nacional e internacional muestra que existen reticencias por parte de las empresas a contratar investigadores y postular a este tipo de programas. Así, por ejemplo, en el marco de la Encuesta a Doctores realizada en octubre de 2013 (Verde, 2013) se levantaron algunas percepciones entre actores de la industria que los desincentivaban a incorporar capital humano avanzado en sus empresas. En términos generales, el capital humano era percibido como sobrecalificado e híper-especializado.

Otras motivaciones manifestadas por pequeños y medianos empresarios se relacionan estrechamente con el tamaño y complejidad de sus empresas: en algunos casos se percibe que los investigadores podrían estar mejor calificados que sus propietarios, al menos en términos de certificación académica, lo que constituye una amenaza; los honorarios establecidos por el instrumento eran mayores a la estructura de sueldos de la empresa; en muchos casos no había en la empresa un profesional que pudiera actuar como contraparte técnica de los investigadores (uno de los requisitos para postular) (Benavente, J.M, comunicación personal, 7 de septiembre de 2015).

Estos factores se suman a los que usualmente se citan como variables que obstaculizan que las empresas se involucren en actividades de innovación tecnológica, entre los que se cuentan las siguientes (OECD/Eurostat, 2007):

* Factores asociados a financiamiento (costo de la innovación muy alto; falta de fondos propios; falta de financiamiento externo).
* Factores asociados a la demanda (incertidumbre respecto a la demanda; no es necesario por falta de demanda).
* Factores asociados los mercados (mercado dominado por empresas establecidas; falta de información sobre los mercados).
* Factores asociados a capital humano y social (dificultad en encontrar cooperación; falta de personal calificado).
* Falta de información sobre la tecnología.
* Dificultad regulatoria.
* No es necesario debido a innovaciones previas.

Otro factor que podría estar dificultando el aumento de la convocatoria del PAI son los mecanismos disponibles en la actualidad para identificar y contactar a los postulantes idóneos que pudieran participar en los proyectos.

Considerando lo anterior, para el diseño de las pautas de entrevistas se procuró levantar información relevante sobre aspectos estratégicos de la I+D en las empresas y centros de investigación, la existencia de necesidades o demanda de investigadores en relación a la situación actual y desafíos de las empresas y, puntualmente, los efectos generados y esperados de estos instrumentos de apoyo. Adicionalmente se levantó un diagnóstico de la experiencia de las entidades del sector productivo como postulantes a fondos públicos de apoyo a la I+D y recomendaciones para el mejoramiento de los instrumentos de apoyo a la inserción de investigadores.

Las dimensiones de indagación consideradas en las pautas de entrevista se describen a continuación. Las pautas se incluyen en el Anexo del informe.

##### Diagnóstico del contexto, estrategias y desafíos de I+D en las empresas y centros tecnológicos

Esta dimensión tiene por objetivo describir el contexto en que se realizan las actividades de I+D en las empresas y centros tecnológicos y conocer cuáles son su estrategias al respecto; cómo desarrollan los procesos; con qué recursos cuentan (financieros y humanos, y su nivel de calificación); su vinculación con otras empresas o instituciones para hacer I+D, y el uso de instrumentos públicos de apoyo para desarrollarla. Interesa particularmente conocer la relevancia de la I+D para las empresas, así como identificar sus principales desafíos en esta materia.

##### Percepción sobre los investigadores y su disposición a contratar investigadores

Interesa conocer la percepción que tienen las empresas y centros en que se han insertado investigadores, que evalúen sus fortalezas y debilidades, así como conocer la necesidad de contratar o incorporar este tipo de profesionales. Esto dará señales sobre la necesidad o demanda por contar con investigadores y si consideran el uso de estos programas de apoyo para cubrir sus necesidades. Por último, se explora en las distintas fuentes que utilizan las empresas para contactar y eventualmente contratar a este tipo de profesionales.

##### Conocimiento y Postulación del Programa PAI de CONICYT /Corfo

Esta dimensión busca abordar el nivel de conocimiento de las empresas y centros de investigación respecto al PAI (en sus líneas ISP y Tesis), así como el instrumento de Corfo, y conocer la experiencia de postulación en el caso de empresas y centros postulantes y beneficiarios. En el caso de las empresas no postulantes, interesa indagar en las razones de la no postulación y la necesidad de contar con este tipo de instrumentos.

##### Efectos del PAI (beneficiarios)

En esta dimensión interesa que las empresas y centros de investigación beneficiarios del programa puedan evaluar su experiencia, tanto en su línea ISP como Tesis en el Sector Productivo. Esto implica registrar los efectos que la inserción de investigadores tuvo para la empresa en términos de fortalecimiento de su área de I+D, y puntualmente, los resultados que tuvieron en términos de aumento de proyectos, productos o procesos en I+D+i (gracias a su inserción laboral o tesis), cambios en el ámbito organizacional (por ejemplo, creación de área de I+D+i o nuevas líneas de desarrollo), aumento de productividad, optimización de procesos, entre otros.

##### Recomendaciones al Programa y a la vinculación empresa-Universidad

Se busca recoger recomendaciones para el mejoramiento de estos instrumentos, tanto de CONICYT como de Corfo, en términos de foco u objetivos del programa y en la implementación y ámbito práctico, como por ejemplo, los canales de comunicación, los procedimientos de postulación y seguimiento, entre otros aspectos. Asimismo, se consideta importante registrar la visión de las empresas y centros tecnológicos respecto al vínculo empresa-academia en relación a la inserción de investigadores.

### Entrevistas a investigadores con grado de doctor

Con el objetivo de analizar la trayectoria de los postulantes y beneficiarios a instrumentos de inserción de capital humano avanzado en la industra” (objetivo específico c), se realizaron entrevistas presenciales semiestructuradas a investigadores con grado de doctor.

#### Diseño muestral

El universo de la muestra son los profesionales con grado de doctor insertados como investigadores en entidades del sector productivo. La definición de la muestra se realizó mediante un muestreo estructural (muestreo intencionado), que intenta cubrir la heterogeneidad del universo de estudio. En primer lugar, se aplicaron los siguientes criterios de estratificación:

* postulación a los instrumentos del PAI Sector Productivo
* adjudicación de instrumentos del PAI Sector Productivo

**Cuadro 2 Muestra estratificada de entrevistas a investigadores**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Categoría** | **Subcategoría** | **Instrumento** | **n** |
| Postulante | Adjudicado | PAI-ISP | 5 |
| No Adjudicado | PAI-ISP | 5 |
| Adjudicado | PAI-Tesis SP | 5 |
| No Adjudicado | PAI-Tesis SP | 5 |
| No postulante | No aplica | No aplica | 5 |
| **Total** |  |  | **25** |

En segundo lugar, se aplicaron los siguientes criterios de heterogeneidad:

* género del investigador
* sub-área del conocimiento del programa de doctorado del investigador
* tipo de entidad (empresa o centro tecnológico)
* tamaño de la entidad
* rubro de actividad económica principal de la entidad

Para la construcción de la muestra se utilizaron las bases de datos administrativos del programa y se recurrió a la técnica de “bola de nieve” para seleccionar a los investigadores no postulantes.

Cuadro 3 Muestra lograda, investigadores

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Categoría** | **Subcategoría** | **Instrumento** | **N** |
| Postulante | Adjudicado | PAI-ISP | 6 |
| No Adjudicado | PAI-ISP | 0\* |
| Adjudicado | PAI-Tesis SP | 5 |
| No Adjudicado | PAI-Tesis SP | 4 |
| No postulante | No aplica | No aplica | 7 |
| **Total** |  |  | **22** |

\* No fue posible seleccionar postulantes no beneficiarios del PAI-ISP pues este dato no fue incluido en las bases administrativas del programa entregadas al equipo consultor.

La muestra lograda se compone de graduados de programas de doctorado tanto nacionales como internacionales, insertos en las siguientes empresas y centros tecnológicos:

* ENAP
* AEON Biogroup
* Aquainnovo
* Fraunhofer
* INIA
* Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A.
* Andes Biotechnologies
* Ewos Innovation Chile
* E-CL
* Global Works (Orand)
* Vacuuch
* Biosigma
* INTA
* JRI Centro de Investigación
* SYSTEP
* Fundación Ciencia y Vida

Adicionalmente, se definió un muestra de 5 informantes clave que han participado en los proyectos de inserción de investigadores en la industria por parte de las universidades beneficiarias:

1. Directores y otros profesionales de programas de doctorados de universidades, que desempeñan la labor de facilitar y gestionar la inserción de investigadores en el sector productivo.
2. Profesores guía de tesis apoyadas por el instrumento PAI-Tesis de Doctorado en el Sector Productivo.

**Cuadro 4 Muestra estratificada de entrevistas a universidades**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Categoría** | **Subcategoría** | **Instrumento** | **N** |
| Postulante | Directivo programa doctorado adjudicado | PAI-Tesis SP | 2 |
| Postulante | Profesor guía tesis adjudicada | PAI-Tesis SP | 3 |
| **Total** |  |  | **5** |

La muestra lograda corresponde a directivos y académicos de las siguientes instituciones de educación superior:

* Dirección de Postgrado, Universidad de Concepción
* Centro de Innovación Anacleto Angelini, Universidad Católica
* Facultad de Agronomía, Universidad Católica
* Centro de Biotecnología y Bioingeniería, Universidad de Chile
* Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile

#### Dimensiones de indagación en investigadores

Estas entrevistas buscan dar cuenta de la ruta biográfica que han seguido los investigadores en su inserción laboral, desde el momento previo a su doctorado hasta la actualidad. En el caso de los postulantes y beneficiarios del PAI Sector Productivo, se busca también analizar la relevancia de los instrumentos del PAI en dicha trayectoria. Adicionalmente, se indagará en la ruta de investigadores no postulantes a estos programas de apoyo, para poder visualizar y comparar la consideración de este tipo de instrumentos en sus decisiones laborales y académicas.

Las dimensiones que a continuación se presentan se sustentan en la revisión de la literatura especializada en el tema de inserción de investigadores, la cual da cuenta de factores relevantes que están influyendo, tanto desde una perspectiva social y cultural, pero también a un nivel subjetivo o individual. Con esto nos referimos por ejemplo, a condiciones como la presencia de redes y contactos, especialmente los que se han construido desde el pre-grado, las cuales caracterizan dinámicas de inserción particulares, al menos lo que arrojan estudios sobre la inserción en la academia (Pinto, 2013).

En el caso de la inserción en las empresas existe poca literatura que dé cuenta de esta experiencia de inserción en Chile, la cual es cuantitativamente menor que en la academia (González y Jiménez, 2014); no obstante, estudios realizados en otros países -con mayores tasas de inserción de investigadores en empresas-, entregan indicios relevantes para ser explorados en este estudio (Sauermann & Roach, 2014).

Particularmente son interesantes los hallazgos referidos a las motivaciones y expectativas laborales de los investigadores (Roach & Sauermann, 2011) y cómo se posicionan ante la oferta que representan distintos campos de inserción y desarrollo científico, a saber, las empresas (consolidadas y startups), la academia y la posibilidad de emprendimientos propios; en indicadores tan diversos como la estabilidad, los ingresos, la libertad y autonomía profesional, entre otros.

En este sentido es muy importante considerar las motivaciones que han tenido para desarrollar una carrera como investigadores, las que se relacionan estrechamente con producir conocimiento y autorrealizarse, y en muy baja medida con ganar dinero (Gibert & Ávila, 2016). Teniendo esto en consideración, algunos investigadores podrían estar asumiendo que existen incompatibilidades entre trabajar en la industria y su realización personal como científicos.

En esta línea cabe citarse también el trabajo de González & Jiménez (2014), quienes muestran que el Sistema Nacional de Innovación no tiene actualmente la capacidad para insertar a los nuevos investigadores que ha promovido el Estado por medio de las becas de doctorado. Estos autores afirman que en Chile, más del 80% del total de investigadores realiza labores en la academia (el postdoctorado destaca como una de las vías más recurrentes), lo que se ajusta con la preferencia explicitada por los investigadores por desarrollar conocimiento antes que obtener beneficios salariales.

La indagación en estos factores tanto individuales como sociales es clave para comprender los contextos donde se toma la decisión no sólo por seguir determinado camino de inserción laboral, sino también por el uso de programas públicos de apoyo, como es el caso de PAI y el programa de Capital Humano para la Innovación de CORFO.

Junto a ello, es importante indagar en los efectos que la experiencia de estos programas tienen, no sólo para los investigadores en términos de empleabilidad y desarrollo profesional, sino también para las empresas y el fortalecimiento de sus capacidades de I+D+i, mediante la incorporación de este tipo de profesionales.

##### Trayectoria académica y laboral previa al doctorado

Esta dimensión indaga en la trayectoria académica y laboral del investigador/a, especialmente en el tiempo previo a la realización del doctorado. Entre otros aspectos relevantes, interesa sondear sus motivaciones y expectativas laborales, cómo proyectaba su carrera en términos de insertarse en la academia, la empresa u otro campo. También indagar en sus intereses en materia de investigación (líneas de interés, de tipo básica o aplicada) y, de manera fundamental, conocer si previo al doctorado tuvo algún contacto con el sector productivo.

Estos factores son relevantes para comprender a la empresa como un campo de interés para la inserción laboral y la predisposición a insertarse en este campo.

##### Experiencia laboral posterior al doctorado

Esta dimensión busca dar cuenta de la búsqueda laboral al momento del egreso del doctorado, cuáles fueron sus opciones laborales, con sus respectivas valoraciones, ventajas y desventajas, y como contraparte, qué elementos o condicionantes en términos personales y familiares afectaron la decisión por determinado tipo de inserción.

Es relevante conocer, por ejemplo, los tiempos de búsqueda laboral, las redes y medios utilizados, las dificultades y barreras encontradas. En ese sentido, es relevante registrar si hay ciertos elementos socioculturales influyendo, como por ejemplo, la edad, género, la experiencia laboral previa, entre otros.

##### Conocimiento y postulación al PAI e instrumento de Corfo

Esta dimensión busca abordar el nivel de conocimiento del programa PAI (en sus líneas ISP y Tesis), así como del instrumento de Corfo y de sus respectivas convocatorias. Puntualmente, interesa dar cuenta cómo conoció el instrumento, el motivo de la postulación, su estrategia respecto a la empresa patrocinante, facilitadores y obstaculizadores en este proceso.

También es importante registrar si el programa era conocido en el medio académico-científico del investigador y en las empresas con quienes se ha relacionado.

Para el caso de los no postulantes es importante recabar información sobre las razones de la no-postulación y su visión al respecto.

##### Efectos del Programa

Interesa que los beneficiaros evaluen su experiencia con respecto al PAI, tanto en su línea ISP como tesis. Esto implica, por un lado, dar cuenta de los efectos individuales que el programa trajo en términos de empleabilidad, desarrollo profesional y científico, ampliación de redes, aprendizajes de competencias/habilidades, entre otros; y, por otro lado, registrar los impactos que su inserción significó para la empresa, en términos de un aumento de proyectos en I+D+i (gracias a su trabajo o tesis), en el ámbito organizacional (por ejemplo, creación de área o equipo de I+D+i), el mejoramiento de las ventas o productividad, entre otros otros elementos que emerjan de las entrevistas.

##### Recomendaciones al programa y a la mejora de la vinculación universidad-empresa

En esta dimensión se pretende dar cuenta de las recomendaciones que los propios investigadores realizan para el mejoramiento del PAI Sector Productivo, tanto en términos de foco como en el ámbito práctico.

Asimismo, es importante registrar su visión respecto a la relación que establecen las universidades, específicamente sus programas de doctorado, con el sector empresarial y qué recomendaciones sugieren para el acercamiento de ambos mundos con el fin de mejorar la inserción laboral de investigadores. En este sentido, también es clave registrar el rol que los investigadores atribuyen a agencias como CONICYT y Corfo en esta relación.

### Encuesta de evaluación de resultados de los instrumentos de inserción de investigadores en la industria

La encuesta de evaluación de resultados de los instrumentos se aplicó de manera presencial a investigadores, empresas y centros tecnológicos participantes en proyectos adjudicados entre 2009 y 2013 de los dos instrumentos que componen el PAI Sector Productivo (Inserción en el Sector Productivo –PAI-ISP– y Tesis en el Sector Productivo –PAI-Tesis–). Asimismo, para los profesionales y empresas participantes en proyectos adjudicados por el instrumento de Corfo (Capital Humano para la Innovación), se aplicó una encuesta de línea de base a los beneficiarios de las convocatorias de 2014 y 2015.

#### Marco muestral

La muestra del estudio es censal e incluye a todas las empresas, centros tecnológicos y profesionales participantes en los proyectos adjudicados por los instrumentos del Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado (PAI) de CONICYT, en su línea de Inserción de investigadores en el sector productivo (2009-2013) y por el instrumento de financiamiento Capital Humano para la Innovación de Corfo (2014-2015).

El total de proyectos adjudicados incluidos en este estudio es de 151:

* 68 en PAI-ISP (2009-2013)
* 40 en PAI-Tesis (2011-2013)
* 43 en Capital Humano para la Innovación de Corfo (2014-2015)

Las unidades encuestadas fueron las siguientes:

* Empresas y centros tecnológicos (beneficiarios directos)
* Profesionales insertados (beneficiarios indirectos)

**Cuadro 5. Marco muestral (número de proyectos en bases de datos administrativos)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Programa | Empresas | Centros tec. | Profesionales | Total |
| PAI-ISP | 48 | 20 | 68 | **136** |
| PAI-Tesis SP | 38 | 2 | 40 | **80** |
| CHI Corfo | 43 | - | 44 | **87** |
| **Total** | **129** | **22** | **152** | **303** |

# PROGRAMAS DE INSERCIÓN DE INVESTIGADORES EN LA INDUSTRIA

## **Justificación de los programas**

En la actualidad, en Chile existe un amplio consenso sobre la necesidad de transitar hacia una economía donde el conocimiento y la innovación sean el motor del desarrollo a largo plazo. Sin embargo, el Sistema Nacional de Innovación (SNI) presenta evidentes debilidades en términos de recursos y capacidades para realizar actividades de I+D que generen innovación.

Ante esto, se han implementado diversas medidas, entre las que destacan las políticas orientadas a fortalecer las capacidades de I+D del sector productivo. Una de las estrategias para lograr este objetivo ha sido promover la inserción de investigadores activos en las empresas y centros tecnológicos sectoriales.

Des este modo, los programas de inserción de investigadores en la industria en Chile persiguen dos fines que son complementarios:

1. Contribuir al fortalecimiento de las capacidades de I+D en el sector productivo.
2. Contribuir al aumento de la inserción laboral de capital humano avanzado.

Las metas que se propone el Estado de Chile en estas materias son, por un lado, aumentar el gasto en I+D desde el 0,38% del PIB observado en 2014 (Minecon, 2016), y por otro, llegar al menos a 2,7 investigadores por cada mil ocupados en el año 2030 (Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo de Chile, 2015).

En este sentido, el aumento en el número de investigadores activos se plantea como una condición necesaria para aumentar las capacidades de I+D e innovación:

*“… el incremento de investigadores es clave para expandir y fortalecer centros de excelencia, elevar la calidad de las universidades, modernizar el aparato público, así como aumentar la capacidad de absorción tecnológica y de innovación de las empresas”* (Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo de Chile, 2015, p.31).

La intervención pública para promover la inserción de investigadores, y con ello aumentar las capacidades de I+D en la industria, se justifica por la persistencia de una serie de fallas de mercado y de sistema que impiden alcanzar el óptimo social en materia de gasto y contratación de personal de investigación, en especial por parte de las empresas de los sectores estratégicos de la economía nacional.

Entre las fallas de mercado se cuentan problemas de apropiabilidad del conocimiento, alta incertidumbre respecto a los resultados de las actividades de I+D y asimetrías de información entre la comunidad científica y la industria. Estas fallas inhiben la inversión en actividades relacionadas con I+D y dificultan la vinculación entre el ámbito de la generación de conocimiento científico y los sectores productivos del país.

Entre las fallas sistémicas que dificultan estos objetivos se pueden mencionar las siguientes (Arnold, 2004):

* Fallas de capacidad en las empresas (déficit gerencial o falta de entendimiento tecnológico, entre otras).
* Fallas en las instituciones de investigación para funcionar efectivamente dentro del SNI (por ejemplo, a través de una oferta de postgrados mejor alineada con la industria).
* Fallas de red (problemas de interacción o relaciones débiles entre agentes del sistema).
* Fallas de marco (por ejemplo, la existencia de incentivos y valoraciones incompatibles entre el desempeño en la industria y la carrera científica de los investigadores).

En cuanto a las agencias públicas que actúan en estas materias, se han observado también fallas de coordinación, rigidez institucional e información asimétrica (OECD, 2012, p.208).

#### Relevancia de las capacidades de I+D

Existe evidencia de que la innovación es determinante para mejorar la productividad y competitividad de la economía y que las actividades de investigación y desarrollo experimental (I+D) son un componente relevante del proceso de innovación tecnológica.

Las actividades de investigación y desarrollo experimental (I+D) *“comprenden el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones”* (OECD/FECYT, op.cit., p.47). Dichas actividades explican hasta un 75% del crecimiento en la Productividad Total de Factores cuando se consideran las externalidades (Griliches, 1995, citado en Bravo-Ortega et.al., 2015). Esto es concordante con la evidencia empírica en Chile, donde diversos estudios muestran el impacto positivo de estas actividades sobre la productividad de las empresas (Benavente 2005; Bravo-Ortega et.al., 2013).

Las actividades de innovación tecnológica, por su parte, se definen como *“el conjunto de etapas científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales, incluyendo las inversiones en nuevos conocimientos, que llevan o que intentan llevar a la implementación de productos y de procesos nuevos o mejorados. La I+D no es más que una de estas actividades y puede ser llevada a cabo en diferentes fases del proceso de innovación, siendo utilizada no sólo como la fuente de ideas creadoras sino también para resolver los problemas que pueden surgir en cualquier fase hasta su culminación.”* (OECD/FECYT, 2003, p. 17).

De manera complementaria, existe una serie de componentes y actividades distintas de la I+D que son también críticos en el proceso de innovación y que dependen de las interacciones y los flujos de conocimiento entre los agentes que participan del proceso. Estas actividades innovadoras incluyen *“la adquisición de tecnología no incorporada y de ‘know-how’, la adquisición de tecnología incorporada, la puesta a punto de las herramientas y la ingeniería industrial, el diseño industrial, otra adquisición de capital, el inicio de la fabricación y la comercialización de productos nuevos y mejorados”* (OECD/FECYT, op.cit., p. 17).

Para que la I+D genere innovaciones, las entidades que las realizan deben estar conectadas con las necesidades del mercado y deben contar con recursos financieros y personal calificado dedicado a estas actividades. En este sentido, se ha observado una correlación positiva entre el número de posgraduados implicados en actividades de I+D industrial y la generación de outputs tecnológicos (Velho, 2007).

#### Relevancia de la inserción laboral de capital humano avanzado

La preocupación por la inserción laboral de personal altamente calificado ha sido un fenómeno de larga data y de gran interés tanto para investigadores como para *policy makers*.

Durante la década de 1960 comenzó a utilizarse la expresión “fuga de cerebros” (*brain drain*) para denominar la masiva migración de científicos y técnicos británicos hacia los Estados Unidos que se estaba observando desde finales de la Segunda Guerra Mundial. Desde ese momento y hasta entrada la década de 1990 la reflexión académica sobre la materia se dedicó a analizar el fenómeno a nivel más global, estableciendo que la gran mayoría de este tipo de tráfico se producía desde los países en vías de desarrollo hacia los países desarrollados, particularmente hacia Estados Unidos y, en menor medida, Europa, Canadá y Australia (Brandi, 2006; Beine et al., 2008; Cañibano y Woolley, 2012).

En un comienzo, se sostenía que los efectos de la fuga de cerebros sobre los países de origen era más bien neutra, enfatizando los beneficios para la economía mundial. Los migrantes altamente calificados enviaban divisas a sus países de origen, dejaban en ellos la mayor parte de sus bienes e, independientemente de si regresaran o no, los conectaban con redes de conocimiento o negocios que no existían previamente, por lo que podía hacerse un balance positivo o al menos equilibrado del fenómeno. Además de eso, el hecho de migrar tenía efectos positivos sobre los migrantes, al ser en sí una fuerza liberadora para el intelecto humano que no se produciría necesariamente en el país de origen, o como una fuente de prestigio útil para conseguir un trabajo de alta calificación.

En la década de 1970, sin embargo, se comenzó a criticar a estos primeros trabajos, haciendo hincapié en los perjuicios que producía el *brain drain* tanto en el mundo académico propiamente tal, como en la economía y en la sociedad de origen. Según los autores que sostenían esta perspectiva, la salida de recursos humanos calificados desde los países subdesarrollados constituía *“un dramático peligro para el propio desarrollo económico”* (Brandi, 2006, p. 74) en la medida en que la ausencia de personal capacitado en la universidades, las empresas o en el Estado podía destruir un campo de estudio o un espacio de innovación, además de resultar muy pernicioso para la realidad de la enseñanza de nivel superior. Lejos de verse como una oportunidad, *“la migración altamente calificada era vista como una contribución a la inequidad a nivel de internacional, con países ricos volviéndose aún más ricos a expensas de los países pobres”* (Docquier y Rapaport, 2012, p. 683).

A partir de finales de la década de 1990 comenzó a instalarse una nueva forma de entender el problema. La transnacionalización de la economía y la masiva circulación de bienes, servicios y personas en este contexto dio un nuevo dinamismo al proceso de “migración de cerebros”. A medio camino entre el pesimismo de los años ‘70 y el entusiasmo de los ‘60, y aprovechando la existencia de mejor información respecto al tránsito y la migración de la población entre los países desarrollados y aquellos en vías de desarrollo, se sostiene que antes que una fuga lo que se produce es un fenómeno de “ganancia de cerebros” (*brain gain*), donde las poblaciones locales se benefician directa o indirectamente de la calificación de un segmento de la población, motivando, por ejemplo, a que los países de origen inviertan más en capital humano (Pellegrino, 2001; Beine et al., 2008; Docquier y Rapaport, 2012).

Durante la década siguiente aparecieron nuevas visiones que ponen en cuestión la dicotomía entre beneficio y pérdida y sostienen que más que ganancias o fugas lo que se observa es una circulación (*brain circulation*) o intercambio de cerebros (*brain exchange*) que a la larga puede resultar beneficioso para el país de origen, el de acogida y para el sistema en su conjunto. Para estos autores, los beneficios de la movilidad del capital humano depende de su articulación en “colectivos de individuos calificados” y de las formas en que se relacionan con otros recursos, incluyendo capital físico e institucional (Cañibano y Woolley, 2012, p. 124). En vez de preocuparse por el beneficio neto para un país u otro, lo importante entonces es comprender el carácter “conectivo” del capital humano calificado, que conforma una red más o menos integrada y coherente según la capacidad que tengan de insertarse en espacios institucionales suficientemente robustos y dinámicos.

#### Dificultades en la inserción de investigadores en el sector productivo

La inserción laboral de los investigadores es definida como *“el proceso en el cual una persona ingresa a un puesto de trabajo estable, luego de un tiempo donde estuvo dedicada a otras actividades no remuneradas”*, como pueden ser su formación profesional y técnica en la educación superior (González y Jimenez, 2014, p. 135). De acuerdo con estos autores, los investigadores tienen tres vías principales de inserción laboral: academia, industria y emprendimientos propios, sin embargo, el campo laboral es estrecho y muchas veces no ofrece áreas donde los investigadores puedan desarrollar sus líneas de investigación.

La literatura internacional señala que la alta especialización académica es uno de los factores claves para el desarrollo de I+D e innovación en el área de la producción. Así, por ejemplo, se señalan los efectos positivos que tendría el aporte de doctores en conocimientos de punta en ciencia y tecnología, que pueden convertirse en activos de propiedad intelectual para las empresas en las que se desempeñan. Sin embargo, esto contradice la vocación de los científicos de desarrollar libremente sus líneas de investigación-identificada por diversos estudios-, a lo cual se agrega el valor fuertemente arraigado de la ciencia como un bien público, antes que como un factor del beneficio privado que animaría a las empresas (Gónzalez y Jimenez, op.cit.).

Por su parte, los emprendimientos llevados a cabo por los mismos científicos son escasos, y no se observan condiciones adecuadas para que se multipliquen, como son el acceso a capital de riesgo, incentivos adecuados a la protección de la propiedad intelectual potencialmente comercializable, o información adecuada sobre mecanismos de salida al mercado.

## Diagnóstico de las capacidades de I+D en Chile

#### Bajo gasto en i+d por parte de las empresas

Si bien durante los últimos años el Estado chileno ha realizado importantes esfuerzos en promover la innovación, el país aún muestra resultados muy bajos en los indicadores de entrada y salida de este proceso. En primer lugar, el gasto en I+D ejecutado en Chile es muy menor al de los países que han apostado fuertemente en estas materias: mientras que en el conjunto de los países de la OECD se gastó en promedio un 2,36% del PIB en I+D en 2013 (OECD, Main Science & Technology Indicators, sitio web), de acuerdo a datos oficiales preliminares, en Chile esta cifra alcanzó sólo el 0,38% en 2014 (Minecon, 2016).

En segundo lugar, el 44% del gasto total en I+D en 2014 fue financiado por el Estado y 32% por las empresas, mientras en la OECD alcanzaba un 60% en 2013. Esto es consistente con los resultados de otros países en desarrollo, donde la inversión en I+D es liderada por el sector público (Minecon, op.cit.).

Asimismo, una muy baja proporción del gasto en I+D es ejecutado por el sector empresarial. En 2014 las entidades que lideraron el gasto ejecutado en Chile fueron las de educación superior (39%), seguidas por las empresas, cuyo gasto representó el 33% del total (ibíd.). Esto representa una baja respecto al 36% de 2013, lo que es relevante si se considera que en países de la OECD el aumento del gasto ejecutado por las empresas es el principal factor para explicar el aumento del gasto total en I+D.[[3]](#footnote-3)

Otra dimensión importante del gasto en I+D es su alineación con sectores productivos estratégicos, de manera de aprovechar el potencial de estas actividades en innovaciones tecnológicas que permitan explotar las ventajas comparativas de cada país. Si bien la manera en que se procesan y hacen públicos los resultados de las Encuestas de Gasto y Personal en I+D presenta una serie de dificultades para sacar este tipo de conclusiones,[[4]](#footnote-4) diversos actores relevantes en Chile concuerdan en que el gasto en I+D no está alineado con los sectores productivos en general y mucho menos con aquellos que se han definido como prioritarios.

De acuerdo con la Octava Encuesta de Innovación, en los años 2011 y 2012 sólo el 18,8% de las empresas en Chile realizó algún tipo de innovación tecnológica. Respecto al tamaño, un 30% del total de empresas grandes realizó innovación tecnológica, un 26,8% de las medianas y sólo un 16,8% de las pequeñas. Los sectores donde más empresas innovaron fueron Minería y Electricidad; en ambos casos sólo reportan innovación empresas grandes (Minecon, 2014a).

#### Bajo número de investigadores en el sector productivo

En Chile, existe consenso entre los actores del Sistema Nacional de Innovación (SNI) respecto a que la falta de profesionales y técnicos con capacidad para realizar investigación y materializar innovaciones en el sector productivo constituye una de las debilidades del sistema. Asimismo, los recursos humanos con postgrado se concentran principalmente en el sector académico, situación que inhibe sus potenciales contribuciones a la innovación en otros sectores, particularmente el empresarial.[[5]](#footnote-5)

En lo que respecta al personal dedicado a actividades de I+D, Chile presenta también un número significativamente bajo: en total, en 2013 se contabilizaron 13.228 JCE (Jornadas Completas Equivalentes) dedicadas a actividades de I+D. Esto equivale a sólo 2,4 por cada mil trabajadores (Población Económicamente Activa), en comparación con el promedio OECD de 12,31 en 2013. De estos empleados en I+D, el 45,87% (5.892) se desempeñaba como investigador,[[6]](#footnote-6) lo que alcanza a 1 por cada mil ocupados, comparado con el promedio de la OECD de 7 para 2013 (OECD, Main Science & Technology Indicators, sitio web; Minecon, 2015; Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo de Chile, 2015).

Además de constatarse el bajo número de profesionales que se desempeña como investigador en el marco de las actividades de I+D, otro aspecto preocupante es que una muy baja proporción de éstos se emplea en empresas (32% el año 2013, mientras el promedio en la OECD era de 53%). Por su parte, los resultados de la Tercera Encuesta Longitudinal de Empresas (ELE3) muestran que a nivel nacional sólo el 1,3% de las empresas contrata personal calificado con grado de magíster o doctorado para desarrollar actividades de I+D (Minecon, 2015).

Si enfocamos el análisis en los sectores definidos como prioritarios en el marco del Plan Nacional de Innovación 2014-2018, esta realidad es aún más preocupante. A modo de ejemplo, los resultados de la Cuarta Encuesta Nacional de Gasto y Personal en I+D muestran que en el sector Minería se desempeñaban sólo 429 investigadores en el 2013 (7% del total de investigadores); más de 10 veces menos que la dotación de investigadores del sector en países como Australia (Verde, 2013).

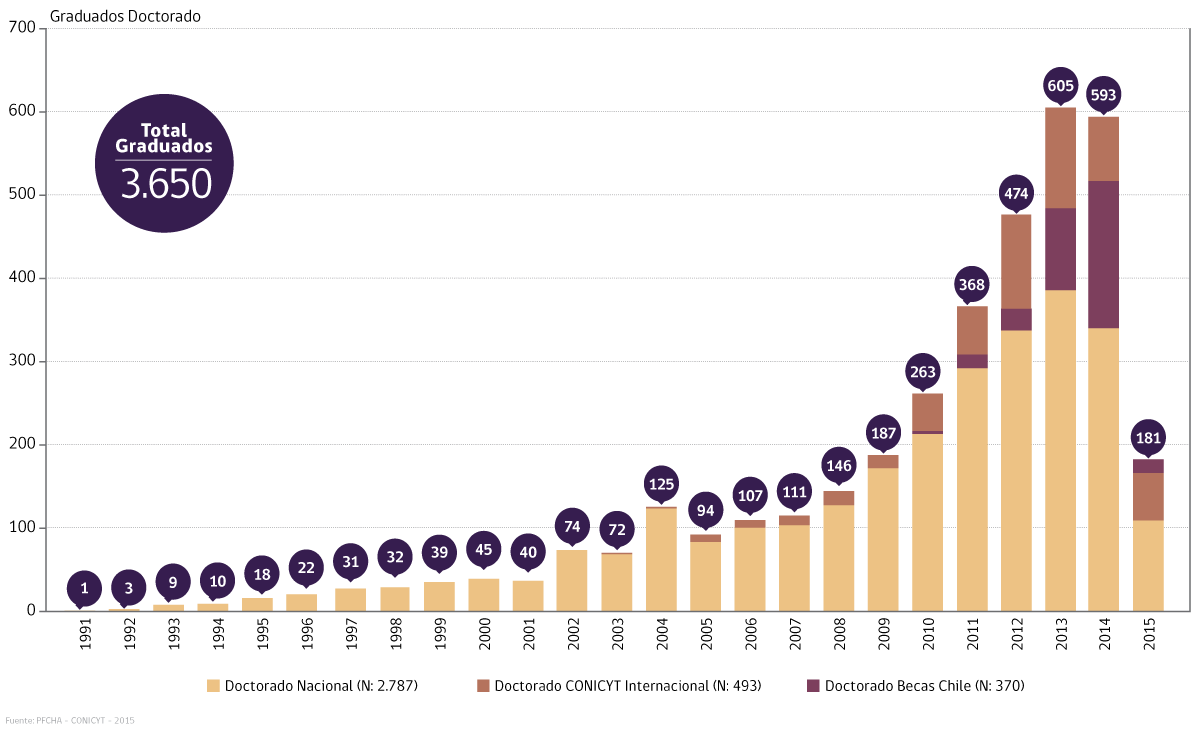
Estos porcentajes son un indicador de la desconexión que existe entre quienes realizan investigación científica y tecnológica y el aparato productivo nacional, lo que redunda en una baja capacidad del sistema para impulsar que los resultados de la I+D realizada en Chile generen innovaciones. A su vez, la necesidad de aumentar la cantidad de investigadores calificados es también una de las recomendaciones del último informe de la OECD para Chile, con miras a fortalecer y hacer más equitativo el crecimiento de la economía (2015b, p.17).

#### Creciente número de graduados de programas de doctorado

La acción pública en esta materia se ha enfocado fuertemente en la formación de capital humano para aumentar la cantidad de investigadores en Chile. El alto número de beneficiarios de estas políticas son un indicador de éxito en pos de mejorar las capacidades nacionales de ciencia, tecnología e innovación, sin embargo, representa un importante desafío en términos de la inserción laboral de los profesionales. En este sentido, se ha señalado que *“el otorgamiento de becas a través de programas como Becas Chile, Bicentenario y el crecimiento en el número de programas de postgrado que financia CONICYT y reciben las universidades del país, hace suponer un aumento del capital humano avanzado en Chile”* (Dipres, 2013).

Tal como lo muestra el siguiente gráfico, el número de graduados de doctorado por año, becados por CONICYT y Becas Chile, se habría más que duplicado entre 2010 y 2014.

**Gráfico 1. Total Graduados de Doctorado por año de obtención del grado, CONICYT Nacional, CONICYT Internacional y Becas Chile (a junio de 2015)**



Fuente: Programa de Formación de Capital Humano Avanzado, CONICYT (junio de 2015) [http://www.CONICYT.cl/becas-CONICYT/impacto/graduados/](http://www.conicyt.cl/becas-conicyt/impacto/graduados/)

En el siguiente cuadro se muestra el resultado de la proyección de nuevos doctores entre 2006 y 2020 (Verde, 2013). Como se puede observar, si se agrega al stock actual el total de nuevos doctores proyectado, el número de duplicaría hacia el año 2020 (sin considerar muerte ni jubilación, ni fenómenos migratorios). El valor proyectado de 16.312 doctores para 2020 equivaldría entonces a 871 doctores por millón de habitantes (utilizando las estimaciones de población del INE), una cifra que seguiría siendo inferior a la que actualmente exhiben todos los países de la OECD para los que se dispone de datos.

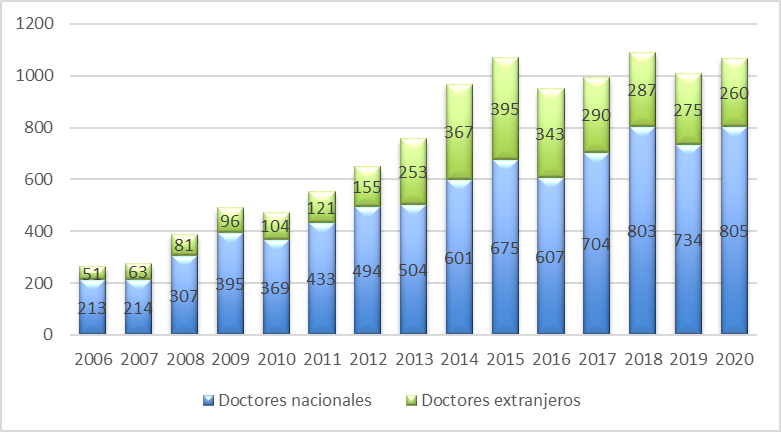
**Cuadro 6. Proyección de nuevos doctores**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Universidades CRUCH** | **Universidades Privadas** | **Becarios extranjero** | **Total** | **Stock** |
| 2006 | 210 | 3 | 51 | 264 | 5.579 |
| 2007 | 211 | 3 | 63 | 277 | 5.855 |
| 2008 | 302 | 5 | 81 | 388 | 6.243 |
| 2009 | 389 | 6 | 96 | 491 | 6.734 |
| 2010 | 361 | 8 | 104 | 473 | 7.207 |
| 2011 | 413 | 20 | 121 | 554 | 7.761 |
| 2012 | 486 | 8 | 155 | 649 | 8.410 |
| 2013 | 494 | 10 | 253 | 757 | 9.168 |
| 2014 | 589 | 12 | 367 | 968 | 10.135 |
| 2015 | 655 | 20 | 395 | 1.069 | 11.205 |
| 2016 | 585 | 22 | 343 | 949 | 12.154 |
| 2017 | 683 | 21 | 290 | 993 | 13.147 |
| 2018 | 779 | 24 | 287 | 1.090 | 14.237 |
| 2019 | 706 | 28 | 275 | 1.010 | 15.247 |
| 2020 | 774 | 31 | 260 | 1.065 | 16.312 |

Fuente:Verde (2013), a partir de SIES, CONICYT y CDH.

Es interesante constatar que, de conservarse en el futuro los volúmenes actuales de becas al extranjero, la importancia del programa Becas Chile en relación a la producción de nuevos doctorados será cada vez menor, especialmente si consideramos la expansión de la matrícula de programas de doctorado nacionales.

**Gráfico 2. Proyección de titulados de doctorado**



Doctorados extranjeros

Doctorados nacionales

Fuente: Elaboración propia a partir de Verde (2013).

## Políticas públicas de inserción de investigadores en la industria en Chile

Con el objetivo de aumentar el número de investigadores activos en el país, en los últimos años se han diseñado una serie de políticas bajo la administración de las dos agencias que operan como pilares del Sistema Nacional de Innovación: la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) y la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo).

En primer lugar, el Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado (PAI) de CONICYT, creado en 2009, busca insertar a investigadores con grado de doctor de reciente graduación tanto en la academia como en el sector productivo, con el fin de fortalecer a las instituciones de investigación, centros tecnológicos y empresas. Su línea de acción de “Inserción de investigadores en el sector productivo” opera mediante dos instrumentos: “Inserción de Capital Humano Avanzado en el Sector Productivo” (ISP) y “Tesis de Doctorado en el Sector Productivo”.

Por su parte, Corfo creó en 2014 el instrumento de financiamiento “Capital Humano para la Innovación”, que tiene por objetivo contribuir a estimular el desarrollo de innovaciones y de I+D en las pymes nacionales, a través de la incorporación de profesionales y técnicos que puedan apoyar a las empresas en el desarrollo de proyectos de I+D+i y de mejoras en su capacidad tecnológica, que impacten directamente en su productividad y competitividad.

### Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado (PAI), de CONICYT

El Programa de Atracción e Inserción de Investigadores (PAI) se creó en 2009 y busca insertar a investigadores con grado de doctor de reciente graduación tanto en la academia como en el sector productivo, con el fin de fortalecer a las instituciones de investigación, centros tecnológicos y empresas (Dipres, 2013a, p.3).

El PAI es la continuación del Programa de Inserción Laboral de Investigadores en la Industria y en la Academia, que operó en CONICYT desde el 2004 en el marco del Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología (PBCT) (CONICYT & Banco Mundial, 2005).

Según fue definido en sus inicios, el programa de inserción tenía por objetivo la dotación de personal altamente capacitado en investigación en la industria chilena. En este marco, el PBCT contemplaba inicialmente el financiamiento de 20 subsidios para que jóvenes investigadores se incorporasen a empresas, en dos modalidades distintas: Becas a estudiantes de doctorado que desarrollan una parte sustancial del trabajo de su tesis en el sector productivo, y subsidios parciales para postdoctorados y otros investigadores en los inicios de su carrera que emprendan investigación en la industria. Además permitía la contratación de investigadores fundadores de spin-offs.

A principios de 2009, los proyectos de inserción del PBCT se traspasaron al Programa de Capital Humano Avanzado de CONICYT, que posteriormente se dividió y dio origen al Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado.

El objetivo declarado por el PAI es *“fortalecer las capacidades académicas, científicas y tecnológicas de instituciones nacionales que desarrollan ciencia y tecnología, mediante la atracción de científicos de reconocido prestigio internacional a universidades nacionales en estadías donde se fortalecen redes de colaboración, así como a través del apoyo a la inserción laboral de nuevos investigadores formados en Chile y el extranjero, tanto en la academia como en el sector productivo nacional.”*

En su definición original de objetivos, el programa hacía referencia *“a una contribución en ‘áreas definidas como prioritarias para el desarrollo del país, en concordancia con la Estrategia Nacional de Innovación’ (Documento de Traspaso a CONICYT, 2009), pero ninguno de los concursos conocidos definió́ áreas prioritarias para la adjudicación de proyectos. En la resolución que modificó el Reglamento Interno del Programa en 2012, esta referencia a áreas prioritarias fue eliminada.”* (Dipres, op.cit., p. 34).

En la actualidad, el PAI opera mediante tres líneas de acción, cada una con sus respectivos instrumentos de apoyo:

1. Inserción de investigadores en el sector productivo:

* Inserción de Capital Humano Avanzado en el Sector Productivo.
* Tesis de Doctorado en el Sector Productivo.

1. Inserción de investigadores en la academia:

* Inserción de Capital Humano Avanzado en la Academia.
* Apoyo al Retorno de Investigadores desde el Extranjero[[7]](#footnote-7).

1. Atracción de científicos desde el extranjero:

* Atracción de Capital Humano Avanzado del Extranjero (Modalidad Estadías Cortas y Modalidad Estadías Largas[[8]](#footnote-8)).

La línea de **Inserción de investigadores en el sector productivo** busca *“contribuir al fortalecimiento de las capacidades de investigación e innovación de las empresas y centros tecnológicos nacionales. Mediante el apoyo a la incorporación de capital humano avanzado, se busca fomentar la vinculación entre el sector productivo y la academia, incentivando el desarrollo de proyectos de I+D+i y emprendimientos que aporten al desarrollo social y económico del país. Cuenta con los concursos de Inserción en el Sector Productivo y Tesis de Doctorado en la Industria.”* (Dipres, op.cit., p-3)*.*

Ambos instrumentos funcionan por concursos de convocatoria abierta nacional, aunque los dos han realizado además convocatorias especiales para algunas regiones, financiadas por el Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R).

#### Instrumento de inserción de capital humano avanzado en el sector productivo (pai-isp)

Tiene por objetivo general: *“Contribuir al fortalecimiento de las empresas del sector productivo nacional y centros tecnológicos por medio de la inserción de capital humano avanzado.”*

Sus objetivos específicos son:

* Fortalecer las capacidades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de las empresas y centros tecnológicos nacionales.
* Fomentar la vinculación entre el sector productivo y la academia.
* Promover y aumentar la ejecución de proyectos de I+D+i que aporten al desarrollo económico del país.

El programa financia la inserción de investigadores (doctorados y tesistas de doctorado) para la ejecución de nuevos proyectos de I+D o para desarrollar una línea de I+D +i ya existente al interior de empresas y centros tecnológicos.[[9]](#footnote-9)

Las entidades beneficiarias pueden incorporar a investigadores –chilenos o extranjeros con residencia definitiva en Chile– con grado de doctor obtenido el año 2010 o posterior.

Hasta 2011 el instrumento aceptó investigadores que no tuvieran necesariamente este grado académico, lo que fue modificado en función de una focalización en “investigadores de excelencia con alta especialización en proyectos de I+D+i”. Esta focalización exige actualmente que los postulantes sean doctores de programas nacionales acreditados y doctorados internacionales de universidades o programas que ocupen lugares destacados en determinados rankings.

El instrumento considera tres posibles modalidades de inserción según las características y necesidades de las empresas:[[10]](#footnote-10)

* Inserción en Investigación Científica: dirigida a cualquier tipo de empresa. La entidad postulante puede insertar a un doctor por un periodo de 24 meses con la finalidad de realizar un proyecto de investigación científica aplicada que resuelva un problema que afecte a la organización o al sector productivo de manera general.
* Vinculación Previa: orientada a pequeñas y medianas empresas que no cuenten con una línea de desarrollo, estrategia o un proyecto de investigación claramente definido. Por esta vía pueden contratar a un doctor por un periodo de hasta 4 meses, para elaborar un proyecto de I+D a presentar a Inserción en Investigación, el cual, una vez aprobado, permitirá que el doctor se inserte por los restantes 20 meses.
* Continuidad de Investigación: orientada a empresas que han insertado estudiantes de doctorado por medio de la modalidad “Tesis de Doctorado en la Empresa”. Una vez que los doctorandos han obtenido su grado, pueden darle continuidad a esta línea investigativa, a través de un proyecto de Inserción en Investigación, el cual una vez aprobado, permitirá que el doctor se inserte por 24 meses.
* Proyectos adjudicados por Fondef (a partir de 2016): orientada a empresas participantes en proyectos adjudicados del Instrumento IDeA, del Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondef), en etapa de Investigación Tecnológica. Por esta vía pueden insertar a doctores para que desarrollen investigación que complemente el trabajo a realizar en el proyecto Fondef.

Desde la creación del instrumento se han modificado en distintas ocasiones los montos, plazos y modalidades de apoyo de este instrumento. Algunos de los aspectos del diseño que han sido ajustados son: i) la duración de los proyectos; ii) el porcentaje de los honorarios que financia CONICYT (en 2013, por ejemplo, se financiaba un porcentaje que iba disminuyendo desde 80%, 50% y 30%, y la duración era de hasta 3 años); y iii) los montos de las remuneraciones: antes se establecía un rango de salario (entre 18 y 27 millones de pesos anuales), ante lo cual algunas empresas reportaron que esto podía ser un problema pues los sueldos de los investigadores estaban desalineados respecto de la estructura de sueldos de la empresa para cargos similares o superiores (J.M. Benavente, entrevista, 7 de septiembre de 2015).

A partir de 2016, CONICYT subsidia hasta el 80% de los proyectos de Inserción en la modalidad de Investigación Científica, Continuidad de Investigación y Proyectos adjudicados por Fondef ($27.320.000 anuales) y se exige que la entidad beneficiaria aporte al menos el 20% del valor total del proyecto en aportes rendibles en efectivo. Estos montos deben ser distribuidos -según proponga el postulante- entre remuneraciones (con un tope del 80% del proyecto), gastos operacionales y asistencia a eventos por parte del investigador. Por último, en la modalidad de Vinculación Previa, CONICYT financia el 100% de la renta del investigador durante los 4 meses que duran los proyectos (hasta $5.952.000 en total).

Anteriormente, CONICYT entregaba financiamiento para el pago del 100% de las remuneraciones de los investigadores, correspondiente a $1.860.000 bruto mensual, con posibilidad de que la empresa aportase un monto complementario. Junto a esto se otorgaba financiamiento con un tope de 3 millones al año para gastos operativos, más apoyo para asistencia a eventos ($1.500.000 anuales para pasajes; $400.000 anuales para viáticos, y $100.000 anuales para seguro de salud para viaje).

#### Instrumento de tesis de doctorado en el sector productivo (pai-tesis)

Creado en 2011[[11]](#footnote-11), tiene por objetivo general: *“Fomentar la vinculación entre el sector productivo y la academia, mediante la inserción de tesistas en proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) al interior de las empresas y centros tecnológicos.”*

Sus objetivos específicos son:

* Fortalecer el vínculo entre los programas de doctorado acreditados y las empresas, alineando así las expectativas e intereses de la academia y el sector productivo.
* Estimular a las entidades productivas para emprender procesos de I+D+i.
* Potenciar el desarrollo científico de los/as estudiantes de doctorado incentivándolos a incorporarse al sector productivo.

Las entidades beneficiarias elegibles son las universidades chilenas que tienen programas de doctorado acreditados por la Comisión Nacional de Acreditación (CNA-Chile). En caso de programas entre dos o más instituciones, una de las universidades debe asumir la postulación y compromiso como beneficiario. Asimismo, cada programa de doctorado debe postular con una entidad patrocinante (empresas productivas o de servicios, excepto Empresas Individuales de Responsabilidad Limitada, y centros tecnológicos públicos o privados, que aseguren la transferencia de los resultados). Los tesistas deben ser alumnos regulares de dichos programas de doctorado.

Por medio de este instrumento, CONICYT entrega actualmente un máximo de $33.751.760 para la ejecución de un proyecto de hasta 24 meses de duración.[[12]](#footnote-12) Este monto puede ser complementado con aportes propios de la entidad patrocinante. Adicionalmente, el programa financia gastos operacionales ($2.678.000 anuales) y paga bonos a los tesistas ($200.000 mensuales) y al programa de doctorado ($1.000.000 por única vez por cada tesis adjudicada). El programa otorga también asignaciones familiares, de manutención, pago de aranceles y cobertura de salud a aquellos tesistas que no cuenten con Beca CONICYT que cubra dichos gastos.

El instrumento no exige cofinanciamiento, sin embargo, un 20% del puntaje final de evaluación de los proyectos postulados se relaciona con el compromiso de aporte de las entidades patrocinantes, ya sea a través de recursos pecuniarios o valorizados, o la existencia de un plan de inserción futuro para los tesistas.

### Programa Capital Humano para la Innovación (CHI), de CORFO

A fines de 2014, Corfo creó el instrumento de apoyo de Incorporación de Capital Humano para la Innovación en Pymes, ejecutado por la Subdirección de Difusión Tecnológica y Entorno para la Innovación, de la Gerencia de Innovación. Al año siguiente se creó el instrumento Capital Humano para la Innovación.

#### Instrumento de incorporación de capital humano para la innovación en pymes

El origen del programa se fundamenta, por una parte, en las necesidades del país en materia de innovación y capital humano con el fin de mejorar la competitividad de la economía. Su creación respondía a un contexto de contracción económica y, en particular, a la alta tasa de desempleo de profesionales jóvenes en relación a profesionales con más de 5 años de experiencia.

En consecuencia, el instrumento definía originalmente como foco *“el aumento de la productividad y competitividad de las empresas nacionales (especialmente empresas de menor tamaño), por la vía de facilitar la incorporación de profesionales y/o técnicos, que puedan apoyar a las empresas en la solución de desafíos relacionados con optimización de procesos o aprovechamiento de oportunidades del mercado, a través del desarrollo de proyectos de I+D+i, que impacten directamente en sus niveles de productividad, sofisticación y/o diversificación.”* [[13]](#footnote-13)

El objetivo de esta línea de apoyo era *“Contribuir a estimular el desarrollo de innovaciones y de I+D en las Pymes nacionales, a través de la incorporación de profesionales y técnicos que puedan apoyar a las empresas en el desarrollo de proyectos de I+D+i y de mejoras en su capacidad tecnológica, y que impacten directamente en la productividad y competitividad de las mismas”.*

Como resultado del desarrollo de los proyectos y actividades, el instrumento esperaba que en las Pymes se incorporasen mayores capacidades tecnológicas; que se incorporasen rutinas de I+D+i, y que se desarrollaran nuevos o mejorados productos, mejoras significativas de procesos, u otros de similar naturaleza, que tuvieran un impacto en la productividad y competitividad de la empresa.

El instrumento se focalizaba en pequeñas y medianas empresas –incluyendo empresarios individuales–, quienes debían identificar al menos un desafío, oportunidad y/o problema en el ámbito productivo o competitivo, que requieriese actividades de I+D+i para su solución. Se excluían aquellas personas jurídicas cuyo único objeto social es la capacitación, y a las Universidades, Institutos Profesionales y Centros de Formación Técnica.

Corfo financiaba la contratación de un profesional o técnico para que participara en actividades orientadas a dar solución a dichos desafíos, problemas u oportunidades. Los profesionales y técnicos debían haber obtenido su último grado hace menos de 5 años y podían provenir de carreras acreditadas al momento de postular, pertenecientes tanto al ámbito tecnológico como al diseño.

Las actividades que contemplaban los proyectos eran: desarrollo de pruebas de concepto y/o laboratorio, experimentación, pruebas de ensayo y error; actividades de mejoramiento significativo y validación funcional de un proceso, y diseño y construcción de prototipos (a mínima escala). Además se consideraban otras actividades de I+D y/o innovación necesarias para la consecución de los objetivos del proyecto.

Mediante este instrumento, Corfo otorgaba un subsidio para cofinanciar el pago de la remuneración bruta mensual del profesional o técnico, cubriendo hasta el 70% el primer año y 50% a partir del segundo, con un tope de 600 mil pesos mensuales. El monto a financiar para la ejecución del proyecto no podía superar $14.400.000.

En 2015, esta línea de financiamiento fue reemplazada por el instrumento de Capital Humano para la Innovación.

#### Instrumento de capital humano para la innovación

Tiene por objetivo *“Contribuir al fortalecimiento de capacidades en l+D+i en las empresas nacionales, a través de la inserción de profesionales altamente calificados, para su participación en el desarrollo de desafíos de I+D+i, con la finalidad de aumentar la productividad y competitividad de dichas empresas”.*

Como resultado de los proyectos se espera que se incorporen profesionales altamente calificados en empresas nacionales, que fortalezcan las capacidades y que desarrollen proyectos de I+D+i que busquen aumentar la productividad y competitividad de estas empresas.

Al igual que el instrumento anterior, las entidades beneficiarias elegibles en esta línea son personas jurídicas privadas con fines de lucro constituidas en Chile que califiquen en la categoría de Pyme, y personas naturales que posean la calidad de empresarios individuales. Se excluyen aquellas personas jurídicas cuyo único objeto social sea la capacitación, y a las Universidades, Institutos Profesionales y Centros de Formación Técnica.

Los ítemes financiables son todas aquellas actividades necesarias y pertinentes para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, tales como: contratación de una persona natural, con título profesional y/o grado de magister o superior, vinculado a las áreas de la ciencia, tecnología y/o innovación; materiales y fungibles para la construcción de prototipos de baja resolución y actividades de gestión de I+D pertinentes a la realización del proyecto; adquisición de equipamiento (hasta $2.000.000); asistencia a seminarios nacionales e internacionales directamente relacionados con el desafío planteado; costo de emisión de garantías, y otros relevantes y necesarios para la correcta ejecución del proyecto.

Corfo cofinancia hasta el 80% del costo total del proyecto, con un tope de hasta $40.000.000. Dependiendo de la categoría y sexo del profesional a contratar, se establecen distintos topes mensuales para el subsidio:

* Profesional sin postgrado: hombre $1.290.000; mujer $1.420.000 (a partir de 2016, el programa cubre hasta el 90% del costo total de proyectos que incorporen a una mujer).
* Profesional con grado de magister o superior: hombre $1.690.000; mujer $ 1.860.000.

El beneficiario debe aportar el financiamiento restante mediante aportes pecuniarios y/o no pecuniarios.

## Teorías de cambio del Programa de CONICYT

Como se señaló en la Metodología del estudio (Capítulo 1), para evaluar el cumplimiento de los objetivos que se proponen los programas de inserción de investigadores en la industria, en primer lugar es necesario conocer su “teoría de cambio”, es decir, cuáles son las relaciones de causalidad que se identifican en sus definiciones de objetivos; cuáles son sus resultados esperados, y cuáles los indicadores de logro de cada uno en el corto, mediano y largo plazo.

Tal como lo define Gertler et.al (2011, p.22), *“una teoría del cambio es una descripción de cómo se supone que una intervención conseguirá los resultados deseados. Describe la lógica causal de cómo y por qué un proyecto, un programa o una política lograrán los resultados deseados o previstos (…). Las teorías del cambio describen una secuencia de eventos que generan resultados: examinan las condiciones y las suposiciones necesarias para que se produzca el cambio, explicitan la lógica causal detrás del programa y trazan el mapa de las intervenciones del programa a lo largo de las vías lógicas causales”*.

#### Programa de inserción de capital humano avanzado en el sector productivo (pai-isp)

De acuerdo con las bases del concurso (convocatoria 2015), el objetivo general del instrumento es *“Contribuir al fortalecimiento de las empresas del sector productivo nacional y centros tecnológicos por medio de la inserción de capital humano avanzado”.*

Sus objetivos específicos son:

1. Fortalecer las capacidades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de las empresas y centros tecnológicos nacionales.
2. Fomentar la vinculación entre el sector productivo y la academia.
3. Promover y aumentar la ejecución de proyectos de I+D+i que aporten al desarrollo económico del país.

En las bases de concurso del ISP no existe una sección explícita de resultados esperados. Los únicos resultados que se especifican con mayor claridad se encuentran en la sección de Criterios de Evaluación de las distintas modalidades de postulación.

En estos se valora, por una parte, que los resultados o productos del proyecto sean utilizados o comercializados y que la incorporación del investigador aporte a la entidad postulante de una capacidad científico-tecnológica o conocimiento que es nuevo o escaso en ella (modalidad “Inserción en Investigación Científica”).

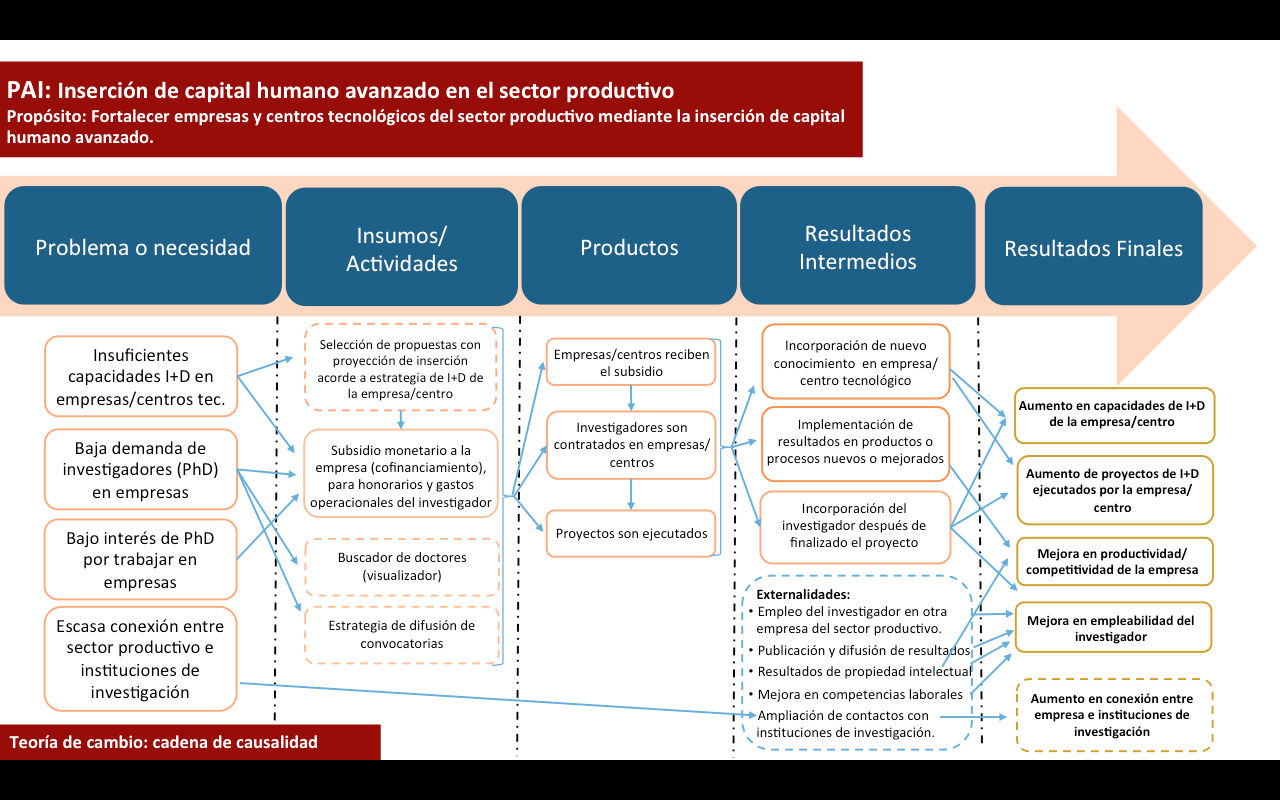
El criterio de evaluación del “potencial impacto” de estos proyectos, por su parte, valora que los aportes generados por el investigador impactarán en áreas claves para el desarrollo de la entidad postulante, y que los antecedentes curriculares del investigador y características del proyecto aseguran la incorporación de nuevos conocimientos y habilidades al interior de la entidad postulante. En la modalidad de “Vinculación Previa” también se valora que la planificación del proyecto permita que la entidad incorpore definitivamente al investigador en proyectos y objetivos de largo plazo para la empresa. Por último, la modalidad de “Continuidad de la Investigación” considera los mismo criterios de la de “Inserción en Investigación Cientíica”.

Los criterios de evaluación dan especial importancia a que las propuestas detallen el nivel de compromiso de las entidades beneficiarias, por ejemplo: que se dé participación al investigador en resultados de la investigación, gratificaciones económicas, capacitación, autonomía u otros beneficios que signifiquen relación de largo plazo entre las partes, que se integre al investigador a la entidad postulante más allá de la duración de este proyecto (además, si el tipo de contrato que se ofrece es a plazo indefinido se otorga el máximo puntaje en la escala de evaluación).

De lo señalado anteriormente se desprende lo siguiente:

1. Que el propósito del instrumento ISP es fortalecer las capacidades de I+D+i de las empresas y centros tecnológicos beneficiarios del programa. Los resultados esperados en el corto plazo son: (i) que la inserción del investigador permita incorporar nuevos conocimientos y habilidades al interior de la entidad beneficiaria y (ii) que al finalizar el proyecto, el investigador sea contratado por dicha entidad. El resultado esperado de mediano y largo plazo es que los resultados del proyecto ejecutado tengan impacto en áreas claves para el desarrollo de la entidad beneficiaria y en el sector productivo en su conjunto.
2. Que los fines a los que busca contribuir el instrumento ISP son: (i) el fomento de la vinculación entre el sector productivo y la academia (como efecto indirecto de la inserción del investigador) y (ii) la promoción y aumento de la ejecución de proyectos de I+D+i que aporten al desarrollo económico del país (como efecto indirecto del impacto generado por los proyectos en áreas clave para el desarrollo de las entidades beneficiarias).

**Figura 1. Teoría de cambio del PAI Inserción de capital humano avanzado en el Sector Productivo (ISP)**

****

Fuente: Elaboración propia a partir de bases técnicas de concurso del programa.

#### Programa de tesis de doctorado en el sector productivo (pai-tesis)

En las bases de concurso (convocatoria 2015) se declara que el objetivo general del instrumento es *“Fomentar la vinculación entre el sector productivo y la academia, mediante la inserción de tesistas en proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) al interior de las empresas y centros tecnológicos.”*

Sus objetivos específicos son:

1. Fortalecer el vínculo entre los programas de doctorado acreditados y las empresas, alineando así las expectativas e intereses de la academia y el sector productivo.
2. Estimular a las entidades productivas para emprender procesos de I+D+i.
3. Potenciar el desarrollo científico de los/as estudiantes de doctorado incentivándolos a incorporarse al sector productivo.

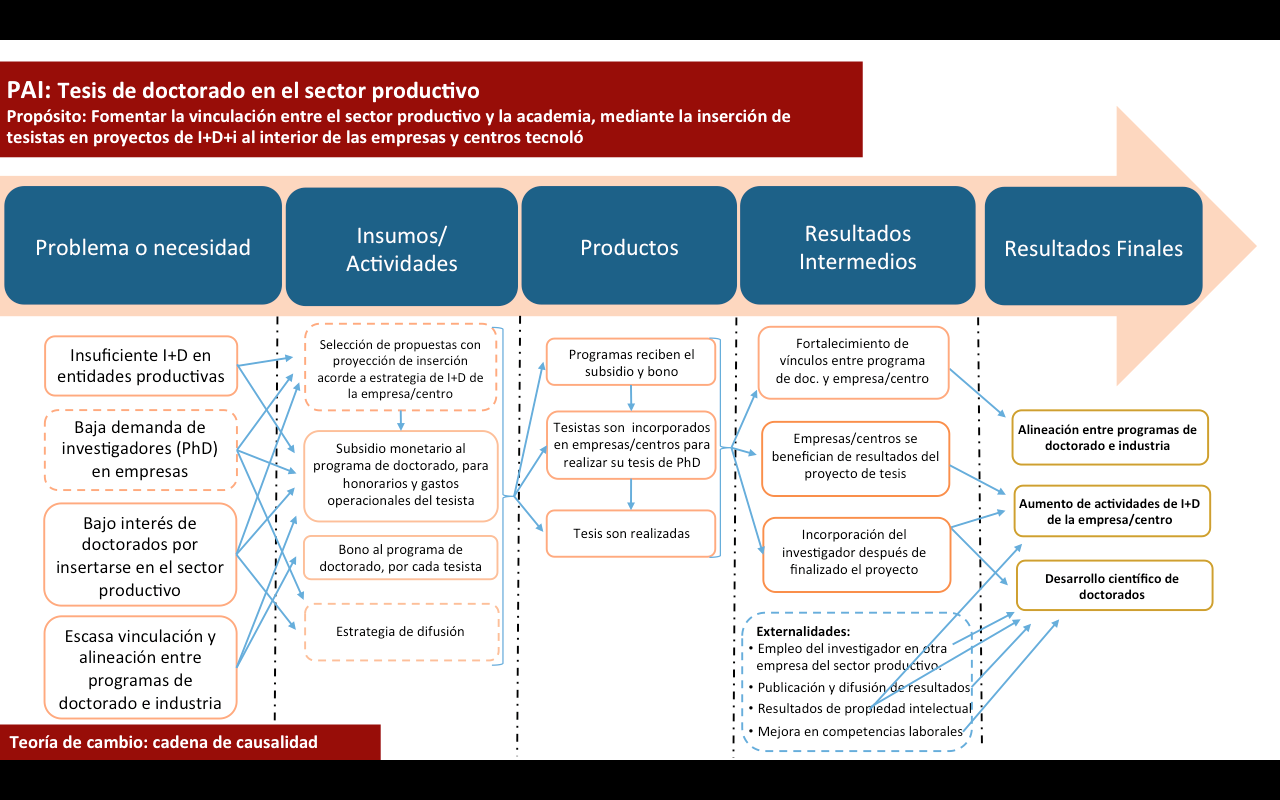
Al igual que en el caso del ISP, en las bases de concurso del instrumento de Tesis en el Sector Productivo no existe una sección explícita de resultados esperados.

En la sección de Criterios de Evaluación se especifica que se valora la vinculación existente entre el programa de doctorado y la entidad patrocinante (criterio de Calidad del proyecto); la relevancia que tiene el proyecto para la entidad del sector productivo en el cual se inserta (criterio de Impacto y aplicabilidad); que en el proyecto exista claridad en la distribución de propiedad intelectual entre las partes (universidad, entidad patrocinante y tesista), y que exista un plan de inserción futuro del tesista en dicha entidad.

De lo anterior se infiere lo siguiente:

1. Que uno de los propósitos del instrumento Tesis SP es fortalecer el vínculo entre el programa de doctorado beneficiario y las empresas o centros tecnológicos que patrocinan los proyectos, como resultado de un trabajo conjunto entre ambas partes en el marco del desarrollo de la tesis. El resultado esperado en el corto plazo es un “vínculo fortalecido”.
2. Que el instrumento Tesis SP tiene también como propósito que los tesistas se vean incentivados a incorporarse al sector productivo.
3. Que un tercer propósito del instrumento Tesis SP es que las entidades patrocinantes de los proyectos (empresas y centros tecnológicos) reciban algún beneficio de los resultados del proyecto en el mediano y largo plazo. Este propósito es más bien vago en las bases de concurso pues se valora que los proyectos tengan relevancia para la entidad del sector productivo en la cual se inserta el tesista y se señala que la postulación debe presentar una carta de compromiso de la endidad patrocinante en que se compromete a la eventual implementación de los resultados obtenidos.
4. Que los fines a los que busca contribuir el instrumento Tesis SP son: (i) la alineación entre las expectativas e intereses de la academia y el sector productivo (como efecto indirecto del fortalecimiento de los vínculos entre programas de doctorado y entidades del sector productivo); (ii) el estímulo a las entidades productivas para que emprendan procesos de I+D+i (como efecto indirecto de los beneficios obtenidos de los resultados de las tesis en áreas relevantes para las entidades patrocinantes), y (iii) potenciar el desarrollo científico de los estudiantes de doctorado (como efecto indirecto del desarrollo de tesis de doctorado en el sector productivo).

**Figura 2. Teoría de cambio del PAI-Tesis de doctorado en el Sector Productivo**



Fuente: Elaboración propia a partir de bases técnicas de concurso del programa.

# COBERTURA DE LOS PROGRAMAS DE INSERCIÓN DE INVESTIGADORES EN LA INDUSTRIA

## Productos del programa PAI-ISP, de CONICYT

El instrumento de “Inserción de Capital Humano Avanzado en el Sector Productivo” de CONICYT (PAI-ISP) opera en modalidad de concurso por convocatoria abierta. El número de convocatorias anuales es variable, registrándose al menos 2 convocatorias por año desde 2010.

Entre 2009 y 2013, el programa realizó 13 convocatorias y recibió un total de 107 postulaciones. Al analizar estas postulaciones, resalta la alta variabilidad del número de proyectos postulados. En este sentido, destaca el alto número de postulaciones en el año 2012, que representa 33,7% del total del periodo, lo que se explica pues ese año se realizaron 5 convocatorias.

**Cuadro 7. Proyectos postulados y número de convocatorias de PAI-ISP según año**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Año | **Total postulados** | **Porcentaje**  **postulaciones** | **Número de convocatorias** |
| 2009 | 14 | 13,1% | 1 |
| 2010 | 23 | 21,5% | 2 |
| 2011 | 13 | 12,2% | 2 |
| 2012 | 36 | 33,7% | 5 |
| 2013 | 21 | 19,5% | 3 |
| Total | 107 | 100% | 13 |

Por otro lado, cuando observamos la composición agregada de las postulaciones según el área de conocimiento (de acuerdo a la clasificación OCDE), “Ciencias naturales” e “Ingeniería y tecnología” concentran casi dos tercios del total de postulaciones, con 36,4% y 34,6% respectivamente, mientras que “Ciencias sociales” es el área en la cual se ubica la menor cantidad de proyectos postulados (3,7%).[[14]](#footnote-14)

**Cuadro 8. Proyectos postulados PAI-ISP según área del conocimiento**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Área del conocimiento | Total postulados | Porcentaje postulados |
| Ciencias agrícolas | 20 | 18,7% |
| Ciencias médicas y de la salud | 7 | 6,5% |
| Ciencias naturales | 39 | 36,4% |
| Ciencias sociales | 4 | 3,7% |
| Ingeniería y tecnología | 37 | 34,6% |
| **Total** | **107** | **100%** |

En relación a la variable geográfica, la Región Metropolitana concentra la mayor cantidad de postulaciones (proyectos ejecutados en la región) en relación al resto de las regiones (61 postulaciones, equivalente al 57%). Las otras regiones que presentan mayor número de proyectos postulados son la Región de los Lagos (13,1%), la Región del Biobío (11,2%) y la Región de Valparaíso (7,5%). Las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Atacama, Los Ríos, Aysén y Magallanes, por su parte, no cuentan con postulaciones que se ejecuten en su región.

El tipo de entidad que postula mayoritariamente al programa corresponde a empresas, representando un 73,8% de los proyectos entre 2009 y 2013 (79 proyectos), versus un 26,2% (28 proyectos) que fueron postulados por centros tecnológicos. Esta distribución no varía según sexo, pues se observa que tanto hombres como mujeres concentran sus postulaciones en las empresas.

Las empresas que han postulado al PAI-ISP provienen de diversos sectores productivos. De acuerdo con el registro del Servicio de Impuestos Internos, las categorías de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de actividades económicas (CIIU4.CL) que concentran la mayor cantidad de empresas postulantes son las siguientes:

* Servicios integrales de informática (7260): 8 postulaciones (7,5%).
* Investigaciones y desarrollo experimental en el campo de las ciencias naturales y la ingeniería (7310): 7 postulaciones (6,5%).
* Actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de asesoramiento técnico (7421): 6 postulaciones (5,6%).
* Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos (2423): 6 postulaciones (5,6%).

Las categorías antes mencionadas concentran 25,2% de las postulaciones. Cabe señalar que no se cuenta con información sobre CIIU4.CL para 16 empresas postulantes al PAI-ISP.

Respecto de la variable sexo de los investigadores que participan en proyectos postulados, se observa que en general para todos los años existe una mayor propoción de postulaciones lideradas por hombres. No obstante, la participación de mujeres en proyectos postulados se ha incrementado en el tiempo (aunque con un fuerte retroceso en 2012), alcanzando un 26,8% en el periodo analizado. Este incremento es consistente con lo observado en otros programas de apoyo a la investigación de CONICYT (CONICYT 2015b).

**Cuadro 9. Participación de mujeres en proyectos postulados a PAI-ISP según año**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Año | **Número Mujeres** | **Total investigadores** | **Porcentaje Mujeres** |
| 2009 | 3 | 14 | 21,4% |
| 2010 | 6 | 25 | 24,0% |
| 2011 | 7 | 15 | 46,7% |
| 2012 | 6 | 36 | 16,7% |
| 2013 | 8 | 22 | 36,4% |
| Total | 30 | 112 | 26,8% |

Como se observa en el cuadro anterior, en los 107 proyectos postulados al PAI-ISP entre 2011 y 2013 han participado en total 112 investigadores, 30 mujeres y 82 hombres.

Esta diferencia se reitera al observar la composición por sexo de las postulaciones para todas las áreas del conocimiento. Este dato también es consistente con las brechas de género existentes según área de conocimiento en el ámbito científico, que se observan desde el ingreso a la educación superior y que se explican fundamentalmente por razones culturales (CONICYT, op.cit.). Al respecto, las postulaciones de mujeres al PAI-ISP se concentran en mayor medida en el área de “Ingeniería y tecnología” (43%) y “Ciencias Naturales” (36,7%).

### proyectos adjudicados por PAI-ISP

Entre 2009 y 2013, el PAI-ISP adjudicó 68 proyectos, que equivale al 63,5% de los proyectos postulados en el periodo. La revisión por año nos muestra que el mayor porcentaje de éxito en las postulaciones fue el 2013 (85,7%), mientras que la tasa más baja de adjudicación fue de 55,6% en 2012.

**Cuadro 10. Proyectos postulados y adjudicados por PAI-ISP según año**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Año | Total postulados | Total adjudicados | Porcentaje  adjudicados |
| 2009 | 14 | 9 | 64,3% |
| 2010 | 23 | 13 | 56,5% |
| 2011 | 13 | 8 | 61,5% |
| 2012 | 36 | 20 | 55,6% |
| 2013 | 21 | 18 | 85,7% |
| **Total** | **107** | **68** | **63,5%** |

Al observar la composición de los proyectos adjudicados según área del conocimiento, el área que lidera es la de las “Ciencias naturales” con 42,6%, seguida de “Ingeniería y tecnología” con 35,3%. A su vez, las áreas con menor participación son las “Ciencias sociales” y las “Ciencias médicas y de la salud”, cada una con 2,9% del total.

**Cuadro 11. Proyectos adjudicados PAI-ISP según área del conocimiento**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Área del conocimiento | Total adjudicados | Porcentaje adjudicados |
| Ciencias agrícolas | 11 | 16,2% |
| Ciencias medicas y de salud | 2 | 2,9% |
| Ciencias naturales | 29 | 42,6% |
| Ciencias sociales | 2 | 2,9% |
| Ingeniería y tecnología | 24 | 35,3% |
| **Total** | **68** | **100%** |

Al igual que la distribución de proyectos postulados, un porcentaje mayoritario de los proyectos adjudicados se ejecutaron en la Región Metropolitana (58,9%) y fueron postulados por empresas (88,2%).

Entre 2009 y 2013, el programa atendió a 50 beneficiarios únicos en 68 proyectos, 40 empresas y 10 centros tecnológicos. Las siguientes entidades recibieron el subsidio en más de una ocasión:

* DICTUC S.A (4 proyectos)
* CIPA (3 proyectos)
* Global Works (ORAND) (3 proyectos)
* SIRVE S.A. (3 proyectos)
* Agriquem America (2 proyectos)
* Andes Biotechnologies (2 proyectos)
* Aquainnovo (2 proyectos)
* AVS (3 proyectos)
* Fundación Chile (2 proyectos)
* Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A. (2 proyectos)
* Laboratorio Centrovet (2 proyectos)
* Navigo Mining (2 proyectos)

De acuerdo con su tamaño, las empresas beneficiarias del PAI-ISP se distribuyen como sigue:

**Cuadro 12. Empresas beneficiarias del PAI-ISP 2009-2013, según tamaño (tramo de ventas)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tamaño | n | % |
| Sin ventas | 2 | 5,0% |
| Micro | 6 | 15,0% |
| Pequeña | 12 | 30,0% |
| Mediana | 9 | 22,5% |
| Grande | 9 | 22,5% |
| s / información | 2 | 5,0% |
| **Total** | **40** | **100%** |

Las empresas beneficiarias del PAI-ISP provienen de diversos sectores productivos, pero 41,1% se concentra en las siguientes categorías del CIIU4.CL:

* Servicios integrales de informática (7260): 6 beneficiarios (8,8%).
* Investigaciones y desarrollo experimental en el campo de las ciencias naturales y la ingeniería (7310): 6 beneficiarios (8,8%).
* Actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de asesoramiento técnico (7421): 6 beneficiarios (8,8%).
* Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos (2423): 5 beneficiarios (7,4%).
* Venta al por mayor de otros productos (5190): 5 beneficiarios (7,4%).

Respecto a lo anterior, cabe destacar la alta tasa de adjudicación de las categorías “Actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de asesoramiento técnico” y “Venta al por mayor de otros productos“ (ambas con 100% de adjudicación). Les siguen “Investigaciones y desarrollo experimental en el campo de las ciencias naturales y la ingeniería (85,7%), “Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos” (83%) y “Servicios integrales de informática” (75%).

El total de investigadores participantes en proyectos adjudicados por el PAI-ISP entre 2009 y 2013 fue 72, de los cuales 19 son mujeres (23,4%).

**Cuadro 13. Participación de mujeres en proyectos adjudicados por PAI-ISP según año**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Año | **Número Mujeres** | **Total investigadores** | **Porcentaje Mujeres** |
| 2009 | 3 | 9 | 33,3% |
| 2010 | 3 | 14 | 21,4% |
| 2011 | 4 | 10 | 40,0% |
| 2012 | 2 | 20 | 10,0% |
| 2013 | 7 | 19 | 36,8% |
| Total | 19 | 72 | 23,4% |

Es relevante observar que la tasa de adjudicación en hombres y mujeres es muy similar: 64,6% para hombres y 63,3% para mujeres. No obstante, existe una importante “brecha de género” [[15]](#footnote-15) en el total de postulaciones y adjudicaciones al PAI-ISP.

**Cuadro 14. Investigadores postulantes a PAI-ISP según estado y sexo del investigador**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estado de adjudicación |  | Hombre | Mujer | Total | Brecha M-H |
| Total postulados | n | 82 | 30 | 112 |  |
| % | 73,2% | 26,8% | 100% | -46,4% |
| Total adjudicados | n | 53 | 19 | 72 |  |
|  | % | 73,6% | 26,4% | 100% | -47,2% |
| **Tasa de adjudicación** | **%** | **64,6%** | **63,3%** | **64,3%** | **-1,3%** |

Por otra parte, a diferencia del registro de postulantes, en el registro de proyectos adjudicados de las bases administrativas del programa se cuenta con información relativa a la universidad en la que el investigador realizó sus estudios de postgrado. Las cifras constatan que los investigadores que obtuvieron el doctorado en universidades chilenas representan el 63,1% del total, mientras que los investigadores que obtuvieron su doctorado en universidades extranjeras representan un 36,9%.

### postulantes y beneficiarios de PAI-ISP

En base a las categorías antes descritas, se construyó un modelo de clasificación de las postulaciones al programa a partir de un Análisis de Correspondencias Múltiples.[[16]](#footnote-16) Este tipo de técnica estadística se utiliza para analizar, desde un punto de vista gráfico, las relaciones de dependencia e independencia de un conjunto de variables categóricas a partir de los datos de una tabla de contingencia, lo que en este caso permite identificar qué categorías se ubican más cerca o se asocian más a la adjudicación o no adjudicación del programa.

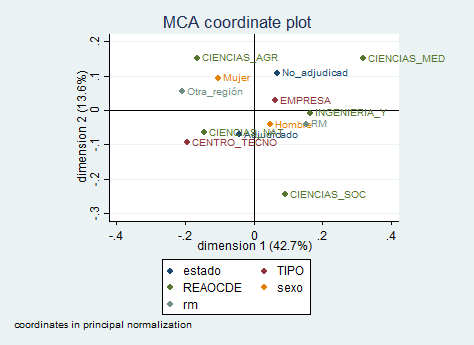
En el modelo se incluyeron las siguientes variables (categorizadas): estado de adjudicación, área del conocimiento, región, tipo de entidad postulante, sexo y número de investigadores. Como resultado, las categorías pudieron ser agrupadas en dos grandes dimensiones, las cuales explican el 53,69% de la varianza total, tal y como se expone en el siguiente cuadro:

**Cuadro 15. Resultados modelo de clasificación PAI-ISP**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Dimensión | Inercia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
| dim 1 | 0,0154857 | 43,4% | 43,4% |
| dim 2 | 0,0036718 | 10,3% | 53,7% |
| dim 3 | 0,0020995 | 5,9% | 59,6% |
| dim 4 | 0,0004679 | 1,3% | 60,9% |
| **Total** | **0,0380546** | **100%** |  |

El siguiente gráfico muestra la distancia de cada categoría para cada variable, en un mapa compuesto por las dos grandes dimensiones identificadas.

**Gráfico 1. Mapa de categorías modelo de clasificación postulantes PAI-ISP**



Si bien la naturaleza del modelo estadístico no nos permite establecer hipótesis sobre la correlación entre una variable y otra, sí es posible interpretar el caso de los datos revisados. En este sentido, uno de los resultados relevantes de este análisis es que podemos indentificar dos grande grupos de variables asociadas. El primero de ellos, que identificaremos como los “proyectos adjudicados”, se asocian a las variables de Región Metropolitana, al sexo masculino del investigador y a las áreas del conocimiento de las ciencias naturales e ingeniería y tecnología.

Por otra parte, y siguiendo la misma lógica, los proyectos “no adjudicados” estarían asociados a investigadoras mujeres, provenientes de “otras regiones” y de las áreas de las ciencias agrícolas y ciencias médicas. Es importante considerar que estas caracteristicas no definen necesariamente el éxito o fracaso en una postulación a este programa, sino que dan cuenta de cómo se organizan estas variables en esta muestra. Sin embargo, llama la atención la forma en que se agrupan según sexo y área del conocimiento, lo que indica aspectos a explorar en los análisis posteriores.

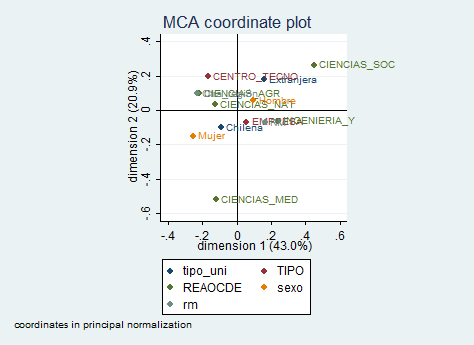
Por último, llama la atención en este modelo la asociación que existe entre la adjudicacióny el tipo de establecimiento, donde la primera variable se asocia a los “centros tecnológicos”, lo que resulta contradictorio frente al análisis descriptivo. Ahora bien, es necesario considerar que a diferencia de la estadística descriptiva, este tipo de modelos considera la variación conjunta de todas las categorías, lo que podría implicar que los “centros tecnológicos**”** pueden estar más cercanos a la adjudicación bajo determinadas condiciones, como por ejemplo, aquellos que pertenecen al área del conocimiento de las ciencias naturales, tal como puede apreciarse en el Gráfico 1.

Finalmente, se replicó el modelo estadístico mutivariable para efectos de observar si existen diferencias de perfil en la población beneficiaria. El cuadro siguiente muestra que el 63,9% de la varianza total entre categorías puede ser agrupada en dos dimensiones, donde la primera explica un 43,0% y la segunda un 20,9%.

**Cuadro 16. Proyectos adjudicados según origen de la universidad**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Dimensión | Inercia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
| dim 1 | 0,037042 | 59,1% | 59,1% |
| dim 2 | 0,0041285 | 6,6% | 65,7% |
| dim 3 | 0,0008069 | 1,3% | 67,0% |
| dim 4 | 5,48E-33 | 0% | 67,0% |
| **Total** | **0,0380546** | **100%** |  |

**Gráfico 2. Mapa de categorías modelo de clasificación adjudicatarios PAI-ISP**



Al observar el gráfico de distancias entre categorías, se pueden identificar a lo menos dos grupos. El primero corresponde a investigadores de sexo masculino, vinculados a universidades extranjeras, donde el beneficiario es un centro tecnológico, y cuyas áreas de conocimiento más cercanas son las Ciencias agronómicas y las Ciencias naturales.

Por otro lado, tenemos un segundo grupo de categorías relacionado con investigadores de sexo femenino, adscritas a universidades chilenas, donde el tipo de beneficiario es la empresa y donde el área de conocimiento más cercana es las Ingeniería y la tecnología. Esta información permite interpretar que este perfil de mujeres tuvo mayores posibilidades de éxito en las postulaciones del programa.

## Productos del PROGRAMA PAI-Tesis, DE conicYT

El instrumento de “Tesis de Doctorado en el Sector Productivo” de CONICYT (PAI-Tesis) opera en modalidad de concurso por convocatoria abierta. Entre 2011 (año de inicio del programa a nivel nacional) y 2013 se realizaron 5 convocatorias, 1 en 2011 y 2 por año en 2012 y 2013. Durante el periodo analizado se recibieron en total 52 postulaciones.

El análisis del perfil de los proyectos postulantes para este programa difiere del PAI-ISP, dado que su cobertura es notoriamente menor, lo cual dificulta la desagregación.

Cuando observamos las postulaciones a través del tiempo, en 2013 se evidencia un aumento cercano al 10% respecto de los años anteriores.

**Cuadro 17. Proyectos postulados y número de convocatorias de PAI-Tesis según año**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Año | Total postulados | Porcentaje postulaciones | Número de convocatorias |
| 2011 | 16 | 30,8% | 1 |
| 2012 | 15 | 28,8% | 2 |
| 2013 | 21 | 40,4% | 2 |
| **Total** | **52** | **100%** | **5** |

De acuerdo al análisis regional, se observa que 50% de las postulaciones se concentra en la Región Metropolitana, seguida por la Región de la Araucanía (13,5%) y Región del Biobío (9,6%).

Respecto a las universidades de los programas de doctorado postulantes, se visualiza una mayor proporción de universidades chilenas y tradicionales, particularmente la Pontificia Universidad Católica de Chile (38,5% del total), seguida por la Universidad de La Frontera (17,3%), Universidad de Concepción (13,5%) y Universidad de Chile (11,5%). Sólo una universidad extranjera postuló al programa en el periodo analizado.

**Cuadro 18. Postulaciones PAI-Tesis, según universidad del programa de doctorado**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Institución beneficiaria | n | Porcentaje |
| IEDE-Universidad de Lleida | 1 | 1,9% |
| Pontificia Universidad Católica de Chile | 20 | 38, 5% |
| Pontificia Universidad Católica de Valparaíso | 1 | 1,9% |
| Universidad Austral de Chile | 1 | 1,9% |
| Universidad de Antofagasta | 4 | 7,7% |
| Universidad de Chile | 6 | 11,5% |
| Universidad de Concepción | 7 | 13,5% |
| Universidad de La Frontera | 9 | 17,3% |
| Universidad De Talca | 1 | 1,9% |
| Universidad Nacional Andrés Bello | 2 | 3,8% |
| **Total** | **52** | **100,0%** |

Por otro lado, al observar la composición de las postulaciones según el área del conocimiento, la mayoría de las postulaciones se concentran en las áreas de las Ciencias agrícolas (40,4%), Ciencias Naturales (30,8%) e Ingeniería y tecnología (25%), mientras que las Ciencias médicas y de la salud y las Ciencias sociales son las que registran la menor cantidad de postulaciones (1,9% cada una).

**Cuadro 19. Proyectos postulados PAI-Tesis según área del conocimiento**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Área del conocimiento | Total postulados | Porcentaje postulados |
| Ciencias agrícolas | 21 | 40,4% |
| Ciencias médicas y de salud | 1 | 1,9% |
| Ciencias naturales | 16 | 30,8% |
| Ciencias sociales | 1 | 1,9% |
| Ingeniería y tecnología | 13 | 25,0% |
| **Total** | **52** | **100%** |

En cuanto al CIIU de las empresas postulantes, las únicas categorías que destacan con más de 4 postulaciones son “Cultivo de cereales y otros cultivos n.c.p.” y “Actividades de servicios agrícolas y ganaderos, excepto las actividades veterinarias” (5 postulaciones cada una). Entre ambas suman 19,2% del total.

Por último, el análisis por sexo de los tesistas postulantes a la línea de Tesis de Doctorado en el Sector Productivo muestra diferencias considerables respecto de las postulaciones al PAI-ISP, acortándose las brechas de género.

**Cuadro 20. Participación de mujeres en proyectos postulados al PAI-ISP según año**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Año | **Número Mujeres** | **Total investigadores** | **Porcentaje Mujeres** |
| 2011 | 9 | 16 | 56,3% |
| 2012 | 9 | 15 | 60,0% |
| 2013 | 8 | 21 | 38,1% |
| Total | 26 | 52 | 50,0% |

El análisis de género por área del conocimento nos muestra un resultado similar. En general, no se presentan brechas significativas en las postulaciones de mujeres y hombres, a excepción de las ciencias naturales, donde se observa que un 17% mujeres postularon en mayor medida que los hombres en esta área.

### proyectos adjudicados por PAI-Tesis

Entre 2011 y 2013, el PAI-Tesis adjudicó 40 proyectos, equivalente a 76,9% de los proyectos postulados durante el periodo. Esto muestra una situación similar a PAI-ISP, con cifras altas de adjudicación.

Asimismo, al observar el siguiente cuadro es posible dar cuenta de que la cantidad de proyectos adjudicados ha aumentado desde el inicio del programa, pero se registra un descenso importante en 2012.

**Cuadro 21. Proyectos postulados y adjudicadors por PAI-Tesis según año**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Año | Total postulados | Total adjudicados | Porcentaje adjudicados |
| 2011 | 16 | 14 | 87,5% |
| 2012 | 15 | 9 | 60,0% |
| 2013 | 21 | 17 | 81,0% |
| **Total** | **52** | **40** | **76,9%** |

En relación al área del conocimiento, la mayoría de las adjudicaciones se concentran en Ciencias agrícolas (35%), seguido de Ingeniería y tecnología (32,5%) y Ciencias naturales (30%). Por su parte, no hay proyectos adjudicados en el área de Ciencias sociales.

**Cuadro 22. Proyectos PAI-Tesis adjudicados según área del conocimiento**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Área del conocimiento | Total adjudicados | Porcentaje adjudicados |
| Ciencias agrícolas | 14 | 35,0% |
| Ciencias medicas y de salud | 1 | 2,5% |
| Ciencias naturales | 12 | 30,0% |
| Ciencias sociales | 0 | 0,0% |
| Ingeniería y tecnología | 13 | 32,5% |
| **Total** | **40** | **100%** |

Al analizar las adjudicaciones según región, se constata que la mayoría de las adjudicaciones fue de proyectos ejecutados en la Región Metropolitana (45%), seguido de proyectos ejecutados en la Región de la Araucanía (17,5%) y del Biobío (12,5%).

En relación a los beneficiarios del programa, más de un tercio de las adjudicaciones pertenecen a la Pontificia Universidad Católica de Chile (37,5%), seguida de la Universidad de la Frontera (20%) y la Universidad de Concepción (17,5%).

**Cuadro 23. Proyectos PAI-Tesis adjudicados según universidad del programa de doctorado**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Institución Beneficiaria | n | Porcentaje |
| Pontificia Universidad Católica | 15 | 37, 5% |
| Pontificia Universidad Católica de Valparaíso | 1 | 2,5% |
| Universidad Austral de Chile | 1 | 2,5% |
| Universidad de Antofagasta | 3 | 7,5% |
| Universidad de Chile | 4 | 10,0% |
| Universidad de Concepción | 7 | 17,5% |
| Universidad de la Frontera | 8 | 20,0% |
| Universidad Nacional Andrés Bello | 1 | 2,5% |
| **Total** | **40** | **100%** |

Entre 2011 y 2013, el programa adjudicó 40 proyectos de inserción patrocinados por 34 entidades únicas del sector productivo: 31 empresas (77,5%) y 3 centros tecnológicos (7,5%). Las siguientes entidades han patrocinado más de un proyecto adjudicado:

* Desert Bioenergy (5 tesis)
* Anasac Chile (2 tesis)
* Semillas Baer (2 tesis)

La mayoría de las empresas son grandes (35,5%), seguidas por empresas medianas y pequeñas (19,4% cada una).

**Cuadro 24. Empresas beneficiarias del PAI-Tesis 2011-2013, según tamaño (tramo de ventas)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tamaño | n | % |
| Sin ventas | 0 | 0,0% |
| Micro | 3 | 9,7% |
| Pequeña | 6 | 19,4% |
| Mediana | 6 | 19,4% |
| Grande | 11 | 35,5% |
| s / información | 5 | 16,1% |
| **Total** | **31** | **100%** |

22,5% de estas empresas se concentran en las categorías de “Cultivo de cereales y otros cultivos n.c.p.” y “Actividades de servicios agrícolas y ganaderos, excepto las actividades veterinarias”, las que tienen 100% y 80% de adjudicación, respectivamente.

Por último, cuando observamos el comportamiento de las adjudicaciones según sexo de los tesistas, se encuentran diferencias poco significativas (52,5% de hombres versus 47,5% de mujeres).

**Cuadro 25. Tesistas postulantes a PAI-Tesis, según estado y sexo del tesista**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estado de adjudicación |  | Hombre | Mujer | Total | Brecha M-H |
| Total postulados | n | 26 | 26 | 52 |  |
| % | 50,0% | 50,0% | 100% | 0% |
| Total adjudicados | n | 21 | 19 | 40 |  |
|  | % | 52,5% | 47,5% | 76,9% | -9,5% |

### postulantes y beneficiarios de PAI-Tesis

En cuanto a la aplicación del modelo multivariable, desarrollado en el capítulo anterior, se excluyó la variable “beneficiario”, dado que no es posible segmentarla de manera tal que sea posible tener dos o más categorías que sean lo suficientemente robustas como para dotar de coherencia interna a la solución de modelo. En efecto, se trata sólo de universidades y la gran mayoría tradicionales (sólo una extranjera y una privada no tradicional).

Los resultados del modelo dan cuenta de un conjunto general de información más reducido que en el caso del PAI-ISP, en el sentido de que el máximo de dimensiones contempladas son tres. No obstante, siguen siendo dos las dimensiones que explican más de la mitad del total de la varianza entre las categorías (58,55%).

**Cuadro 26. Resultados modelo de clasificación Postulaciones PAI-Tesis**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Dimensión | Inercia | Porcentaje acumulado |
| dim 1 | 0,022344 | 36,5% |
| dim 2 | 0,0134621 | 22,0% |
| dim 3 | 0,0048576 | 7,9% |
| **Total** | **0,0611528** | **100%** |

Al observar el Gráfico 3, podemos interpretar que existe una asociación entre los tesistas que se adjudicaron el beneficio y que provienen de las áreas del conocimiento de la Ingenieria y la teconología y las Ciencias agronómicas, pertenecientes a universidades regionales. Asimismo, al igual que en el análisis descriptivo, en el gráfico no se observan “distancias” significativas entre los investigadores debido al sexo.

**Gráfico 3 – Mapa de categorías modelo de clasificación postulantes PAI-Tesis**



A diferencia del análisis de la línea PAI-ISP, en este caso no es posible construir un grupo de categorías cercanas a la “no adjudicación”, lo cual puede ser expresión de la alta tasa de adjudicación del instrumento PAI-Tesis. Por último, al aplicar el modelo de clasificación solamente sobre la población beneficiaria, se observa que dos dimensiones explican el 71,5% del total de la varianza entre categorías (46,3% para la primera dimensión, y un 25,2% para la segunda).

**Cuadro 27. Resultados modelo de clasificación Postulaciones PAI-Tesis**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Dimensión | Inercia | Porcentaje | Porcentaje Acumulado |
| dim 1 | 0,0216626 | 46,3% | 46,3% |
| dim 2 | 0,0117977 | 25,2% | 71,5% |
| dim 3 | 0 | 0% | 71,5% |
| dim 4 | 0 | 0% | 71,5% |
| **Total** | **0,0468014** | **100%** |  |

El análisis de correspondencias múltiples aplicado a la pobación beneficiara, tal como se oberva en el Gráfico 4, nos muestra que no existen grupos de categorías identificables de manera clara. Efectivamente, no es posible visualizar distancias entre las categorías que en los otros modelos fueron determinantes (sexo, región). Dado el tamaño de la muestra, no es posible establecer hipótesis al respecto.

**Gráfico 4. Mapa de categorías modelo de clasificación adjudicaciones PAI-Tesis**



## Productos del Programa CHI, DE CORFO

El Programa de “Capital Humano para la Innovación” (CHI), de Corfo, opera bajo modalidad de concurso por convocatoria abierta. En este estudio se analizaron las dos primeras convocatorios, de 2014 y 2015, en las que postularon 100 proyectos que fueron presentados al comité de selección de Corfo.

En 2014 se recibieron 51 postulaciones, mientras en 2015 se presentaron 49. Las bases administrativas del programa no registran el área del conocimento de los proyectos, y para 2015 tampoco registran la región de ejecución.

En 2014, 31,4% de los proyectos postulados de concentró en la Región Metropolitana, seguida por 17,6% en la Región del Biobío y 13,7% en la de Valparaíso. Ese año no se registraron proyectos de ejecución en las regiones de Arica y Parinacota, La Araucanía, Los Lagos y Magallanes.

Todas las entidades postulantes corresponden a empresas. De éstas, 21% se concentra en dos categorías del CIIU4.CL: “Actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de asesoramiento técnico” (código 7421), con 14 postulaciones (14%), y “Venta al por menor de otros productos en almacenes especializados” (código 5239), con 7 postulaciones (7%). 9% no cuenta con información.

Por ultimo, las bases administrativas entregadas para esta evaluación contaban con información (nombre y/o sexo) solo para 93 de los 100 profesionales participantes en proyectos postulados (los 7 datos faltantes corresponden a la convocatoria de 2014). De éstos, 26 (28%) son mujeres y 67 (72%) son hombres.

**Cuadro 28. Participación de mujeres en proyectos postulados a Corfo CHI según año**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | **Número Mujeres** | **Total con datos** | **Porcentaje Mujeres** | **Datos perdidos** |
| 2014 | 14 | 45 | 31,1% | 7 |
| 2015 | 12 | 48 | 25,0% | 0 |
| Total | 26 | 93 | 28,0% | 7 |

Respecto al grado académico de los beneficiarios, las mismas 7 observaciones tampoco cuentan con información. En las 93 restantes, éstos se distribuyen como sigue:

**Cuadro 29. Beneficiarios en proyectos postulados a Corfo CHI según año y grado académico**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | **Total Técnicos** | **Total profesionales/ licenciados** | **Total Magíster** | **Total Doctor** | **Total c/ datos** | **Porcentaje Doctores** | **Datos perdidos** |
| 2014 | 1 | 37 | 6 | 1 | 45 | 2,2% | 7 |
| 2015 | 0 | 22 | 20 | 6 | 48 | 12,5% | 0 |
| Total | 1 | 59 | 26 | 7 | 93 | 7,5% | 7 |

Como se observa en el cuadro anterior, la mayoría de los participantes en proyectos postulados al CHI de Corfo son profesionales o licenciados (63,4%), seguidos por profesionales con estudios de magíster (28%). Los doctores representan únicamente 7,5% de los postulantes.

### proyectos adjudicados por CHI

En el periodo analizado, el programa Capital Humano para la Innovación (CHI) de Corfo adjudicó 43 proyectos, 23 en 2014 y 20 en 2015. La tasa de adjudicación fue de 45,1% en 2014 (23 de 51 proyectos) y de 40,8% en 2015 (20 de 49).

No se cuenta con información del área del conocimiento de los proyectos y en las bases adminstrativas entregadas por Corfo sólo se registra la región de ejecución de los proyectos de 2014. De éstos, 15,7% se concentra en la Región Metropolitana, seguida por la Región de Valparaíso (7,8%). Las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama, O’Higgins, Maule, Biobío y Aysén cuentan con 2 o menos proyectos adjudicados. Las demás regiones no registran proyectos adjudicados en 2014.

La categoría CIIU4.CL de empresas que concentra mayor cantidad de proyectos adjudicados es “Actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de asesoramiento técnico” (código 7421), con 7 proyectos (16,3% del total; tasa de adjudicación de 50%). A esta categoría pertenece la única empresa que se ha adjudicado más de 1 proyecto en el programa CHI de Corfo: Momenta S.A. (dos proyectos adjudicados en dos convocatorias distintas).

La distribución de las empresas beneficiarias del programa según su tamaño es la siguiente:

**Cuadro 30. Empresas beneficiarias de Corfo CHI 2014-2015, según tamaño (tramo de ventas)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tamaño | n | % |
| Sin ventas | 0 | 0,0% |
| Micro | 5 | 11,9% |
| Pequeña | 30 | 71,4% |
| Mediana | 4 | 9,5% |
| Grande | 1 | 2,4% |
| s / información | 2 | 4,8% |
| **Total** | **43** | **100%** |

Por otra parte, el total de personas participantes en proyectos adjudicados entre 2014 y 2015 fue de 43, de los cuales 8 son mujeres (18,6%).

**Cuadro 31. Participación de mujeres en proyectos adjudicados por Corfo CHI según año**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Año | **Número Mujeres** | **Total beneficiarios** | **Porcentaje Mujeres** |
| 2014 | 6 | 23 | 26,1% |
| 2015 | 2 | 20 | 10,0% |
| Total | 8 | 43 | 18,6% |

Es relevante señalar que existe una diferencia importante en la tasa de adjudicación entre hombres y mujeres: 52,2% para hombres y 30,8% para mujeres. Asimismo, existe una alta brecha de género en el total de postulaciones y adjudicaciones al programa Capital Humano para la Innovación de Corfo.

**Cuadro 32. Investigadores postulantes a Corfo CHI según estado y sexo del investigador**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estado de adjudicación |  | Hombre | Mujer | Total | Brecha M-H |
| Total postulados | n | 67 | 26 | 93\* |  |
| % | 72% | 28% | 100% | -44% |
| Total adjudicados | n | 35 | 8 | 43 |  |
|  | % | 81,4% | 18,6% | 100% | -62,8% |
| **Tasa de adjudicación** | **%** | **52,2%** | **30,8%** | **46,2%** | **-21,4%** |

\*7 observaciones con datos perdidos.

Por ultimo, la distribución de los beneficiarios según grado académico muestra que la mayoría son profesionales sin estudios de postgrado (58,1%), seguidos por profesionles con magíster (27,9%). 14% tenía grado de doctor, los que se concentran en proyectos adjudicados en 2015.

**Cuadro 33. Beneficiarios en proyectos adjudicados a Corfo CHI según año y grado académico**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | **Total profesionales** | **Total Magíster** | **Total Doctor** | **Total beneficiarios** | **Porcentaje Doctores** |
| 2014 | 16 | 6 | 1 | 23 | 4,3% |
| 2015 | 9 | 6 | 5 | 20 | 25,0% |
| Total | 25 | 12 | 6 | 43 | 14% |

## Análisis de cobertura y focalización

En esta sección se analiza la cobertura y focalización de la línea Sector Productivo del Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado, de CONICYT, y del Programa de Capital Humano para la Innovación, de Corfo.

### Empresas y centros tecnológicos

Existen serias dificultades para dimensionar el tamaño de la población objetivo de empresas y centros tecnológicos a los que se orientan los programas de CONICYT y Corfo.

En primer lugar, estas categorías no son necesariamente excluyentes pues, en el caso de empresas, se trata de una categoría definida por criterios jurídico-administrativos (la forma legal de la persona jurídica), mientras en el caso de centros tecnológicos, se trata de una categoría definida por la función que desempeña la organización. Por lo tanto, una entidad que desempeña funciones propias de un centro tecnológico podría constituirse legalmente como empresa, lo que ocurre, por ejemplo, con algunas filiales que son propiedad de universidades (oficinas de transferencia tecnológica constituidas como empresas), consorcios de investigación tecnológica de propiedad de agrupaciones gremiales y centros de investigación internacionales constituidos en Chile como empresas. Esta dificultad se traduce además en que en las bases administrativas de los programas algunas entidades aparecen unas veces como empresas y otras como centros tecnológicos (por ejemplo, Dictuc, AVS Chile, Fraunhofer).

En segundo lugar, en Chile no existe un registro de centros tecnológicos ni tampoco hay un criterio claro de diferenciación entre estas entidades y otros tipos de centros de investigación.

Para dimensionar de manera aproximada a las empresas-objetivo de los programas de inserción de investigadores en la industria en Chile, se propone utilizar los resultados de las encuestas de Innovación en Empresas y de Gasto y Personal en I+D. Sin embargo, no es posible dimensionar el universo de centros tecnológicos, dadas las condiciones antes señaladas.

##### PAI, de CONICYT

El instrumento PAI-ISP de CONICYT tiene como población objetivo a *“instituciones que desarrollan ciencia y tecnología”* (Bases de concurso 2011), las que corresponden a empresas y centros tecnológicos del sector productivo que realizan actividades de I+D. El programa no declara tener focalización en áreas prioritarias del conocimiento ni de la industria.

De acuerdo con el análisis de las bases administrativas del programa, el PAI-ISP adjudicó 68 proyectos entre 2009 y 2013, en los que participaron 50 instituciones únicas (40 empresas y 10 centros tecnológicos). Al segmentar a las empresas beneficiarias del PAI-ISP según su tamaño, se observa que el programa ha beneficiado empresas de todos los tamaños, aunque se ha concentrado en empresas pequeñas (30%), medianas (22,5%) y grandes (22,5%).

Como se explicó anteriormente, no es posible determinar con certeza el tamaño de la población objetivo del programa pues no existe un registro conocido y confiable de empresas que realizan actividades de I+D ni de centros tecnológicos. Por lo tanto, no es posible evaluar la cobertura del programa de manera precisa.

Para el caso de las empresas, es posible estimar el tamaño del universo de manera aproximada mediante los resultados de la Encuesta de Innovación en Empresas y la Encuesta de Gasto y Personal en I+D:

1. La Novena Encuesta de Innovación en Empresas (años de referencia 2013-2014) registra un universo de 163.418 empresas (excluyendo microempresas). Sin embargo, no toda la innovación reportada se basa en actividades de I+D. Una manera de aproximarse al número de empresas que realiza este tipo de actividades es considerar a quienes han realizado innovación tecnológica. Estas empresas corresponden al 11,4% del universo (Ministerio de Economía, 2016b), lo que equivale a un total de **18.629 empresas**.

**Cuadro 34. Empresas que realizan innovación tecnológica (2013-2014), según tamaño y tipo de innovación tecnológica**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tamaño | Producto | Proceso | Tasa inn. tecnológica |
| Pequeña | 4,6% | 6,5% | 9,7% |
| Mediana | 6,4% | 13,8% | 17,6% |
| Grande | 282 | 18,8% | 22,7% |
| **Total** | **5,1%** | **8,2%** | **11,4%** |

Fuente: 9ª Encuesta de Innovación en Empresas (Ministerio de Economía, 2016b).

Teniendo como referencia esta cifra, el total de empresas atendidas por el PAI-ISP entre 2009 y 2013 corresponde a **0,2%** del total de empresas que declararon haber realizado algún tipo de innovación tecnológica entre 2013 y 2014. Por lo tanto, se puede afirmar que la corbertura del programa en entidades del sector productivo es extremadamente baja.

1. La Quinta Encuesta Nacional sobre Gasto y Personal en Investigación y Desarrollo (año de referencia 2014) incluyó una muestra de 2.304 empresas, de las cuales **736** ejecuta I+D (32%) (Ministerio de Economía, 2016a).

**Cuadro 35. Empresas que realizan gasto en I+D (2014), según tipo de I+D**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tipo de I+D | n | % |
| SOLO I+D intramuros | 526 | 23% |
| SOLO I+D extramuros | 87 | 4% |
| I+D mixta (intramuros+extramuros) | 123 | 5% |
| **Total** | **736** | **32%** |

Fuente: 5ª Encuesta de Gasto y Personal en I+D, resultados desagregados (Ministerio de Economía, 2016a).

Si se considera sólo el número de empresas encuestadas que declaró haber ejecutado I+D, el total de empresas atendidas por el PAI-ISP entre 2009 y 2013 corresponde a **5,4%** de éstas.

##### CHI, de CORFO

El Programa de Inserción de Capital Humano para la Innovación de Corfo, por su parte, se focaliza explícitamente en empresas pequeñas y medianas. En los concursos del año 2014 y 2015 fueron beneficiarias 42 empresas únicas, mayoritariamente empresas pequeñas (71,4%). Esto equivale a **0,2%** del total de empresas que declararon haber realizado innovación tecnológica entre 2013 y 2014 y a **5,7%** de las empresas que declaró haber ejecutado gasto en I+D en 2014.

Al igual que el Programa de Inserción de Capital Humano en el Sector Poductivo de CONICYT, la cobertura del programa de Corfo es extremadamente baja. No obstante, en dos años alcanzó la misma cobertura que el PAI-ISP en cinco.

### Profesionales con grado de doctor

##### PAI, de CONICYT

Los beneficiarios indirectos del instrumento PAI-ISP son los profesionales con grado de doctor residentes en Chile, que obtuvieron dicho grado el año 2010 o posterior (la antigüedad depende de cada convocatoria).

Hasta 2011 el PAI-ISP aceptó investigadores que no tuvieran necesariamente grado de doctor, sin embargo, esto fue modificado en función de una focalización explícita en *“investigadores de excelencia con alta especialización en proyectos de I+D+i”* (Bases de concurso 2011).

De acuerdo con las bases de datos administrativos del programa ISP, en los proyectos adjudicados entre 2009 y 2013 participó un total de 72 investigadores.

En la Segunda Encuesta CDH (Trayectoria de profesionales con grado de doctor residentes en Chile) (Ministerio de Economía, 2016c), se estima que la cantidad de doctores residentes en Chile el año 2014 era de 10.592. Esta cifra no difiere significativamente de la estimación del stock de doctores realizada por Verde en 2013 (10.135), en un estudio donde además se estimó que los graduados entre 2006 y 2013 suman **3.853**, quienes constituyen gran parte de la población objetivo del programa en el periodo evaluado.

**Cuadro 36. Proyección de nuevos doctores, 2006-2013**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Universidades CRUCH** | **Universidades Privadas** | **Becarios extranjero** | **Total** |
| 2006 | 210 | 3 | 51 | 264 |
| 2007 | 211 | 3 | 63 | 277 |
| 2008 | 302 | 5 | 81 | 388 |
| 2009 | 389 | 6 | 96 | 491 |
| 2010 | 361 | 8 | 104 | 473 |
| 2011 | 413 | 20 | 121 | 554 |
| 2012 | 486 | 8 | 155 | 649 |
| 2013 | 494 | 10 | 253 | 757 |
| **Total** | **2866** | **63** | **924** | **3853** |

Fuente:Verde (2013), a partir de SIES, CONICYT y CDH.

La población de doctores recientes atendida por el PAI-ISP entre 2009 y 2013 equivale a 1,9**%** del total de doctores graduados entre 2006 y 2013. Como vemos, la cobertura del programa es muy baja respecto del total de profesionales con doctorado reciente que existe en el país.

El instrumento de PAI-Tesis en el Sector Productivo, por su parte, se focaliza en tesistas de programas de doctorado nacionales acreditados. Si bien no es posible dimensionar con certeza dicha población, se utiliza como *proxy* la proyección de nuevos doctores egresados de universidades del CRUCH, dado que en las universidades privadas la mayor parte de los programas no cuenta con acreditación (Verde, 2013).

Las bases administrativas del PAI-Tesis registran 40 proyectos adjudicados entre 2011[[17]](#footnote-17) y 2013, en los que participó un total de 40 tesistas. Los egresados de programas de doctorado de universidades del CRUCH entre 2011 y 2013 (considerar hasta 2015) suman **1.393**, por lo que el programa ha alcanzado una cobertura de **2,9%** de dicha población.

# RESULTADOS INTERMEDIOS DEL programa PAI, de conicyt

## Reporte del levantamiento de datos

En este capítulo se presenta el análisis de los resultados intermedios de los dos instrumentos del PAI Sector Productivo: PAI-ISP y PAI-Tesis.

La principal fuente de información utilizada fue la Encuesta de Evaluación de Resultados de los Instrumentos de Inserción de Investigadores en la Industria, aplica a representantes de tres tipos de unidades de observación: empresas, centros tecnológicos (contrapartes de proyectos adjudicados) e investigadores participantes en proyectos adjudicados por el programa. Paralelamente, para complementar el análisis de los resultados del estudio cuantitativo se aplicaron 30 entrevistas semiestructuradas a representantes de empresas y centros tecnológicos, 22 a investigadores y 5 a representantes y académicos de programas de doctorado nacionales.

El trabajo de campo de la encuesta se realizó entre el 23 de mayo y el 15 de julio de 2016. La muestra lograda corresponde a 102 proyectos reportados por investigadores; 80 proyectos resportados por empresas, y 14 proyectos reportados por centros tecnológicos, alcanzando un 64,7% del total de proyectos adjudicados por los programas. Dado que en los proyectos participa una entidad y un investigador, algunos proyectos fueron reportados por más de una unidad de observación.

**Cuadro 37. Muestra propuesta y lograda de proyectos, según unidad de observación**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Muestra | Empresas | Centros tec. | Profesionales | Total |
| Propuesta | 129 | 22 | 152 | **303** |
| Lograda | 80 | 14 | 102 | **196** |
| **% logro** | **62,0%** | **63,6%** | **67,1%** | **64,7%** |

**Cuadro 38. Muestra lograda de proyectos, según instrumento y unidad de observación**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Programa | Empresas | Centros tec. | Profesionales | Total |
| PAI-ISP | 38 | 9 | 53 | **100** |
| PAI-Tesis | 12 | 5 | 24 | **41** |
| CHI Corfo | 30 | - | 25 | **55** |
| **Total** | **80** | **14** | **102** | **196** |

Según se observa en el cuadro siguiente, la tasa de rechazo a contestar la encuesta fue baja (12 casos), no obstante, hubo un alto número de casos en los que no se logró contactar a los encuestados (58 casos) y en los que no se logró agendar la aplicación de la encuesta (37 casos).

**Cuadro 39. Motivos de no respuesta, según unidad de observación**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Unidad | No contacto | No agenda | Rechazo | Total |
| Empresas | 29 | 12 | 8 | **49** |
| Centros tecnológicos | 5 | 3 | 0 | **8** |
| Profesionales | 24 | 22 | 4 | **50** |
| **Total** | **58** | **37** | **12** | **107** |

Entre los casos donde no se logró contactar a la persona indicada, hay casos donde se envió mail y no contestaron (y tampoco se logró hacer insistencia por teléfono por no encontrarse el dato); donde un tercero indicó que la persona ya no está en Chile, o que no hay nadie quien pueda reportar el proyecto.

Entre los casos en que no se logró agendar la aplicación de la encuesta, hay casos donde se manifestó disponibilidad o se logró agendar y luego no fue posible contactar, y casos donde el potencial encuestado se encuentra en el extranjero y no se logró programar la encuesta por teléfono ni skype.

Por último, los casos de rechazo corresponden a quienes manifestaron no estar interesados en contestar o que por motivos de tiempo no tenían disponibilidad para hacerlo.

## empresas beneficiarias del PAI

En el total de las encuestas aplicadas se levantó información sobre 64 proyectos adjudicados por la Línea de Inserción en el Sector Productivo del PAI: 47 proyectos del instrumento ISP y 17 proyectos del instrumento Tesis en el Sector Productivo.

Del total de proyectos reportados, 50 fueron postulados o patrocinados por empresas (74,6%) y 14 por centros tecnológicos (25,4%).

**Cuadro 40. Muestra lograda de proyectos PAI, según instrumento y unidad de observación**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Programa | Proyectos de Empresas | Proyectos de Centros tec. | Total proyectos |
| PAI-ISP | 38 | 9 | **47** |
| PAI-Tesis | 12 | 5 | **17** |
| **Total** | **50** | **14** | **64** |

Por otra parte, las unidades encuestadas corresponden a 37 empresas y 8 centros tecnológicos “únicos”, pues hay empresas y centros que se han adjudicado más de un proyecto (cada entidad reporta por todos los proyectos que se ha adjudicado).

#### Caracterización de empresas beneficiarias de pai-isp

Mediante la Encuesta de Evaluación de Resultados de los Instrumentos de Inserción de Investigadores en la Industria se logró levantar información sobre 27 empresas únicas, beneficiarias del PAI-ISP. Esta cifra corresponde a 67,5% de las empresas beneficiarias del programa entre 2009 y 2013.

En esta sección se decribe a las empresas de la muestra lograda y se refiere únicamente a dicha población. Estos resultados no cuentan con validez externa.

1. **Tamaño de las empresas:**

Las empresas encuestadas se concentran principalmente en la categoría de pequeña empresa (37,9%), según su nivel de ventas. Le siguen empresas medianas (27,6%) y grandes (20,7%).

**Cuadro 41. Empresas beneficiarias del PAI-ISP (marco muestral y muestra lograda), según tamaño**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tamaño | Marco muestral | | Muestra lograda | |
| **empresas** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Sin ventas | 2 | 5,0% | 0 | 0,0% |
| Micro | 6 | 15,0% | 3 | 11,1% |
| Pequeña | 12 | 30,0% | 11 | 40,7% |
| Mediana | 9 | 22,5% | 7 | 26,0% |
| Grande | 9 | 22,5% | 6 | 22,2% |
| s/información | 2 | 5,0% | 0 | 0,0% |
| **Total** | **40** | **100%** | **27** | **100%** |

En la muestra se logró un 50% del total de microempresas de la población beneficiaria; 91,6% de las empresas pequeñas; 77,8% de las empresas medianas, y 66,7% de las empresas grandes. La muestra lograda no contiene casos de empresas sin ventas.

La baja representación de empresas sin ventas y microempresas en la muestra lograda se explica en gran medida porque, desde su participación en el PAI-ISP, muchas de ellas dejaron de existir.[[18]](#footnote-18).

1. **Sectores productivos:**

Las 27 empresas de la muestra se distribuyen en 6 categorías del Clasificador Chileno de Actividades Económicas, CIIU4.CL. La mayoría corresponde a la sección de “Actividades profesionales, científicas y técnicas” (25,9%), seguidas por empresas pertenecientes a “Industrias manufactureras” y “Comercio al por mayor y menor” (22,2% cada una).

**Cuadro 42. Empresas beneficiarias del PAI-ISP, según CIIU4.CL**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Actividad (Sección)** | **n** | **%** |
| Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca | 4 | 14,8% |
| Industrias manufactureras | 6 | 22,2% |
| Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas | 6 | 22,2% |
| Información y comunicaciones | 3 | 11,1% |
| Actividades profesionales, científicas y técnicas | 7 | 25,9% |
| Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas | 1 | 3,7% |
| **Total** | **27** | **100%** |

En un nivel de desagregación mayor, las 27 empresas de la muestra se distribuyen en 12 categorías de División y 16 categorías de Clase distintas del CIIU4.CL, como sigue:

5 categorías de División concentran a 17 empresas:

* 5 empresas pertenecen a la división de “Otras actividades empresariales” (código 74).
* 12 empresas pertenecen a las siguientes tres divisiones (3 por cada una):
* Fabricación de sustancias y productos químicos (código 24)
* Comercio al por mayor y en comisión excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas (código 51)
* Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas; Reparación de efectos personales y enseres domésticos (código 52)
* Informática y actividades conexas (código 72)

8 categorías de Clase concentran a 17 empresas.

* 6 empresas pertenecen a las siguientes tres clases (3 por cada una):
* Servicios integrales de informática (código 7260)
* Actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de asesoramiento técnico (código 7421)
* 12 empresas pertenecen a las siguientes cinco clases (2 empresas por cada una):
* Explotación de criaderos de peces y productos del mar en general (acuicultura); y servicios relacionados (código 0510)
* Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos (código 2423)
* Venta al por mayor de otros productos (código 5190)
* Venta al por menor de otros productos en pequeños almacenes no especializados (código 5219)
* Investigaciones y desarrollo experimental en el campo de las ciencias naturales y la ingeniería (código 7310)
* Otras actividades empresariales n.c.p. (código 7499)

Para comprender de mejor manera a qué sectores productivos pertenecen las empresas encuestadas, se las agrupó según la industria o cadena de valor en la que se insertan (ya sea como proveedores de insumos, equipos o materias primas, o como productores o comercializadores del rubro), de lo que se obtiene la siguiente distribución:

**Cuadro 43. Empresas beneficiarias del PAI-ISP, según industria**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Industria | n | % |
| Multisectorial | 7 | 25,9% |
| Agropecuaria y forestal | 5 | 18,5% |
| Pesca y acuicultura | 4 | 14,8% |
| Salud animal | 3 | 11,1% |
| TIC | 3 | 11,1% |
| Salud | 2 | 7,4% |
| Minería | 1 | 3,7% |
| Construcción | 1 | 3,7% |
| Medioambiente | 1 | 3,7% |
| **Total** | **27** | **100%** |

Al revisar uno a uno los rubros de actividad de las empresas de la muestra, se observa que la mayoría son empresas proveedoras ligadas a los sectores agropecuario, pesca y acuicultura (incluyendo empresas proveedoras de alimentos y productos y servicios veterinarios), seguidas por empresas de ingeniería y servicios tecnológicos que atienden a diversos sectores productivos, entre los que se cuentan principalmente la minería y la industria de alimentos procesados.

De manera complementaria, se pidió a los encuestados que indicaran el nivel de importancia de cada uno de los siguientes giros o actividades realizados por la empresa:

* Explotación de recursos naturales (agricultura, silvicultura, ganadería, pesca, recursos mineros).
* Industria manufacturera (elaboración o fabricación de producto para la venta) y construcción.
* Comercio (mayorista, minorista y comisionista o concesión; compra y venta sin alterar el producto que comercializa).
* Prestación de servicios (vende un intangible; aún cuando el servicio incluya materiales o repuestos).
* Otra actividad no mencionada anteriormente.
* 6 empresas indicaron como más importante las “actividades de explotación de recursos naturales” (21,4%)
* 10 indicaron como más importante la “industria manufacturera y construcción” (37%).
* 5 indicaron como actividad más importante “comercio” (18,5%).
* 14 señalaron como más importante la “prestación de servicios” (51,9%).
* 8 marcaron “otra actividad” (29,6%), principalmente investigación y asesoría.

1. **Sectores productivos a los que se orientan las actividades de I+D:**

Se pidió a los encuestados que indicaran a qué actividades económicas están orientadas las actividades de I+D en cada empresa (respuesta múltiple).

El número de menciones por cada alternativa fue el siguiente:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Actividad** | **Nº menciones** | **% del total de empresas** |
| Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca | 13 | 48,1% |
| Explotación de minas y canteras | 7 | 25,9% |
| Industrias manufactureras | 6 | 22,2% |
| Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado | 4 | 14,8% |
| Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación | 2 | 7,4% |
| Construcción | 4 | 14,8% |
| Transporte y almacenamiento | 4 | 14,8% |
| Información y comunicaciones | 5 | 18,5% |
| Actividades financieras y de seguros | 1 | 3,7% |
| Actividades de servicios administrativos y de apoyo | 0 | 0,0% |
| Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria | 1 | 3,7% |
| Enseñanza | 6 | 22,2% |
| Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social | 3 | 11,1% |
| Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas | 0 | 0,0% |
| Otra no mencionada anteriormente | 4 | 14,8% |

Como puede observarse, la mayoría de las actividades de I+D realizadas por las empresas encuestadas, beneficiarias del PAI-ISP, se orienta a Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (48,1%), y Explotación de minas y canteras (25,9%). A éstas le siguen las actividades de I+D orientadas a Industrias manufactureras y Enseñanza (ambas con 22,2% de las menciones).

1. **Estructura organizacional (unidades de I+D):**

* 88,9% de las empresas cuentan con una unidad o departamento de I+D (24 empresas).
* 21 de ellas (77,8%) declaran ser empresas de base tecnológica.

1. **Personal de I+D, antes de postular al programa**[[19]](#footnote-19)**:**

* 85,2% de las empresas encuestadas (23) ya contaba con personal dedicado a actividades de I+D al momento de postular al programa.
* En promedio, las empresas encuestadas contaban con 8,2 personas dedicadas a estas actividades al momento de postular (221 empleados en I+D en total).
* De las 23 empresas que contaban con personal dedicado a I+D al momento de postular al programa, 12 contaban con menos de 10, y 11 empresas contaban con 10 o más empleados dedicados a dichas actividades.
* En 5 de estas empresas, el 100% de los empleados se dedicaba a actividades de I+D.
* Al momento de postular al programa, 66,7% de las empresas encuestadas (18) ya contaba con al menos un profesional con grado de doctor entre sus empleados.
* En promedio, el total de empresas encuestadas contaba con 1,6 doctores entre sus empleados al momento de postular (43 doctores en total).
* El total de doctores empleados por las empresas encuestadas (al momento de postular al programa) representa el 19,5% del total del personal en I+D de las empresas y el 2,1% del total de empleados.

1. **Gasto en I+D, antes de postular al programa[[20]](#footnote-20):**

* 88,9% de las empresas encuestadas, beneficiarias del PAI-ISP, reporta gasto en I+D antes de postular al programa (24 empresas).
* 70,4% de las empresas encuestadas (19) había aumentado el gasto en I+D respecto del año anterior (antes de postular al programa)
* 11,1% de las empresas (3) había disminuido su gasto en I+D.
* 7,4% (2) lo había mantenido (sin incluir a quienes no reportan gasto).
* De las empresas que reportan gasto en I+D antes de postular al programa, 3 son microempresas, 11 son empresas pequeñas, 5 medianas y 5 son grandes empresas.

**Cuadro 44. Empresas beneficiarias que reportan gasto en I+D antes de postular al PAI-ISP, según tamaño (tramo de ventas)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tamaño | n total | n reportan gasto en I+D | % por tamaño |
| Sin ventas | 0 | no aplica | 0,0% |
| Micro | 3 | 3 | 100,0% |
| Pequeña | 11 | 11 | 100,0% |
| Mediana | 7 | 5 | 71,4% |
| Grande | 6 | 5 | 83,3% |
| **Total** | **27** | **24** | **88,9%** |

1. **Financiamiento de actividades de I+D:[[21]](#footnote-21)**

* 100% de las empresas encuestadas ha financiado actividades de I+D con fondos públicos. 26 empresas (96,3%) han recibido subsidios públicos; 11 de ellas han sido contratadas por algún organismo público (40,7%).
* 75,9% ha financiado actividades de I+D con fondos propios de la empresa (20 empresas).
* 40,7% (11) ha financiado actividades de I+D con créditos bancarios.
* 33,3% (9 empresas) ha financiado estas actividades con fondos de otras empresas (I+D contratada).
* 29,6% ha financiado actividades de I+D con fondos de empresas del mismo grupo (holding, filiales, coligadas) (8 empresas).
* 22,2% (6) ha recibido fondos internacionales para realizar actividades de I+D.
* 18,5% (5) ha recibido fondos de instituciones de educación superior para realizar actividades de I+D.
* 7,4% (2) ha recibido para ello fondos de instituciones privadas sin fines de lucro.

1. **Vinculación ciencia-industria, antes de postular al programa:**

* 63% de las empresas (17) declara que, antes de postular al programa, ya había participado en al menos un proyecto colaborativo o subcontratado con entidades de investigación.
* 29,6% de las empresas (8) reporta que al menos un empleado participa en alguna instancia directiva o consultiva de una universidad. Las universidades con más de una mención son la Universidad de Concepción (3 menciones) y la Pontificia Universidad Católica de Chile (2 menciones).
* 55,6% reporta que al menos un empleado de la empresa realiza alguna actividad académica (como docencia, investigación o extension) en alguna universidad o centro tecnológico (15 empresas).

#### Caracterización de empresas beneficiarias de pai-tesis

Mediante la Encuesta de Evaluación de Resultados de los Instrumentos de Inserción de Investigadores en la Industria se logró levantar información sobre 10 empresas únicas, beneficiarias del PAI-Tesis. Esta cifra corresponde a 35,3% de las empresas beneficiarias del programa entre 2009 y 2013. Por lo tanto, los resultados que se presentan a continuación tienen validez interna sólo para las empresas de la muestra lograda.

1. **Tamaño de las empresas:**

4 de las 10 empresas encuestadas (40%) pertenecen a la categoría de grandes empresas, según su nivel de ventas. Le siguen 2 empresas pequeñas y 2 medianas (20% cada una), 1 microempresa y 1 empresa sin información (10% cada una). El marco muestral no contiene casos de empresas sin ventas.

**Cuadro 45. Empresas beneficiarias del PAI-Tesis (marco muestral y muestra lograda), según tamaño**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tamaño | Pob. beneficiaria | | Muestra lograda | |
| **empresas** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Sin ventas | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| Micro | 3 | 9,7% | 1 | 10% |
| Pequeña | 6 | 19,4% | 2 | 20% |
| Mediana | 6 | 19,4% | 2 | 20% |
| Grande | 11 | 35,5% | 4 | 40% |
| s/información | 5 | 16,1% | 1 | 10% |
| **Total** | **31** | **100%** | **10** | **100%** |

En la muestra se logró un 33,3% del total de microempresas del marco muestral; 33,3% de las empresas pequeñas; 33,3% de las empresas medianas, y 36,4% de las empresas grandes. Dado esto, no es posible hacer inferencias para el total de empresas patrocinantes de proyectos adjudicados por el instrumento PAI-Tesis.

1. **Sectores productivos:**

Las 10 empresas de la muestra se distribuyen en 6 categorías del Clasificador Chileno de Actividades Económicas, CIIU4.CL.

**Cuadro 46. Empresas beneficiarias del PAI-ISP, según CIIU4.CL**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Actividad (Sección)** | **n** | **%** |
| Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca | 3 | 30% |
| Industrias manufactureras | 2 | 20% |
| Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado | 1 | 10% |
| Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas | 2 | 20% |
| Actividades profesionales, científicas y técnicas | 1 | 10% |
| sin información | 1 | 10% |
| **Total** | **10** | **100%** |

En un nivel de desagregación mayor, las 10 empresas de la muestra se distribuyen en 7 categorías de División y 8 categorías de Clase distintas del CIIU4.CL:

* Sólo una división concentra más de una empresa: Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexos, con tres empresas.
* Sólo una clase concentra más de una empresa: Actividades de servicios agrícolas y ganaderos, excepto las actividades veterinarias, con dos empresas.

Al agrupar a las empresas según la industria o cadena de valor en la que se insertan (ya sea como proveedores de insumos, equipos o materias primas, o como productores o comercializadores del rubro), se observa que la mayoría son empresas proveedoras de insumos y servicios para la agricultura.

**Cuadro 47. Empresas beneficiarias del PAI-Tesis, según industria**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Industria | n | % |
| Agricultura | 6 | 60% |
| Industria manufacturera | 2 | 20% |
| Minería | 1 | 10% |
| Energía | 1 | 10% |
| **Total** | **10** | **100%** |

1. **Sectores productivos a los que se orientan las actividades de I+D:**

Se pidió a los encuestados que indicaran a qué actividades económicas están orientadas las actividades de I+D en cada empresa (respuesta múltiple).

El número de menciones por cada alternativa fue el siguiente:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Actividad** | **Nº menciones** | **% del total de empresas** |
| Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca | 6 | 60% |
| Explotación de minas y canteras | 2 | 20% |
| Industrias manufactureras | 4 | 40% |
| Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado | 1 | 10% |
| Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación | 1 | 10% |
| Construcción | 0 | 0% |
| Transporte y almacenamiento | 2 | 20% |
| Información y comunicaciones | 0 | 0% |
| Actividades financieras y de seguros | 0 | 0% |
| Actividades de servicios administrativos y de apoyo | 0 | 0% |
| Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria | 0 | 0% |
| Enseñanza | 2 | 20% |
| Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social | 0 | 0% |
| Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas | 0 | 0% |
| Otra no mencionada anteriormente | 1 | 10% |

Como puede observarse en el cuadro anterior, la mayoría de las actividades de I+D realizadas por las empresas encuestadas, beneficiarias del PAI-Tesis, se orienta a Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (60%), e Industrias manufactureras (40%).

1. **Estructura organizacional (unidades de I+D):**

* 80% de las empresas cuentan con una unidad o departamento de I+D (8 empresas).
* 7 de ellas (70%) declaran ser empresas de base tecnológica.

1. **Personal de I+D, antes de postular al programa[[22]](#footnote-22):**

* 60% de las empresas encuestadas (6) ya contaba con personal dedicado a actividades de I+D al momento de postular al programa.
* En promedio, las empresas encuestadas contaban con 6 personas dedicadas a estas actividades al momento de postular (60 empleados en I+D en total).
* De las 6 empresas que contaban con personal dedicado a I+D al momento de postular al programa, 3 contaban con menos de 10, y 3 empresas contaban con 10 o más empleados dedicados a dichas actividades.
* En 1 de estas empresas, el 100% de los empleados se dedicaba a actividades de I+D.
* Al momento de postular al programa, 30% de las empresas encuestadas (3) ya contaba con al menos un profesional con grado de doctor entre sus empleados.
* En promedio, el total de empresas encuestadas contaba con 0,6 doctores entre sus empleados al momento de postular (6 doctores en total).
* El total de doctores empleados por las empresas encuestadas (al momento de postular al programa) representa el 10% del total del personal en I+D de las empresas y el 0,3% del total de empleados.

1. **Gasto en I+D, antes de postular al programa[[23]](#footnote-23):**

* 60% de las empresas encuestadas, beneficiarias del PAI-Tesis, reporta gasto en I+D antes de postular al programa (6 empresas).
* Las 6 empresas encuestadas que reportan gasto en I+D habían aumentado este gasto respecto del año anterior (antes de postular al programa)
* De las empresas que reportan gasto en I+D antes de postular al programa, 1 es microempresa, 1 es pequeña, 2 son empresas medianas y 2 son grandes empresas.

1. **Financiamiento de actividades de I+D:[[24]](#footnote-24)**

* 100% ha financiado actividades de I+D con fondos propios de la empresa (10 empresas).
* 70% de las empresas encuestadas ha financiado actividades de I+D con fondos públicos (7 empresas). Las 7 han recibido subsidios públicos y 2 han sido además contratadas por algún organismo público.
* 30% (3 empresas) ha financiado actividades de I+D con créditos bancarios.
* 30% (3 empresas) ha financiado estas actividades con fondos de otras empresas (I+D contratada).
* 30% ha financiado actividades de I+D con fondos de empresas del mismo grupo (holding, filiales, coligadas) (3 empresas).
* 20% (2) ha recibido fondos internacionales para realizar actividades de I+D.
* 20% (2) ha recibido fondos de instituciones de educación superior para realizar actividades de I+D.
* 20% (2) ha recibido para ello donaciones y fondos concursables provenientes del extranjero.

1. **Vinculación ciencia-industria, antes de postular al programa:**

* 60% de las empresas (6) declara que, antes de postular al programa, ya había participado en al menos un proyecto colaborativo o subcontratado con entidades de investigación.
* 30% de las empresas (3) reporta que al menos un empleado participa en alguna instancia directiva o consultiva de una universidad.
* 50% reporta que al menos un empleado de la empresa realiza alguna actividad académica (como docencia, investigación o extension) en alguna universidad o centro tecnológico (5 empresas).

## resultados en empresas

En esta sección se analizan los resultados reportados por las empresas beneficiarias de la Línea de Inserción de Capital Humano en el Sector Productivo del PAI (CONICYT).

En primer lugar, se analiza el comportamiento de las empresas beneficiarias en materia de gasto y personal en I+D y, en segundo lugar, se analiza el nivel de logro de los objetivos del programa en cuanto a la contribución de los proyectos en áreas relevantes para las empresas.

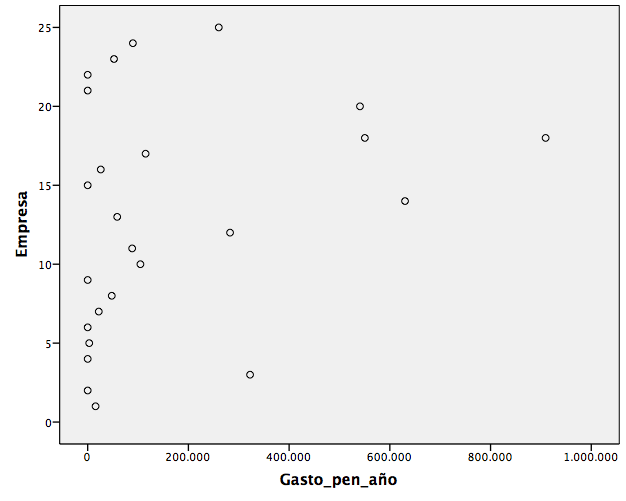
### Gasto y personal en I+D de empresas beneficiarias del PAI

#### Gasto en i+d

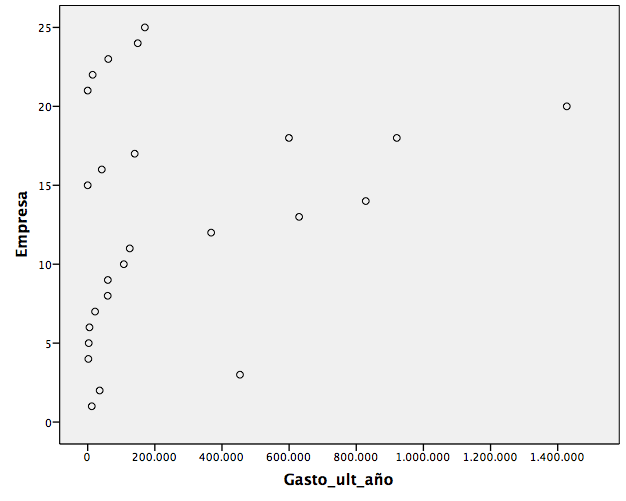
De acuerdo con la información cualitativa levantada en este estudio, la contratación de investigadores por parte de las empresas está fuertemente relacionada con sus decisiones de gasto en investigación y desarrollo experimental. De este modo, cuando las empresas deciden contratar a un investigador –en especial si se trata de un profesional con grado de doctor– muchas de ellas lo hacen en el marco de una estrategia mayor que involucra la ejecución de actividades relacionadas con I+D (la contratación de un investigador es funcional a dichas estrategias y actividades y no debe considerarse una decisión aislada).

Al analizar el gasto en I+D por parte de las empresas beneficiarias del PAI se observa que 64,9% de las unidades encuestadas reporta gasto en I+D antes de postular al programa (88,9% de las empresas beneficiarias del PAI-ISP y 60% de las beneficiarias de PAI-Tesis).

**Gráfico 5. Dispersión del Gasto de las empresas PAI ISP en el penúltimo año (al momento de postular), en miles de pesos (N= 25)**



**Gráfico 6. Dispersión del Gasto de las empresas PAI ISP en el último año (al momento de postular), en miles de pesos (N= 25)**



Según su tamaño, las empresas que reportan gasto en I+D en mayor proporción antes de postular a ambos instrumentos del PAI son las pequeñas (92,3%), seguidas por empresas medianas (77,8%) y empresas grandes (70%).

**Cuadro 48. Empresas beneficiarias del PAI (ISP y Tesis) que declaran gasto en I+D antes de postular al programa, según tamaño**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tamaño empresas | n total | n reportan gasto I+D | % reportan gasto I+D |
| Micro | 4 | 1 | 25,0% |
| Pequeña | 13 | 12 | 92,3% |
| Mediana | 9 | 7 | 77,8% |
| Grande | 10 | 7 | 70,0% |
| s/información | 1 | 0 | 0,0% |
| **Total** | **37** | **24** | **64,9%** |

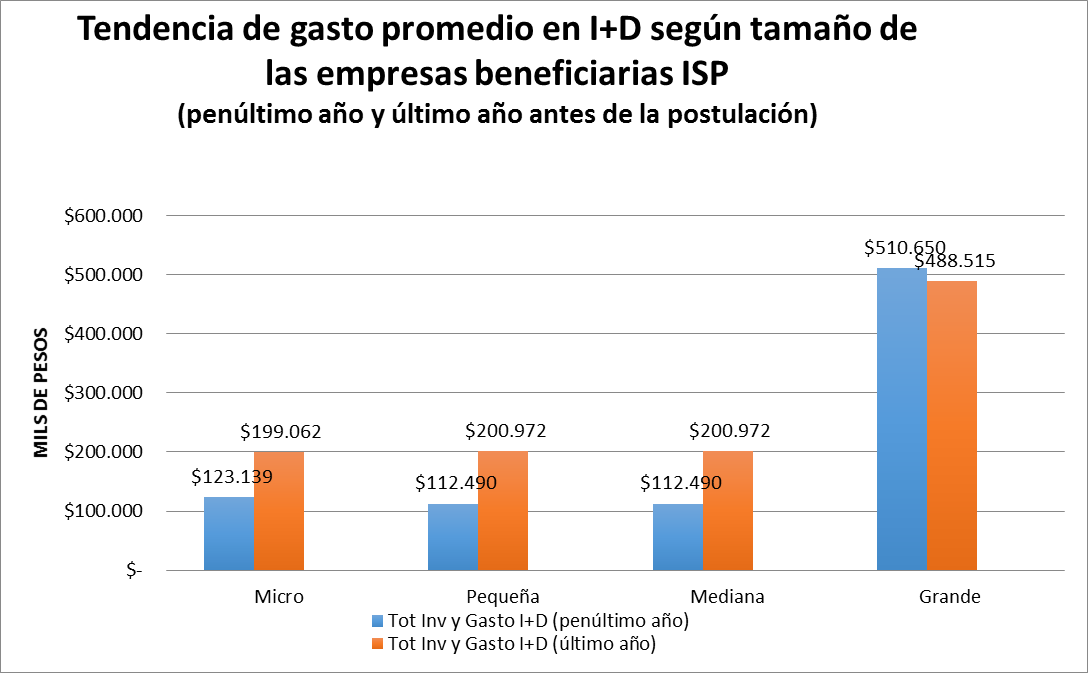
En general, el gasto en I+D por parte de las empresas beneficiarias ha aumentado desde el año 2009 a la fecha, según lo declara 70,2% de las empresas encuestadas (74% de las beneficiarias del PAI-ISP y 60% de las beneficiarias de PAI-Tesis).

**Cuadro 49. Comportamiento del gasto en I+D desde 2009, empresas beneficiarias del PAI**

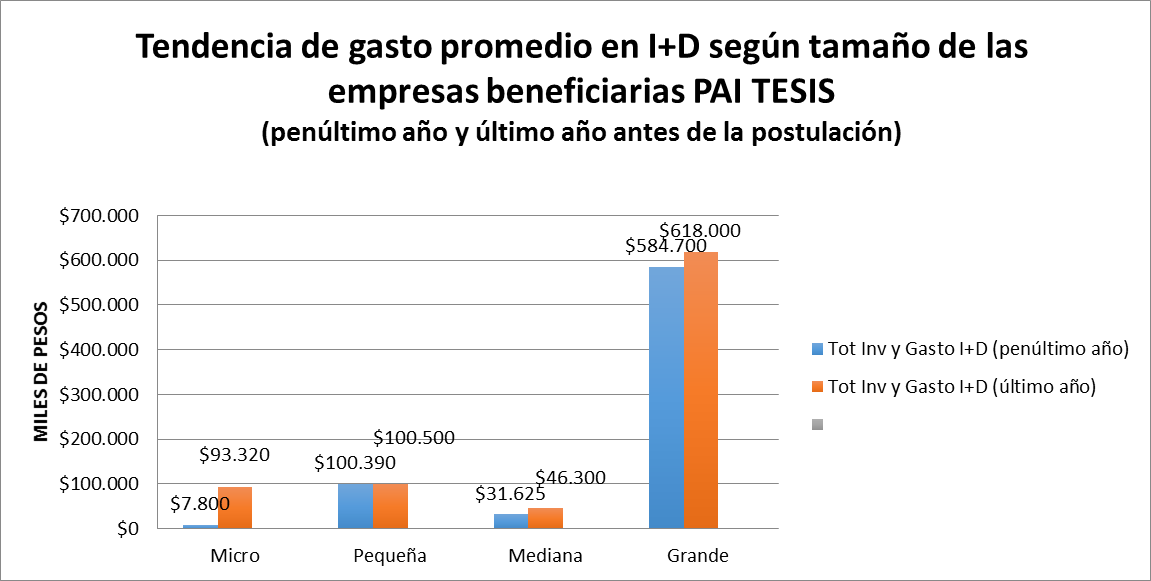
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Comportamiento | Empresas PAI-ISP | | Empresas PAI-Tesis | | Total empresas | |
| **gasto en I+D** | **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Aumento considerable | 12 | 44,4% | 3 | 30,0% | 15 | 40,5% |
| Aumento moderado | 8 | 29,6% | 3 | 30,0% | 11 | 29,7% |
| Mantenido estable | 5 | 18,5% | 3 | 30,0% | 8 | 21,6% |
| Disminución moderada | 2 | 7,4% | 1 | 10,0% | 3 | 8,1% |
| Disminución considerable | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| **Total** | **27** | **100%** | **10** | **100%** | **37** | **100%** |

En los siguientes gráficos se observa que no todas las empresas aumentaron el gasto en la misma medida.

**Gráfico 7 Tendencia de gasto promedio en I+D según tamaño de empresas (PAI-ISP), penúltimo y último año antes de la postulación**

****

**Gráfico 8 Tendencia de gasto promedio en I+D según tamaño de empresas (PAI-Tesis), penúltimo y último año antes de la postulación**

****

##### Análisis factorial

Para analizar los factores que incidieron en el comportamiento del gasto en I+D de las empresas beneficiarias desde el año 2009, se pidió que reportaran si el gasto en I+D había aumentado, disminuido o se había mantenido para los bienios 2009-2010, 2011-2012, 2013-2014 y 2015. Además, se pidió que especificaran el comportamiento de dicho gasto para las siguientes categorías:

* Honorarios o sueldo de capital humano avanzado
* Arriendo de bienes inmuebles
* Compras de otros servicios
* Compra de materiales
* Terrenos
* Edificios
* Equipos e instrumentos

A partir de los resultados de la encuesta, se realizó un análisis factorial exploratorio (puesto que su implementación no está orientada por ningún supuesto teórico conceptual, que es el caso del confirmatorio). La distinción entre uno y otro en este caso es puramente formal, dado que la elección del análisis exploratorio no altera los resultados del modelo, sino los alcances de su interpretación.

La aplicación de técnicas de análisis factorial se funda sobre la disposición de un conjunto amplio de variables, las que se encuentran correlacionadas entre sí, y obedece al supuesto de que es posible resumir este amplio set de variables en un conjunto menor de “factores”, descomponiendo la varianza común a estas variables para así poder contar con información separable para efectos de la interpretacion de resultados.

Cada uno de estos factores contiene una proporción de la varianza compartida entre las variables originales.[[25]](#footnote-25) En este caso las variables utilizadas fueron las siguientes:

* Percepción de la evolución del gasto en I+D según ítem y bienio
* Tamaño de las empresas
* Bienio intrínseco
* Año de concurso

De la aplicación del modelo, se eligieron los primeros nueve factores generados, ya que explican el 85,6% del total de la varianza (columna “Cumulative” en el cuadro siguiente). Al mismo tiempo, los primeros cuatro factores tomados por separado explican un 10% o más del total de la varianza, mientras que los otros cinco restantes presentan un porcentaje menor, tal como puede apreciarse en el cuadro.

**Cuadro 50. Varianza explicada por cada factor**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Factor | Varianza | Diferencia entre factores | % | % acumulado |
| 1 | 723.711 | 1.66401 | 0.1809 | 0.1809 |
| 2 | 557.310 | 1.21361 | 0.1393 | 0.3203 |
| 3 | 435.949 | 0.15134 | 0.1090 | 0.4292 |
| 4 | 420.815 | 1.29402 | 0.1052 | 0.5344 |
| 5 | 291.413 | 0.10174 | 0.0729 | 0.6073 |
| 6 | 281.239 | 0.00902 | 0.0703 | 0.6776 |
| 7 | 280.337 | 0.31706 | 0.0701 | 0.7477 |
| 8 | 248.631 | 0.64122 | 0.0622 | 0.8099 |
| 9 | 184.509 |  | 0.0461 | 0.8560 |

Es importante tomar los resultados del análisis de manera exploratoria puesto que la muestra sólo cuenta con 37 unidades. Sin embargo, aunque para este estudio en particular no es posible concluir resultados con confianza, estos resultados pueden servir de hipótesis para futuras evaluaciones (por ejemplo, para reducir la extensión de cuestionarios).

Para observar el contenido de información de cada factor, el siguiente cuadro nos muestra la correlación entre éstos y cada variable original del modelo. Se consideran sólo aquellos valores superiores a 0,5 o inferiores a -0,5 para efectos de una mejor visualización de aquellas correlaciones que tienen mayor fuerza.

**Cuadro 51. Resultados del análisis factorial del gasto en I+D de empresas beneficiarias del PAI (ISP y Tesis)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Variable** | | **Factor1** | **Factor2** | **Factor3** | **Factor4** | **Factor5** | **Factor6** | **Factor7** | **Factor8** | **Factor9** |
| 2009-2010 | Honorarios o sueldo de CHA |  | 0.8785 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2009-2010 | Arriendo de bienes inmuebles |  |  |  |  | 0.7077 |  |  |  |  |
| 2009-2010 | Compras de otros servicios |  | 0.7543 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2009-2010 | Compra de materiales |  | 0.5618 | 0.6283 |  |  |  |  |  |  |
| 2009-2010 | Terrenos | 0.9561 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2009-2010 | Edificios |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2009-2010 | Equipos e instrumentos |  | 0.7436 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2011-2012 | Honorarios o sueldo de CHA |  | 0.8509 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2011-2012 | Arriendo de bienes inmuebles | 0.5168 |  |  |  | 0.5909 |  |  |  |  |
| 2011-2012 | Compras de otros servicios |  | 0.7813 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2011-2012 | Compra de materiales |  | 0.5083 | 0.5573 |  |  |  |  |  |  |
| 2011-2012 | Terrenos | 0.9636 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2011-2012 | Edificios | 0.5889 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2011-2012 | Equipos e instrumentos |  | 0.6917 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2013-2014 | Honorarios o sueldo de CHA |  |  | 0.5950 |  |  |  |  |  |  |
| 2013-2014 | Arriendo de bienes inmuebles |  |  |  |  |  |  | 0.5552 |  |  |
| 2013-2014 | Compras de otros servicios |  | 0.5122 |  |  |  |  | 0.7458 |  |  |
| 2013-2014 | Compra de materiales |  |  | 0.8326 |  |  |  |  |  |  |
| 2013-2014 | Terrenos | 0.9592 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2013-2014 | Edificios | 0.7205 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2013-2014 | Equipos e instrumentos |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2015 | Honorarios o sueldo de CHA |  |  | 0.7046 |  |  |  |  |  |  |
| 2015 | Arriendo de bienes inmuebles |  |  |  |  | 0.7117 |  |  |  |  |
| 2015 | Compras de otros servicios |  |  |  |  |  |  | 0.8354 |  |  |
| 2015 | Compra de materiales |  |  | 0.8215 |  |  |  |  |  |  |
| 2015 | Terrenos | 0.9492 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2015 | Edificios |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2015 | Equipos e instrumentos |  |  |  |  |  |  | 0.5388 |  |  |
| Grande | | -0.5940 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mediana | |  |  |  |  |  |  |  | 0.6501 |  |
| Micro | |  |  |  |  |  |  |  |  | -0.8093 |
| Pequeña | |  |  |  |  |  |  |  | -0.6856 |  |
| Bienio 2009-2010 | |  |  |  |  |  | 0.8999 |  |  |  |
| Bienio 2011-2012 | |  |  |  | -0.7259 |  | -0.5938 |  |  |  |
| Bienio 2013 | |  |  |  | 0.9187 |  |  |  |  |  |
| 2009 | Año de concurso |  |  |  |  | -0.7807 |  |  |  |  |
| 2010 |  |  |  |  |  | 0.9201 |  |  |  |
| 2011 |  |  |  |  |  |  |  | 0.7432 |  |
| 2012 |  |  |  | -0.5235 |  |  |  | -0.5728 |  |
| 2013 |  |  |  | 0.9187 |  |  |  |  |  |

El análisis precedente muestra que los factores que explican mayormente la varianza del gasto en I+D reportado por las empresas beneficiarias del PAI encuestadas, son los siguientes, siendo los cuatro primeros los que explican en conjunto cerca de un 10% del total:

**Factor 1: Diminución transversal del gasto en componentes de alta escala.** En efecto, se consideran la compra de terrenos y edificios como ítems que representan un gasto de alta escala a diferencia del capital humano avanzado o la compra de servicios. Este factor recorre todos los bienios, razón por la cual se le considera transversal. Es importante notar también que este factor se correlaciona negativamente con las empresas grandes, lo que en estricto rigor implica que este tipo de empresas aumentó su gasto a pesar de que no sea posible despejar en qué ítems específicos.

**Factor 2: Disminución del gasto en componentes de mediana o baja escala para bienios 2009-2010 y 2011-2012.** Este factor se encuentra correlacionado con ítems tales como la compra de servicios, materiales y pago de honorarios, todos estos componentes del gasto de carácter más corriente en relación a los inmuebles. Al mismo tiempo, los ítems correlacionados se concentran casi en su totalidad en los bienios 2009-2010 y 2011-2012, a pesar de que hay un ítem para el bienio 2013-2014, el cual puede ser considerado como marginal para estos efectos.

**Factor 3:** **Disminución del gasto en componentes de mediana o baja escala para bienios 2013-2014 y 2015.** Este factor muestra un comportamiento muy similar al Factor 2, con la diferencia de que los ítems se ubican en los bienios siguientes, vale decir, 2013-2014 y 2015.

**Factor 4. Aumento del gasto bienio 2011-2012 y año de concurso 2012, contra disminución del gasto en bienio 2013-2014 y año de concurso 2013.** En este factor se reconoce una correlación intrínseca con el momento de la postulación (no a un ítem en particular), donde primero se observa una percepción del aumento del gasto para el bienio 2011-2012, lo que coincide con la correlación respecto del año de concurso 2012. No obstante, esta alza en el gasto se revierte para el bienio siguiente, lo que coincide también con el año de concurso 2013.

**Factor 5. Disminución transversal del gasto en arriendo de inmuebles**. Este factor se encuentra correlacionado casi exclusivamente con el arriendo de inmuebles, con la excepción de que también se encuentra correlacionado con un aumento del gasto general para el año de concurso 2009.

**Factor 6. Disminución del gasto general para bienio 2009-2010 y año de concurso 2009, contra aumento para el bienio 2011-2012.** A diferencia del Factor 4, este factor está correlacionado con una disminución general del gasto para el primer año de concurso, pero contra una percepción del aumento del gasto para el bienio siguiente.

**Factor 7. Disminución del gasto en compra de servicios y arriendo de inmuebles, para bienios 2013-2014 y 2015.** Este factor concentra su correlación en los ítems mencionados, pero sólo para los últimos bienios. Se puede apreciar que no es muy exhaustivo dado que se correlacionan dos ítems de gastos totalmente distintos.

**Factor 8: Diminución del gasto en la Mediana empresa contra aumento del gasto en la Pequeña empresa y disminución del gasto en año de concurso 2011 contra aumento para el año de concurso 2012.** Este factor relaciona aumentos y disminuciones de gasto en dos niveles. En un primer nivel se relaciona con el tamaño de la empresa, mientras que en un segundo con el año de concurso. Sobre esto último, se aprecia que existe una correlación distinta al resto de los factores, dado que en la mayoría el gasto aumenta en un principio para disminuir en períodos posteriores.

**Factor 9. Aumento del gasto en la micro empresa.** Este es el factor que menor varianza explica por sí mismo, pero ha sido incluido dado que puede considerarse un hallazgo relevante que sean la pequeña (Factor 8) y micro empresa las que hayan aumentado su gasto en I+D.

#### Personal en i+d

En las entrevistas realizadas se señaló que, para las empresas, contar con personal dedicado a actividades de I+D responde a una decisión estratégica de largo plazo. Como era de esperarse, lo anterior apareció fuertemente en entrevistas a empresas grandes cuyo “core” requiere de I+D, sin embargo, en empresas tecnológicas de menor tamaño la contratación de personal permanente en estas áreas apareció también como un elemento clave para competir en sus respectivos mercados.

*“Lo que muestra lo acertado que fue la estrategia es que nosotros somos ocho ingenieros. Trabajamos para empresas que tienen 700 ingenieros, 800 ingenieros (…). Entonces ¿cómo le puedes aportar valor? Y es justamente porque tenemos este tipo de personal, que es muy avanzando y que permite buscar ciertos resquicios por ahí”* (empresa tecnológica, beneficiaria PAI-ISP).

Según su tamaño, las empresas que reportan que contaban con personal de I+D en mayor proporción antes de postular a ambos instrumentos del PAI son las microempresas (100%), seguidas por empresas pequeñas (84,6%) y empresas medianas (77,8%).

**Cuadro 52. Empresas beneficiarias del PAI (ISP y Tesis) que declaran personal en I+D antes de postular al programa, según tamaño**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tamaño empresas | n total | n reportan personal I+D | % reportan personal I+D |
| Micro | 4 | 4 | 100,0% |
| Pequeña | 13 | 11 | 84,6% |
| Mediana | 9 | 7 | 77,8% |
| Grande | 10 | 7 | 70,0% |
| s/información | 1 | 0 | 0,0% |
| **Total** | **37** | **29** | **78,4%** |

Al analizar el personal en I+D con que contaban las empresas beneficiarias del PAI antes de postular al programa se observa que 78,4% de las unidades encuestadas ya contaba con personal dedicado a estas actividades (88,9% de las empresas beneficiarias del PAI-ISP y 60% de las beneficiarias de PAI-Tesis). En promedio, las empresas encuestadas contaban con 7,6 personas dedicadas a actividades de I+D al momento de postular (281 empleados en I+D en total).

Por otra parte, 56,8% de las empresas ya contaba con al menos un profesional con grado de doctor entre sus empleados, lo que en promedio equivale a 1,3 doctores por empresa (49 doctores en total).

**Cuadro 53. Personal en actividades de I+D declarados por empresas beneficiarias del PAI (ISP y Tesis) antes de postular al programa, según tamaño de las empresas**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tamaño empresas | n total empresas | n reportan personal I+D | n total personal I+D | n doctores | Promedio doctores por empresa |
| Micro | 4 | 4 | 28 | 12 | 3 |
| Pequeña | 13 | 11 | 88 | 16 | 1,2 |
| Mediana | 9 | 7 | 70 | 12 | 1,3 |
| Grande | 10 | 7 | 95 | 9 | 0,9 |
| s/información | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Total** | **37** | **29** | **281** | **49** | **1,3** |

### Cumplimiento de los objetivos del programa, reportados por empresas

#### Resultados de los proyectos pai-isp

Los resultados intermedios obtenidos por el instrumento PAI-ISP, reportados por empresas beneficiarias, son los siguientes:

1. **Incorporación de nuevos conocimientos en la empresa:**

* En 85% de los proyectos, las empresas beneficiarias declaran como resultado de la incorporación de un investigador, haber incorporado conocimientos especializados relevantes para el giro de la empresa.
* En 58% de los proyectos, las empresas beneficiarias declaran haber incorporado conocimiento actualizado de punta o frontera, relevante para su giro.

1. **Aporte en áreas relevantes para la empresa:**

* En 49% de los proyectos, las empresas beneficiarias declaran que el proyecto aportó a la optimización de algún proceso interno.
* En 52% de los proyectos, las empresas señalan que el proyecto aportó al desarrollo o mejoramiento de un nuevo producto o servicio.
* En 36% de los proyectos, las empresas declaran que el proyecto aportó a la creación de una línea de investigación y desarrollo o unidad de negocio dentro de la empresa.
* En 55% de los proyectos, las empresas declaran que el proyecto aportó al fortalecimiento de una línea de investigación o unidad de negocio de la empresa.

1. **Ampliación de redes de contacto de empresas con entidades académicas:**

* En 46% de los proyectos, las empresas señalan que los investigadores aportaron a la ampliación de la red de contactos con universidades y otras entidades nacionales, relevantes para el giro de la empresa.
* En 30% de los proyectos, las empresas afirman que los investigadores aportaron a la ampliación de la red de contactos con entidades de investigación internacionales, relevantes para el giro de la empresa.

En síntesis, 85% de las empresas beneficiarias del PAI-ISP declara haber incorporado nuevos conocimientos especializados como resultado de la inserción de un profesional con grado de doctor, y cerca de la mitad reporta que los resultados de los proyectos aportaron en áreas relevantes para las empresas. Asimismo, 46% de las empresas encuestadas señala que los investigadores insertados mediante el programa aportaron al fortalecimiento de sus vínculos con universidades y otras entidades de investigación.

#### Resultados de los proyectos pai-tesis

Los resultados intermedios obtenidos por el instrumento PAI-Tesis, reportados por empresas beneficiarias, son los siguientes:

1. **Fortalecimiento de vínculos entre empresas y entidades académicas:**

* En 50% de los proyectos, las empresas declaran que, como resultado del proyecto adjudicado, se fortalecieron los vínculos entre la empresa y alguna entidad de educación superior.
* En 58% de los proyectos, las empresas señalan entre los principales aportes del investigador, la ampliación de la red de contactos con universidades y otras entidades nacionales, relevantes para el giro de la empresa.

1. **Aporte de las tesis en áreas relevantes para las empresas:**

* En 42% de los proyectos, las empresas no mencionan ninguna contribución del proyecto para la empresa.
* En 58% de los proyectos, las empresas señalan que el proyecto contribuyó al fortalecimiento de una línea de I+D o unidad de negocio ya existente en la empresa.
* En 50% de los proyectos, las empresas declaran que éste contribuyó al desarrollo o mejoramiento de un nuevo producto o servicio de la empresa.
* En 42% de los proyectos, las empresas declaran que éste contribuyó a la optimización de algún proceso interno de la empresa.

Como se puede observar, cerca de la mitad de las empresas encuestadas declara que, como resultado de la realización de las tesis de doctorado, se fortalecieron sus vínculos con universidades y otras entidades de investigación. Asimismo, más de la mitad de estas empresas reporta que los proyectos aportaron en áreas relevantes para la empresa, como el fortalecimiento de una línea de I+D o unidad de negocio, el desarrollo o mejoramiento de un nuevo producto o servicio, o la optimización de algún proceso interno.

En la siguiente sección se analizan los efectos del programa sobre los tesistas de doctorado beneficiarios del programa.

## demanda de capital humano avanzado en las empresas

La baja cobertura de los instrumentos del PAI Sector Productivo se explica, en gran medida, por una baja demanda por parte de las empresas para insertar profesionales con grado de doctor. A su vez, la baja demanda de profesionales con grado de doctor estaría determinada por la baja ejecución de proyectos de I+D por parte de las empresas y porque el tipo de I+D que realizan no exige ser ejecutado por personal con grado académico de doctor, de lo que se deduce un bajo nivel de sofisticación. Tal como se señaló en el apartado de Diagnóstico de las capacidades de I+D en Chile (Capitulo 2), el gasto en I+D ejecutado y financiado por empresas es relativamente bajo en comparación con el promedio de los países de la OECD: en 2014 sólo un 32% del gasto total en I+D fue financiado por empresas y 33% fue ejecutado por éstas.

A partir de las entrevistas y encuestas aplicadas en empresas, se puede sostener que las condiciones y motivos por los que las empresas deciden contratar a un investigador responde principalmente a la necesidad y decisión de ejecutar un proyecto que involucra actividades relacionadas con I+D y que requiere de capital humano especializado. Esto implica que la contratación de un profesional para desempeñar actividades de I+D se enmarca siempre en una estrategia más amplia, que puede ir desde prestar un servicio de I+D a terceros; la instalación o adopción de una nueva tecnología en la empresa; la optimización de un proceso o protocolo; el desarrollo de un prototipo o nuevo producto; la creación de una unidad o gerencia encargada de I+D; hasta la instalación de un laboratorio, una planta de pilotaje o una línea de producción, entre muchos otros objetivos de un proyecto.

Si bien la decisión de contratar un profesional con grado de doctor por parte de las empresas se enmarca en las estrategias antes mencionadas, en dicha decisión participa un factor adicional, que es la percepción por parte de las empresas respecto de las competencias y los aportes específicos que pueden realizar los doctorados al desarrollo del negocio. En este sentido, la mayoría de los entrevistados percibe serias debilidades en cuanto a las competencias blandas de los profesionales con grado de doctor, además de que en muchos casos no se distingue un beneficio adicional al contratar un doctorado en vez de un profesional con otro grado académico.

Por último, la utilización de los instrumentos públicos de apoyo para la contratación de capital humano avanzado por parte de las empresas está determinado también por el grado de conocimiento que éstas tienen de las distintas agencias públicas. Entre los entrevistados no usuarios de CONICYT se observa un relativo desconocimiento tanto de la agencia como de sus programas, y muchos de quienes conocen a la agencia perciben que su foco está alejado de las necesidades del sector productivo, especialmente quienes no tienen experiencia previa en la academia.

De este modo, para aumentar la cobertura de los programas de inserción de investigadores en la industria, se deben atender todos los factores antes mencionados (aunque es claro que no todos ellos dependen de estos programas): baja ejecución de proyectos de I+D por parte de las empresas; competencias laborales transversales débiles por parte de los doctorados; débil percepción, por parte de las empresas, respecto del aporte que pueden realizar los doctorados, y escaso conocimiento de los programas públicos de inserción de investigadores en la industria (declarado por los entrevistados).

A continuación se profundiza en cada uno de los factores señalados, incorporando tanto los resultados de las encuestas como de las entrevistas realizadas a representantes de empresas usuarias y no usuarias de los programas evaluados.

#### Caracterización de las empresas en relación a sus actividades y recursos para la i+d

La inserción de investigadores en las empresas corresponde principalmente a una contratación temporal en el marco de la ejecución de un proyecto de I+D, no obstando que posteriormente puedan ser contratados de manera indefinida.

En las empresas estudiadas, la contratación de investigadores para la ejecución de proyectos de I+D está fuertemente relacionada con la estructura organizacional en que se insertan dichas actividades, esto es, si las actividades de I+D cuentan con una organización formal al interior de la empresa (gerencia, departamento u otro tipo de unidad especializada).

Cuando se trata de empresas tecnológicas, la contratación se relaciona además con la forma en que se originó la empresa y con su estructura de propiedad, tal como se observa en el siguiente esquema:

1. Empresa tecnológica que comercializa I+D. En relación a las estrategias de contratación de personal de I+D, se identifican dos tipos según su origen y estructura de propiedad:

a.1) Emprendimiento individual o equipo emprendedor (empresa nació como *startup*).

a.2) Empresa creada por otra/s empresa/s (empresa nació como *joint venture*, filial o emprendimiento corporativo).

1. Empresa productiva. En relación a las estrategias de contratación de personal de I+D, se identifican dos tipos según su estructura organizacional:

b.1) Empresa productiva con unidad de I+D.

b.2) Empresa productiva que no cuenta con una unidad de I+D.

##### a) Empresas tecnológicas

Las empresas tecnológicas tienen como objetivo principal vender o transferir tecnología a un tercero (Santibáñez, s/f) y suelen operar como proveedores en sectores intensivos en el uso de dicha tecnología.

En la muestra de la encuesta, 28 empresas declaran ser de base tecnológica (21 en ISP y 7 en PAI-Tesis), lo que representa el 75,7% del total de la muestra. Por su parte, entre las 30 empresas entrevistadas, 15 se definen a sí mismas como empresas tecnológicas.

En cuanto a los sectores productivos en que operan las empresas analizadas en este estudio, la mayoría son proveedoras de materias primas y servicios tecnológicos para los sectores agropecuario, pesca y acuicultura, y empresas de ingeniería que atienden a diversas industrias.

##### a.1) Empresas tecnológicas de origen *startup*

Una empresa tecnológica nacida como *startup* es una organización orientada a la elaboración y comercialización de I+D (productos o servicios), creada por un emprendedor o un grupo de emprendedores, cuyo modelo de negocio puede variar durante sus primeros años de vida. Son organizaciones inestables, con una alta “tasa de mortalidad” (suelen cerrarse o cesar actividades durante los primeros 3 años de existencia), donde el capital inicial suele provenir de préstamos de familiares o amigos, créditos de consumo personales o financiamiento público (capital semilla).

De acuerdo con entrevistados representantes de empresas de diverso tipo, en Chile existen pocas empresas que inviertan en desarrollo de tecnología, por lo que el “mercado tecnológico” es muy incipiente. En este contexto, las empresas tecnológicas serían un eslabón entre la producción de conocimiento científico y la innovación tecnológica aplicada en productos y servicios comercializados por los distintos rubros productivos:

*“Me di cuenta en el trabajo I+D desarrollado en minería, principalmente, y también en empresas agrícolas en el norte, de que había muchas oportunidades comerciales para desarrollar una especie de cadena o eslabones que conectaran la industria con la parte más científica”* (startup tecnológica, beneficiaria PAI-ISP).

Según la literatura especializada, podemos identificar a lo menos dos momentos en el desarrollo de las *startups*. El primero corresponde a la etapa inicial, donde una de las características principales es que la empresa aún no ha definido un modelo de negocio replicable y escalable; existe una estructura simple a nivel organizacional y todos los ingresos se reinvierten (es poco frecuente el retiro de utilidades). El segundo momento corresponde a la etapa de expansión, caracterizada por una mayor complejidad a nivel organizacional y un marcado incremento en las ventas. En este etapa la empresa deja de considerarse una *startup*.

###### Incorporación de investigadores en *startups* tecnológicas

Las empresas tecnológicas en etapa inicial tienen escasa diferenciación funcional, es decir, tienen pocos empleados (entre 3 y 7, incluyendo a los socios fundadores), los integrantes de la empresa son multifuncionales y desempeñan funciones críticas de manera paralela (típicamente gestión, investigación y ventas). Este grupo inicial de personas conforman el “núcleo” de la empresa y en algunos casos funcionan de manera horizontal para la toma de decisiones estratégicas.

Estas empresas suelen relacionarse y contratar a personas de su círculo más cercano, esto es, pertenecientes a redes de amistad y/o a su universidad de origen (“alma mater”). Para seleccionar y contratar nuevo personal suelen utilizar mecanismos informales, principalmente recomendaciones de personas de confianza (amigos, ex profesores, mentores, entre otros).

En estos casos, el capital humano avanzado con que cuentan las empresas suele corresponder a alguno de los integrantes del equipo emprendedor o de sus primeros empleados. En algunos de los casos analizados, el socio fundador era quien tenía el grado académico más alto (doctorado) mientras en otros casos, el doctorado había sido contratado con posterioridad a la constitución de la empresa. En general, la contratación de doctores se ve como una opción o muy cara o innecesaria en esta etapa, dado que su perfil no coincide con las competencias más requeridas (principalmente competencias en gestión y ventas). En este sentido, la contratación de profesionales con grado de doctor se menciona como una estrategia deseable en el largo plazo, *“cuando haya crecido y cuente con más capital”* (startup tecnológica, no postulante PAI).

Las *startups* tecnológicas no suelen contar con infraestructura propia para la I+D, por lo que es común que se vinculen con otras instituciones -como universidades, centros tecnológicos y otras empresas nacionales e internacionales- según sus necesidades específicas.[[26]](#footnote-26)

Dadas las condiciones antes señaladas, las *startups* tecnológicas tienden a ejecutar actividades de I+D en colaboración con otras organizaciones o a terciarizar las que no son críticas para la empresa. Para ello se recurre principalmente a financiamiento de programas públicos, entre los que se mencionan el FIA, Fondef de CONICYT y Contratos Tecnológicos de Corfo (este último instrumento es el más mencionado por los entrevistados).

En las entrevistas realizadas se indica que los proyectos de I+D persiguen en general uno de dos objetivos: el desarrollo de nuevos productos en el mediano y largo plazo (*core* del negocio), y la venta de productos o servicios de fácil y rápida ejecución, lo que constituye la principal estrategia de financiamiento de las operaciones de la empresa.

*“Nosotros tenemos tres tipos de proyecto en nuestra empresa. Uno, el que da plata al mes o a los tres meses, que es vender un servicio directamente o un producto, un desarrollo. Después están los que dan plata al año, que son productos más rápidos, y hay otros que son de más años. Estamos hablando a cinco años (…). Entonces ésta es una empresa de alto riesgo, porque en algún momento en que estoy metiendo la plata acá me puede ir mal en lo otro”* (startup tecnológica, beneficiaria PAI-ISP).

###### Empresas tecnológicas en etapa de expansión

Las empresas tecnológicas en etapa de expansión, por su parte, se diferencian de las *startups* en fase inicial en el número de empleados y volumen de ventas (son empresas más grandes), donde los trabajadores desempeñan funciones diferenciadas y mejor delimitadas.

Los investigadores contratados por este tipo de empresas suelen desempeñarse como jefes de líneas de desarrollo, además de contratar investigadores y otro personal de apoyo de manera temporal para ejecutar proyectos específicos. Algunos entrevistados señalan que uno de los impactos de la contratación de este tipo de profesionales puede ser impulsar una nueva línea de negocio en la empresa, lo que no se restringe necesariamente a la ejecución de un proyecto de I+D.

Estas empresas se asemejan a las *startups* en que suelen recurrir a redes de amistad y/o a su universidad de origen mediante mecanismos informales de vinculación. En un caso se mencionó la existencia de un vículo formal con una universidad en que el fundador de la empresa hacía clases, lo que aparece de manera más frecuente en empresas de mayor tamaño donde se permite que los trabajadores hagan docencia. Esto constituye una importante fuente de acceso a profesionales especializados.

Lo anterior se constata también en las encuestas, donde 11 empresas declaran que al menos un empleado participa en alguna instancia directiva o consultiva de una universidad (29,7% de la muestra), y 20 reportan que al menos un empleado de la empresa realiza alguna actividad académica (como docencia, investigación o extensión) en alguna universidad o centro tecnológico (54,1% de la muestra).

Respecto a otros recursos para la I+D, algunas de las empresas tecnológicas en expansión entrevistadas han invertido en infraestructura propia de mediano costo, con la que pueden realizar parte de sus desarrollos y pruebas, además de ofrecer servicios a terceros. No obstante, se mantienen vínculos estrechos con otras empresas e instituciones, a las que recurren para ejecutar proyectos que requieren infraestructura, conocimientos específicos *(“capacidades instaladas de doctores e investigadores”)* o bien alianzas comerciales para la fabricación de sus productos.

##### a.2) Empresas tecnológicas creadas por otras empresas

Existe evidencia sobre importantes diferencias entre *startups* nacidas como emprendimientos individuales (ya sean académicos o extra-académicos) y *spin-offs* corporativas (Koster, 2004; Wennberg et.al, 2011). Por ejemplo, un estudio empírico llevado a cabo por Koster en EEUU (op.cit) concluye que los emprendimientos corporativos están un paso delante de los emprendimientos individuales que no han recibido apoyo de otra compañía. En este sentido, se observa que las primeras muestran mayor dinamismo en el desarrollo de productos, una tendencia creciente a contratar nuevo personal y reciben sus primeras ganancias antes que otros tipos de empresa.

En efecto, en las entrevistas a empresas de este tipo destaca que, debido a que han sido creadas por empresas grandes para responder a una demanda específica, los emprendimientos corporativos cuentan con una inversión inicial mayor y con al menos un cliente fijo al que transfieren los resultados de sus proyectos de I+D. De este modo, se trata de empresas menos inestables que las nacidas como *startups* y con una fuerte vinculación con el mercado final.

###### Incorporación de investigadores en emprendimientos tecnológicos corporativos

Las empresas tecnológicas asociadas a empresas matrices son más grandes que los emprendimientosen etapa inicial y similares en tamaño a las *startups* en etapa de expansión. Cuentan con entre 10 y 12 personas de manera permanente en sus áreas de I+D y contratan de manera temporal a investigadores para la ejecución de cada proyecto. Al igual que las empresas antes analizadas, también financian estos proyectos de manera importante mediante fondos públicos, para lo que cuentan con empleados dedicados específicamente a revisar fondos disponibles y postular. Prácticamente todos los entrevistados señalan que este tipo de empleados es crucial al momento de decidir postular a un fondo público, pues ello requiere de tiempo y cierto grado de especialización (en la jerga utilizada en las entrevistas, se refieren a ellos como *“fondistas”* o *“corfólogos”*).

Entre los mecanismos de contacto y contratación que aparecen mencionados en las entrevistas a este tipo de empresas destaca la búsqueda y selección mediante canales “tradicionales” (publicación y difusión de puestos abiertos a través de publicaciones del rubro), redes sociales especializadas (como LinkedIn y redes científicas específicas de cada área) y mediante los vínculos previos del personal con universidades.

Una dificultad que enfrentan todas las empresas tecnológicas entrevistadas es que algunos instrumentos de apoyo a la ejecución de proyectos de I+D no permiten incluir en los costos del proyecto al personal previamente contratado. Asimismo, el incentivo tributario al gasto privado en I+D se cita como fuente complementaria para la contratación de personal, sin embargo, la falta de presupuesto disponible de antemano afecta las decisiones de inversión:

*“Generalmente uno contrata un ingeniero o dos ingenieros, más la paga a los memoristas, paga a un pequeño grupo de recurso humano y se apoya en la gente ya existente… Ese gasto que Corfo no me lo reconoce dentro del proyecto yo lo cargo en la línea de beneficio tributario, y ahí puedo recuperar algo de la inversión que hice en I+D. A veces, cuando tienes utilidades… Y un centro de investigación casi nunca tiene utilidades”* (empresa tecnológica filial, no postulante al PAI).

Lo anterior es visto como algo negativo por los entrevistados, sin embargo, podría ser una oportunidad para la incorporación de nuevos investigadores. Al preguntar sobre este punto, en algunas entrevistas se señala que es un desincentivo a la mantención de personal permanente.

##### b) Empresas productivas

La muestra de la encuesta contiene 9 empresas productivas (6 beneficiarias de PAI-ISP y 3 de PAI-Tesis), que representan el 24,3%. Asimismo, en la muestra de empresas entrevistadas, 15 corresponden a este tipo.

La mayoría de las empresas analizadas en este estudio pertenece al sector agrícola y de alimentos procesados. Además se incluyeron casos del sector salud, minería, manufactura, suministro de energía y de agua.

A diferencia de las empresas tecnológicas, las empresas productivas buscan principalmente incorporar los resultados de proyectos de I+D en la propia organización para producir y comercializar los productos o servicios generados a partir de la tecnología (Santibáñez, s/f).

##### b.1) Empresas productivas con unidad de I+D

Las empresas productivas que cuentan con unidades de I+D declaran que este tipo de actividades es fundamental para el crecimiento de la empresa o para mantener o ampliar su participación de mercado.

De acuerdo con la literatura especializada, un aspecto clave que distingue a estas empresas son sus capacidades de absorción, lo que se define como su habilidad para reconocer el valor de nueva información externa, asimilarla y aplicarla con fines comerciales (Cohen & Levinthal, 1990).

En cuanto al gasto que ejecutan en actividades I+D, éste proviene tanto de fondos públicos como de fondos propios de las empresas. Si bien se trata de organizaciones que en muchos casos han invertido en infraestructura y recursos para actividades intramuros, esto no excluye que para proyectos específicos se asocien con otras instituciones (InnovaChile, 2009). En este sentido, las empresas productivas que cuentan con unidades de I+D suelen subcontratar y ejecutar proyectos colaborativos con empresas y centros tecnológicos, tanto chilenos como extranjeros:

*“(…) desde desarrollo de proyectos donde hay un experto en la universidad que hace de director científico de un proyecto particular en colaboración con los investigadores internos, hasta empresas que han postulado a Corfo con nuestro apoyo para desarrollar una iniciativa que es de nuestro interés”* (empresa productiva con unidad de I+D, beneficiaria de PAI-ISP)*.*

Las empresas analizadas en este estudio reportan un gasto significativo en infraestructura y equipos para actividades de I+D, en coherencia con un fuerte compromiso de la gerencia con la mejora continua, la eficiencia de sus procesos productivos, el desarrollo de nuevas líneas de productos y la mejora de la calidad de productos preexistentes (orientados muchas veces al mercado internacional).

De acuerdo con lo recogido en las entrevistas, el principal obstáculo para las actividades de I+D en estas empresas es la cultura de innovación propia de la organización:

*“Me refiero a que la gente no tiene la costumbre por pensar en procesos creativos, de generar cambios en sus actividades diarias, y eso limita, digamos, que eso tenga una importancia dentro de su quehacer... Por lo tanto, la gente está pensando siempre a corto plazo, en la pega que tiene que hacer día a día, está siempre con presión, no dedica tiempo a pensar un poco más allá, en cómo podrían cambiar algunos procesos”* (empresa productiva con unidad de I+D, beneficiaria de PAI-ISP).

Adicionalmente, los entrevistados mencionan restricciones presupuestarias para la ejecución de actividades de I+D, pero principalmente, dificultades para generar información sobre el impacto de la inversión en I+D para la empresa.

*“Yo te diría que hace falta un sistema de evaluación bien hecho para medir el impacto que tienen los resultados de investigación y desarrollo, ¿ya? Y eso algo en lo cual nosotros estamos trabajando porque consideramos crítico. O sea, mientras no se visualice cuál es el impacto que generan nuestros nuevos protocolos, los nuevos conocimientos, sobre el quehacer de la compañía, es difícil demostrar cuál es la importancia que tienen las actividades de investigación y desarrollo”* (empresa productiva con unidad de I+D, beneficiaria de PAI-ISP).

###### Incorporación de investigadores en empresas productivas con unidad de I+D

Las unidades de I+D de este tipo de empresas cuentan con personal permanente (que varía entre 2 y 20 personas), sin embargo, el número de investigadores con grado de doctor es bastante bajo en todas ellas. Según declaran en las entrevistas realizadas, la contratación de doctores se justifica únicamente si su línea de investigación corresponde a un ámbito clave del negocio, pero en general se percibe que las competencias técnicas de este tipo de profesionales son demasiado específicas.

El proceso de búsqueda y selección de personal de I+D depende del tamaño de las empresas, sin embargo, en todas ellas se reporta el uso de canales formales. En empresas grandes, este proceso es liderado por la gerencia de recursos humanos, que sigue las especificaciones del cargo que debe realizar previamente la unidad de I+D.

*“(…) primero, nosotros tenemos una descripción muy, muy detallada de lo que son nuestras necesidades. O sea, cuál es el proyecto, quién va a liderar desde el principio, cuáles van a ser sus tareas. En base a eso se hace una descripción de cargo detallada, y esa descripción de cargo está incluida dentro de un llamado que se hace. Y ese llamado se difunde en redes académicas y empresariales, se reciben postulaciones hasta una fecha; … y bueno, por currículum se selecciona a algunos de ellos, luego entrevistas personales. Finalmente, con el área de recursos humanos se ve todo lo que es las entrevistas psico-laborales, para finalmente, con todos los informes en mano, tomar la decisión de cuál es el perfil”* (empresa productiva con unidad de I+D, beneficiaria de PAI-ISP).

Por otra parte, algunas empresas señalan que es común subcontratar a investigadores externos para desempeñarse como directores de proyectos específicos. En este sentido, los entrevistados concuerdan en que las dificultades presupuestarias no permiten que las unidades de I+D crezcan de manera sostenida.

##### b.2) Empresas productivas sin unidad de I+D.

No todas las empresas que han postulado o sido beneficiarias del PAI cuentan con unidades de I+D. Entre los casos analizados se encuentran tanto empresas que nunca han contado con una unidad de este tipo como empresas que tuvieron un área dedicada a I+D, pero que fueron cerradas por distintos motivos. El motivo más recurrente, mencionado por los entrevistados, es que la I+D es una actividad secundaria para la empresa, por lo tanto, su cierre es una opción estratégica ante la necesidad de reducir costos.

En los casos analizados, la contratación de personal con grado de doctor se ha enmarcado en proyectos específicos que por lo general apuntan a hacer más eficientes sus procesos y, de este modo, mejorar el rendimiento de la organización. Por lo mismo, en muchas de estas empresas no se reporta gasto en I+D antes de postular a los programas de inserción.

Por último, en este tipo de empresas no se encontraron concordancias sustantivas sobre los requerimientos y los procesos de búsqueda y selección de investigadores.

#### Percepción de las empresas respecto de los investigadores con grado de doctor

De las entrevistas realizadas se puede deducir que para las empresas, la contratación de personal de I+D altamente calificado puede cumplir múltiples objetivos, como por ejemplo, ayudar en la búsqueda de conocimiento nuevo, contribuir a la optimización de procesos internos o a la generación o mejora de productos y servicios. En este sentido, el valor que atribuyen a la contratación de un investigador se define en gran medida por su experticia técnica.

No obstante, para la mayoría de las empresas consultadas, el grado académico del investigador por sí mismo no resulta ser un factor suficiente a la hora de su contratación. Esto aparece en entrevistados de distintos sectores de la economía, tanto en sectores emergentes (TI, energía solar) como en sectores tradicionales de la industria (vitvinicultura, minería).

*“Yo creo que en este momento y para lo que hacemos, si es que llegan doctores que han estudiado cosas de Big Data o Internet de las cosas ayudan, pero no es necesario. Lamentablemente la tecnología es así, es de cabros que son programadores y son unos genios y no necesariamente van a la universidad…”* (Empresa, sector TI).

*“Nosotros detectamos a esas personas que no tienen el grado de doctor, pero tienen una alta capacidad de entender las cosas, de desarrollarlas, son rápidos en el actuar y se pagan solos, porque ellos en el fondo quieren emprender y quieren transformarse en socios de estos desarrollos que se hacen…”* (Empresa, sector energía solar).

*“Yo creo que la gente que hemos seleccionado es gente que, primero, tiene una formación académica muy fuerte. Segundo, que tiene experiencia, no solo académica, sino experiencia trabajando en la empresa. Y tercero, hay un foco sobre buscar gente con habilidades blandas, digamos, y que sea capaz de liderar equipos y trabajar en equipo, eso es muy importante”* (Empresa, sector vitivinícola).

El análisis de las entrevistas realizadas a los representantes del sector productivo permitió identificar distintas competencias de los investigadores con grado de doctor que son valoradas postitivamente por los empleadores; principalmente su nivel de conocimiento especializado, sus redes de contacto en el sector académico y con otros profesionales o su capacidad para mantenerse actualizados en conocimiento de frontera.

*“Todo este conocimiento él puede plasmarlo en las fórmulas, en cómo funciona el sistema. Yo creo que ha sido un aporte grande. No te podría comparar con un caso en el que no fuera así, porque no conozco, así que no te podría decir cuánto más, pero ya por el hecho de que se haya dedicado años a estudiar el tema se nota en el conocimiento absoluto del tema. Yo creo que sí aporta mucho dentro de la empresa y dentro de nuestro desarrollo”* (Empresa, sector servicios profesionales).

Sin embargo, en todas las entrevistas realizadas se señaló como muy relevante la experiencia previa de los profesionales en las áreas de interés de cada empresa. En este sentido, en las entrevistas apareció una percepción compartida sobre ciertas debilidades de los investigadores, en particular aquellos con grado de doctor. Dichas debilidades percibidas podrían estar obstaculizando tanto su contratación como su permanencia en la industria. Las principales debilidades mencionadas en las entrevistas fueron las siguientes:

* **Falta de experiencia en el sector productivo:** esta debilidad es caracterizada en el imaginario empresarial como “falta de calle”, y es la principal limitante al pensar en la inserción de investigadores altamente especializados. Se valora negativamente la híper especialización y el ritmo de trabajo más lento al que estarían acostumbrados en la academia. Para algunos entrevistados de empresas es crítico que el profesional se adapte a la organización y no al revés, por lo que advierten que el investigador debe rápidamente asumir que los tiempos y los modos de trabajo en la empresa son distintos al trabajo en la academia. Asimismo, se valora positivamente que los investigadores tengan también formación o experiencia en gestión.
* **Falta de orientación al cliente:** competencia que implica preocuparse por entender las necesidades de los clientes (internos y externos) y dar solución a sus problemas. Algunas de las variables mencionadas por los entrevistados en este ámbito son: conocer el negocio del cliente y sus necesidades; explorar nuevas necesidades y buscar la forma de satisfacerlas, realizar seguimiento de las necesidades del cliente.
* **Escasas habilidades blandas:** La escasa formación en este tipo de habilidades se percibe como una debilidad por gran parte de los entrevistados. El trabajo colaborativo en investigación requiere de habilidades para conectarse con otros agentes tanto al interior como fuera de la empresa. En este sentido, en muchos casos se percibe al investigador con grado de doctor como alguien con una formación orientada más al trabajo individual, aislado, y con pocas habilidades para vincularse con su entorno. La habilidad de trabajar en equipos y para comunicar resultados son características que se valoran y que –según señalan distintos entrevistados– no siempre han desarrollado durante su formación.

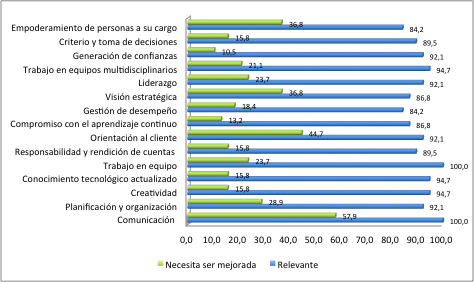
*“Es por el sistema académico; vienen de un laboratorio, trabajando en el laboratorio encerrados, digamos, sin mucha comunicación, sino que ellos realizan su trabajo muy bien cuando están entre estas cuatro paredes, pero acá necesitan dedicarse no solo a la investigación, sino a la gestión de I+D, y es otro mundo”* (empresa tecnológica, sector agroindustria).

*“Es básicamente la capacidad de vincularse con distintos colaboradores; es gente que necesita vincularse con agencias estatales -con Corfo, con CONICYT, con FIA- necesita internamente negociar proyectos con distintas gerencias dentro de la compañía, necesita ir a la academia a generar redes de colaboración con distintas universidades... Por lo tanto eso es algo que yo creo que en la formación que se les da a los doctores hoy día en Chile, es una debilidad que hemos visto”.* (empresa productiva, sector alimentos).

Es posible que muchas de las percepciones que tienen los representantes de empresas respecto de los investigadores y de los doctorados en particular provengan de estereotipos o prejuicios que no se basan necesariamente en la experiencia.

Para contrastar dichos prejuicios, en la encuesta se recogió la percepción personal de las contrapartes de empresas respecto de los profesionales incorporados mediante los proyectos adjudicados. Se pidió, por una parte, que señalaran cuáles son las competencias laborales más relevantes para la empresa y luego, que marcaran aquellas competencias que el investigador en cuestión necesitaba mejorar. Como se observa en el siguiente gráfico, si bien todas las competencias fueron mencionadas, el 100% de los entrevistados marcó como muy relevante el “trabajo en equipo” y la “comunicación”. Asimismo, la “comunicación” apareció como la competencia laboral relevante que más deben mejorar los investigadores, seguida por la “orientación al cliente”. Por el contrario, las competencias más relevantes y mejor evaluadas son “creatividad” y “conocimiento tecnológico actualizado”.

**Gráfico 7. Competencias laborales relevantes para las empresas y que los investigadores necesitan mejorar**



## profesionales beneficiarios de LOS PROGRAMAS pai y chi

En esta sección se describe a los profesionales encuestados, participantes en proyectos beneficiarios de los instrumentos de la Línea de Inserción en el Sector Productivo del PAI (CONICYT) y del Programa de Capital Humano para la Innovación (CHI), de Corfo. En total se encuestó a 102 profesionales, 53 beneficiarios de la línea PAI-ISP, 24 de PAI-Tesis y 25 de CHI de Corfo CHI.

**Cuadro 54. Profesionales beneficiarios (marco muestral y muestra lograda)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Instrumento | n marco muestral | n muestra lograda | % logro |
| PAI ISP | 72 | 53 | 73,6% |
| PAI Tesis | 40 | 24 | 60,0% |
| Corfo CHI | 43 | 25 | 58,1% |
| **Total** | **153** | **102** | **66,7%** |

1. **Sexo**

Los profesionales encuestados se distribuyen según sexo de manera muy similar al marco muestral.

**Cuadro 55. Profesionales beneficiarios según sexo e instrumento**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Instrumento | Marco muestral | | | Muestra lograda | | |
| **hombres** | **mujeres** | **% mujeres** | **hombres** | **mujeres** | **% mujeres** |
| PAI ISP | 53 | 19 | 26,4% | 37 | 16 | 30,2% |
| PAI Tesis | 21 | 19 | 47,5% | 12 | 12 | 50,0% |
| Corfo CHI | 35 | 8 | 18,6% | 20 | 5 | 20,0% |
| **Total** | **109** | **46** | **29,7%** | **69** | **33** | **32,4%** |

Como se observa en el cuadro anterior, destaca el alto porcentaje de hombres que se ha adjudicado este tipo de proyectos (70,3% del marco muestral y 67,6% de la muestra lograda), lo que contrasta con la baja proporción de mujeres tanto en el total de proyectos adjudicados como en la muestra encuestada (29,7% y 32,4% respectivamente). Esto se observa en mayor medida en el programa de Corfo, donde la participación de mujeres es cercana al 20%.

1. **Áreas del conocimiento**

Las áreas del conocimiento (FoS OCDE) correspondiente al último grado obtenido por los profesionales encuestados, son mayoritariamente disciplinas pertenecientes a la categoría de Ingeniería y tecnología (42,2%) y Ciencias naturales (34,3%), seguidas por Ciencias agrícolas (14,7%).

**Cuadro 56. Profesionales beneficiarios según área del conocimiento del último grado obtenido**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Área OCDE del último grado obtenido** | **Hombre** | | **Mujer** | | **Total** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Ciencias agrícolas | 6 | 8,7% | 9 | 27,2% | 15 | 14,7% |
| Ciencias médicas y de salud | 4 | 5,8% | 0 | 0,0% | 4 | 3,9% |
| Ciencias naturales | 21 | 30,4% | 14 | 42,4% | 35 | 34,3% |
| Ciencias sociales | 4 | 5,8% | 1 | 3,0% | 5 | 4,9% |
| Ingeniería y tecnología | 34 | 49,2% | 9 | 27,2% | 43 | 42,2% |
| **Total** | **69** | **100%** | **33** | **100%** | **102** | **100%** |

La diferencia de género más importante se observa en Ingeniería y tecnología, donde se concentra 49,2% de los hombres, mientras en las mujeres representa sólo el 27,2%. Las mujeres, por su parte, se concentran en Ciencias naturales (42,4%). Por último, las Ciencias agrícolas concentran 27,2% de las mujeres y 8,7% de los hombres.

Al analizar las disciplinas específicas de los profesionales, se observa una alta dispersión. Según se observa en el siguiente cuadro, las principales disciplinas a las que pertenecen los profesionales que se han adjudicado proyectos de inserción en la industria son: Ciencias Biológicas, Ciencias de la tierra y medioambientales, Ingeniería eléctrica, Electrónica e informática, Ingeniería química, Agricultura, silvicultura y pesca, y otras Ingenierías y Tecnologías.

**Cuadro 57. Profesionales beneficiarios según disciplina del último grado obtenido**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Disciplina OCDE del último grado obtenido** | **Hombre** | | **Mujer** | | **Total** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Ciencias biológicas | 8 | 11,6% | 5 | 15,2% | 13 | 12,8% |
| Ciencias de la tierra y medioambientales | 6 | 8,7% | 4 | 12,1% | 10 | 9,8% |
| Ingeniería eléctrica, electrónica e inform. | 9 | 13,0% | 0 | 0,0% | 9 | 8,8% |
| Ingeniería química | 5 | 7,2% | 4 | 12,1% | 9 | 8,8% |
| Agricultura, silvicultura y pesca | 3 | 4,3% | 5 | 15,2% | 8 | 7,8% |
| Otras ingenierías y tecnologías | 5 | 7,2% | 2 | 6,1% | 7 | 6,9% |
| Ciencias químicas | 0 | 0,0% | 4 | 12,1% | 4 | 3,9% |
| Otras ciencias naturales | 3 | 4,3% | 1 | 3,0% | 4 | 3,9% |
| Nanotecnología | 4 | 5,8% | 0 | 0,0% | 4 | 3,9% |
| Ingeniería mecánica | 4 | 5,8% | 0 | 0,0% | 4 | 3,9% |
| Biotecnología ambiental | 2 | 2,9% | 2 | 6,1% | 4 | 3,9% |
| Biotecnología industrial | 2 | 2,9% | 1 | 3,0% | 3 | 2,9% |
| Ciencias veterinarias | 1 | 1,4% | 2 | 6,1% | 3 | 2,9% |
| Biotecnología agrícola | 2 | 2,9% | 1 | 3,0% | 3 | 2,9% |
| Otras ciencias sociales | 2 | 2,9% | 1 | 3,0% | 3 | 2,9% |
| Computación y ciencias de la inform. | 2 | 2,9% | 0 | 0,0% | 2 | 1,9% |
| Ingeniería de los materiales | 2 | 2,9% | 0 | 0,0% | 2 | 1,9% |
| Economía y negocios | 2 | 2,9% | 0 | 0,0% | 2 | 1,9% |
| Matemáticas | 1 | 1,4% | 0 | 0,0% | 1 | 0,9% |
| Ciencias físicas | 1 | 1,4% | 0 | 0,0% | 1 | 0,9% |
| Ingeniería ambiental | 1 | 1,4% | 0 | 0,0% | 1 | 0,9% |
| Medicina básica | 1 | 1,4% | 0 | 0,0% | 1 | 0,9% |
| Medicina clínica | 1 | 1,4% | 0 | 0,0% | 1 | 0,9% |
| Ciencias de la salud | 1 | 1,4% | 0 | 0,0% | 1 | 0,9% |
| Biotecnología médica | 1 | 1,4% | 0 | 0,0% | 1 | 0,9% |
| Otras ciencias agrícolas | 0 | 0,0% | 1 | 3,0% | 1 | 0,9% |
| **Total** | **69** | **100%** | **33** | **100%** | **102** | **100%** |

* 48% de los hombres se distribuye en 5 disciplinas:
* Ingeniería eléctrica, electrónica e informática (9 personas, equivalente a 13% del total de hombres).
* Ciencias biológicas (8 personas, equivalente a 11,6%)
* Ciencias de la tierra y medioambientales (6 personas, equivalente a 8,7%).
* Ingeniería química (5, equivalente a 7,2%).
* Otras ingenierías y tecnologías (5, equivalente a 7,2%).
* 66,7% de las mujeres se distribuye en 5 disciplinas:
* Ciencias biológicas (5 personas, equivalente a 15,2%)
* Agricultura, silvicultura y pesca (5 personas, equivalente a 15,2%).
* Ciencias de la tierra y medioambientales (4 personas, equivalente a 12,1%).
* Ingeniería química (4, equivalente a 12,1%).
* Ciencias químicas (4, equivalente a 12,1%).
* La mayor diferencia según sexo se observa en Ingeniería eléctrica, electrónica e informática, donde hay 9 hombres (13%) y ninguna mujer.

1. **Preferencias y expectativas laborales, antes de postular**

En el cuestionario se plateó una serie de preguntas respecto a las motivaciones personales y a la forma en que se gestionó el proyecto y la incorporación de los investigadores a las empresas.

40,6% de los encuestados señala como motivación inicial de postular la preferencia por trabajar en una empresa, seguido de trabajar en un centro tecnológico vinculado al sector productivo con un 35,6%, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 58. Preferencias laborales antes de postular al programa de inserción**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **PREFERENCIAS** | **TOTAL** | | **ISP** | | **CHI** | | **TESIS** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Quería trabajar en una empresa | 41 | 40,6 | 19 | 35,8 | 17 | 68,0 | 5 | 21,7 |
| Quería trabajar en un centro tecn. vinculado al sector productivo | 36 | 35,6 | 19 | 35,8 | 6 | 24,0 | 11 | 47,8 |
| Quería trabajar en una universidad o centro de investigación académica | 19 | 18,8 | 11 | 20,8 | 2 | 8,0 | 6 | 26,1 |
| Quería emprender un proyecto propio (fundar una empresa) | 1 | 1,0 | 1 | 1,9 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| No tenía una preferencia clara sobre dónde quería trabajar | 4 | 4,0 | 3 | 5,7 | 0 | 0,0 | 1 | 4,3 |
| **Total** | **101** | **100%** | **25** | **100%** | **23** | **100%** | **23** | **100%** |

Como se muestra en el siguiente cuadro, las principales expectativas antes de postular al programa (declaradas por los investigadores de manera retrospectiva en la encuesta) eran resolver problemas concretos en las empresas y adquirir mayor experiencia en este sector, con menciones de 63,8% y 72,2%% de los encuestados, respectivamente.

**Cuadro 59. Expectativas antes de postular al programa de inserción**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **EXPECTATIVAS** | **TOTAL** | | **ISP** | | **CHI** | | **TESIS** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Resolver problemas concretos del sector productivo | 94 | 63,8 | 50 | 54,0 | 24 | 75,0 | 20 | 75,0 |
| Adquirir mayor experiencia en el sector productivo | 90 | 72,2 | 45 | 71,1 | 24 | 62,5 | 21 | 85,7 |
| Adquirir nuevos conocimientos | 88 | 53,4 | 42 | 52,4 | 24 | 50,0 | 22 | 59,1 |
| Trabajar en un equipo multidisciplinario | 86 | 55,8 | 42 | 57,1 | 25 | 72,0 | 19 | 31,6 |
| Adquirir nuevas competencias laborales | 85 | 62,4 | 41 | 56,1 | 23 | 78,3 | 21 | 57,1 |
| Contar con más financiamiento para investigar | 84 | 45,2 | 40 | 65,0 | 23 | 34,8 | 21 | 19,0 |
| Mejorar mi situación salarial | 84 | 41,7 | 41 | 63,4 | 22 | 31,8 | 21 | 9,5 |
| Lograr mayor estabilidad laboral | 80 | 35,0 | 38 | 28,9 | 22 | 13,6 | 20 | 70,0 |

En el PAI-ISP, las alternativas con mayor respuesta fueron adquirir mayor experiencia en el sector productivo con un 71,1%, contar con más financiamiento para investigar con un 65% y mejorar su situación laboral con un 63,4%. Para el instrumento de CORFO, las opciones se inclinan por adquirir nuevas competencias laborales con un 78,3%, resolver problemas concretos del sector productivo con un 75% y trabajar en un equipo multidisciplinario con un 72%.

Finalmente, para PAI Tesis, Adquirir mayor experiencia en el sector productivo 85,7%, Resolver problemas concretos del sector productivo 75%, Lograr mayor estabilidad laboral 70%.

1. **Relación con el sector productivo, antes de postular**

La trayectoria laboral nos permite observar en términos generales los patrones que han seguido este grupo de investigadores en términos laborales, para lo cual se consulta por el sector de partida, empleo al momento de finalizar el proyecto y su ocupación actual. Es relevante señalar que la mayoría de los encuestados cuenta con experiencia laboral previa a la postulación, en un 73,5%. Al respecto, en primer lugar se preguntó en términos generales si los investigadores habían tenido vinculación previa con el sector productivo:

**Cuadro 60. Experiencia laboral relacionado al sector productivo por línea**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **LINEA** | **SI** | | **NO** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** |
| ISP | 31 | 58,5% | 22 | 41,5% |
| TESIS | 13 | 54,2% | 11 | 45,8% |
| CHI | 18 | 72,0% | 7 | 28,0% |

Se observa que, entre las líneas de programas, el instrumento de CORFO cuenta con una mayor proporción de beneficiarios con experiencia en el sector productivo, con un 72%, contrastando con el PAI-ISP de CONICYT, con un 58,5%. Para el total de respuestas, un 60,8% señala haber tenido alguna experiencia laboral relacionada al sector productivo.

**Cuadro 61.** **Tipo de relación previa con el sector productivo**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **LINEA** | **Antes de postular había trabajado en empresa** | | **Antes de postular trabajó en proyectos vinculados a empresas** | |
|  | **n** | **%** | **n** | **%** |
| ISP | 21 | 70,0% | 9 | 30,0% |
| TESIS | 9 | 64,3% | 5 | 35,7% |
| CHI | 16 | 88,9% | 2 | 11,1% |
| **Total** | **46** | **74,2%** | **16** | **25,8%** |

De los 62 investigadores que cuentan con experiencia previa vinculada al sector productivo, 74,2% había trabajado antes en una empresa y 25,8% en proyectos vinculados a dicho sector (no necesariamente en una empresa). En las entrevistas realizadas, muchos de los investigadores señalan que el vínculo con el sector productivo se habría dado durante el programa de doctorado. En este contexto, el contacto con las empresas comienza como contraparte de proyectos con empresas, o también desarrollando roles de asesor o consultor independiente (por ejemplo, proyectos Fondef e I+D Aplicada de Corfo).

**Cuadro 62.** **Sector donde trabajaba antes de postular al programa, según línea**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **SECTOR** | **LINEA** | | | **TOTAL** |
| **ISP** | **TESIS** | **CHI** | **%** |
| Estado | 2,3% | 6,3% | 0,0% | 2,7% |
| Universidad | 40,9% | 31,3% | 20,0% | 34,7% |
| Empresa | 38,6% | 37,5% | 80,0% | 46,7% |
| Centro Tecnológico | 9,1% | 18,8% | 0,0% | 9,3% |
| IPSFL | 4,5% | 0,0% | 0,0% | 2,7% |
| Otro | 4,5% | 6,3% | 0,0% | 4,0% |
| **TOTAL** | **100%** | **100%** | **100%** | **100%** |

En cuanto al análisis por programa, la mayor diferencia se evidencia en el programa de CORFO, en donde el 80% de los beneficiados provenían del sector productivo.

**Cuadro 63. Profesionales beneficiarios (marco muestral y muestra lograda), según instrumento**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Instrumento | n marco muestral | n muestra lograda | % logro |
| PAI-ISP | 72 | 53 | 73,6% |
| PAI-Tesis | 40 | 24 | 60,0% |
| Corfo CHI | 43 | 25 | 58,1% |
| **Total** | **153** | **102** | **66,7%** |

1. **Contacto con la empresa y postulación al programa**

En total, 35,3% de los encuestados señala que el primer contacto con la entidad patrocinante fue realizado de manera directa por el mismo investigador; en 29,4% de los casos fue la empresa quien tomó contacto y en 21,6% el contacto fue facilitado por un profesor del programa de doctorado.

**Cuadro 64. Forma en que se gestionó el contacto con la empresa**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **ISP** | | **TESIS** | | **CHA** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| La empresa se contacto | 20 | 37,7% | 0 | 0% | 10 | 40% |
| yo me contacte con empresa | 18 | 34% | 9 | 37,5% | 9 | 36% |
| A través del programa de doctorado | 4 | 7,5% | 3 | 12,5% | 0 | 0% |
| Un profesor contacto empresa | 7 | 13,2% | 12 | 50% | 3 | 12% |
| Otra | 4 | 7,5% | 0 | 0% | 3 | 12% |

Si bien no aparece como la alternativa de mayor preferencia, es relevante analizar el rol del “profesor guía” en el contacto entre los estudiantes de doctorado y el sector productivo. Al observar las respuestas en la encuesta y en las entrevistas, el rol del tutor es importante en contactar a los doctorados con empresas con las que él o ella ha trabajado, sumando a los investigadores a una red que ya está en funcionamiento y que cuenta con proyectos previos.

Por otra parte, 34,3% señala haber diseñado la idea de forma conjunta, entre el investigador y la empresa, 29,4% declara que la idea nació de la empresa y 22,5% trabajó en una idea propia.

**Cuadro 65. Forma cómo surgió la idea del proyecto**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **ISP** | | **TESIS** | | **CHA** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Proyecto ideado por empresa | 12 | 22,6% | 2 | 8,3% | 16 | 64,0% |
| Idea propia | 11 | 20,8% | 9 | 37,5% | 3 | 12,0% |
| Ideado por profesor | 5 | 9,4% | 5 | 20,8% | 0 | 0,0% |
| Ideado de manera conjunta con empresa | 23 | 43,4% | 6 | 25,0% | 6 | 24,0% |
| Otro | 2 | 3,8% | 2 | 8,3% | 0 | 0,0% |

## resultados en investigadores

#### Mercado laboral de investigadores jóvenes

La inserción de investigadores al sector privado se enmarca dentro de una tendencia global que ha ido en aumento desde la década de los 90´s, lo que ha sido empujado por cambios a nivel estructural en las formas de producción y por políticas de promoción, para que los científicos se incorporen a las empresas. Esto ha generado un mercado laboral de investigadores jóvenes de mayor dinamismo y movilidad entre los sectores académicos y privados, lo cual construye trayectorias diferentes a las tradicionales.

En el ámbito económico, se pasa de una producción manufacturera a una mayor actividad de servicios especializados, en donde el rol de científicos e ingenieros de alta calificación se hace cada vez más necesario para resolver una multiplicidad de problemas (Lee, Miozzo & Laredo, 2009). El estudio de la incorporación de doctorados a la industria muestra el rol de estos sobre la promoción de la innovación (Cruz & Sanz, 2005) y también sobre la diversificación de funciones a las que se han integrado, como científicos industriales, gerentes y consultores en empresas intensivas en conocimiento actuando básicamente como brokers tecnológicos o expertos en sus áreas (Lee, Miozzo & Laredo, 2009).

En cuanto a las políticas de promoción, encontramos el sostenido apoyo a la formación de capital humano avanzado por medio de becas de estudios a doctorados o PhD. Esto ha generado la proliferación de programas de doctorados en la mayor parte de las universidades y ha aumentado considerablemente el número de doctorados jóvenes en búsqueda de puestos de empleo. Como la formación de doctorados ha aumentado en mayor proporción que puestos de investigación en las universidades, la desocupación de este grupo ha pasado a ser una preocupación. Por consiguiente, esta política en países desarrollados tuvo como efecto el aumento de la proporción de investigadores jóvenes en el sector privado, especialmente en áreas de mecánica, química, ciencias de la ingeniería o computación (Cruz & Sanz, 2005), lo que en países como Chile no se ha logrado de manera efectiva.

A pesar de las condiciones laborales descritas y las necesidades de las empresas que realizan I&D, existen una serie de barreras que ha llevado a los distintos países a generar programas de incentivos/subsidios para la contratación de doctorados por parte de las empresas. Estas fallas están referidas a la baja inserción al sistema productivo, debido a prejuicios desde las empresas y de los propios investigadores, barreras que confrontan las expectativas personales a las condiciones del mercado laboral.

En este sentido, se ha observado que las políticas de transferencia tecnológica entre academia e industria tienen un impacto significativo y mayor en la inserción de investigadores en temas de la industria. En primer lugar, la transferencia tiene un efecto sobre el programa de estudios en particular, ya que lo obliga a actualizarse respecto de las necesidades del sector privado, y además genera una relación más directa y eficiente entre el estudiante y la empresa, permitiendo instancias de reunión (Beret, Giret & Recotillet, 2003).

##### Factores de movilidad laboral

La elección de un investigador sobre una determinada carrera, sea en el sector privado o en las universidades, depende de una serie de factores. Principalmente, se observa que en los países desarrollados los programas de doctorados gradúan más de lo que la academia requiere. Esto ha empujado a los PhD a buscar otras alternativas, aumentando de manera “natural” el reclutamiento por parte de las empresas (Cruz & Sanz, 2005; Lee, Miozzo & Laredo, 2009). Esto ha generado una diversificación en las trayectorias de las carreras científicas que difieren de los caminos tradicionales en el sector académico, pero también investigadores altamente calificados en labores de menor preparación y desocupados estacionales.

Esto lleva a evaluar la divergencia entre los incentivos y las expectativas que tiene una persona para entrar a realizar un doctorado y comenzar una carrera en investigación. Además, analizar las barreras o prejuicios existentes desde las empresas para contratar doctorados y de éstos para buscar empleo en el sector privado, ya que la movilidad de los investigadores jóvenes o recién graduados no concuerda con las expectativas tradicionales (Mangematin, 2000). Barreras que pueden provenir por el desconocimiento de ambos mundos.

Según esto, la motivación de los doctorados para elegir una carrera en el sector privado en vez de la academia, se relaciona a una serie de atributos relacionados al sector privado: mejor sueldo, libertad intelectual, oportunidades para publicar, o financiamiento (Roach y Sauerman, 2010). Estos aspectos han sido analizados en países como España, Francia y Reino Unido. En este sentido, Dasgupta y David (1994)*,* señalan que la ciencia académica y la industrial tienen la misma naturaleza y requerimientos, y las diferencias radican finalmente en la organización social de incentivos y los mecanismos de recompensas. Un ejemplo de esto ha sido la industria farmacéutica, la cual ha adoptado una organización científica en términos de desarrollo de la carrera, fomentando la investigación, publicación y la divulgación de resultados en congresos.

Además, se observa que los investigadores que prefieren continuar su carrera en empresas cuentan con un perfil particular, que les permite adaptarse a valores diferentes a los desarrollados en la ciencia académica (Cotgrove and Box, 1970). Por su parte, empresas que contratan investigadores cuentan con un perfil orientado a la investigación e innovación, y presentan algún grado de capacidad de absorción previo a la inserción de doctorados. Generalmente, las empresas proclives a contratar PhD son aquellas que colaboran con centros de investigación o universidades y las que utilizan los resultados de sus investigaciones como fuente de información (Cruz & Sanz, 2005).

### Resultados de inserción de investigadores en la industria

En esta sección se analizan los principales resultados en términos del desarrollo de la *carrera científica* mientras se ejecutó el proyecto en las empresas y, finalmente, las *competencias* *adquiridas* y *valoraciones* del trabajo en el sector privado.

Los resultados se refieren únicamente a participantes en proyectos adjudicados por PAI-ISP y PAI-Tesis (2009-2013) pues para el programa de Corfo se levantó una línea de base ya que aún no cuenta con un número significativo de proyectos finalizados.

**Cuadro 66. Continuidad laboral en la empresa**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **ISP** | | **TESIS** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** |
| SI | 35 | 66,0% | 7 | 29,2% |
| NO | 14 | 26,4% | 17 | 70,8% |
| No Responde | 4 | 7,5% | 0 | 0,0% |
| **Total** | **53** | **100%** | **24** | **100%** |

Las respuestas marcan una tendencia positiva, en donde el 66% de PAI-ISP continuó trabajando en la misma empresa en donde se desarrolló el proyecto. En menor medida, un 29% de beneficiarios de PAI-Tesis señala la misma respuesta.

Finalmente, se consultó por el sector en el cual se desempeña actualmente. De las personas que responden esta pregunta, un 55,3% del ISP señala trabajar actualmente en el sector productivo, mientras que en Tesis esto se reduce al 36,8%.

**Cuadro 67. Sector de trabajo actual**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **ISP** | | **TESIS** | | **TOTAL** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Estado | 3 | 6,4% | 1 | 5,3% | 4 | 6,1% |
| Universidad | 12 | 25,5% | 10 | 52,6% | 22 | 33,3% |
| Empresa | 26 | 55,3% | 7 | 36,8% | 33 | 50% |
| Centro Tecnológico | 3 | 6,4% | 0 | 0,0% | 3 | 4,5% |
| Otro | 3 | 6,4% | 1 | 5,3% | 4 | 6,1% |
| **TOTAL** | **47** | **100%** | **19** | **100%** | **66** | **100%** |

A partir de las entrevistas realizadas, se observa que la mayoría de los investigadores declara que busca continuidad en los espacios donde han tenido experiencia, siguiendo un camino laboral que pretende seguir desarrollando sus investigaciones previas, ya sea en el sector productivo, academia o centro tecnológico. Sin embargo, la proyección laboral y los factores que explican la movilidad de este grupo no están completamente claros y más bien parecieran depender de las oportunidades que se les van dando, la búsqueda de estabilidad en el tiempo y dónde están localizados los fondos para desarrollar investigación.

##### Resultados asociados a la carrera científica

Un aspecto muy relevante para las personas que deciden especializarse con un doctorado en algún área, es poder desarrollar una carrera científica, por lo que además de los incentivos, éste buscará un ámbito de desempeño que le permita seguir esta trayectoria.

Un ejemplo es esto se observa en que 46 investigadores siguen realizando actividades de docencia. Además, se cuentan en total 104 publicaciones de papers, de los cuales 49 son ISI y 71 participaciones a eventos de difusión de resultados. En cuanto a protección de hallazgos mediante patentes o secreto industrial, se señala la solicitud de 6 patentes y 38 inscripciones de secreto industrial. En la tabla a continuación se detallan los principales indicadores de productividad científica.

**Cuadro 68.** **Indicadores de producción científica por áreas de conocimiento**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indicador** | **ISP** | **TESIS** | **CHA** | **TOTAL** |
| Actividades de Docencia | 25 | 12 | 9 | 46 |
| Publicación ISI | 20 | 28 | 1 | 49 |
| Publicación total | 54 | 47 | 3 | 104 |
| Libro ISBN | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Capítulo de Libro | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Manual | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Propiedad Industrial | 5 | 2 | 1 | 8 |
| Patentes Nacionales |  |  |  | 2 |
| Patentes Extranjero |  |  |  | 4 |
| Secreto Industrial | 22 | 5 | 11 | 38 |
| Evento general | 40 | 23 | 8 | 71 |
| Redes | 23 | 5 | 9 | 37 |

Por otra parte, los eventos de divulgación científica son parte importante en la vida del investigador, ya que de esta manera se transfiere el nuevo conocimiento, se generan redes y es una forma de reconocimiento entre pares.

**Cuadro 69.** **Eventos de divulgación de resultados**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Participación en eventos** | **n** | **%** |
| SI | 71 | 69,6% |
| NO | 31 | 30,4% |
| **TOTAL** | **102** | **100%** |

**Cuadro 70.** **Tipos de eventos en que participaron**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Participación en eventos** | **ISP** | | **CHA** | | **TESIS** | | **TOTAL** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Expositor evento científico nacional | 39 | 66,7% | 8 | 12,5% | 20 | 90,0% | 67 | 67,2% |
| Expositor evento científico internacional | 33 | 63,6% | 7 | 0,0% | 20 | 75,0% | 60 | 60,0% |
| Expositor evento industria nacional | 29 | 58,6% | 7 | 57,1% | 18 | 33,3% | 54 | 50,0% |
| Expositor evento industria internacional | 26 | 15,4% | 7 | 14,3% | 18 | 5,6% | 51 | 11,8% |
| Asistente evento de difusión nacional | 27 | 44,4% | 7 | 42,9% | 21 | 57,1% | 55 | 49,1% |
| Asistente evento de difusión internacional | 27 | 33,3% | 7 | 14,3% | 19 | 42,1% | 53 | 34,0% |

La mayor parte de los eventos en los cuales participaron fueron de difusión científica nacional e internacional, con un 67,2% y 60%, respectivamente. Las diferencias se observan entre los instrumentos. Por ejemplo, en PAI-Tesis, la mayoría declara exponer en eventos científicos nacionales e internacionales, en cambio en CHA de CORFO, un 57% señala participar de expositor en eventos para la industria, mientras en PAI-ISP éstos alcanzan 58,6%, además de que 66,7% participó en eventos científico nacionales y 63,6% en eventos científicos internacionales.

Otro de los factores relevantes en la carrera científica y para las empresas es la generación de redes de colaboración, ya que a partir de éstas se transfieren nuevos conocimientos. Dentro de las respuestas, se observan tres tipos de redes: de ex alumnos y becarios (3 redes mencionadas), de sociedades científicas y colegios profesionales (23 redes mencionadas) y, finalmente, del sector productivo (3 redes mencionadas). Las redes del sector productivo que fueron mencionadas son:

* World Aquaculture Society
* Women in Mining
* Asociación Chilena de Empresas de Biotecnología (Asembio)

Las organizaciones que más se repiten son el Instituto Chileno de Ingenieros, la Sociedad Chilena de Química, la Sociedad Chilena de Astronomía (SOCHIAS) e IEEE Advancing Technology for Humanity.

##### Otros resultados en el ámbito laboral

En esta sección se analizan aspectos relativos a valoraciones y la adquisición o fortalecimiento de competencias laborales.

En primer lugar, la competencia laboral que más destaca entre las que los investigadores declaran haber mejorado es la de *Planificación y Organización* con un 80%, seguido de *Criterio y toma de decisiones,* con 76%.

**Cuadro 71.** **Competencias mejoradas como resultado del proyecto**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **COMPETENCIAS PERSONALES** | **ISP** | | **TESIS** | | **TOTAL** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Planificación y organización | 47 | 74,5% | 21 | 81,0% | 68 | 76,5% |
| Trabajo en equipo | 45 | 75,6% | 20 | 60,0% | 65 | 70,8% |
| Criterio y toma de decisiones | 46 | 71,7% | 21 | 47,6% | 67 | 64,2% |
| Trabajo multidisciplinario | 44 | 61,4% | 21 | 61,9% | 65 | 61,5% |
| Responsabilidad y rendición de cuentas | 42 | 54,8% | 22 | 68,2% | 64 | 59,4% |
| Conocimiento tecnológico actualizado | 42 | 57,1% | 22 | 59,1% | 64 | 57,8% |
| Visión estratégica | 43 | 67,4% | 20 | 30,0% | 63 | 55,6% |
| Liderazgo | 44 | 61,4% | 22 | 31,8% | 66 | 51,5% |
| Creatividad | 39 | 56,4% | 19 | 21,1% | 58 | 44,8% |
| Comunicación | 43 | 53,5% | 20 | 25,0% | 63 | 44,4% |
| Empoderamiento de personas a su cargo | 38 | 42,1% | 22 | 27,3% | 60 | 36,7% |
| Orientación al cliente | 37 | 51,4% | 19 | 5,3% | 56 | 35,7% |
| Generación de confianzas | 38 | 34,2% | 19 | 26,3% | 57 | 31,6% |
| Gestión de desempeño | 39 | 33,3% | 20 | 25,0% | 59 | 30,5% |
| Compromiso con el aprendizaje continuo | 36 | 25,0% | 20 | 25,0% | 56 | 25,0% |

**Cuadro 72. Contribución a la empresa**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Contribución a la empresa** | **ISP** | | **Tesis** | | **Total** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Fortalecimiento de una línea de desarrollo o unidad de negocio ya existente dentro de la empresa/centro. | 41 | 61% | 19 | 31,6% | 60 | 51,7% |
| Creación de una nueva línea de desarrollo o unidad de negocio en la empresa/centro. | 46 | 73,9% | 19 | 42,1% | 65 | 64,6% |
| Optimización de algún proceso interno de la empresa/centro. | 41 | 46,3% | 18 | 50% | 59 | 47,5% |
| Desarrollo o mejoramiento de un nuevo producto o servicio de la empresa/centro. | 42 | 71,4% | 20 | 35% | 62 | 59,7% |
| Otro | 33 | 0% | 20 | 20% | 53 | 7,5% |

La mayor contribución señalada por los investigadores a las empresas en donde ejecutaron el proyecto es la creación de una nueva línea o unidad de negocio con un 64,6%, y en segundo lugar, el desarrollo o mejoramiento de un nuevo producto o servicio de la empresa con un 59,7%. En tercer lugar se señala el fortalecimiento de una línea de desarrollo o negocio ya existente en la empresa o centro.

**Cuadro 73. Beneficios a la empresa**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **BENEFICIOS A LA EMPRESA** | **ISP** | | **Tesis** | | **Total** | |
| **n** | **%** | **n** | **%** | **n** | **%** |
| Ampliacion red de contactos locales | 45 | 68,9% | 19 | 78,9% | 64 | 71,9% |
| Ampliacion red de contactos internacionales | 41 | 56,1% | 19 | 21,1% | 60 | 45% |
| Conocimientos especializados | 50 | 88% | 22 | 72,7% | 72 | 83,3% |
| Conocimiento de punta | 44 | 77,3% | 23 | 60,9% | 67 | 71,6% |
| Mejora reputación | 38 | 65,8% | 19 | 10,5% | 57 | 47,4% |
| Otros | 33 | 3% | 19 | 0% | 52 | 1,9% |

Por último, se señala que los beneficios obtenidos por la empresa durante la ejecución del proyecto, es la entrega de conocimientos especializados, ampliación de la red de contactos locales y la transferencia de conocimientos de punta o de frontera.

# Conclusiones

## Evaluación de diseño

##### El fin al que buscan contribuir los programas públicos de inserción de investigadores en la industria es aumentar las actividades de I+D en el sector productivo.

Existe evidencia de que la ejecución de actividades de I+D en el sector productivo –medida a través del gasto en I+D ejecutado por las empresas como proporción del gasto total en I+D del país– contribuye a aumentar su productividad y competitividad (Griliches, 1995, citado en Bravo-Ortega et.al., 2015). En Chile, diversos estudios muestran también el impacto de estas actividades sobre la productividad de las empresas (Benavente 2005; Bravo-Ortega et.al., 2013).

En 2014, las entidades que lideraron el gasto ejecutado en Chile fueron las de educación superior (39%), seguidas por las empresas, cuyo gasto representó 33,49% del total. Ese mismo año, el porcentaje de gasto en I+D ejecutado por empresas en el total de países de la OECD fue de 68,49%. Además, en 2014 sólo 32% del gasto total en I+D en Chile fue financiado por empresas, mientras en los países de la OECD alcanzaba 60,92%.[[27]](#footnote-27)

**La baja ejecución de actividades de I+D en el sector productivo es un problema multicausal que el Estado busca solucionar por medio de numerosos programas públicos que actúan de manera complementaria.**

Uno de los factores asociados a la baja ejecución de gasto en I+D en el sector productivo es la debilidad de la industria en materia de capacidades para desarrollar este tipo de proyectos. Entre estas capacidades se cuenta el bajo número de profesionales altamente capacitados dedicados a actividades de I+D en las empresas y, particularmente, el bajo número de doctores que se desempeñan como investigadores en dicho sector.

Entre los programas públicos que buscan contribuir a aumentar la ejecución de actividades de I+D en el sector productivo se encuentran, en primer lugar, aquellos que se enfocan en el financiamiento de proyectos de I+D, tales como el subsidio a la investigación colaborativa entre academia y empresas (por ejemplo, a través del programa Fondef de CONICYT); a la investigación por contrato (programa Contratos Tecnológicos de Corfo), o a la innovación tecnológica en sectores prioritarios de la economía (Programas Tecnológicos Estratégicos de Corfo).

En segundo lugar, existe también una serie de programas públicos que buscan contribuir a la instalación y fortalecimiento de capacidades de I+D en empresas, por ejemplo, mediante el subsidio de proyectos de I+D intramuros que permiten gastos de inversión en bienes de capital (por ejemplo, a través del programa I+D Aplicada en Empresas de Corfo).

Por su parte, los programas de inserción de investigadores en la industria buscan contribuir a aumentar la ejecución de actividades de I+D en el sector productivo mediante la incorporación de recursos humanos altamente capacitados en empresas y centros tecnológicos que generan y transfieren conocimiento a las distintas industrias.

##### Si bien ha habido avances, el principal problema que justifica los programas de inserción de investigadores en la industria (baja ejecución de actividades de I+D en empresas) aún persiste, lo que se observa en los siguientes indicadores de entrada:

##### Bajo gasto en I+D ejecutado por empresas

##### Bajo número de investigadores en empresas

##### Bajo número de doctores en empresas

Como se señaló anteriormente, la participación de las empresas en el gasto total ejecutado en actividades de I+D en Chile es bajo (33%) respecto del promedio de los países de la OECD (68%). Además, en los últimos cuatro años, las empresas prácticamente han mantenido su participación en el gasto ejecutado en I+D total del país (34,04% en 2011; 34,43% en 2012; 35% en 2013, y 33,49% en 2014). Algo similar se observa en la proporción del gasto en I+D que es financiado por la industria (33,89% en 2011; 34,95% en 2012; 34,17% en 2013, y 31,96% en 2014)[[28]](#footnote-28)

Por otra parte, para que la I+D genere innovaciones, las entidades que las realizan deben estar conectadas con las necesidades del mercado y deben contar con recursos financieros y personal calificado dedicado a estas actividades. En este sentido, se ha observado una correlación positiva entre el número de posgraduados implicados en actividades de I+D industrial y la generación de outputs tecnológicos (Velho, 2007).

En Chile, el personal dedicado a actividades de I+D en empresas ha aumentado, pero se mantiene bajo el promedio de la OECD. De acuerdo a la cuarta y quinta encuesta de gasto en I+D, el personal de investigación en las empresas en el país ha aumentado de 1.430 en 2013 a 2.265 en 2014. Esto corresponde, respectivamente, a 0,26 y 0,42 investigadores cada mil empleados (PEA) en la industria, en comparación con 6,44 promedio para el total de países de la OECD en 2013.

Las mismas encuestas muestran que las empresas que cuentan con personal de I+D con grado de magister han aumentado levemente de 327 en 2013 a 373 en 2014. Sin embargo, las empresas con personal de I+D con grado de doctor disminuyeron en el mismo periodo (163 en 2013 y 161 en 2014). Asimismo, de acuerdo con los resultados de la Segunda Encuesta de trayectoria de profesionales con grado de doctor (CDH), sólo 3,8% de los doctores declara que su principal fuente de empleo es en el sector empresarial (Ministerio de Economía, 2015).

Lo señalado constituye una debilidad relevante que afecta la intensidad y sofisticación de la I+D en el sector productivo. En países con alto gasto en I+D, los doctores son proveedores de nuevos conocimientos para la industria; fortalecen la colaboración entre el sector privado y la academia, y actúan como contrapartes en colaboraciones internacionales entre distintas instituciones, mejorando de este modo su competitividad (Benito & Romera, 2013, p.8).

Por cierto, la justificación para los programas que contribuyan a aumentar el gasto en I+D en empresas por medio de la contratación de investigadores y de doctores en particular se basa en todo lo señalado junto a la existencia de fallas de mercado de diverso tipo, que impiden que la economía alcance sus niveles óptimos (en gasto en I+D, número de investigadores, etc.) en forma espontánea.

##### Existen fallas de mercado y de sistema que inhiben el gasto en I+D por parte de las empresas, lo que justifica la acción pública para promover la inserción de investigadores y con ello aumentar las actividades de I+D en el sector productivo.

Entre las fallas de mercado se cuentan problemas de apropiabilidad del conocimiento, alta incertidumbre respecto a los resultados de las actividades de I+D y asimetrías de información entre la comunidad científica y la industria.

Entre las fallas sistémicas que dificultan estos objetivos, estudios realizados en Chile durante la última década señalan principalmente debilidades en la capacidad de absorción en las empresas (InnovaChile-Pulso, 2009) y escasa alineación entre la oferta de postgrados y las necesidades de la industria (Benavente, 2006).

Estas fallas inhiben la inversión en actividades relacionadas con I+D y dificultan la vinculación entre el ámbito de la generación de conocimiento científico y los sectores productivos del país, lo que incide negativamente en la contratación de personal de investigación por parte de las empresas.

##### En la actualidad, las necesidades que justifican los programas de inserción se manifiestan en un contexto problemático de creciente visibilidad política: la inversión hecha por el país en formar capital humano avanzado y el aprovechamiento efectivo de las capacidades generadas.

La acción pública en materia de formación de capital humano avanzado se ha propuesto contribuir al aumento de la cantidad de investigadores en Chile. Como resultado de estas políticas, entre 2010 y 2014 el número de graduados de programas de doctorado becados por CONICYT y Becas Chile se habría más que duplicado.[[29]](#footnote-29)

Lo anterior constituye un indicador de éxito en pos de mejorar las capacidades nacionales de ciencia, tecnología e innovación, sin embargo, representa además un importante desafío en términos del aprovechamiento de las capacidades generadas en esta materia.

En este sentido, los programas de inserción de investigadores en el sector productivo pueden ser un mecanismo relevante para potenciar los beneficios esperados de las políticas de formación de capital humano avanzado. En efecto, la primera convocatoria del programa de Inserción de Capital Humano en el Sector Productivo (PAI-ISP) en 2009 se enmarcó en una de las líneas estratégicas de trabajo del Programa Capital Humano Avanzado, lo cual se fundamenta en la creciente necesidad de fortalecer la promoción de la inserción laboral en Chile de investigadores/as que se forman cada año en nuestro país y en el extranjero.

#### Instrumento de inserción de capital humano avanzado en el sector productivo (pai-isp), de conicyt

##### El propósito del instrumento Inserción de Capital Humano Avanzado en el Sector Productivo (PAI-ISP), de CONICYT, es fortalecer los recursos humanos de I+D+i en empresas y centros tecnológicos.

El instrumento PAI-ISP declara como objetivo general *“contribuir al fortalecimiento de las empresas del sector productivo nacional y centros tecnológicos por medio de la inserción de capital humano avanzado”,* lo que corresponde a un objetivo a nivel estratégico o fin al cual el programa contribuye.

El propósito de un programa, por otra parte, describe el efecto directo o resultado esperado del programa sobre la población objetivo definida. En este sentido, el diseño del programa PAI-ISP considera específicamente actuar sobre los recursos humanos de I+D en empresas y centros tecnológicos. La redacción corregida que proponemos para el propósito sólo busca representar de mejor forma el diseño actual del programa y no implica un cambio de diseño.

El propósito del programa es coherente con los objetivos específicos declarados en sus bases técnicas y administrativas:

1. Fortalecer las capacidades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de las empresas y centros tecnológicos nacionales.
2. Fomentar la vinculación entre el sector productivo y la academia.
3. Promover y aumentar la ejecución de proyectos de I+D+i que aporten al desarrollo económico del país.

Para lograr este propósito, el programa PAI-ISP entrega un subsidio a empresas y centros tecnológicos para cubrir el pago de honorarios y gastos operacionales (incluyendo la participación en eventos de difusión) de un investigador recientemente graduado de doctor para que éste ejecute un proyecto de I+D acorde a las necesidades de la organización beneficiaria.

##### El diseño actual del PAI-ISP apoya la contratación de un doctor para que ejecute un proyecto de investigación, lo que genera tres debilidades importantes que limitan la cobertura y efectividad del programa:

**6.1. El programa financia sólo uno de los costos de un proyecto de I+D, lo que resulta poco atractivo para las empresas en comparación con otros instrumentos de apoyo que financian además otros gastos de un proyecto (como operaciones, inversiones, etc).**

La información cualitativa levantada en este estudio muestra que la contratación de investigadores por parte de las empresas no es una decisión aislada, sino que se enmarca en una estrategia previa que involucra la ejecución de actividades relacionadas con I+D para las que se requiere dicho personal.

Otros estudios confirman este resultado, señalando que las actividades de I+D de la empresa son uno de los factores determinantes de la demanda de doctores en el sector productivo (García-Quevedo, et.al, 2012). Esto es coherente además con que 88,9% de las empresas beneficiarias del PAI-ISP encuestadas reporta gasto en I+D el año anterior a postular al programa.

Actualmente, en Chile existen otros programas que financian un porcentaje importante de los costos totales de un proyecto de I+D, como IDeA de Fondef (CONICYT), Contratos Tecnológicos e I+D Aplicada en Empresas (Corfo). En las entrevistas a empresas, uno de los factores que explica la baja demanda del programa es que éstas prefieren postular un proyecto de I+D a programas que financien los costos totales y no sólo la contratación de un profesional.

**6.2. El programa no apoya otras formas en que un doctor puede contribuir de manera significativa a fortalecer la I+D en el sector productivo.**

El programa apoya la contratación de un doctor para que ejecute un proyecto de investigación que *“busque aprovechar una oportunidad y/o resolver un problema que afecte a la empresa o al sector productivo de manera general*” (Bases de concurso PAI-ISP 2016).

Si bien uno de los principales aportes que puede realizar un profesional con grado de doctor es liderar un proyecto de investigación avanzada, existen numerosas otras actividades relacionadas con I+D mediante las cuales puede contribuir al fortalecimiento de las capacidades de I+D en el sector productivo.

Por ejemplo, en el Manual de Frascati se mencionan diversas tareas que típicamente son desempeñadas por investigadores en el marco de proyectos específicos de I+D o en actividades de I+D en general (OECD 2015, p.163):

* conducir investigación, experimentos, pruebas y análisis.
* desarrollar conceptos, teorías, modelos, técnicas, instrumentación, software y métodos operacionales,
* recopilar, procesar, evaluar, analizar e interpretar datos.
* evaluar los resultados de investigaciones y experimentos y proponer conclusiones usando diferentes técnicas y modelos.
* aplicar principios, técnicas y procesos para desarrollar o mejorar aplicaciones prácticas.
* asesorar el diseño, planificar y organizar el testeo, construcción, instalación y mantenimiento de estructuras, máquinas, sistemas y sus componentes.
* asesorar y apoyar a gobiernos, organizaciones y empresas en la aplicación de resultados de investigación.
* planificar, dirigir y coordinar las actividades de I+D de instituciones que proveen servicios relacionados a otras organizaciones.
* preparar artículos científicos y reportes.

En lo que respecta específicamente al empleo de doctores en el sector productivo, en muchos países existen agencias públicas y privadas que ofrecen servicios para apoyar la transición de los doctores entre la academia y la industria, y que para ello han elaborado documentos en los que detallan las distintas tareas que éstos pueden realizar. Entre los cargos que puede ocupar un doctor y que son de alta relevancia para impulsar la I+D en el sector productivo, se cuenta, por ejemplo (Cheeky Scientist, 2016):

* Jefe de Producción (Product Manager): encargado del ciclo de vida completo de un producto; no sólo requiere conocimiento técnico para guiar el desarrollo de nuevos productos (sin ser necesariamente el encargado de llevar a cabo la investigación), sino un conocimiento profundo de la industria respectiva.
* Encargado de ensayos clínicos: responsable de la gestión completa de ensayos clínicos; requiere de fuertes competencias para la gestión de proyectos complejos y de coordinación de equipos multidisciplinarios.
* Analista Cuantitativo: sus responsabilidades incluyen el análisis de grandes sets de datos, investigación financiera y modelamiento estadístico, entre otros, no necesariamente en el marco de un proyecto de investigación específico, sino en múltiples proyectos simultáneos (por ejemplo, en instituciones financieras y fondos de inversión).
* Personal de Transferencia Tecnológica: se desempeñan en la interfaz entre instituciones académicas o centros tecnológicos y las empresas. Un doctor puede desempeñarse tanto en Oficinas de Transferencia y Licenciamiento, en unidades de vigilancia tecnológica en empresas o como asesor científico en oficinas de abogados de patentes. Sus responsabilidades incluyen principalmente la identificación de tecnologías promisorias para el sector productivo y la gestión de portafolios de propiedad intelectual.

Los anteriores son sólo algunos ejemplos de la diversidad de funciones relacionadas con investigación, desarrollo experimental e innovación tecnológica que puede desempeñar un doctorado en el sector productivo y que no implican necesariamente que participe en un proyecto de investigación específico.

La principal implicancia de que el programa PAI-ISP apoye exclusivamente la realización de proyectos de investigación es que esto restringe el ámbito de acción y alcance del programa. No obstante, la existencia simultánea del Programa de Inserción de Capital Humano para la Innovación, de Corfo, que sí admite la contratación de doctores para ejecutar otro tipo de proyectos relacionados con I+D en empresas, reduce en parte el efecto negativo de este problema.

**6.3. El programa restringe la elegibilidad de los recursos humanos a doctores de graduación reciente.**

En primer lugar, el programa PAI-ISP financia sólo la contratación de doctores y deja fuera de los criterios de elegibilidad a profesionales sin postgrado y magísteres.

Un argumento para sostener esta focalización es que, dada la formación altamente especializada de los doctores, éstos contribuyen a la sofisticación de las actividades de I+D que realizan las empresas y centros tecnológicos del sector productivo. En este sentido, los proyectos postulados deben describir su aporte al área del conocimiento del doctor; los resultados esperados en los ámbitos de producción comercial, fortalecimiento institucional, productividad científica, y formación, y se evalúa que el proyecto sea innovador para el sector productivo al que se orientan. No obstante, el diseño actual del programa no es explícito en señalar que las actividades de I+D que promueve deban cumplir un criterio adicional de sofisticación.

Otro argumento para fundamentar la focalización del programa en doctores es que la misión de CONICYT se realiza principalmente a través de capital humano avanzado, sin embargo, esta categoría incluye a doctores y magísteres. Es más, la misma agencia impulsa la formación de magísteres, por lo tanto, estos profesionales también son parte de su población objetivo.

Si bien debe tenerse en consideración que el interés actual del programa está en promover actividades de I+D de mayor sofisticación para las que se requieren las competencias de un doctor, esto no se encuentra justificado desde la perspectiva de la demanda. Es decir, una proporción importante de quienes realizan y lideran actividades de I+D en las empresas no son doctores. Lo anterior no se explica sólo por un tema de jerarquías (dado que un doctor podría liderar un proyecto desarrollado con personal con menor calificación), sino también porque para algunos tipos de proyectos de I+D se requiere otro tipo de formación, competencias y experiencia.

Al considerar los programas de inserción en su conjunto, las implicancias de este problema no son graves dado que el programa CHI de Corfo sí admite la contratación de profesionales y magísteres para realizar actividades de I+D.

Por otra parte, el programa PAI-ISP tiene como criterio de elegiblidad que los investigadores postulantes hayan obtenido el grado académico de doctor el año 2010 en adelante (en la primera convocatoria, la obtención del grado se restingía a un plazo no mayor a 5 años a la fecha del concurso). Esto podría justificarse en el marco de una política cuyo propósito sea promover la inserción de doctores de graduación reciente, sin embargo, no se justifica en función del propósito actual del programa pues la contribución de un doctor a las actividades de I+D en el sector productivo no se correlaciona con la antigüedad de su grado.

#### Instrumento de tesis de doctorado en el sector productivo (pai-tesis), de conicyt

##### El propósito del instrumento Tesis en el Sector Productivo (PAI-Tesis), de CONICYT, es fomentar la vinculación entre los programas de doctorado nacionales y el sector productivo.

El instrumento PAI-Tesis tiene como objetivo declarado *“fomentar la vinculación entre el sector productivo y la academia, mediante la inserción de tesistas en proyectos de investigación, desarrollo e innovación al interior de las empresas y centros tecnológicos”*. La redacción corregida que proponemos para el propósito sólo busca reflejar de mejor forma la implementación actual del programa y no implica ningún cambio de diseño.

Los objetivos específicos declarados por el programa son:

1. Fortalecer el vínculo entre los programas de doctorado acreditados y las empresas, alineando así las expectativas e intereses de la academia y el sector productivo.
2. Estimular a las entidades productivas para emprender procesos de I+D+i.
3. Potenciar el desarrollo científico de los/as estudiantes de doctorado incentivándolos a incorporarse al sector productivo.

Para lograr este propósito, el programa entrega un subsidio a programas de doctorado nacionales acreditados para cubrir el pago de honorarios y gastos operacionales de un estudiante de dicho programa, para que éste desarrolle su proyecto de tesis doctoral en una empresa o centro tecnológico. Adicionalmente, entrega un bono al programa de doctorado por cada proyecto adjudicado.

##### Los mecanismos que define el programa para vincular a las empresas y centros tecnológicos en el desarrollo de las tesis son débiles comparados con programas similares en otros países.

Actualmente, las empresas y centros tecnológicos que patrocinan proyectos de tesis adjudicados por el programa deben comprometer la participación de una persona que actúe como contraparte del proyecto. Estas entidades deben comprometerse, mediante una carta, *“tanto a la participación en la propuesta, como al apoyo en recursos –pecuniarios y/o valorizados– así como a la eventual implementación de los resultados obtenidos y a la distribución de la propiedad intelectual entre las partes involucradas”* (Bases de concurso PAI-Tesis 2016, p.3)*.* Adicionalmente, en los criterios de evaluación, se pide la presentación de un plan de inserción futuro para el tesista en la empresa o centro tecnológico.

Por su parte, la institución postulante debe describir el tipo de estrategia de vinculación que el programa de doctorado ha utilizado para generar vínculos y redes de colaboración con el sector productivo. *“Deben incluirse las líneas de investigación principales del programa, experiencias de trabajo en conjunto y de qué forma la propuesta presentada se enmarca en la profundización de alianzas academia/sector productivo”* (ibíd.).

Como puede observarse en las bases de concurso, el programa no establece funciones específicas para las entidades patrocinantes en el proyecto de tesis. En segundo lugar, si bien en las bases se menciona que la dedicación del tesista debe comprender labores en la empresa, el programa no define ni exige un mínimo de dedicación en las entidades patrocinantes.

En la revisión de buenas prácticas internacionales destaca el programa IPP de Singapur, que define un mínimo de tiempo de trabajo del tesista dentro de la unidad de I+D de la empresa, exigencia que varía entre 50% y 70% del tiempo de duración del proyecto. Además, el programa exige que para la realización de tesis de doctorado en empresas se conforme un equipo de supervisión mixto, donde participe tanto el profesor guía de la tesis como un representante de la empresa. Del mismo modo, el subsidio otorgado por Callaghan Innovation (Nueva Zelanda) exige también la participación activa de un empleado de la empresa en el proyecto, quien debe asumir el rol de mentor.

#### Programa de capital humano para la innovación (chi), de corfo

##### El propósito del Programa de Capital Humano para la Innovación (CHI), de Corfo, es fortalecer los recursos humanos de I+D+i en empresas pequeñas y medianas.

El programa CHI de Corfo declara como objetivo *“contribuir al fortalecimiento de capacidades en l+D+i en las empresas nacionales, a través de la inserción de profesionales altamente calificados, para su participación en el desarrollo de desafíos de I+D+i, con la finalidad de aumentar la productividad y competitividad de dichas empresas”.* Al igual que con los instrumentos antes revisados, la redacción corregida que proponemos para el propósito del CHI sólo busca representar de mejor forma el diseño actual del programa en cuanto al cambio que espera generar en su población objetivo.

Los objetivos específicos declarados por el programa son:

1. Identificación y contratación de un profesional con capacidades y competencias coherentes con el desafío planteado por la empresa.
2. Desarrollar capacidades de I+D+i al interior de la empresa, a través de la utilización de rutinas y prácticas basadas en I+D+i, que permitan la sistematización de la experiencia y su replicabilidad en otros ámbitos empresariales.
3. Solucionar desafíos con componentes de I+D+i propuestos por las empresas que sean de interés y de impacto en la productividad y competitividad de las mismas.

Para cumplir con este objetivo, el programa entrega un subsidio a Pymes y empresas individuales para cubrir el pago de honorarios y gastos operacionales de un profesional (con o sin postgrado) para que ejecute un proyecto de I+D o innovación de interés para la empresa beneficiaria.

##### Adicionalmente, el programa permite financiar otras actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, lo que, a juicio de los entrevistados, aumenta su atractivo.

Las actividades financiables, adicionales a los honorarios y participación de los profesionales en eventos de difusión, incluyen las siguientes:

* Materiales y fungibles para la construcción de prototipos de baja resolución y actividades de gestión de I+D pertinentes a la realización del proyecto.
* Adquisición de equipamiento (inversiones) (hasta $2.000.000.-).
* Costo de emisión de garantías.
* Otros relevantes y necesarios, a juicio de InnovaChile, para la correcta  ejecución del proyecto.

##### El diseño actual del programa CHI presenta dos debilidades importantes que limitan su cobertura y efectividad:

**11.1. El programa se focaliza exclusivamente en pequeñas y medianas empresas.**

Si bien existen diversos estudios que encuentran una correlación entre el tamaño de las empresas y la ejecución de actividades de I+D (donde las más grandes serían más intensivas en I+D), también hay evidencia contraria, especialmente cuando se trata de pequeñas empresas tecnológicas. Dado lo anterior, no es concluyente ni claro que el tamaño de las empresas sea un criterio preciso para justificar la focalización del programa en pymes, dejando fuera a empresas grandes y microempresas.

En función del fin al que contribuye el programa y considerando que las coberturas son muy bajas, como se verá más adelante, no consideramos apropiado establecer restricciones a priori sobre el tamaño de las empresas beneficiarias.

**11.2. El programa restringe la elegibilidad de los recursos humanos a profesionales de “las áreas de la ciencia, tecnología y/o innovación”.**

En las bases de concurso del programa (2015), se detalla que los profesionales postulantes deben *“tener un título profesional en el área de la ciencia, tecnología y/o innovación y contar con un nivel de educación terciario en alguna de las siguientes áreas: física, química, matemática, estadística, informática, ingeniería, biología, agronomía, medicina, veterinaria y/o farmacia”*. De manera excepcional, pueden postular profesionales de otras áreas *“que cuenten con trayectoria, estudios y experiencia demostrable en innovación y/o gestión tecnológica”*.

En un contexto en que cada vez es más evidente que la innovación se beneficia de la interrelación entre distintas disciplinas, no se justifica ni es recomendable que el instrumento de Corfo se focalice en profesionales de un número restringido de áreas del conocimiento.

#### Análisis de duplicidad y complementariedad

##### Los programas PAI-ISP y CHI se yuxtaponen en parte de su propósito y población objetivo.

En el diseño actual de los programas existe duplicidad en la definición de beneficiarios cuando se trata de pymes y los profesionales tienen grado de doctor.

En términos de eficiencia del gasto público, no se justifica que existan dos programas que apunten a la misma necesidad de la misma población objetivo pues la administración de los programas genera gastos en las agencias respectivas. Además, la existencia simultánea de dos programas de tal similitud produce confusión e ineficiencias entre los beneficiarios potenciales al tomar la decisión de a qué programa postular.

Sin embargo, cabe señalar que la duplicidad observada actualmente entre ambos instrumentos es poco relevante, especialmente considerando su baja cobertura. En el período evaluado, el programa PAI-ISP financió 21 proyectos de inserción de doctores liderados por pymes (52,5% del total), mientras Corfo apoyó 34 (80,9% del total), aunque en estos proyectos sólo participaron 6 doctores en total.

##### No obstante lo anterior, los programas PAI-ISP y CHI presentan algunas diferencias de focalización en el tipo de entidades y profesionales que admiten como beneficiarios y en el tipo de proyectos que apoyan.

El PAI-ISP admite como beneficiarias a empresas de distinto tamaño, sólo excluyendo a las Empresas Individuales de Responsabilidad Limitada (EIRL). Además, admite a centros tecnológicos con personalidad jurídica propia y con capacidad de transferencia tecnológica al sector productivo.

El programa CHI admite como beneficiarias sólo a Pymes y empresas individuales, lo que excluye a centros tecnológicos que no se han constituido legalmente como empresas. Además, excluye explícitamente a personas jurídicas cuyo único objeto social sea la capacitación, y a las Universidades, Institutos Profesionales y Centros de Formación Técnica.

Por otra parte, el PAI-ISP exige que los participantes hayan obtenido el grado de doctor a partir de 2010, mientras que el CHI privilegia que sean profesionales del área de la ciencia, tecnología o innovación con nivel de educación terciaria.

En cuanto al tipo de proyectos que debe ejecutar el profesional contratado, el PAI-ISP contempla únicamente proyectos de investigación, en los que se evalúa con la misma ponderación (i) la calidad de la propuesta; (ii) las competencias científicas y de gestión; (iii) el potencial impacto, y (iv) el compromiso de la entidad postulante. El programa CHI, por su parte, apoya proyectos de I+D y/o innovación definidos de manera más amplia: éstos deben estar alineados con un desafío productivo y/o competitivo que pueda ser abordado a través de la inserción de un profesional calificado. Los criterios de evaluación tienen distinta ponderación: (i) caracterización e identificación del desafío en la empresa (25%); (ii) perfil de los participantes (35%); metodología y plan de trabajo (10%); (iv) resultados e indicadores comprometidos (10%); (v) propuesta de impacto (15%), y aportes comprometidos para el proyecto (5%).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Doctorado** | **No doctorado** |
| **I+D (investigación)** | PAI-ISP y CHI Corfo | CHI Corfo |
| **Otros I+D+i** | CHI Corfo | CHI Corfo |

Por otra parte, ninguno de los programas evaluados apoya proyectos de I+D+i, que no sean de investigación, en centros tecnológicos.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Empresa** | **Centro tecnológico** |
| **I+D (investigación)** | PAI-ISP y CHI Corfo | PAI-ISP |
| **Otros I+D+i** | CHI Corfo | - |

##### Aunque en sus bases técnicas, el programa PAI-ISP reconoce la posibilidad de que el doctor postulado haya sido beneficiado previamente con PAI-Tesis o participe de un proyecto que ya cuenta con apoyo de IDeA de Fondef, la única diferencia explícita en el tratamiento de estas postulaciones es la de comprometer respuesta en un máximo de 2 meses.

El instrumento PAI-ISP tiene una modalidad de admisión especial para dar continuidad a la inserción de egresados de doctorado beneficiarios del PAI-Tesis. Esta modalidad se orienta a empresas que han patrocinado proyectos de tesis por medio del instrumento PAI-Tesis y consiste en que *“una vez que los doctorandos han obtenido su grado, pueden darle continuidad a esta línea investigativa, a través de un proyecto de Inserción en Investigación, el cual una vez aprobado, permitirá que el doctor se inserte por 24 meses”* (Bases de concurso PAI-ISP 2016, p.4).

Asimismo, el programa define una modalidad de admisión especial para empresas con proyectos adjudicados por el instrumento de Investigación Tecnológica del programa IDeA de Fondef (CONICYT). En esta modalidad pueden participar doctores que vayan a desarrollar investigación que complemente el proyecto Fondef. (Bases de concurso PAI-ISP 2016).

Sin embargo, en ambos casos la evaluación de las postulaciones se realiza aplicando los mismos criterios del PAI-ISP general. La única diferencia de comprometer respuesta en un máximo de 2 meses, siendo que la modalidad de postulación general no compromete plazo de respuesta.

##### Aunque en sus bases técnicas, el programa PAI-ISP declara ser complementario con la Ley de Incentivo Tributario a la I+D, actualmente esto no tiene implicancias concretas en el marco del programa.

El PAI-ISP es el único de los tres instrumentos evaluados que define formalmente complementariedad con otros programas de apoyo a la I+D en el sector productivo. Además de contar con las modalidades de admisión antes mencionadas, en sus bases de concurso declara que sus objetivos *“se enmarcan y complementan con la promulgación en marzo de 2012 de la Ley N° 20.570 de incentivo tributario a la inversión privada en Investigación y Desarrollo, que mejora las condiciones para que las empresas inviertan en I+D”* (Bases de concurso PAI-ISP 2016).

Sin embargo, hasta la fecha, la complementariedad entre ambos no ha sido formalizada en un acuerdo entre las agencias involucradas, por lo que los proyectos postulados al programa PAI-ISP y la aprobación de los gastos de I+D de las empresas que quieren hacer uso del incentivo tributario deben seguir el curso regular establecido por cada programa.

## Evaluación de cobertura

#### Beneficiarios del instrumento inserción de capital humano avanzado en el sector productivo (pai-isp), de conicyt

Entre 2009 y 2013 se realizaron 13 concursos, en los que se adjudicaron 68 proyectos (40 empresas y 10 centros tecnológicos).

* 12 entidades han recibido el beneficio en más de una ocasión (máximo 4 veces).
* En total han participado 72 investigadores en proyectos adjudicados por el PAI-ISP (2009-2013), de los cuales 19 son mujeres (23,4%).
* Existe una importante “brecha de género” en el total de postulaciones y adjudicaciones al PAI-ISP, aunque hombres y mujeres tienen tasa de adjudicación muy similar (64,6% y 63,3% respectivamente).
* 42,6% de los proyectos adjudicados son de Ciencias naturales, seguidos por 35,3% de Ingeniería y tecnología.
* 58,9% de los proyectos adjudicados se ejecutaron en la Región Metropolitana.
* 88,2% fueron postulados por empresas.
* 30% de las empresas beneficiarias son pequeñas, 22,5% medianas, 22,5% grandes, 15% micro y 5% sin ventas (para 5% no se tiene información).
* Las empresas pertenecen a distintos sectores productivos (CIIU.CL), siendo aquellos que concentran mayor porcentaje de proyectos: Informática (9%), I+D en ciencias naturales e ingeniería (9%), arquitectura e ingeniería (9%) y fabricación de productos farmacéuticos o químicos (7%).
* 74% de las empresas beneficiarias del PAI-ISP (encuestadas) reporta gasto en I+D antes de postular al programa.
* 88,9% de las empresas beneficiarias del PAI-ISP (encuestadas) ya contaba con personal dedicado a actividades de I+D antes de postular al programa.

#### Beneficiarios del instrumento tesis de doctorado en el sector productivo (pai-tesis), de conicyt

Entre 2011 y 2013 se realizaron 5 concursos, en los que se adjudicaron 40 proyectos (31 empresas y 3 centros tecnológicos).

* 3 entidades han recibido el beneficio en más de una ocasión (máximo 5 veces).
* En total han participado 40 tesistas, de los cuales 19 son mujeres (47,5%).
* No se observan diferencias significativas entre la participación de hombres y mujeres.
* 35% de los proyectos adjudicados son de Ciencias agrícolas, seguidos por 32,5% de Ingeniería y tecnología y 30% de Ciencias naturales.
* 45% de los proyectos adjudicados se ejecutaron en la Región Metropolitana, 17,5% en La Araucanía y 12,5% en el Biobío.
* 37,5% fueron adjudicados por la P Universidad Católica de Chile, 20% por la Universidad de la Frontera, 17,5% por la Universidad de Concepción, 10% por la Universidad de Chile y el resto, por otras universidades.
* 35,5% de las empresas beneficiarias son grandes, 19,4% medianas, 19,4% pequeñas, 9,7% micro (no se tiene información para 16,1% de las empresas).
* 22,5% de las empresas participantes corresponde al sector Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexos (División CIIU.CL).
* 60% de las empresas beneficiarias del PAI-Tesis (encuestadas) reporta gasto en I+D antes de postular al programa.
* 60% de las empresas beneficiarias del PAI-ISP (encuestadas) ya contaba con personal dedicado a actividades de I+D antes de postular al programa.

#### Beneficiarios del programa capital humano para la innovación (chi), de corfo

Entre 2014 y 2015 se realizaron 2 concursos, en los que se adjudicaron 43 proyectos.

* Sólo 1 empresa ha recibido el subsidio en más de una ocasión.
* En total han participado 43 investigadores en proyectos adjudicados por el programa entre 2013 y 2014, de los cuales sólo 8 son mujeres (18,6%).
* Existe una importante “brecha de género” en el total de postulaciones y adjudicaciones.
* Se observa también una diferencia importante en la tasa de adjudicación entre hombres y mujeres (52,2% y 30,8% de adjudicación, respectivamente).
* 71,4% de las empresas beneficiarias son pequeñas, 11,9% micro, 9,5% medianas y 2,4% grandes (no se cuenta con información para 4,8%).
* Las empresas pertenecen a distintos sectores productivos (CIIU.CL): 16,3% corresponde a Otras actividades empresariales.
* Las bases administrativas no registran el Área del Conocimiento de los proyectos y sólo cuenta con información sobre la región de ejecución para el año 2014.
* Las bases administrativas tampoco registran información sobre el gasto en I+D de las empresas antes de postular al programa.

#### Análisis de cobertura de los programas

##### Los porcentajes de cobertura que han logrado los programas PAI-ISP y CHI Corfo en relación a la población objetivo de “empresas que realizan I+D” son bajos.

Si miramos al conjunto de las empresas que hacen innovación tecnológica en Chile, es evidente que la cobertura alcanzada por estos programas en dicha población durante el periodo evaluado es muy baja (0,2% de las empresas que declara este tipo de innovación según la 9ª Encuesta de Innovación en Empresas).

Si tomamos el conjunto más reducido de empresas que declara haber realizado I+D (5ª Encuesta de Gasto y Personal en I+D), también podemos ver que las coberturas alcanzadas por los programas tmabién son bajas: 5,4% el PAI-ISP y 5,7% el CHI de Corfo.

Los juicios recién señalados no nacen de la comparación con coberturas logradas por programas similares en otros países, pues no disponemos de dichas cifras. Sólo estamos afirmando que los programas señalados beneficiaron a porcentajes muy reducidos de sus poblaciones objetivo y que, por lo mismo, no es esperable que tengan –por sí solos–impacto muy relevante en incrementar el gasto en I+D en el sector productivo en Chile (lo que no significa que no puedan tener efectos aprecialbles sobre las entidades que son beneficiarias directas de dichos programas).

##### En cuanto a números de proyectos adjudicados y de investigadores insertados, el programa de Corfo logró en su primera convocatoria niveles similares a los alcanzados por el programa PAI-ISP de CONICYT en su cuarto año.

En su primer año de operación (2014), el programa CHI de Corfo adjudicó 23 proyectos, insertando 23 investigadores en la industria.

**Cuadro 74. Proyectos adjudicados e investigadores insertados por CHI**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Año | **Proyectos adjudicados** | **Investigadores** |
| 2014 | 23 | 23 |
| 2015 | 20 | 20 |

La cifra es similar a la obtenida por PAI-ISP de CONICYT en 2012, cuando adjudicó 20 proyectos, insertando 20 investigadores.

**Cuadro 75.Proyectos adjudicados e investigadores insertados por PAI-ISP**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Año | **Proyectos adjudicados** | **Investigadores** |
| 2009 | 9 | 9 |
| 2010 | 13 | 14 |
| 2011 | 8 | 10 |
| 2012 | 20 | 20 |
| 2013 | 18 | 19 |

Por cierto, los programas no son enteramente comparables. Mientras CHI apoya la inserción de cualquier investigador con título profesional pero restringe las entidades beneficiarias a PYME, PAI-ISP admite como beneficias a empresas de cualquier tamaño y a centros tecnológicos pero restringe su apoyo a profesionales con doctorado. Aún así, a partir de las entrevistas realizadas consideramos que parte de la diferencia también podría deberse a la mejor llegada de Corfo a las empresas, con quienes tienen mayor familiaridad y trato más intenso que el que tiene CONICYT.

##### Las cifras totales de doctores insertados en la industria por programas similares en otros países también son muy bajas.

Lo señalado se observa, con ciertas variaciones, en todos los países analizados. Por ejemplo:

* PoDoCo (Finlandia), que sólo apoya inserción de doctores: 29 proyectos postulantes y 10 adjudicados en su primera convocatoria (2015). Sólo doctores.
* R&D Grants (Nueva Zelanda), que apoya tanto inserción de doctores como tesis de doctorado en la industria: 156 proyectos adjudicados en 3 convocatorias (52 promedio al año), con la participación de 117 empresas (51 proyectos desistidos antes de finalizar).
* Inserción de Doctores colombianos y del extranjero a las empresas en Colombia: 72 postulaciones (29 doctores insertados) en una convocatoria.

##### Los porcentajes de cobertura de los programas PAI-ISP y PAI-Tesis en relación a la población objetivo de “doctorados de graduación reciente” y “doctorados nacionales” son bajos.

El PAI-ISP alcanzó a beneficiar a 1,9% del total de profesionales con grado de doctor (graduados entre 2006 y 2013), mientras PAI-Tesis llegó a 2,9% de los egresados de programas de doctorado nacionales en ese mismo periodo. Como puede observarse, ambas cifras son relativamente bajas.

Los juicios recién señalados no nacen de la comparación con coberturas logradas por programas similares en otros países, pues no disponemos de dichas cifras. Sólo estamos afirmando que los programas señalados beneficiaron a porcentajes muy reducidos de sus poblaciones objetivo y que, por lo mismo, no es esperable que tengan –por sí solos–impacto muy relevante en las condiciones de empleo del total de doctorados en Chile o en la naturaleza del conjunto de las tesis de doctorado chilenas.

##### En las entrevistas a empresas que realizan I+D –habituadas a postular a fondos públicos– se identificaron los siguientes factores que inciden en su baja postulación a los programas de inserción:

##### En relación a otros programas de apoyo a la I+D, los programas de apoyo a la inserción de investigadores tienen la desventaja de financiar principalmente uno de los costos de un proyecto de I+D.

En muchos casos, cuando las empresas deciden contratar a un investigador –en especial si se trata de uno con grado de doctor– lo hacen en el marco de una estrategia mayor que involucra la ejecución de actividades relacionadas con I+D. Y,como se señaló anteriormente, existen diversos programas públicos que permiten financiar otros costos de un proyecto de I+D, además de los honorarios de un investigador.

En este sentido, el programa CHI de Corfo tiene la ventaja de que admite también financiar costos asociados a la construcción de prototipos, actividades de gestión de I+D, inversiones en equipamiento y costos de emisión de garantías asociados a los proyectos postulados. En el PAI-ISP el subsidio principal se entrega para costear las remuneraciones del docotorado, aunque también se admite costear algunos montos menores de operaciones directamente ligadas a dicho investigador o bien de asistencia a congresos. Todo lo anterior, sin embargo, es de montos y alcances significativamente menores a los apoyos que brindan programas tales como Fondef, Contratos Tecnológicos e I+D Aplicada en Empresas. Así, dado el esfuerzo involucrado en postular a un apoyo público cualquiera, para muchos resulta más conveniente hacerlo de una vez en programas que otorguen apoyos mayores.

##### Algunas empresas perciben problemas y/o no ven el aporte específico asociado a contratar un doctor.

Las empresas entrevistadas y encuestadas valoran positivamente el conocimiento tecnológico actualizado y la creatividad de los investigadores con grado de doctor, lo que aporta significativamente al desarrollo de proyectos de I+D. Sin embargo, la comunicación apareció como una competencia laboral muy relevante que requiere ser mejorada por los doctores. Esto apareció como un prejuicio entre quienes nunca habían trabajado con un doctor, pero también como una apreciación particular respecto de los doctores contratados con apoyo del programa PAI-ISP.

Por otra parte, aunque algunas empresas consideran que hay tareas para las cuales es indispensable contar con un profesional con grado de doctor, en numerosas entrevistas se señaló que las actividades de I+D que realizaba la empresa requerían de profesionales con otro tipo de *expertise* o de competencias adquiridas por medio de la experiencia laboral en la industria.

Estos resultados son coherentes con otros estudios cualitativos. Por ejemplo, en Verde (2013, p.91) se señala que: *“Por su relevancia en lograr una inserción exitosa en el ambiente de trabajo, suele buscarse que los doctores tengan también habilidades blandas, tales como capacidad de trabajar en equipo y de adecuarse a la lógica administrativa de la empresa. Lo anterior suele traducirse en una valoración especial de la experiencia, más allá del grado académico propiamente tal”*.

##### Se observa bajo conocimiento de los programas públicos de inserción de investigadores en la industria por parte de las empresas.

Si bien el estudio cualitativo realizado tuvo carácter exploratorio y no pretende representatividad estadística, en las entrevistas realizadas en empresas que no habían postulado a los programas evaluados se observó un bajo conocimiento tanto de PAI-ISP, PAI-Tesis y CHI Corfo.

## Evaluación de resultados

##### Los programas de inserción de investigadores en la industria no han definido indicadores ni metas de resultados esperados.

Para evaluar la eficacia de los instrumentos PAI-ISP y PAI-Tesis, esta consultoría identificó los resultados esperados que se deducían de sus bases de concurso y formularios de postulación.

Para el PAI-ISP se identificaron los siguientes resultados esperados, que fueron autorreportados en las encuestas aplicadas a entidades beneficiarias:

1. Las entidades beneficiarias incorporan nuevos conocimientos como resultado de la inserción de investigadores.
2. Los resultados del proyecto son relevantes para el desarrollo de las entidades beneficiarias (innovaciones de producto y de proceso, creación y/o fortalecimiento de un departamento de I+D).
3. Los investigadores son contratados por las entidades beneficiarias al finalizar los proyectos.

Por otra parte, se identificaron los siguientes resultados esperados para el PAI-Tesis, que fueron autorreportados en las encuestas aplicadas a entidades patrocinantes:

1. Los programas de doctorado fortalecen sus vínculos con las empresas.
2. La ejecución de las tesis generan beneficios para las entidades patrocinantes (innovaciones de producto y de proceso, creación y/o fortalecimiento de un departamento de I+D).
3. Los egresados de programas de doctorado se incorporan al sector productivo.

Para el programa CHI de Corfo se levantó una línea de base de los proyectos adjudicados, pero no se levantaron resultados pues al momento de la evaluación no había proyectos finalizados.

##### Una parte importante de las empresas beneficiarias del PAI-ISP (2009-2013) evalúa positivamente los siguientes resultados de los proyectos de inserción:

##### Incorporación de nuevos conocimientos (85%)

##### Aporte en áreas relevantes para la empresa (55%)

##### Ampliación de redes de contacto con entidades de investigación (46%)

Como resultado del programa, 85% de las entidades beneficiarias declara haber incorporado nuevos conocimientos. En segundo lugar, 55% de las entidades beneficiarias declara que los resultados de los proyectos aportaron en áreas relevantes para la empresa (optimización de procesos internos; desarrollo o mejoramiento de un nuevo producto o servicio; creación o fortalecimiento de una línea de investigación o unidad de negocio de la empresa). Por último, 46% de las empresas señala que se ampliaron sus contactos con entidades académicas nacionales o internacionales como resultado del proyecto de inserción.

Cabe recordar, sin embargo, que lo anterior corresponde a una evaluación simple realizada por cada empresa encuestada, sin que se les haya solicitado asociar indicadores más precisos para cada aporte.

##### No existe evidencia suficiente para asegurar que el programa PAI-ISP tiene impacto en las empresas o centros tecnoógicos en su contratación de doctores o en su vinculación con el sector académico.

La mayoría de las empresas beneficiarias del PAI-ISP encuestadas ya contaba con al menos un profesional con grado de doctor entre sus empleados (66,7%) y ya había participado en al menos un proyecto colaborativo o subcontratado con entidades de investigación (63%).

El que una empresa cuente con capacidades de I+D al momento de postular al programa es un atributo valorado positivamente durante el proceso de selección, un criterio avalado por el análisis cualitativo realizado, el que estableció que contar con estas capacidades es un indicador de que las empresas han decidido implementar un estrategia de más largo plazo que requiere de I+D, lo que constituye una condición relevante para la decisión de contratar a un investigador con grado de doctor.

Sin embargo, dado lo reducido de los números de beneficiarios totales que han pasado por el programa, es imposible realizar una evaluación de impacto que determine si el programa produjo contratación de doctores o fortalecimiento de la relación de las empresas con el mundo académico que no habrían ocurrido de no existir el programa. Dicho de otro modo, no podemos afirmar que un porcentaje relevante de las empresas beneficiarias no hubiera realizado la contratación de doctor y el proyecto asociado en caso de no existir el programa. Y que, por lo tanto, exista evidencia de que el programa no está sustituyendo gasto privado por gasto público lo que, naturalmente, interesaría evitar. Cabe señalar que el diseño actual del PAI-ISP busca prevenir esto –en parte, al menos– excluyendo de su apoyo a investigadores que hayan tenido relación contractual con la empresa durante los seis meses anteriores a la postulación.

##### Una parte importante de los doctores insertados por el PAI-ISP (2009-2013) continuó trabajando en las entidades beneficiarias.

De acuerdo con los resultados de la encuesta aplicada, 65% de los investigadores declara que continuó trabajando en la empresa o centro tecnológico después de finalizado el proyecto. Estos profesionales continuaron principalmente en cargos de gerente y de investigador principal o asociado, dependientes de la Gerencia o Departamento de I+D, Gerencia General, o sin una unidad específica.

Cabe recordar, sin embargo, que como no se cuenta con evidencia para afirmar que dichos doctores fueron insertados en las entidades beneficiarias a causa del programa (o, dicho de otro modo, que no habrían trabajado ahí de no existir el programa),

##### Aunque los diseños actuales de PAI-ISP y CHI de Corfo no apuntan a incrementar el número total de investigadores en el sector productivo, más de la mitad de los doctores insertados por PAI-ISP no provenían de un trabajo en el sector productivo.

Dado que el principal problema que justifica los programas de inserción se relaciona con el bajo número de investigadores y doctores en el sector productivo, resultaría esperable que los diseños de dichos programas apuntaran a incrementar dicho número total, lo que no ocurre pues ellos apoyan de igual manera la inserción de un profesional que se incorpora por primera vez al sector productivo que a uno que proviene de trabajar en otra empresa (o centro tecnológico, en el PAI-ISP). Dicho de otro modo, la lógica de diseño de los programas es incrementar las capacidades de recursos humanos de empresas o consorcios tecnológicos indivicuales, sin reparar en el efecto de dicha inserción sobre el sector productivo en su conjunto.

Aún así, 52,3% de los investigadores insertados por PAI-ISP entre 2009 y 2013, 52,3% provenía de trabajar fuera del sector productivo (entre los cuales 40,9% provenía de un empleo en alguna universidad). Los profesionales cuya inserción no contribuyó a aumentar el número total de investigadores en el sector productivo fueron 38,6%, que provenían de trabajar en otra empresa y 9,1% que provenían de un centro tecnológico.

En el programa CHI de Corfo el porcentaje de investigadores que se incorporaron al sector productivo por primera vez sólo alcanzó el 20%..

##### Solo la mitad de las empresas beneficiarias del PAI-Tesis encuestadas declara que como resultado del proyecto se fortalecieron sus vínculos con universidades y otras entidades de investigación.

Aunque debe tomarse con cautela lo reportado por empresas beneficiarias del PAI-Tesis (dada la baja representatividad de la muestra lograda: 36,4%), el reducido nivel de logro en el fortalecimiento de vínculos entre empresas e instituciones de investigación es preocupante pues es el principal objetivo declarado por el programa.

Una explicación posible, identificada mediante entrevistas y el análisis de las bases de concurso, es que el programa no cuenta con actividades que aseguren el involucramiento activo de las empresas en los proyectos de tesis que patrocinan.

Tal como se señaló anteriormente, en la revisión de buenas prácticas internacionales se identificaron programas en que representantes de la empresa o centro participan como mentores o co-tutores de tesis: Doctorados industriales (España), Careers in Science (Nueva Zelanda) e Industrial Postgraduate Programme (Singapur).

##### Más de un tercio de los investigadores beneficiarios del PAI-Tesis declara que, después de terminado el proyecto, se incorporó al sector productivo.

29,2% de la muestra de investigadores encuestados declaró haber continuado trabajando en la empresa o centro tecnológico una vez finalizado el proyecto. Estos profesionales continuaron principalmente en cargos de jefe de proyecto, investigador y asistente en la unidad de I+D (gerencias o departamentos, según cada caso). Si se cuenta a quienes continuaron trabajando en el sector productivo, en general, dicha cifra aumenta a 36,8%.

# Recomendaciones

## Recomendaciones de diseño de política

##### Mantener los programas públicos de inserción de personal altamente calificado en la industria, articulándolos en una política pública cuyo fin sea aumentar la ejecución de actividades de I+D en el sector productivo mediante el fortalecimiento de sus recursos humanos, y abordando el diseño de dicha política en forma integrada, aun cuando en su implementación puedan concurrir CONICYT y Corfo.

Los programas de apoyo público para la inserción de capital humano avanzado en la industria en Chile son de reciente creación. Desde 2004, cuando se realizó la primera convocatoria del Programa de Inserción Laboral de Investigadores en la Industria y en la Academia (en el marco del PBCT), el Estado ha realizado esfuerzos por fortalecer las capacidades de I+D del sector productivo mediante la incorporación en la industria de profesionales, magísteres y doctores para la ejecución de proyectos de investigación aplicada, desarrollo experimental e innovación.

Pese a ello, en Chile persisten al menos tres debilidades que justifican la mantención de estas políticas:

* Baja ejecución de proyectos de I+D en empresas (baja proporción del gasto financiado y ejecutado por el sector con respecto al total ejecutado en el país).
* Bajo número de investigadores en empresas.
* Bajo número de doctores en empresas.

Por otra parte, en la última década se registra un importante aumento del número de doctores residentes en Chile, lo que constituye una oportunidad para este tipo de programas.

Dado lo anterior, recomendamos diseñar e implementar una política pública que tenga como fin aumentar la ejecución de actividades de I+D en el sector productivo mediante la inserción de personal altamente calificado en empresas y centros tecnológicos con capacidad de transferencia hacia la industria.

Proponemos estructurar esta política en base a 2 propósitos:

1. Fortalecer los recursos humanos de I+D en el sector productivo, teniendo como población objetivo a empresas y centros tecnológicos que desean implementar estrategias de innovación basadas en actividades de I+D y que no cuentan con personal adecuado para ello.
2. Mejorar la alineación de los programas de doctorado nacionales con las necesidades del sector productivo, teniendo como población objetivo a programas de doctorado que buscan mejorar la empleabilidad de sus egresados en el sector productivo.

##### Para fortalecer los recursos humanos de I+D en las empresas proponemos diseñar dos componentes:

##### 2.1. Inserción de profesionales y magísteres en el sector productivo.

Como se señaló en las conclusiones del estudio, una proporción importante de quienes realizan y lideran actividades de I+D en las empresas no son doctores.

Asimismo, los profesionales y magísteres pueden aportar conocimientos relevantes distintos de los que aporta un doctor, lo es reconocido por el Manual de Frascati, donde se señala que la categoría de investigador no se define por cualificaciones formales ni por el nivel de educación del personal, sino por la función que desempeña en un proyecto de I+D o en actividades de I+D en general (OECD, 2015, p.161-162).

##### 2.2. Inserción de doctores en el sector productivo.

El bajo número de doctores que trabaja en empresas en Chile constituye una debilidad relevante que afecta la intensidad y sofisticación de la I+D en el sector productivo. Como mencionamos anteriormente, los doctores son proveedores de nuevos conocimientos para la industria; fortalecen la colaboración entre el sector privado y la academia, y gracias a su participación en redes científicas, pueden facilitar la colaboración con distintas instituciones a nivel internacional. Esto es concluyente tanto en la literatura especializada como en los resultados de la encuesta aplicada en empresas beneficiarias del programa PAI-ISP.

Dado lo anterior, promover la inserción de doctores para incrementar las actividades de I+D en el sector productivo se justifica como un objetivo de política. Además, en el contexto actual en que se observa un creciente número de doctores residentes en Chile, este componente contribuye a aprovechar las capacidades generadas por la inversión en formar capital humano avanzado.

##### Para ambos componentes recién señalados en 2., proponemos definir en forma amplia las entidades y profesionales elegibles y los tipos de proyectos que se financian.

**Entidades elegibles:**

En ambos componentes, proponemos admitir como beneficiarias a empresas de cualquier tamaño y a centros tecnológicos con capacidades de transferencia al sector productivo.

En función del propósito de este componente no se justifica la focalización en empresas categorizadas por tamaño. Por lo demás, la evidencia no es concluyente respecto a que el tamaño de las empresas se correlacione siempre con sus actividades de I+D.

No obstante, recomendamos incorporar criterios de elegibilidad para empresas y centros tecnológicos que cautelen evitar la sustitución de gasto privado por gasto público. La exigencia del PAI-ISP de que el profesional postulado no haya trabajado en la entidad postulante en los últimos 6 meses apunta en esta dirección pero debieran considerarse otras medidas, aunque no resulta fácil ni evidente cuáles podrían servir al propósito.

En la revisión de casos internacionales destaca en este sentido el caso de Callaghan Innovation en Nueva Zelanda, el que tiene un tratamiento especial para la evaluación de emprendimientos tecnológicos en etapas tempranas, en la cual analiza el flujo de caja de estas empresas durante un periodo determinado y de este modo evalúa si su estrategia de sustentabilidad hace factible la contratación de personal de I+D.

**Profesionales elegibles:**

En ambos componentes, proponemos admitir a profesionales de todas las áreas del conocimiento, siempre que sus conocimientos y/o experiencia sean coherentes con los objetivos del proyecto de inserción. Como se señaló anteriormente, la innovación requiere de trabajo interdisciplinario y no es posible predecir o descartar a priori el aporte de un profesional sólo a partir de su disciplina, especialmente en escenarios altamente dinámicos.

En el componente de “inserción de doctores”, proponemos no restringir la elegibilidad a doctores de reciente graduación. Como ya se ha señalado, la contribución que puede hacer un doctor a las actividades de I+D en el sector productivo no se correlaciona con la antigüedad de su grado, por lo tanto, en función del propósito del programa no se justifica esta focalización.

Por último, no debiera perderse de vista la relevancia de que los profesionales insertados aumenten el número total de investigadores y doctores trabajando en el sector productivo. Posiblemente sería una medida muy extrema no otorgar el subsidio a quienes provienen de un trabajo en el sector productivo (pues la acción del programa en conservar a dichos profesionales en el sector productivo también puede ser positiva. Al menos por un tiempo, pues tampoco tendría sentido un subsidio indefinido). Pero, al menos, debiera privilegiarse (en los criterios de selección, montos de subsidio, etc.) la inserción de los profesionales que llegan a trabajar al sector productivo por primera vez.

**Tipos de proyecto:**

Las funciones que puede desempeñar un profesional altamente calificado para contribuir a la ejecución de I+D en el sector productivo no se limitan a proyectos de investigación.

Para los doctores en particular, existen numerosas otras funciones en la industria en las que también pueden realizar aportes relevantes y distintivos en el marco de proyectos relacionados con I+D e innovación, tal como se detalló en las conclusiones. Por ejemplo, como Gerente de Productos, Asesor Científico o Analista de Datos. De este mismo modo, un doctor puede participar en proyectos que contribuyen a instalar capacidades de innovación o absorción tecnológica en empresas (por ejemplo, formar el área de I+D) o apoyar actividades de transferencia tecnológica en Oficinas de Transferencia y Licenciamiento o entidades asesoras de propiedad intelectual.

Dado lo anterior, proponemos que en ambos componentes se defina de manera amplia el tipo de proyectos relacionados con I+D en los que puede contribuir la contratación de un profesional, magíster o doctor.

Respecto a la forma en que se describen los proyectos en el formulario de postulación, sugerimos implementar en ambos componentes el requerimiento del actual programa CHI de Corfo, que pide que se describa la forma en que se sistematizará la absorción de prácticas y conocimientos adquiridos del proceso de I+D y/o innovación dentro de la entidad beneficiaria.

Por otra parte, en las iniciativas internacionales analizadas es común la presentación de un “plan de trabajo” simple que establece un cronograma de actividades y responde al objetivo de la inserción del investigador en las actividades de I+D de la empresa. Además, los programas de Callaghan Innovation en Nueva Zelanda y el IPP de Singapur, establecen como requerimiento que la empresa declare su aporte en infraestructura, personal y otros costos directos e indirectos del proyecto donde se insertará el investigador.

##### En el componente de “inserción de doctores”, promover la obtención de resultados de productividad científica.

De acuerdo con estudios a nivel internacional, la motivación de los doctorados para elegir una carrera en el sector privado en vez de la academia se relaciona con una serie de atributos como mejor sueldo, libertad intelectual, oportunidades para publicar, o financiamiento (Roach y Sauerman, 2010). No obstante, esto no significa que no tengan interés por desarrollar una carrera científica en el sector productivo.

Por otro lado, algunos de los doctores entrevistados en este estudio valoran positivamente la posibilidad de “volver a la academia” eventualmente, para lo cual es indispensable contar con resultados de productividad científica.

En este sentido, en las entrevistas a doctores se destaca el apoyo de los actuales programas de inserción a la participación en eventos de divulgación tanto científicos como propios de la industria. Asimismo, cabe destacar que los programas PAI-ISP y PAI-Tesis promueven la publicación de resultados además de la asistencia de los investigadores a eventos de difusión. De esta manera, los recientes y futuros doctores pueden continuar con su carrera científica al mismo tiempo que adquieren otro tipo de habilidades y competencias relacionadas a la industria.

##### Evaluar la conveniencia y factibilidad de establecer mecanismos de complementariedad y estímulos para la contratación de doctores en otros programas de apoyo a la I+D.

Dado que los programas que fomentan la inserción de investigadores financian principalmente uno de los costos de un proyecto de I+D y que la contratación de un profesional en este tipo de actividades suele enmarcase en un proyecto mayor, recomendamos implementar mecanismos para facilitar la postulación a programas de inserción por parte de quienes ya se han adjudicado otros instrumentos de apoyo a la I+D. Aunque la idea ya ha sido explorada por PAI-ISP al establecer una modalidad especial de postulación para proyectos adjudicados por el programa IDeA de Fondef, las facilidades involucradas podrían profundizarse y, además, extenderse a otros programas de apoyo a la I+D.

Considerando las bajas coberturas logradas por los programas de inserción, proponemos explorar también la incorporación de requisitos “pro inserción” en otros programas de apoyo a la I+D. Como lo está haciendo actualmente Fondef en sus proyectos de minería, en los que exige la inclusión de un cierto número de doctores. Tambien proponemos considerar posibles aumentos en el porcentaje de cofinanciamiento en proyectos adjudicados por otros programas (como Contratos Tecnológicos, I+D en Empresas o Innovación Tecnológica, de Corfo) en caso de que contemplen la contratación de doctores. Esto es similar al mecanismo que implementó recientemente el programa CHI de Corfo para promover la contratación de mujeres.

##### Para mejorar la alineación de los programas de doctorado nacionales con las necesidades del sector productivo recomendamos mantener el instrumento de Tesis de Doctorado en el Sector Productivo, de CONICYT, incorporando mejoras para fortalecer la vinculación efectiva de las empresas.

**6.1. Asignar de manera directa a los profesores guía de tesis una parte del bono que entrega este componente a los programas de doctorado.**

Tanto en la literatura especializada como en esta consultoría se ha establecido que el rol de los profesores guía o tutores es muy relevante tanto para conectar a los estudiantes con entidades y personas del sector productivo como para incentivarlos a seguir una carrera en la industria (Cheeky Scientist, 2016; Sauermann & Roach, 2012).

La medida que proponemos tiene por objetivo ser un incentivo para que los profesores guía promuevan activamente la vinculación entre sus doctorantes y las redes de contacto que mantienen con el sector productivo.

**6.2. Incorporar en los proyectos de tesis la participación activa de las entidades patrocinantes.**

Basado en la revisión de programas internacionales, es recomendable que cada tesis cuente con un equipo de supervisión en el que participe el profesor guía y una contraparte de la entidad patrocinante. Aunque PAI-tesis exige dicha contraparte, proponemos establecer mecanismos para asegurar que ella cumpla efectivamente un rol relevante de mentoría del tesista lo que, según los entrevistados, no ocurre actualmente.

También proponemos evaluar la factibilidad de que un representante de la empresa actúe como revisor de la tesis, cautelando la pertinencia de sus resultados para la empresas.. Así, el proyecto de título sería supervisado por el mentor de la empresa y el académico respectivo de manera de cumplir con las exigencias del grado y al mismo tiempo, entregaríaun resultado concreto de utilidad para la empresa.

En el caso del programa IPP en Singapur, se exige que la postulación designe a un equipo que incluya un mentor representante de la industria y el profesor guía de la tesis; por su parte Callaghan Innovation (Nueva Zelanda) también exige un mentor de la industria.

Dado que esta medida genera costos para las empresas, recomendamos evaluar la factibilidad de que el programa cubra al menos una parte de dichos costos. En este sentido, recogemos el diseño del programa CIFRE (Francia), que entrega una suma fija de dinero a las empresas que insertan al tesista de doctorado.

**6.3. Definir un mínimo de tiempo de trabajo del tesista dentro de la empresa.**

En el programa IPP de Singapur, por ejemplo, algunas universidades piden que el tesista cumpla al menos 50% o 70% de la dedicación al proyecto en la unidad de I+D de la empresa patrocinante. En todo caso, proponemos aplicar dicho criterio con sentido práctico para no descarta de plano, por ejemplo, el caso de un tesista que viva en una ciudad diferente a la de la empresa.

##### Para todos los componentes, definir sus resultados esperados y metas.

En primer lugar, para evaluar la eficacia y eficiencia de los componentes de “Inserción de profesionales y magísteres en el sector productivo” y de “Inserción de doctores en el sector productivo”, se deben definir métricas y metas al menos para los siguientes resultados intermedios:

1. Entidades beneficiarias que incorporaron nuevos conocimientos y habilidades como resultado de la inserción de investigadores. Puede medirse como variable binaria. Los encargados de implementar el programa deben definir como meta el porcentaje de entidades beneficiarias que declaran este resultado al finalizar el proyecto.
2. Investigadores contratados por las entidades beneficiarias al finalizar los proyectos. Puede medirse como variable binaria. Los encargados de implementar el programa deben definir como meta el porcentaje del total de investigadores participantes que son contratados al finalizar el proyecto.
3. Proyectos que impactaron en áreas claves para el desarrollo de las entidades beneficiarias. Se requiere definir, en primer lugar, cuáles son los indicadores para evaluar este efecto, diferenciando horizontes temporales de corto y mediano plazo (por ejemplo, procesos o productos nuevos o mejorados, atribuibles al proyecto ejecutado). En segundo lugar, es necesario definir cuál es la meta del programa en cuanto al porcentaje de entidades beneficiarias que presentan dichos resultados.

Para evaluar la eficacia del componente “Tesis de doctorado en el sector productivo”, se deben definir métricas y metas al menos para los siguientes resultados intermedios:

1. Vínculos fortalecidos entre programas de doctorado beneficiados y entidades del sector productivo patrocinantes de tesis. Se requiere definir, en primer lugar, las métricas de evaluación de este resultado (ej.: nº de proyectos coejecutados entre ambos en el mediano plazo; nº de convenios o contratos de investigación firmados; participación de representantes de la empresa en instancias consultivas o actividades de docencia en el programa, etc.) las que, como puede verse, podrían requerir de seguimientos con posterioridad a las tesis. En segundo lugar, es necesario que los encargados del programa definan las metas a cumplir en este sentido (por ejemplo, un porcentaje de programas de doctorado beneficiarios que declara alguno de los resultados antes señalados).
2. Graduados de doctorado que se incorporan al sector productivo. Puede medirse como variable binaria. Es necesario que los encargados del programa definan metas, como puede ser el porcentaje de los tesistas que reportan haber buscado o estar buscando empleo en el sector productivo. En el mediano plazo, se puede hacer seguimiento a las trayectorias de los graduados, identificando a quienes se emplearon efectivamente en el sector productivo. Al igual que en los resultados anteriores, se deben definir metas (por ejemplo, porcentaje de graduados que declaran estos resultados).

Para la evaluación de los efectos del programa, es aconsejable que los indicadores cuenten con medios de verificación, evitando así los sesgos y errores que puede haber en el autorreporte de resultados. Por otra parte, es fundamental que se implementen mecanismos de seguimiento de los beneficiarios del programa una vez finalizado el proyecto, con el objetivo principal de evitar el desgaste de la muestra (atrición) en futuras evaluaciones.

## Recomendaciones de implementación

Actualmente se observa duplicidad en el diseño de los programas PAI-ISP y CHI Corfo en cuanto al apoyo a la contratación de doctores para la ejecución de proyectos de investigación en pymes. Si bien la duplicidad observada efectivamente en la ejecución de ambos programas es poco relevante –sobre todo a causa de su baja cobertura–, podría ser más crítica si se logra aumentar dicha cobertura y, de todos modos, no resulta justificable desde una perspectiva de eficiencia del gasto público.

El cuadro siguiente sintetiza el tipo de proyectos o funciones apoyados, junto con la formación de los profesionales que se apoya. Como puede verse, el alcance del programa CHI de Corfo es mayor que el de PAI-ISP, habiendo un ámbito en que la acción de ambos se yuxtapone.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Doctorados** | **No doctorados** |
| **I+D (investigación)** | PAI-ISP y CHI Corfo | CHI Corfo |
| **Otros I+D+i** | CHI Corfo | CHI Corfo |

En páginas anteriores, hemos propuesto que la política integrada de apoyo a la inserción de profesionales para I+D considere dos componente diferenciados según el grado académico de los profesionales que ejecutan los proyectos: un componente de “inserción de doctores” y uno de “inserción de profesionales y magísteres”.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Doctorados** | **No doctorados** |
| **I+D (investigación)** | Componente 1 | Componente 2 |
| **Otros I+D+i** |

##### Para evitar duplicidades, proponemos que cada uno de los componentes señalados sea implementado por sólo una agencia (CONICYT o Corfo), tal como se detalla a continuación.

##### Respecto a las agencias encargadas de implementar los componentes de “inserción de profesionales y magísteres en el sector productivo”, y de “inserción de doctores en el sector productivo”, proponemos dos alternativas.

#### Alternativa 1

##### Asignar a Corfo la implementación del componente “inserción de profesionales y magísteres” y a CONICYT la implementación del componente “inserción de doctores”.

Es la alternativa que genera menos dificultades de implementación en el corto plazo pues en ambas agencias ya existen equipos y funciones asignadas a la administración de un programa de inserción en el sector productivo (PAI-ISP en CONICYT y CHI en Corfo).

La asignación a CONICYT del componente de inserción de doctores está en línea con dos de los pilares de la misión de esta entidad: formación de capital humano avanzado y promoción de la investigación científica y tecnológica. Así, apoyar la inserción de doctores puede entenderse para CONICYT como un esfuerzo para mejorar el aprovechamiento que hace el país de las capacidades generadas por las mismas políticas de formación de capital humano avanzado que lleva a cabo esta entidad.

La asignación a Corfo del componente de inserción de profesionales y magísteres en el sector productivo está en línea con su misión de contribuir a la productividad y competitividad de la economía. El componente señalado contribuye a este objetivo estratégico mediante el fortalecimiento de los recursos humanos de I+D en el sector productivo.

Por cierto, implementar una política pública mediante la acción de dos agencias de manera complementaria requiere esfuerzos importantes de coordinación, algo en lo que consideramos que la División de Innovación del Ministerio de Economía podría desempeñar un rol relevante. En el escenario que plantea esta alternativa, consideramos que implementar la estrategia comunicacional compartida –ya presentada en páginas anteriores– resulta esencial.

#### Alternativa 2

##### Asignar a Corfo la implementación de ambos componentes.

La principal razón para asignar ambos componentes a una agencia es la de evitar la dispersión de esfuerzos y los costos de cordinación asociados a su gestión por parte de dos agencias, aspectos que resultan especialmente relevante en el caso de los programas de inserción, que no han logrado tener una escala demasiado relevante en Chile ni tampoco en otros países.

Si se operan ambos componentes en una sola agencia, creemos que hay dos razones para que ella sea Corfo.

La primera de ellas es la mayor cercanía de Corfo (en relación a CONICYT) con los públicos objetivos del programa: empresas y sector productivo en general, aspecto que consideramos muy relevante para aspirar a mejorar la cobertura de estos programas. Conocer mejor el mundo empresarial, estar más familiarizado con su lenguaje y disponer de mejores medios y canales para llegar a él puede hacer una diferencia importante. Dicha mayor cercanía fue mencionada explícitamente por algunos representantes de empresas entrevistadas en el estudio. También es factible pensar que la familiaridad y llegada de Corfo con las empresas podría haber influido en que el programa CHI de Corfo haya logrado adjudicar, en su primer año, un número de proyectos similar al que logró PAI-ISP en su cuarto año. Aunque dicha comparación debe realizarse con mucho cuidado, pues los proyectos y profesionales elegibles de ambos programas no son iguales.

La segunda razón tiene que ver con las misiones institucionales de ambas agencias.

En el caso de Corfo, los objetivos que persiguen ambos componentes –fortalecer los recursos humanos para I+D en el sector productivo– resultan coherentes con su misión: *“Mejorar la competitividad y la diversificación productiva del país, a través del fomento a la inversión, la innovación y el emprendimiento, fortaleciendo, además, el capital humano y las capacidades tecnológicas para alcanzar el desarrollo sostenible y territorialmente equilibrado”[[30]](#footnote-30).*

Lo anterior no ocurre en el caso de CONICYT, cuya misión es *“Impulsar la formación de capital humano y promover, desarrollar y difundir la investigación científica y tecnológica, en coherencia con la Estrategia Nacional de Innovación, con el fin de contribuir al desarrollo económico, social y cultural de las/os chilenas/os, mediante la provisión de recursos para fondos concursables; creación de instancias de articulación y vinculación; diseño de estrategias y realización de actividades de sensibilización a la ciudadanía; fomento de un mejor acceso a la información científica tecnológica y promoción de un marco normativo que resguarde el adecuado desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación”[[31]](#footnote-31)*. En consecuencia, aquellos programas que promueven actividades de I+D e innovación no relacionados con investigación científica y tecnológica podrían considerarse fuera del ámbito de acción de la agencia, lo que descartaría.

Cabe señalar que, aun en este escenario donde la implementación residiría en Corfo, creemos recomendable que CONICYT tuviera algún tipo de conexión con el programa, dado su rol esencial en la formación de recursos humanos para I+D, especialmente doctores. Posiblemente, dicha participación podría consistir en la integración de un consejo directivo del programa, responsable de establecer sus lineamientos principales y supervisas sus logros.

## Recomendaciones de mejora de procesos

##### Implementar un banco de datos con la información curricular de las empresas, centros tecnológicos del sector productivo y doctores, que resguarde la privacidad de la información pero sirva para facilitar las postulaciones a los programas, haciendo uso de los datos que cada entidad ya haya ingresado al sistema en alguna postulación previa.

Un banco de datos de este tipo tiene distintas funcionalidades. En primer lugar, permite mantener un registro actualizado de los antecedentes curriculares de la población objetivo (empresas, centros tecnológicos y doctores), lo que permite que los usuarios registrados postulen de manera más expedita a las distintas convocatorias vigentes. Asimismo, facilita la gestión de convocatorias y de datos administrativos de los programas.

Estos antecedentes se refieren específicamente a la información que deben llenar las entidades cada vez que postulan a un programa público de apoyo a la I+D.

Por ejemplo:

* Razón social, RUT, giro
* Dirección legal (región, comuna)
* Año de constitución
* Sitio web
* Correo electrónico, número de teléfono
* Actividades principales
* Descripción de los principales productos/servicios en que se enfoca y en qué mercados éstos son vendidos o transferidos
* Estructura de propiedad (nombre de socio o accionista, porcentaje de participación, nacionalidad)
* Tipo de empresa (tamaño)
* Nombre y cargo de directivos de centros tecnológicos
* Recursos destinados a I+D+i (histórico y previsto para distintos ítems de gasto)
* Número de proyectos, monto y observaciones sobre proyectos ejecutados con fondos públicos u otros
* Descripción de proyectos colaborativos e identificación de colaboradores
* Descripción de la estrategia de innovación implementada por la entidad (actividades de I+D+i más relevantes, incluyendo verificadores)

Además, cada vez que se postula, las entidades deben adjuntar una serie de documentos, como los estatutos o escritura de constitución de la empresa o centro tecnológico; una copia de la inscripción en el Registro Central de Colaboradores del Estado y Municipalidades, y la copia del RUT de la entidad postulante, entre otros.

Por último, contar con un registro de antecedentes curriculares constituye una fuente de información relevante para la política pública sobre las actividades de I+D en el sector productivo y las áreas de especialización de los recursos humanos en el país. No obstante, debe resguardarse la confidencialidad de la información proporcionada por las instituciones.

##### Diseñar e implementar una campaña comunicacional que tenga por objetivo cambiar la percepción pública respecto a los doctores.

Para ampliar la cobertura de los programas analizados, no basta con comunicar sólo sus características y beneficios: también se requiere difundir los ámbitos específicos en que los doctores pueden realizar aportes relevantes. Esto, con el objetivo de modificar los estereotipos actuales que existen en el sector productivo, en los que predomina la percepción de que los doctores sólo están interesados y sólo se dedican a investigaciones de tipo académico (percepciones que, además, se complementan con otros juicios negativos sobre el desconocimiento o desinterés de los doctores por las dinámicas productivas o comerciales, su baja capacidad para integrar equipos de trabajo, etc.).

Dicha campaña debiera dar a conocer con ejemplos concretos -dentro y fuera de Chile- los diversos cargos y funciones que pueden desempeñar los doctores, ilustrando sobre formas posibles en que éstos pueden contribuir a la productividad y competitividad de las empresas. Dado que sus públicos objetivos están en las empresas, debieran considerar iniciativas orientadas específicamente a las personas que toman decisiones sobre definición de cargos y contrataciones (por ejemplo, participando con ponencias en seminarios y encuentros sobre RRHH, escribiendo artículos en revistas especializadas, etc.). Como el programa CIFRE (Francia), esto podría incluir un premio anual a los mejores investigadores y empresas beneficiarias.

Para que esta campaña llegue eficaz y eficientemente al sector productivo y, en ella debieran debieran concurrir coordinadamente tanto CONICYT como Corfo, pues ambas agencias tienen diversos programas relacionados directa o indirectamente con la formación y la inserción de doctores. Considerando lo anterior, podría ser muy útil que la División de Innovación desempeñara un rol de articulación y liderazgo en esta iniciativa.

##### Mejorar la estrategia comunicacional de los programas de inserción y, en caso que tanto CONICYT como Corfo sigan proveyendo algunos de sus componentes, abordar parte significativa de las comunicaciones en forma integrada entre ambas agencias.

Ya hemos señalado que los diseños actuales de los programas PAI-ISP de CONICYT y CHI de Corfo presentan yuxtaposiciones importantes en su acción. Uno de los problemas que puede generar lo anterior es confusión entre los públicos objetivos, más aún si se intensifican las comunicaciones actuales de los programas. Dicho de otro modo, si los mensajes de ambos programas lograran llegar efectivamente a muchas empresas, esto podria producir cierto desconcierto en ellas, que tendrían que esforzarse para entender qué diferencias menores se encuentran entre ambos programas y elegir aquel que le convenga.

Considerando lo anterior, proponemos que la base comunicacional de la “política pública de inserción en la industria de profesionales para I+D” sea una sola y que la utilicen ambas agencias -CONICYT y Corfo- en caso que ambas sigan involucradas en su implementación. La conveniencia de una estrategia comunicacional conjunta se acentúa aún más al considerar que los actuales programas PAI-ISP y CHI son pequeños y que, a cada uno de ellos, por sí solo, le seguirá costando lograr una llegada muy significativa a los públicos objetivo.

Dicha base comunicacional debiera, al menos:

* comunicar los diversos cargos y funciones que pueden desempeñar los profesionales apoyados por la política, cautelando, entre otras cosas, ampliar la comprensión habitual del rol de los doctores y utilizando ejemplos exitosos de profesionales que haya apoyado el programa como también de ejemplos inspiradores de roles vinculados a la I+D en otros países.
* además de ampliar la comprensión sobre las funciones que pueden desempeñar los investigadores, lo más importante a tener en consideración es comunicar qué tipo de impactos puede tener la inserción de un investigador para la empresa. En este sentido, recomendamos difundir casos de éxito incorporando criterios que son fundamentales en la toma de decisiones estratégicas en la empresa. Por ejemplo, algunas empresas entrevistadas generan periódicamente un “indicador de innovación” que permite precisar el porcentaje que aporta el área o gerencia de I+D+i al EBITDA de la empresa.
* comunicar todos los ámbitos de apoyo de la política (doctores, magísteres y profesionales; proyectos de investigación y otros cargos, etc.), y las principales características de los apoyos brindados.
* definir como público objetivo prioritario el que forman las empresas que tienen alguna cercanía con actividades de I+D: empresas que han postulado a fondos de I+D, empresas con alta “intensidad de I+D” (gasto en I+D como proporción de las ventas), empresas tecnológicas en etapa inicial, etc. En todo caso, considerar también como público objetivo el conjunto amplio de empresas existentes en Chile, entre quienes esta política de apoyo podría constituir una puerta de entrada a sus actividades de I+D. Además, considerar a centros tecnológicos, entre quienes proponemos priorizar aquellos que cuentan con una Oficina de Transferencial y Licenciamiento (beneficiarios del programa OTL de Corfo).
* priorizar las iniciativas comunicacionales que actúen directamente en los ámbitos frecuentados por el sector productivo, específicamente por los ejecutivos vinculados a decisiones estratégicas y a dirección de recursos humanos. Esto incluye hacerse presente en encuentros, seminarios y foros sobre I+D y también sobre RRHH en empresas, como también en publicaciones especializadas en estos temas.
* difundir las campañas y convocatorias a través de las redes en las que participan los doctores. En la encuesta se mencionaron con mayor frecuencia las asociaciones de ex-alumnos y becarios; sociedades científicas y colegios profesionales, y redes del sector productivo (por ejemplo, la Asociación Chilena de Empresas de Biotecnología).

Por último, es importante mencionar que en algunos de los casos internacionales revisados en este estudio los encargados de los programas cumplen un rol muy activo en la gestación de los proyectos y en establecer el vínculo inicial entre las empresas y los investigadores.

En este sentido, en 2015 Callaghan Innovation (Nueva Zelanda), reformuló la gestión de la convocatoria al programa *“Career grant”* y se encargó directamente de buscar a los investigadores interesados en incorporarse a una empresa, difundió sus perfiles entre las empresas con las que tenía contacto y luego éstas se apuntaron para la convocatoria. De lo contrario y como ocurría en años anteriores, las empresas no podían encontrar investigadores apropiados para sus proyectos, afectando la cobertura del programa.

De un modo similar, en el programa PoDoCo (Finlandia) el proyecto postulado se gesta en la actividad de “matchmaking” que organiza el mismo programa entre empresas y doctores, quienes se inscriben sin costo y sin concurso previo. Además, las empresas interesadas en contratar publican con anterioridad un perfil a través de un formulario online y, de esta manera, el programa tiene acceso a las necesidades específicas de las compañías y les ayuda a encontrar al profesional adecuado. La actividad de “matchmaking” consiste en un encuentro entre investigadores y representantes de empresas para definir el proyecto, y una vez redactado, la comisión evaluadora entrega recomendaciones para mejorarlo antes de pasar a la etapa de selección.

Al respecto, los programas tanto de CONICYT como de Corfo cuentan con una base de datos pública con información sobre doctores. No obstante, ambas plataformas requieren mejoras para hacer más efectiva y eficiente la búsqueda por parte de las entidades interesadas (ver Test de Usabilidad en Anexo Nº3).

# Bibliografía

ANTR, Association Nationale Recherche Technologie [online]. *Conventions Industrielles de Formation par la Recherche - CIFRE*. Recuperado el 18 de enero de 2016, de <http://www.anrt.asso.fr/>

Arnold, E. (2004). Evaluating research and innovation policy: a systems world needs systems evaluations. *Research Evaluation*, 13(1).

Beine, M.; Docquier, F. & H. Rapoport (2008). Brain drain and human capital formation in developing countries: winners and losers. *The Economic Journal,* 118 (abril), p. 631-652.

Benavente, J.M. (2005). Investigación y desarrollo, innovación y productividad: un análisis econométrico a nivel de la firma. *Estudios de Economía,* 32(1), pp. 39-67.

\_\_\_\_\_ (2006). Antecedentes para el Diseño de una Política Tecnológica Nacional. *Serie de Documentos de Trabajo*, SDT 229. Santiago de Chile: Departamento de Economía, Universidad de Chile.

Benito, M. & R. Romera (2013). How to boost the PhD labour market? Facts from the R&D and innovation policies side. *Statistics and Econometrics Series,* 027, Working Paper 13-31. Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid, España.

Biotech 2020. *Programa de prácticas curriculares externas (Inciativa Biotech 2020). Grado de Biotecnología - UPM*. [online] Recuperado el 25 de enero de 2016, de <http://www.bit.etsia.upm.es/biotech2020.htm>

Bitard, P. (2014). ERAWATCH Country Reports 2013: France. *JRC Science and Policy Reports: France*.

Brandi, C. (2006). La historia del brain drain. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS,* 3(7), p. 65-85.

Bravo-Ortega, C.; Benavente, J.M. & A. González (2013). Innovation, Exports and Productivity: Learning and Self selection in Chile. *Serie Documentos de Trabajo*, SDT 371. Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile.

Britto, F.; Pereira, M. & G. Baruj (2014). *Evaluación de programas públicos: principales metodologías y experiencias de evaluación de programas de apoyo a la CTi en América Latina*. Documento de Trabajo*.* Buenos Aires: CIECTI, Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación.

Callaghan Innovation [online]. *Request for proposal, Business R&D Experience Student Grant*. Recuperado el 10 de diciembre del 2015 de <http://www.callaghaninnovation.govt.nz/sites/all/files/rd-experience-2015-rfp_1.pdf>

Callaghan Innovation (2015). Report on the Statement of Performance Expectations. Annual Report 2015. Nueva Zelanda. Disponible en <http://www.callaghaninnovation.govt.nz/sites/all/files/callaghan-innovation-annual-report-2015-online.pdf>. Recuperado el 14 de marzo del 2016.

Cañibano, C. & R. Woolley (2012). Towards a Socio-Economics of the Brain Drain and Distributed Human Capital. *International Migration*. International Organization for Migration.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2010). *Doutores 2010: Estudos da demografia da base técnico-científica brasileira*. Brasilia: autor.

Cheeky Scientist (2016). *Top 20 Industry Positions for PhDs*. EEUU: autor.

Cohen, W. & D. Levinthal (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), 128-152.

Cohen, W.; Nelson, R. & J. Walsh (2002). Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. *Management Science,* 48(1), p. 1-23.

Colciencias (2012). Logros Colciencias Agosto 2010-agosto 2012. Departamento de Ciencia Tecnología e Innovación Colciencias. Disponible en <http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream>. Recuperado el 15 de marzo del 2016.

CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, sitio web <http://www.conicet.gov.ar/>

CONICYT, Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (2008). *Más Ciencia y Tecnología para el desarrollo de Chile. Un pilar fundamental del Programa de Gobierno. Logros 2006/2007. Desafíos 2008*. Santiago: Departamento de Estudios y Planificación Estratégica.

\_\_\_\_\_ (2009). *Informe de Evaluación de resultados e impacto del instrumento ‘Subsidios para la Inserción de personal altamente calificado en empresas del sector productivo chileno’ año 2004*.

\_\_\_\_\_ (2012). *Compendio Estadístico Concursos de CONICYT 2008-2011*.

\_\_\_\_\_ (2015a). *Compendio estadístico Concursos de CONICYT 2012-2014*.

\_\_\_\_\_ (2015b). *Chile tiene su Ciencia* Nº3 (Marzo 2015). Programa Explora.

CONICYT & Banco Mundial (2005). *Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología*.

Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo de Chile (2015). *Un sueño compartido para el futuro de Chile*.

DIPRES, Dirección de Presupuestos (2013b). Resumen Ejecutivo elaborado por el Panel Evaluador e Informe de Comentarios a los resultados de la evaluación elaborado por la institución responsable del Programa. Programa de Inserción de Investigadores. *Evaluación Programas Gubernamentales (EPG).*

Docquier, F. & H. Rapoport (2012). Globalization, Brain Drain, and Development. *Journal of Economic Literature,* 50(3), p. 681-730.

Gaillard, A.M. & J. Gaillard (1998). Fuite des cerveaux, retours et diásporas. *Futuribles,* 228 (febrero), p.25-49.

García-Quevedo, J.; Mas-Verdú, F. & J. Polo-Otero (2012). Which firms want PhDs? An analysis of the determinants of the demand. *Higher Education,* 63(5), p. 607-620.

Gertler, P.; Martínez, S.; Premand, P.; Rawlings, L. & C. Vermeersch (2011). *La evaluación de impacto en la práctica.* Washington DC: Banco Mundial.

Gibert, J. & A. Ávila (2016). *Los motores invisibles de las comunidades científicas: Valores, etapas vitales e ingresos*. Ponencia presentada en el Tercer Encuentro de Ciencia, Tecnología y Sociedad, CTS-Chile, Valparaíso (enero).

Gobierno de Chile, Guía Digital (s/f). *Modelo de Test de Usuario.* Recuperado el 15 de mayo del 2016 de <http://www.guiadigital.gob.cl/guia-v2/capitulos/05/anexos/pauta-test-usuario.pdf>

González, H. & A. Jiménez (2014). “Inserción Laboral de Nuevos Investigadores con Grado de Doctor en Chile”. *Journal of Technology Management & Innovation* 9 (4).

Haeussler, C. & J. Colyvas (2011). Breaking the Ivory Tower: Academic Entrepreneurship in the Life Sciences in UK and Germany. *Research Policy* 40(1).

InnovaChile-Pulso S.A. (2009). Estudio: Evaluación Capacidad de Absorción de Conocimiento de las Empresas Chilenas. Santiago de Chile: Corfo, InnovaChile.

INSEAD; Human Capital Leadership Institute & Addeco Group (2013). *The Global Talent Competitiveness Index 2013*. Recuperado el 19 de enero del 2016 de <http://www.adecco.com/industry-insights/gtci.aspx>

\_\_\_\_\_ (2015). *The Global Talent Competitiveness Index. Talent Attraction and International Mobility*. Recuperado el 20 de enero del 2016 de <http://www.adecco.com/industry-insights/gtci.aspx>

Konnola, T. (2014). ERAWATCH Country Reports 2012: Finland. *JRC-IPTS Working Papers*, JRC90711. Institute for Prospective and Technological Studies, Joint Research Centre.

Koster, S. (2004). Spin-off firms and individual start-ups. Are they really different? *44th ERSA Conference,* 25 al 29 de agosto de 2004, Porto.

Labrador, L. Ladrón, A. Tejero, A. (2012). Sistema Nacional de Innovación: El caso de Finlandia. Megin-Degin: Electronic Working Papers.

Luchilo, L. (2009). Los impactos del programa de becas del CONACYT mexicano: un análisis sobre la trayectoria ocupacional de los ex becarios (1997-2006). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad,* 5(13), pp.175-205.

Ministerio de Economía y Competitividad, España (2015). *Boletín Oficial del Estado*. Sección 3, pág. 13536, Núm. 42.

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Chile (2014). *Dinámica Empresarial. Brechas regionales y sectoriales de las pymes en Chile. Periodo 2005-2012*. Santiago: División de Estudios del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

\_\_\_\_\_ (2015a) “Plan Nacional de Innovación 2014-2018”. Santiago de Chile: División de Innovación.

\_\_\_\_\_ (2015b). *Informe de resultados: Investigación y Desarrollo en las empresas chilenas. Tercera Encuesta Longitudinal de Empresas*. Santiago de Chile: División de Política Comercial e Industrial, Unidad de Estudios.

\_\_\_\_\_ (2016a). *Principales Resultados Preliminares Quinta Encuesta Nacional sobre Gasto y Personal en I+D, año referencia 2014*. Santiago de Chile: División de Innovación, Unidad de Estudios de I+D+i.

\_\_\_\_\_ (2016b). 9na. Encuesta de Innovación en Empresas (2013-2014). Santiago de Chile: División de Innovación, Equipo Inteligencia de Datos.

\_\_\_\_\_ (2016c). 2ª Encuesta trayectoria de profesionales con grado de doctor (CDH, Careers of Doctorate Holders). Santiago de Chile.

Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (s/f). *“Guía de Fuentes estadísticas e indicadores de contexto para el análisis de las brechas de género en el marco de las operaciones cofinanciadas con los fondos estructurales y el fondo de cohesion”.* Gobierno de España, Unión Europea.

Naukkarinen, A. (2015). PoDoCo Programme promotes the employment of doctoral graduates in industry. *Tempere University of Technology*, [online]. Recuperado el 5 de febrero del 2015 de <http://www.tut.fi/en/about-tut/news-and-events/podoco-programme-promotes-the-employment-of-doctoral-graduates-in-industry-p095370c3.>

Neuvo, Y.; Huttu E.; Kulmala, H. & E. Heinänen (2015). *Post Docs in Companies Program.* Finlandia: FIMECC.

New Zealand Now [online]. *Science Jobs*. Recuperado el 2 de febrero de 2016, de <http://www.newzealandnow.govt.nz>

OEC, The Observatory of Economic Complexity [online]. Recuperado el 2 de febrero de 2016, de <http://atlas.media.mit.edu/>

OECD/Eurostat (1995). *Measurement of Scientific and Technological Activities: Manual on the Measurement of Human Resources Devoted to S&T - Canberra Manual*.

OECD/FECYT (2003). *Manual de Frascati. Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental* (6ª edición).

OECD (2012). *La Estrategia de Innovación de la OCDE. Empezar hoy el mañana*.

\_\_\_\_\_ (2013). Structural Policy Country Notes Singapur. Southeast Asian Economic Outlook 2013: With Perspectives on China and India. Recuperado el 20 de diciembre del 2015 de [http://www.oecd.org/dev/asia-pacific/Singapore.pdf](http://www.oecd.org/dev/asia-pacific/Singapore.pdf.)

\_\_\_\_\_ (2015a). Economic Surveys France, Overview. Recuperado el 20 de diciembre del 2015 de <http://www.oecd.org/eco/surveys/France-2015-overview.pdf>

\_\_\_\_\_ (2015b). Chile: Policy Priorities for Stronger and More Equitable Growth. *“Better Policies” Series*.

OECD, Main Science & Technology Indicators [online]. Recuperado el 2 de febrero de 2016, de <http://stats.oecd.org/>

Pellegrino, A. (2001). Trends in Latin American Skilled Migration: “Brain Drain” or “Brain Exchange”? *International Migration,* 39(5), p. 111-132.

Pinto, C. (2013). *Inserción laboral de profesionales con estudios de postgrado: estudio de sobre la movilidad social y la sociología de las elites*. Tesis para optar al grado de Doctora, Universidad de París-Est. Francia.

\_\_\_\_\_ (s/e) *Formación de postgrado y movilidad social*. Presentación de resultados de Postdoctorado en CONICYT, Departamento de Estudios, noviembre de 2014.

Santibáñez, E. (s/f). *Transferencia, innovación y emprendimiento I.* Curso Creatividad e Innovación “De la concepción de la idea al mercado” (ppt).

Sauermann, H. & K. Roach (2012). Science PhD Career Preferences: Levels, Changes, and Advisor Encouragement. *PLoS ONE,* 7(5).

Sauermann, H. & P. Stephan (2010). Twins or Strangers? Differences and Similarities between Industrial and Academic Science. *NBER Working Paper* 16113.

Senado de la República de Chile (s/e). *Conclusiones del Seminario “Inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Hacia la Sociedad del Conocimiento”*.

UNESCO (1978). *Recommendation Concerning the International Standarization of Statistic of Science and Technology*. París: autor.

Valles, M. (2014). Entrevistas cualitativas. *Cuadernos Metodológicos 32* (2ª edición). Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.

Velho, L. (2007). O papel da formação de pesquisadores no sistema de inovação. *Ciência e Cultura*, 59(4), pp.23-28.

Verde (2013). "Estudio de Formación y Desarrollo de Capital Humano mediante el programa Becas Chile". Informe Final.

Wennberg, K.; Wiklund, J. & M. Wright (2011). The effectiveness of university knowledge spillovers: Performance differences between university spinoffs and corporate spinoffs. *Research Policy,* 40(8), pp. 1128-1143.

Wong, P.K. (2011). Innovation Policy Review: Singpaore. Background Report Commissioned by OECD Project on Innovation System of Southeast Asian Economies

World Bank Group. *Research and Development Expenditure (% of GDP)*. [online] Recuperado el 2 de febrero de 2016, de <http://data.worldbank.org/>

World Bank Group & OECD (2014). STI Outlook 2014 Country Profile. *The Innovation Policy Platform* [online]. Recuperado el 2 de febrero de 2016, de <http://www.innovationpolicyplatform.org>

Zuniga, P. & P. Correa (2013). *Public Policies to Foster Knowledge Transfer from Public Research Organizations*. The World Bank.

# ANEXO Nº1

## Revisión INTERNACIONAL de PROGRAMAS de inserción de investigadores en la industra

Con el objetivo de revisar y documentar la experiencia internacional de instrumentos de inserción de investigadores con estudios de postgrado en la industria, se realizaron las siguientes actividades:

* Revisión de experiencias internacionales relevantes en materia de programas de inserción de investigadores con estudios de postgrado en la industria y selección de casos relevantes.
* Elaboración de reporte de casos internacionales (buenas prácticas) y cuadro comparativo entre programas.

La revisión de programas internacionales aquí presentada muestra las diferentes medidas abordadas por los países seleccionados para generar que profesionales altamente calificados se inserten en el sector productivo y, mediante la realización de actividades de I+D, desencadenen procesos de innovación en las organizaciones, aportándoles mayor productividad y competitividad.

La revisión de casos internacionales tuvo por finalidad identificar buenas prácticas aplicables en Chile y no realizar una comparación de desempeño entre programas. Por lo tanto, se trata de países cuyas economías no son necesariamente comparables en términos de indicadores económicos o de I+D. Sin embargo, para cada caso se adjunta información descriptiva del país, lo que permite conocer el contexto general en que se desarrollan los programas revisados.

Los países y programas revisados fueron los siguientes:

1. Argentina (Investigadores en Empresa)
2. Finlandia (PoDoCo)
3. Singapur (A\*STAR Ocupación en la Industria)
4. Francia (CIFRE)
5. Nueva Zelanda (ICT Graduate School; Careers Science New Zealand, Crown Research Institute; Callaghan Innovation, R&D Grants)
6. España (Programa Estatal de Promoción de Talento y su Empleabilidad en I+D; Biotech2020)
7. Colombia (Inserción de Doctores colombianos y del extranjero a las empresas en Colombia)

Para cada caso revisado se entregan datos de caracterización de la canasta exportadora, gasto y personal en I+D, puntualizando en el sector privado. Se agrega información sobre los rankings de competitividad y talento. Todos los indicadores mencionados abarcan el período del 2013 al 2015, excepto por aquellos que no presentan datos para esas fechas, lo que se explicita en cada caso. Adicionalmente, al inicio se presenta una caracterización general de Chile en cuanto a las variables señaladas.

En segundo lugar, se introduce una breve descripción sobre las principales características económicas de cada país, actores del sistema nacional de innovación, avances en políticas en I+D e inserción laboral, entre otros. Lo anterior permite contextualizar las diferentes estrategias adoptadas por los países y pueden aportar información relevante para la adecuada adopción de mejoras por parte de los programas de inserción de investigadores en el sector productivo en Chile.

Las principales fuentes de información utilizadas en las actividades anteriores fueron: bases de datos de la OECD sobre I+D e innovación; bases de datos de la Unesco; visualizaciones realizadas por el Observatorio de Complejidad Económica del MIT; la Plataforma de Políticas de Innovación (donde participa la OECD y el Banco Mundial), y el Observatorio de Investigación e Innovación de la Comisión Europea.

Por último, se describen los programas antes señalados. La construcción de los casos se enfocó en las lecciones aprendidas en otros países y en la búsqueda de buenas prácticas potencialmente aplicables en nuestro país, considerando especialmente la identificación de su población objetivo, los incentivos para profesionales y empresas, así como los mecanismos de vinculación entre investigadores, instituciones de educación superior y gobierno y las organizaciones del sector productivo. Para comparar la información sistematizada de los países y las iniciativas reportadas, se adjunta un cuadro resumen al final del anexo.

Para la elaboración de este reporte, en primer lugar se realizó una actividad de *desk research*, que consistió en la búsqueda en Google y Google Académico de palabras clave en español e inglés. Por otro lado, se revisaron los sitios web institucionales de cada iniciativa. En segundo lugar, se levantó información directa mediante el envío de solicitudes por correo electrónico a los ejecutivos y directivos encargados de las iniciativas seleccionadas. Esta actividad tuvo por objetivo levantar información relevante sobre el desempeño y los resultados de estos programas, la que no se encuentra disponible en internet.

A partir de esta revisión se elaboraron recomendaciones para el mejoramiento de los instrumentos que promueven la inserción de investigadores en el sector productivo.

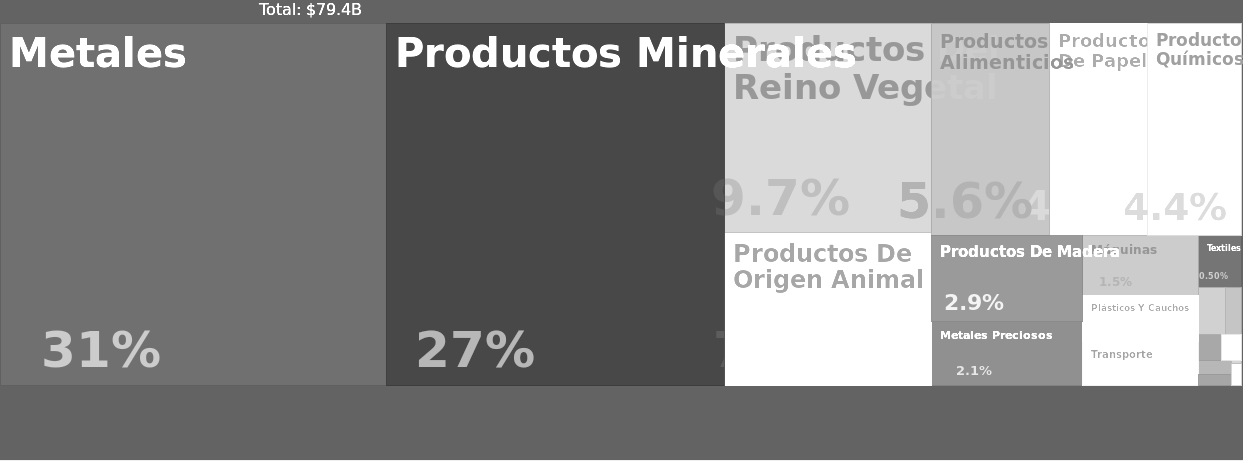
## Chile

**Cuadro 76 – Caracterización general país**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N/ monto USD** |
| Población | 17.9 M |
| PIB per cápita | USD 21.980 |
| Exportaciones | USD 79.4B[[32]](#footnote-32) |

Fuente: OEC.

**Gráfico 5 – Principales exportaciones, 2013**



Fuente: OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 77 – Caracterización del gasto en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N°** |
| Gasto en I+D por %PIB | 0.38% |
| % Gasto en I+D ejecutado por empresas, en relacion al PIB | 33,5% |

Fuente: OECD, OECD.Stat, Gross domestic spending on R&D, 2013. OECD, Gross domestic expenditure on R-D by sector of performance and source of funds.

**Cuadro 78 – Caracterización del personal en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **JCE/ %** |
| Total Personal en I+D | 15.910 |
| Personal I+D en Empresas | 5.110 |
| Total Investigadores | 7.602 |
| Investigadores en Empresas | 2.265 |
| Investigadores (JCE) / 1000 PEA | 0,9 |
| % Investigadores en empresas respecto al total de investigadores | 30% |

Fuente: OECD, OECD.Stat, R-D personnel by sector of employment and occupation, 2013.

**Cuadro 79 – Posicionamiento en rankings**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ranking** | **Lugar** |
| Global Talent Index 2015 | 34° |
| Índice de Competitividad 2015 | 33° |

Fuente: GTCI, Country Profiles, 2015. Foro Económico Mundial, Índice de Competitividad Global, 2015.

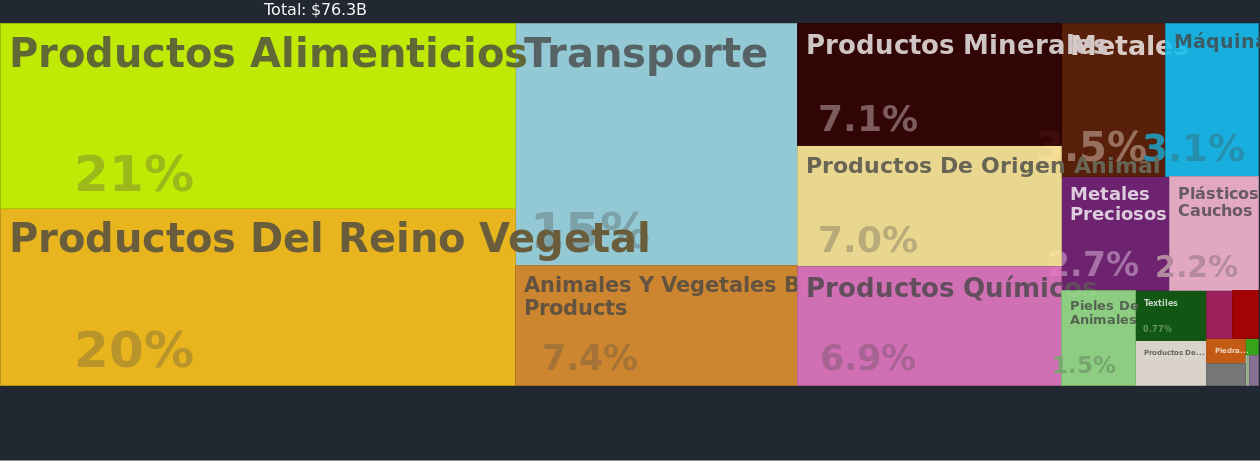
## Argentina

**Cuadro 80 – Caracterización general país**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N/ monto USD** |
| Población | 41.5 M |
| PIB per cápita | USD 11.766 |
| Exportaciones | USD 76.3B |

Fuente: Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial; OEC, Exportaciones por país, 2013

**Cuadro 81 – Principales exportaciones, 2013**

 Fuente: OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 82 – Caracterización del gasto en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N°** |
| Gasto en I+D por %PIB | 0.58% |
| % Gasto Interno Bruto en I+D ejecutado por empresas | 20,75% |

Fuente: OECD, OECD.Stat, Gross domestic spending on R&D, 2013. OECD, Gross domestic expenditure on R-D by sector of performance and source of funds.

**Cuadro 83 – Caracterización del personal en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **JCE/ %** |
| Total de Personal en I+D | 71.872 |
| Personal I+D en empresas | 8.824 |
| Total Investigadores | 51.598 |
| Investigadores en Empresas | 4.444 |
| Investigadores (JCE) / 1000 PEA | 2.9 |
| % Investigadores en empresas respecto al total de investigadores | 9% |

Fuente: Fuente: OECD, OECD.Stat, R-D personnel by sector of employment and occupation, 2013.

**Cuadro 84 – Posicionamiento en rankings**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ranking** | **Lugar** |
| Global Talent Index 2015 | 65 |
| Índice de Competitividad 2015 | 104 |

Fuente: GTCI, Country Profiles, 2015. Foro Económico Mundial, Índice de Competitividad Global, 2015.

Después de Brasil y México, Argentina es una de las economías más fuertes de América Latina. Junto con Brasil, son los únicos países sudamericanos en incorporarse al G-20, grupo que une a las economías más industrializadas del mundo. Argentina es un país que cuenta con importantes recursos naturales, con un sector de explotación y exportación agrícola de avanzada tecnología, hidrocarburos y energía, además de un importante sector industrial altamente diversificado.

A la cabeza del Sistema Nacional de Innovación se encuentra el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, que a través de un Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología articula al resto de los agentes del sistema. Los fondos para el financiamiento de proyectos son ejecutados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, que busca potenciar diferentes áreas de conocimiento así como también áreas estratégicas para el desarrollo de la innovación y la competitividad.

El sistema argentino busca interconectar capacidades mediante robustos equipamientos (instituciones, centros, programas, etc.) que vinculen las capacidades de investigación y transferencia, esto es lo que se conoce como “perspectiva de red de convergencia” (MCTIP, s.f.). Dentro de esta perspectiva el SIN busca lograr una articulación fortalecida entre los centros productores de conocimiento y el sector empresarial.

El principal organismo del sector es el Conicet (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), que opera bajo la jurisdicción del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Su misión es la promoción y ejecución de actividades científicas y tecnológicas en todo el territorio nacional y en las distintas áreas del conocimiento, especialmente cuatro de gran relevancia: Ciencias agrarias, ingeniería y de materiales; Ciencias biológicas y de la salud; Ciencias exactas y naturales, y Ciencias sociales y humanidades.

Por su parte, en las universidades funcionan Oficinas de Vinculación y Transferencia de Tecnología que cuentan con el apoyo de la Red de Centros de Búsqueda de Información y Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva, encargada de la gestión de información. Por otro lado, existen diferentes consejos asesores quienes tienen la tarea de fomentar el trabajo en conjunto para la búsqueda de procesos innovadores como promotores de la competitividad y la inclusión social; estos organismos son: el Consejo Asesor de Demandas Sociales y el Consejo Asesor del Sector Privado.

La institución que implementa el programa de inserción de investigadores en la industria en Argentina es el Conicet.

##### Investigadores en Empresa

Con la finalidad de incrementar la presencia privada en el desarrollo científico y tecnológico del país, en el año 2003 Conicet dio inicio al Programa de Carrera Científica en su modalidad de Investigadores en Empresa. En su implementación colaboran la Gerencia de Desarrollo Científico y Tecnológico y la Vicepresidencia de Asuntos Tecnológicos, unidades alojadas en Conicet, y por parte del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. “Investigadores en Empresa” es parte de la unidad de vinculación del Conicet.

La Carrera de Investigador tiene como misión fomentar la transferencia de resultados y capacidades de investigación de carácter científico y tecnológico a la sociedad. En este sentido, el programa de Investigadores en empresa busca la formación y empleabilidad de los investigadores, siendo éste grupo el público-objetivo principal.

Su objetivo es que los investigadores desarrollen su carrera científica en tareas que sean coherentes con los objetivos de las empresas de base tecnológica (EBT). Para ello, los profesionales con grado de doctor que deseen postular a Carrera Científica deben proponer un plan de trabajo cuyo tema debe ser pertinente al objetivo de la empresa que considere dedicación exclusiva. Su salario es aportado al menos en un 50% por el Conicet y corresponde a una asignación por productividad de dos años. A diferencia de la postulación a Carrera Científica en la Academia, en la modalidad en Empresa se otorga puntaje no sólo a publicaciones sino también a patentes de invención.

En cuanto a los requisitos de las empresas, se otorga preferencia a las empresas pequeñas y medianas de capital nacional. Estas empresas deben firmar un convenio para la consecución de resultados provechosos en cuanto a la mejora o introducción de tecnologías y pasan a ser avales de los investigadores que insertan.

La suscripción del convenio está supeditada al desarrollo de un “plan de trabajo” de dos años (ampliable a dos años más). Este plan establece un cronograma de actividades y designa responsables para las metas y objetivos que se propone.

Los resultados de la investigación están comprendidos en un convenio entre el Conicet y la empresa. Se considera la relevancia de los resultados obtenidos y los aportes de cada una de las partes a la hora de negociar los derechos de propiedad intelectual y posterior licenciamiento. Lo anterior responde al fin de promover el desarrollo de innovación tecnológica en productos o en procesos productivos nuevos para el mercado.

Algunos ejemplos de empresas que han utilizado esta modalidad de inserción de investigadores son Ascentio, IBM Argentina y Arcor.

**Sitio web institucional:**

<http://vinculacion.conicet.gov.ar/>

<http://convocatorias.conicet.gov.ar/empresas/>

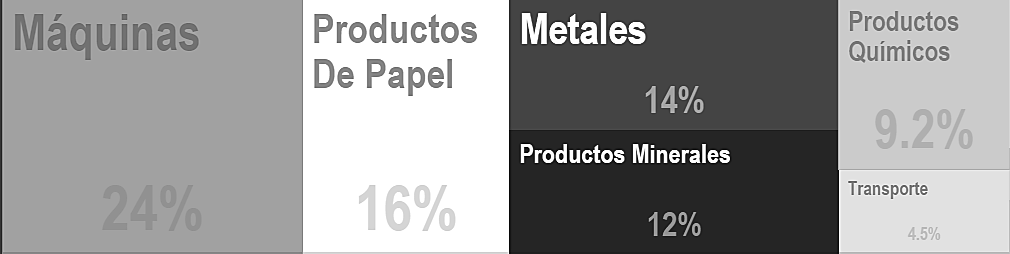
## Finlandia

**Cuadro 85 – Caracterización general país**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N/ monto USD** |
| Población | 5.464 M |
| PIB per cápita | USD 49.823,7 |
| Exportaciones | USD 78.1B |

Fuente: Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial; OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 86 – Principales exportaciones, 2013**



Fuente: OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 87 – Caracterización del gasto en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N°** |
| Gasto en I+D por %PIB | 3.3% |
| % Gasto Interno Bruto en I+D ejecutado por empresas | 67.7% |

Fuente: OECD, OECD.Stat, Gross domestic spending on R&D, 2013. OECD, Gross domestic expenditure on R-D by sector of performance and source of funds.

**Cuadro 88 – Caracterización del personal en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **JCE/ %** |
| Total Personal en I+D | 52.972 |
| Personal I+D en Empresas | 30.380 |
| Total Investigadores | 39.196 |
| Investigadores en Empresas | 22.253 |
| Investigadores (JCE) / 1000 PEA | 73,2 |
| % Investigadores en empresas respecto al total de investigadores | 57% |

Fuente: Fuente: OECD, OECD.Stat, R-D personnel by sector of employment and occupation, 2013.

**Cuadro 89 – Posicionamiento en rankings**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ranking** | **Lugar** |
| Global Talent Index 2015 | 3° |
| Índice de Competitividad 2015 | 4° |

Fuente: GTCI, Country Profiles, 2015. Foro Económico Mundial, Índice de Competitividad Global, 2015.

Finlandia es una economía cuya industria se constituye mayoritariamente por alta y mediana tecnologías. Los servicios representan 68.5% y la manufactura 28.5% de la producción. Los sectores más importantes son la electricidad, la electrónica, el desarrollo de maquinaria, los metales industriales y la química. Existen iniciativas gubernamentales que se han propuesto impulsar la calidad de vida, las ciencias y la salud, en conjunto con las tecnologías limpias, como sectores relevantes para la economía a largo plazo.

Entre los años 2007 y 2013 se implementó una política de *clusters,* que buscó la cooperación interregional mediante un modelo operacional eficiente de los recursos de cada región. El foco de la iniciativa era fortalecer las capacidades de cada zona y la especialización a través de proyectos colaborativos entre los productores de conocimiento y la industria; además pretendía generar una masa crítica importante de proyectos y actividades de I+D. En total se conformaron 13 clustersdiferenciados por región, con un total de 21 Centros de Investigación asociados (Konnola, 2014).

El Sistema Nacional de Innovación del país articula tanto instancias a nivel nacional como regionales cuyo principal objetivo es asegurar el desarrollo social y económico sostenible, basado en productividad y competitividad a nivel internacional. El caso finlandés destaca por su exitoso tránsito a la economía del conocimiento, por medio de una fuerte articulación entre todos los actores involucrados. En un nivel general, el gobierno promueve la innovación mediante un Consejo de Política Científica Tecnológica. Los diversos fondos de apoyo a la innovación se administran principalmente a través de dos ministerios, el Ministerio de Educación y Cultura y el Ministerio de Empleo y Economía. El ministerio de Educación y Cultura es el responsable del ámbito académico y de formación, trabajan en función de una política científica nacional y están a cargo de la agencia Academy of Finland. Agrupan a algunos de los productores de conocimiento, entre ellos las universidades y centros de investigación pública.

Por otro lado, el Ministerio de Economía y Empleo se concentra en el ámbito de la política industrial y tecnológica y administra la Agencia de Fondos I+D (SITRA) y la Agencia de Financiamiento TEKES (Finnish Funding Agency for Technology and Innovation). También se destaca el Centro de Investigación Técnica VIT, quienes reciben 66% de sus ingresos por contratos con el sector productivo industrial (Labrador, Ladrón y Tejero, 2012).

A lo largo de su desarrollo, Finlandia ha mantenido niveles sostenidamente altos en cuanto al fomento de tecnologías y especialización en Ciencia, Tecnología e Innovación. Sus avances más recientes se atribuyen en parte a la implementación en 2012 del “Plan de Acción para Investigación e Innovación” (TINTO). La estrategia “TINTO” introdujo un enfoque basado en mejorar el desempeño de los indicadores de educación, investigación e innovación (Konnola, 2014).

Actualmente, el sector privado enfrenta variados desafíos: aparición de nuevas tecnologías, perfeccionamiento de medios digitales, almacenaje y asociación de datos, al mismo tiempo, estos desafíos son las fuentes de innovación en muchas empresas que buscan mejorar su competitividad en mercados globales. De este modo, se reconoce la necesidad de mantener un constante monitoreo y análisis de las nuevas tecnologías con perspectiva internacional para mantener el alto índice de competitividad que destaca a Finlandia. No solo se requiere las empresas absorban las nuevas tecnologías, sino que además creen activamente innovación.

Las actividades de I+D en las empresas son una fuente importante de innovación. En este contexto, la inversión en términos de capital humano como fuerza laboral en Ciencia y Tecnología alcanzaba un promedio superior a la UE en el año 2009, lo que da cuenta de grandes potencialidades de capital humano para la innovación.

##### Post Docs in Companies (PoDoCo)

La inserción de investigadores en empresas es un objetivo declarado por diversos organismos de apoyo a la innovación. Uno de ellos es FIMECC (Finnish Metals and Engineering Competence Cluster), quienes en conjunto con otras instituciones han lanzado el programa “*PosDocs in companies” (PoDoCo).* Cabe destacar que FIMECC es una entidad privada que agrupa empresas en un modelo asociativo de cooperación, en cuyo equipo directivo se destaca la incorporación de miembros de la academia.

*PoDoCo* es una iniciativa apoyada por la Fundación KAUTE, la Fundación Cultural Finlandesa para la Promoción Tecnológica y la Fundación Centenario de Industrias Tecnológicas de Finlandia, y es ejecutado por FIMECC. Recientemente se ha anunciado que la Fundación para la Educación Económica se unirá al programa aportando 56.000 euros en subsidios a doctores jóvenes que desarrollen investigación académica pero con una alta relevancia para la industria.Cuenta con un comité integrado por diferentes miembros de las fundaciones suscribientes.

El desafío que da origen al programa es contribuir a la creciente competitividad de Finlandia, que a su vez requiere el monitoreo constante de nuevas tendencias en tecnologías. La competitividad global no solo necesita que las empresas tengan capacidad de absorción tecnológica para poder innovar, además es fundamental que se generen innovaciones al interior de las empresas para que puedan enfrentar los desafíos productivos de la industria.

En este sentido, el principal objetivo de la iniciativa es promover la investigación y la renovación estratégica de las compañías finlandesas en conjunto con generar empleo para doctorados en la industria. Hoy en día el país cuenta con una cantidad importante de capital humano avanzado, con 1700 doctores graduados en promedio por año. No obstante, el empleo de estos investigadores se mantiene inferior a países como Suecia, Alemania y Estados Unidos.

Considerando los efectos positivos de diverso orden (culturales, políticos, tecnológicos y comerciales), la implementación de programas de apoyo a la inserción y aumento de la actividad de I+D dentro de las empresas se fundamenta en diversos estudios que conciben a los investigadores, y particularmente doctorados, como una fuente de retorno estratégica para las empresas y la sociedad. FIMMEC espera aportar a esta dinámica incorporando el conocimiento científico al interior del sector privado a través del programa *PoDoCo.*

PoDoCo está dirigido a aquellos postdoctorados que están a portas de completar, o que ya finalizaron su formación, y que quieren desarrollar su carrera profesional en la industria. Al mismo tiempo, busca seleccionar a empresas que buscan nuevas oportunidades para expandir el horizonte estratégico de la compañía, sin embargo, no tiene focalización explícita.

En general, el programa ofrece una serie de actividades que posibilitan los vínculos academia-industria y además entrega becas que buscan asegurar que el trabajo académico tenga importancia estratégica para las empresas del país.

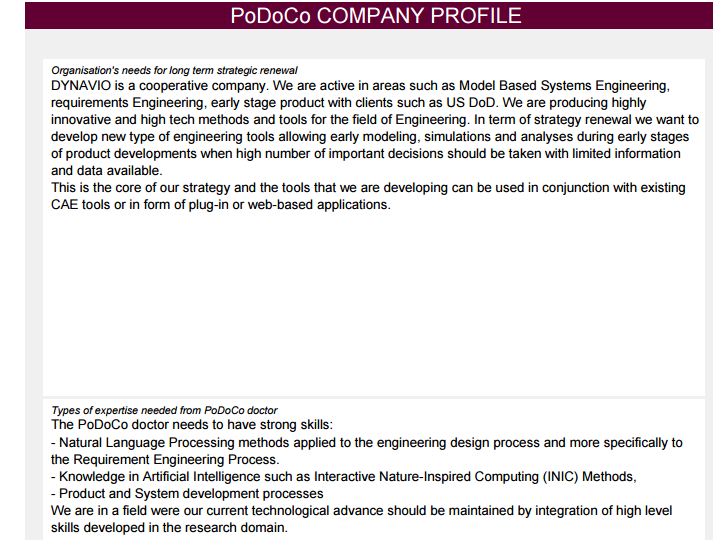
###### Etapas del programa

El programa consta de tres etapas: *Matchmaking, Research period y Targeted research period,* que duran de uno a dos años cada una.

La primera etapa consiste en encuentros organizados por FIMECC entre los investigadores y las empresas que se inscriben en su sitio web. El objetivo de esta etapa consiste en identificar los problemas y necesidades de la industria que puedan ser resueltos mediante investigación científica. Los encuentros son organizados por el programa y se realizan en las universidades.

Los investigadores y empresas interesadas ingresan sus datos en un formulario disponible en el sitio web del programa, y los encargados del programa facilitan la intermediación entre ambos. La idea es que antes de la postulación a las fases de investigación, los investigadores cuenten con información sobre las necesidades de las empresas y presenten sus proyectos para la generación de soluciones. FIMECC asesora y hace sugerencias para facilitar un vínculo adecuado entre investigadores y empresas.

Ejemplo de Perfil de Empresa (DYNACIO) publicado en PoDoCo.



Fuente: <http://www.podoco.fi/>

La segunda etapa corresponde al Período de Investigación, que tiene como propósito estimular la generación de conocimiento que permita el desarrollo y la innovación en la industria en un plazo determinado. Cuando los lineamientos de la investigación están definidos -incluyendo la relevancia para la industria-, el investigador redacta un plan de trabajo e ingresa a la convocatoria del programa para la obtención de los recursos (además debe presentar una carta del interés de la empresa). Las postulaciones son evaluadas por expertos, y posteriormente, la fundación selecciona a los beneficiarios y se publican los resultados.

La última parte del programa consiste en la inserción del investigador en la empresa y se espera que, en lo posible, el trabajo y los resultados de la investigación se obtengan durante el periodo que dura el subsidio entregado y deriven en una aplicación para la empresa. El objetivo principal de esta etapa es que los resultados de la investigación científica avancen hasta el desarrollo de un producto innovador.

Según los términos contractuales de PoDoCo, los beneficiarios no están obligados a seguir trabajando juntos. Se espera que después de los períodos comentados, el investigador haya adquirido una experiencia de investigación distintiva y conocimientos básicos de la industria, permitiéndole adquirir las competencias necesarias para ser empleado en dicho sector.

###### Cobertura del programa

Debido a que el programa se implementó por primera vez en el año 2015 y se espera su primera generación en el 2016, a la fecha no existen experiencias de beneficiarios de proyectos concluidos. Sin embargo, se registran comentarios positivos con respecto a esta primera convocatoria. Así, para Markku Kivikoski, presidente de la Tempere University of Technology, el programa es esencial para el contexto de cooperación entre universidades y la industria, representando la continuidad de sus programas de doctorados en las empresas y convirtiéndose en un instrumento más de colaboración de la universidad con la industria. (Naukkarinen, 2015).

En el primer evento de *Matchmaking* se registraron al menos 100 investigadores y empresas, en donde tuvieron la oportunidad de dar a conocer las principales necesidades de investigación de las compañías.

Las estadísticas entregadas por los encargados del programa indican que de los 285 perfiles de proyectos academia-industria que se registraron inicialmente en la plataforma, aquellos que aplicaron para el subsidio fueron 29 (10%) y los adjudicados fueron solo 10.

De las empresas solicitantes, 54% son pequeñas y medianas, en su mayoría del sector de manufactura de maquinaria y equipamiento, seguidas por aquellas del ámbito propiamente científico de investigación y desarrollo. El área de conocimiento con mayor postulación corresponde al de ingeniería y tecnología. Con respecto a los subsidios entregados, 70% fueron para empresas grandes del área de manufactura.

De acuerdo al reporte entregado por el equipo encargado de la iniciativa, el desafío de PoDoCo es contactar uno a uno a las empresas potencialmente interesadas, debido a que no existe un canal común de comunicación para todas ellas, no así con los investigadores, que son llamados a través de las universidades.

**Sitio web institucional:**

<http://www.podoco.fi/>

## Singapur

**Cuadro 90 – Caracterización general país**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N/ monto USD** |
| Población | 5.399 M |
| PIB per cápita | USD 55.182,48 |
| Exportaciones | USD 257B |

Fuente: Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial; OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 91 – Principales exportaciones, 2013**



Fuente: OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 92 – Caracterización del gasto en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N°** |
| Gasto en I+D por %PIB | 2.3% |
| % Gasto Interno Bruto en I+D ejecutado por empresas | 59.4% |

Fuente: OECD, OECD.Stat, Gross domestic spending on R&D, 2013. OECD, Gross domestic expenditure on R-D by sector of performance and source of funds.

**Cuadro 93 – Caracterización del personal en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **JCE/ %** |
| Total Personal en I+D | 39.459 |
| Personal I+D en Empresas | 20.204 |
| Total Investigadores | 34.141 |
| Investigadores en Empresas | 17.288 |
| Investigadores (JCE) / 1000 PEA | 11,68 |
| % Investigadores en empresas respecto al total de investigadores | 85,6% |

Fuente: Fuente: OECD, OECD.Stat, R-D personnel by sector of employment and occupation, 2013.

**Cuadro 94 – Posicionamiento en rankings**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ranking** | **Lugar** |
| Global Talent Index 2015 | 2° |
| Índice de Competitividad 2015 | 2° |

Fuente: GTCI, Country Profiles, 2015. Foro Económico Mundial, Índice de Competitividad global, 2015

La economía de Singapur se destaca por el tránsito desde una economía basada en el la productividad laboral intensiva de la década de 1960, pasando por el desarrollo de habilidades en los ‘70, intensiva en capital en los ‘80 y basada en tecnología y servicios en los ‘90, hasta convertirse en una economía basada en el conocimiento y la innovación, cuyas industrias más dinámicas son el software y la biomedicina.

En cuanto a su Sistema Nacional de Innovación, durante la última década Singapur ha estimulado la generación de ciencia básica, ciencia aplicada y la producción de un flujo de resultados potencialmente transferibles con aplicaciones concretas en la industria. Esta estrategia ha consistido en promover de manera sostenida la investigación en universidades como una herramienta de resolución de los problemas de la industria. Para el año 2012, Singapur logró importantes avances en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación, a la par de países como Suiza y Suecia.

En un comienzo, los esfuerzos estaban concentrados en fortalecer el SNI atrayendo corporaciones multinacionales para que establecieran operaciones y transfirieran tecnología avanzada al país, al mismo tiempo que se desarrollaba infraestructura y capital humano propio para absorber estas nuevas tecnologías y explotarlas. El país ha logrado fomentar destacados sectores intensivos en ciencia y tecnología, en donde se implementan fuertes estrategias de atracción del talento global, especialmente innovador y emprendedor. Como consecuencia, el país es reconocido por la atracción de capital humano extranjero como fuerza laboral principal. Este tipo de esfuerzos ha llevado a que existan dos grupos diferenciados de industrias, una más tradicional donde se emplea la mano de obra local, y otra más nueva y dinámica, donde se empea el talento global. Esto ha generado que el capital humano local presente dificultades para actualizarse y adquirir nuevas tecnologías (OECD, 2013).

Entre las décadas de 1980 y finales de 1990, el foco principal del SNI fue desarrollar la capacidad de innovación para enriquecer las actividades de I+D, y a partir de la década del 2000 Singapur se ha concentrado en desarrollar las capacidades de I+D y de emprendimiento para la conservación de una economía basada en el conocimiento (Wong, 2011). En la actualidad, el empleo en software e I+D en general ha tendido a decaer, encontrándose su mayor peak entre los años de 1999 y 2004 (Tee Wei & Shir Li, 2014). Por otro lado, la industria biomédica, se ha ido consolidando a partir de diversos programas, entre los que destaca el *Singapore Biomedical Siciences* (BMS)*.*

En la estructura institucional de la política de ciencia y tecnología del país los principales pilares son los Ministerios de Educación, Ministerio de Comercio e Industria y Ministerio de Defensa. A ellos se agrega el Consejo de Investigación, Innovación y Empresas (RIEC), en donde participan diversos agentes del sector público. El RIEC apoya programas con focalización industrial, tales como el BMS de ciencias biomédicas. Del RIEC también depende la Fundación Nacional de Investigación, quien administra los Campus para la Investigación de excelencia en empresas tecnológicas y los Centros de Investigación de excelencia. Por otra parte, los fondos de investigación académica, las universidades y las entidades politécnicas son administrados por el Ministerio de Educación, y el Ministerio de Comercio e Industria administra la Junta de Desarrollo Económico, la Junta de Normas, Productividad e Innovación, además de la Agencia para la Ciencia, Tecnología e Investigación (A\*STAR).

El país cuenta con diversos programas de apoyo para el desarrollo del talento relacionado con actividades de I+D. En general, éstas buscan articular capital humano de excelencia y programas de investigación avanzados que generen resultados positivos para el país. Estas iniciativas de apoyo se orientan tanto a la academia y laboratorios, como al sector productivo. Por ejemplo, existe una beca otrogada por el Ministerio de Salud, especialmente para científicos del área que se encuentren trabajando en instituciones de salud pública y que busquen realizar un Doctorado.

Asimismo, se destacan las iniciativas lideradas por la Agencia para la Ciencia, Tecnología e Investigación (A\* STAR), que a través de una amplia oferta de programas, promueve el desarrollo de diversas opciones profesionales. Esta agencia trabaja en estrecha colaboración con el BMS (Singapore Biomedical Sciences) y el Ministerio de Salud. Está a cargo del Consejo de Biomedicina de Investigación y alberga también al Consejo de Ciencia e Ingeniería, quienes disponen de institutos de investigación, centros y consorcios.

Por último, destaca también el Programa de Postgrado Industrial y la beca para sectores estratégicos SgIS (Singapore-Industry Scholarship), que fomentan la formación temprana de profesionales mediante pasantías en industrias y mentoreo, donde los estudiantes son patrocinados por empresas. Ambas iniciativas son ejecutadas por el Consejo de Desarrollo Económico y el Ministerio de Educación.

##### A\*STAR Ocupación en la Industria

Una de las líneas de apoyo de esta agencia consiste en el desarrollo profesional de investigadores con miras a insertarse ya sea como científicos en la academia o en algún centro de investigación, como administrativos en instituciones públicas, o en la industria. A\*STAR ofrece la posibilidad de inserción de investigadores (especialmente doctorados) en diferentes sectores y campos de estudios, donde se espera que puedan explorar diferentes caminos de carrera profesional, adquiriendo habilidades y fortalezas específicas.

En una primera instancia, ofrece a los investigadores avanzar en su carrera científica en los centros de investigación de la Agencia y al cabo de dos años se selecciona a profesionales con grado de doctor que quieran continuar su carrera con el apoyo de esta entidad. Los investigadores en proceso de formación, por su parte, pueden hacer pasantías durante una temporada ya sea en laboratorios de I+D corporativos, administración pública, empresas tecnológicas, compañías spin-off o en la academia. Para poder acceder al beneficio se debe consultar al supervisor del centro de investigación respectivo.

* Carrera científica: Los profesionales pueden desarrollarse como líderes de equipos dentro de un centro de investigación. También pueden formar parte de los equipos y fortalecer algún área de estudio específica.
* Funcionario administrativo: Para profesionales que tengan interés en políticas públicas, la labor puede desempeñarse en consejos públicos o en los centros de investigación públicos. Aquellos que tengan mayor experiencia pueden aportar con investigaciones para el diseño, administración y evaluación de dichas políticas.
* **Ocupación en la industria**: Dirigido a aquellos profesionales interesados en trabajar en laboratorios industriales o empresas y desarrollar una carrera profesional en el sector privado. A\*STAR ofrece la oportunidad de vincularse con alguno de los socios privados de la iniciativa. Las empresas tienen que tener su sede en Singapur y haber mostrado compromiso mediante inversiones, haber colaborado en temas de I+D con los centros de investigación o haber entregado apoyo a startups.
* Carrera académica: Existen diferentes modalidades para desempeñarse en la academia. En primer lugar, se puede firmar un contrato por proyecto, lo permite a los investigadores insertarse en un proyecto de investigación desarrollado en alguno de los centros de A\*STAR, sin embargo, también deben destinar una cantidad de horas para la docencia, supervisión de tesis y servicios académicos de alguna universidad. En segundo lugar, los investigadores pueden ser contratados a tiempo completo por una universidad. Finalmente, existen “citas adjuntas”, que reúnen a académicos de tiempo completo de los centros de investigación de A\*STAR con los departamentos de alguna facultad de una universidad y en conjunto desarrollar actividades puntuales, como la supervisión de una tesis de doctorado.

Es destacable que A\*STAR no solo facilita la inserción de investigadores en centros de investigación, universidades o empresas de base tecnológica, sino que además comprende el diseño de políticas de innovación como un campo donde los profesionales pueden aportar con sus conocimientos.

##### Industrial Postgraduate Programme (IPP)

El Consejo de Desarrollo Económico (EDB) es el principal encargado del programa “Industrial Postgraduate Programme” (IPP), iniciativa que busca fortalecer el capital humano de I+D en la industria a través de subsidios para la realización de una tesis para la obtención del grado de doctorado. Es una iniciativa que involucra a universidades y centros en conjunto con empresas en labores de co-supervisión, de esta manera, la investigación para la obtención del grado académico se desarrolla en el marco de actividades de I+D empresariales.

EL programa surge en el marco del “*Research, Innovation and Enterprise 2015 Plan*” cuyo objetivo es generar un flujo de talento y conocimiento especializado entre la industria y la academia, fortaleciendo la actividad de I+D corporativa que se realiza en el país.

Dado que el IPP tiene diferentes *partners* académicos, existe una variedad de universidades tanto internacionales como nacionales quienes ofrecen el programa en cuestión. La Universidad Nacional de Singapur y la Universidad Tecnológica de Nanyang son algunas de las universidades que participan de la iniciativa IPP.

* **Universidad Nacional de Singapur**

En el caso de la Universidad Nacional de Singapur, el programa consiste en un doctorado de 4 años a tiempo completo en donde la tesis se realiza bajo los requerimientos de una empresa (que pueden ser tanto públicas, mixtas o privadas). En este sentido, la tesis responde a un requerimiento proveniente de la industria y es la empresa usualmente quien define las propuestas para los proyectos, mientras que el estudiante obtiene la calidad de empleado y recibe un sueldo como tal. Se espera que 70% del tiempo destinado a la realización de la tesis sea en el marco del proyecto de la empresa.

A diferencia de otros programas que se focalizan en doctores, son elegibles también los empleados de las compañías o futuras contrataciones que necesiten especializarse. Por otra parte, cuando los postulantes no tienen vinculación previa con la empresa pero son alumnos de la universidad, deben comenzar el proceso de postulación a través de sus supervisores de proyectos y departamentos respectivos.

Todos los beneficiarios deben completar el programa de doctorado correspondiente y además contar con un supervisor del cuerpo académico y un representante de la industria (generalmente alguien de la misma empresa) como guías del proceso.

En este sentido, el programa IPP en la Universidad Nacional de Singapur responde a los objetivos de especializar las capacidades de I+D en las empresas.

En cuanto al rol del supervisor de la industria, éste se define como el encargado de vincular la universidad y la empresa en lo que respecta al desarrollo del proyecto, facilitar las actividades necesarias dentro de la empresa para que el estudiante realice la investigación y asegurar que este último le dedique el tiempo comprometido a dicha labor. Además, debe dar cuenta a la universidad de los problemas del estudiante en el desarrollo de la tesis y familiarizarlo con el trabajo de la empresa.

En cuanto al supervisor académico, su participación se define como el experto que apoyará en términos técnicos el desarrollo del proyecto de tesis, con toda la exigencia que se requiera para la obtención del doctorado.

El financiamiento del proyecto proviene del EDB y de la compañía, y se estipula para un périodo de 4 años. El dinero otorgado financia los gastos de matrícula, una parte del salario y un subsidio por las actividades de I+D del proyecto que son ejecutadas por la universidad. Por su parte, la empresa provee una parte del salario, mentoreo y facilidades para la investigación, entre otros gastos.

Para facilitar la colaboración academia- industria, se firma un acuerdo de colaboración de investigación (RCA) entre la universidad y la empresa. En este acuerdo se detalla el proyecto en su totalidad, el financiamiento y la distribución de la propiedad intelectual.

* **Universidad Tecnológica de Nanyang (NTU)**

La NTU coordina su participación en la iniciativa IPP a través de su Departamento Interdisciplinario de Graduados (IGS).

En esta universidad, el beneficiario participa de un programa de Doctorado a tiempo completo, en donde su proyecto de investigación se realiza directamente en una compañía local o multinacional. Al igual que en la Universidad Nacional de Singapur, los candidatos elegibles pueden ser personas residentes del país que quieran cursar un programa de doctorado o estudiantes de doctorado que deseen realizar su investigación en la empresa. En este sentido, la iniciativa IPP está abierta a postulantes que ya estén contratados en la empresa.

Las facultades son las encargadas de identificar las áreas de investigación y las empresas más afines a ésta. Por su parte, las empresas deben registrarse a través del EDB para luego contactarse con el Departamento Interdisciplinario de Graduados de la universidad. El organismo evaluador de la empresa es el EDB. La formalización del vínculo es mediante un contrato en donde se estipulan las especificaciones y obligaciones del estudiante, la empresa y la universidad, el que debe considerar las cláusulas sobre el salario, matrículas, viajes para seminarios, artículos, materiales, equipos y cualquier otro costo indirecto. En el caso de que exista propiedad intelectual se discute etre la universidad y la empresa. Este mismo criterio regula las publicaciones y cualquier tipo de hallazgos producto de la investigación.

Para ingresar, los investigadores interesados deben llenar una postulación online en la página de postgrado de la universidad y seleccionar el centro o departamento donde quieren cursar el doctorado. Son elegibles todos aquellos que cumplan con los requisitos para cursar un programa de tal nivel. Por requerimientos de la iniciativa, los beneficiarios deberán quedar con el estatus de empleados de tiempo completo, asalariados y contratados. Atendiento a esto, la empresa debe estar desarrollando en sus instalaciones un proyecto de I+D que demande capacidades de tiempo completo.

Las empresas elegibles son aquellas que tienen sede local. Éstas deben comprometerse a guiar y supervisar el proyecto de investigación industrial en conjunto con un guía académico. Para ello, la empresa pone a disposición del proyecto un profesional altamente capacitado en I+D, quien asumirá el rol de supervisor por parte de la industria. La universidad, por su parte, evalúa que las actividades y los proyectos de la empresa sean pertinentes al programa de doctorado. Las actividades propias de la investigación también son vigiladas por el guía y supervisor académico, al igual que en la Universidad Nacional de Singapur. Por lo tanto, el equipo supervisor se constituye de un miembro académico de la facultad y un empleado de la compañía cuya cualificación profesional debe estar al nivel de un programa de doctorado.

Además, la compañía debe contar con las instalaciones necesarias para el desarrollo de actividades de I+D en su interior al nivel que el programa de doctorado determine. El beneficiario deberá invertir 50% del tiempo de investigación como empleado y tesista en la empresa, a diferencia de la Universidad Nacional, que exige un 70%.

En cuanto a los beneficios entregados, el EDB financia los costos de la matrícula y un salario mensual mínimo. La empresa puede aportar al salario de acuerdo a las condiciones que ellos estipulen. El beneficio dura como tiempo máximo 4 años.

No existe la obligación formal de que el beneficiario siga vinculado a la empresa, sin embargo, si la empresa lo desea puede negociar la continuidad directamente con el beneficiario.

**Sitio web institucional:**

<http://www.a-star.edu.sg/Awards-Scholarship/Career-Paths-for-Scholars>

<http://igs.ntu.edu.sg/edb-ipp/Pages/Home.aspx>

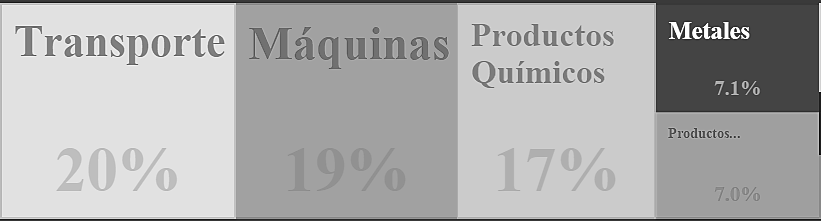
## Francia

**Cuadro 95 – Caracterización general país**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N/ USD** |
| Población | 66.206M |
| PIB per cápita | USD 42.732,6 |
| Exportaciones | USD 564B |

Fuente: Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial; OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 96– Principales exportaciones, 2013**



Fuente: OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 97 – Caracterización del gasto en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N°** |
| Gasto en I+D por %PIB | 2.3% |
| % Gasto Interno Bruto en I+D ejecutado por empresas | 64.8% |

Fuente: OECD, OECD.Stat, Gross domestic spending on R&D, 2013. OECD, Gross domestic expenditure on R-D by sector of performance and source of funds.

**Cuadro 98 – Caracterización del personal en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **JCE/ %** |
| Total Personal en I+D | 420.588 |
| Personal I+D en Empresas | 249.984 |
| Total Investigadores | 265.177 |
| Investigadores en Empresas | 159.883 |
| Investigadores (JCE) / 1000 PEA | 10,7 |
| % Investigadores en empresas respecto al total de investigadores | 60% |

Fuente: Fuente: OECD, OECD.Stat, R-D personnel by sector of employment and occupation, 2013

**Cuadro 99 – Posicionamiento en rankings**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ranking** | **Lugar** |
| Global Talent Index 2015 | 22° |
| Índice de Competitividad 2015 | 23° |

Fuente: GTCI, Country Profiles, 2015. Foro Económico Mundial, Índice de Competitividad global, 2015

Francia tiene una estructura industrial altamente diversificada. Si bien el país enfrenta actualmente una falta de crecimiento económico que ha generado déficit del presupuesto público, los diferentes gobiernos han mantenido altos niveles de inversión en I+D e incluso han tendido a aumentar el gasto como parte de la estrategia de “Inversión para el Futuro”. Desde el año 2006 el gasto interno bruto en I+D ha ido en ascenso, representando para el año 2013 un 17,2% del gasto de los países EU28. De esta manera, el sistema de innovación francés se caracteriza por un gran gasto público en I+D y en menor medida por las empresas (en el año 2013 la inversión privada en I+D alcanzó 1,44% del PIB).

El contexto económico y político del país también ha sufrido variados cambios a raíz de la implementación de la nueva “Ley en Educación Superior e Investigación” en el año 2013. Esta incluía la formulación de una estrategia nacional para la investigación, promoviendo una mayor competitividad a través de diversas políticas públicas de apoyo a la innovación.

El SNI está organizado en diversas instituciones. Existe un Alto Consejo de Ciencia y Tecnología, que responde al Primer Ministreo y al parlamento. En un segundo nivel se encuentra el Ministerio de Economía, Industria y Empleo, el Ministerio de Enseñanza Superior e Investigación y el Consejo Superior de Investigación y Tecnología. A nivel de agencias destacan la Agencia Nacional de Investigación (ANR), la Agencia para el Medio Ambiente y Gestión de la Energía (ADEME), OSEO, entre otras. Además, el país cuenta con políticas locales de acuerdo al interés regional. En este sentido, como parte de la Política de Cohesión Europea ejecutada entre los años 2007 y 2013, cada región del país tiene una estrategia de especialización inteligente para la innovación regional.

Francia ha puesto un especial énfasis en la innovación como estrategia para estimular el crecimiento, particularmente enfocada en las áreas de transición energética y tecnologías de la información. Por su parte, las políticas de promoción de I+D en las empresas jóvenes son recientes en el país, a lo que se suman estrategias como “The New Face of Industry in France”, que seleccionó 34 actividades industriales que serán beneficiadas mediante la coordinación del Estado y el sector privado para comercializar nuevas tecnologías para el 2020.

Por otro lado, se registran cambios en instituciones educacionales, que abren la posibilidad a que los graduados de doctorado tengan acceso a la ENA (Ecole Nationale D’Administration) y puedan adquirir al menos tres años de experiencia profesional además de un contrato doctoral. Esto es relevante considerando los esfuerzos de Francia por sumar competitividad y mejorar los niveles de empleo, particularmente de la población más joven (Bitard, 2014)

##### CIFRE

El Programa “Convenios Industriales de Formación de Investigadores” (CIFRE) nació en el año 1981 financiado por el Ministerio de Educación Superior e Investigación y gestionado por la ANRT (Asociación Nacional para la Investigación Tecnológica). Esta última agrupa a un vasto grupo de entidades público-privadas, incluyendo empresas de todos los tamaños y sectores productivos. En cuanto al tamaño de las empresas, para el año 2012 y a modo de ejemplo, participaron grandes compañías de más de 5000 empleados representando el 50%, seguidas por 36% de empresas pequeñas (ANRT, 2013).

El CIFRE tiene dos objetivos principales:

1. Busca que los investigadores en el proceso de realización de su tesis doctoral abarquen dos entornos, uno académico y otro empresarial, aportando a su futura inserción laboral.
2. Pretende fomentar la transferencia de capacidades de I+D entre laboratorios de las universidades a las empresas.

El programa se enfoca particularmente en la aplicabilidad de la ciencia para enfrentar desafíos y resolver las necesidades del mundo privado, generando mayor gasto privado en I+D y mayor competitividad.

La iniciativa funciona sobre la base de una alianza para la I+D en donde participan los laboratorios o programas de doctorado en las universidades en Francia, la empresa y el investigador. Lo esencial de este convenio es la relación contractual, previa a la ejecución misma de la investigación, que existe entre los agentes, pues de esta manera se regulan los derechos de propiedad intelectual y comercialización, protegiendo los intereses de las universidades y el resto de los participantes. Además, se establecen los acuerdos de trabajo en conjunto, siendo clave para el seguimiento y el cumplimiento de compromisos en relación al proyecto. El contrato y las normas del vínculo forman parte del criterio de admisibilidad para participar del CIFRE.

El programa aporta durante tres años un total de $23.484 euros para el investigador y $14.000 euros para la empresa, además esta última puede acogerse a beneficios tributarios por desarrollar una actividad de I+D. No existen criterios de restricción para postular y de hecho, abarca una gran cantidad de áreas del conocimiento: humanidades (13%), ingeniería (20%) tecnologías de la información (22%), etc. (ANRT, 2013). El proceso consiste, primero, en una evaluación inicial en donde se revisa el currículum del tesista, la trayectoria del programa de doctorado, los acuerdos con la empresa y el laboratorio, y si el financiamiento requerido es pertinente, incluyendo toda la documentación de respaldo para ser admisible. Luego, especialistas destacados (externos al programa) evalúan la factibilidad de la tecnología o el proyecto a desarrollar. Tras haber sido aceptado, al cabo de un año se debe entregar un informe en donde se detallan los resultados logrados; cuando los logros alcanzados son considerados “moderados” o “insuficientes”, la empresa debe devolver una parte del dinero recibido.

Al mismo tiempo, el CIFRE realiza otros tipos de actividades, tales como desayunos, reuniones y seminarios en donde se reúnen las empresas, los programas de doctorado y los investigadores. En este sentido, el apoyo de ANRT como organismo ejecutor es fundamental, al congregar una cantidad importante de actores público-privados claves del sistema nacional de innovación. Asimismo, una vez al año se realiza una premiación de los mejores investigadores y mejores empresas, en donde participa el Ministro de Economía reconociendo la importancia de estimular la inserción de talentos al sector productivo.

En un reporte del año 2012 se destacan una serie resultados para los investigadores: experiencia profesional valorable, las tesis adquieren una doble evaluación (el académico designado y el experto de la empresa), adquisición de una doble cultura académica-industrial y una alta tasa de éxito en las tesis. Además, el 90% tiene una inserción en el mercado laboral en menos de 6 meses (ANRT, 2014). En el caso de las empresas, el CIFRE destaca la adquisición de mayor competitividad por la contratación de personal cualificado, competencias científicas de alto nivel, colaboración y vínculos con laboratorios públicos. Las universidades, por último, incrementan su colaboración con el sector privado, mejoran la inserción de sus investigadores y se abren a la posibilidad de transferir conocimiento y valorizar sus resultados de investigación en la industria (ANRT, 2014).

**Sitio web institucional:**

<http://www.anrt.asso.fr/>

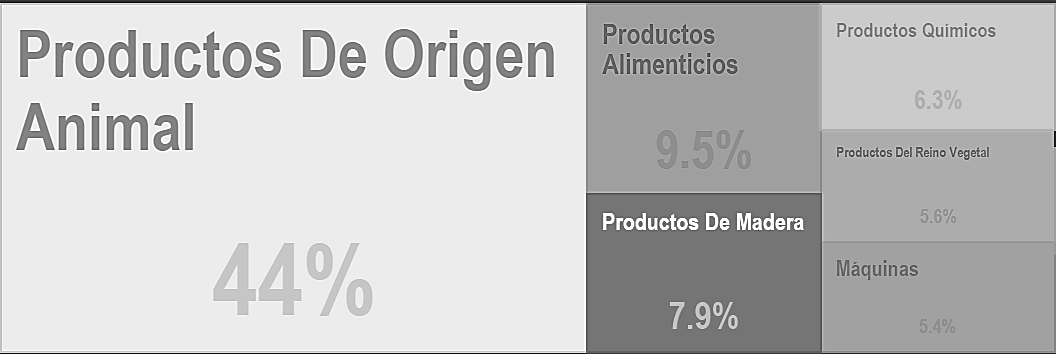
## Nueva Zelanda

**Cuadro 100 – Caracterización general país**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N/ USD** |
| Población | 5.463M |
| PIB per cápita 2011\* | USD 37.896,9 |
| Exportaciones | USD 40.1B |

Fuente: Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial; OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 101 – Principales exportaciones, 2013**



Fuente: OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 102 – Caracterización del gasto en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N°** |
| Gasto en I+D por %PIB | 1.2% |
| % Gasto Interno Bruto en I+D ejecutado por empresas | 46.41% |

Fuente: OECD, OECD.Stat, Gross domestic spending on R&D, 2011. OECD, Gross domestic expenditure on R-D by sector of performance and source of funds.

**Cuadro 103 – Caracterización del personal en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **JCE/ %** |
| Total Personal en I+D | 23.100 |
| Personal I+D en Empresas | 8.800 |
| Total Investigadores | 16.300 |
| Investigadores en Empresas | 5.100 |
| Investigadores (JCE) / 1000 PEA | 7,32 |
| % Investigadores en empresas respecto al total de investigadores | 31% |

Fuente: OECD, OECD.Stat, R-D personnel by sector of employment and occupation, 2013

**Cuadro 104 – Posicionamiento en rankings**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ranking** | **Lugar** |
| Global Talent Index 2015 | 11° |
| Índice de Competitividad 2015 | 17° |

Fuente: GTCI, Country Profiles, 2015. Foro Económico Mundial, Índice de Competitividad global, 2015.

Nueva Zelanda es una economía con fuerte presencia del sector primario orientado a la exportación de alimentos frescos. Después de una crisis en 2008-2009 y un terremoto en el año 2010, el país ha mostrado consistentes esfuerzos por recuperar su economía, uno de ellos es el énfasis en el desarrollo de la ciencia y la innovación como dinamizadores del sistema. Desde el año 2007, se ha invertido un 60% en estos ámbitos, combinando una economía diversificada en el sector primario (principalmente agricultura y forestal) e inversión en procesos de alta manufactura, sin dejar de estimular el sector terciario (Ministry of Business Innovation& Employment, 2016). En cuanto al desarrollo de nuevas tecnologías, Nueva Zelanda ha fortalecido áreas como la biotecnología y nanotecnología, fortaleciendo las exportaciones, mejorando la infraestructura, las condiciones laborales, el mercado de capitales y la innovación (Banco Mundial & OECD, 2013).

El SNI de Nueva Zelanda se articula en torno al Ministerio de Educación y al Ministerio de Negocios, Innovación y Empleo, y a una serie de agencias gubernamentales (incluyendo agencias de nivel local), entre las que destacan la Agencia de Promoción de Desarrollo y Comercio de Nueva Zelanda (NZTE) y el Consejo Asesor de Normativas de Desarrollo Económico (Treasury). En segundo lugar, se encuentran las entidades privadas y fondos estatales de apoyo a los negocios basados en I+D, donde destaca Callaghan Innovation[[33]](#footnote-33). Por último, ocupan un rol activo las instituciones dedicadas a la investigación y la producción científica. En este grupo se cuentan los institutos politécnicos y de tecnología, universidades, los centros de investigación de excelencia y los Centros de Investigación de la Corona (CRI). Junto con Callaghan Innovation, los CRI son uno de los agentes más relevantes en el SNI de Nueva Zelanda.

De acuerdo a la OECD, la distribución del empleo en el país durante el 2013 muestra que 29 mil personas se dedicaban al área de investigación, alrededor de 6 mil se encontraban trabajando en los Centros de Investigación del Gobierno o CRI y el resto se distribuye entre el sector privado y las universidades (OECD, 2013). Las mejores oportunidades de empleo están en el área de investigación científica aplicada, sobre todo en proyectos con resultados directos en materia de beneficio económico (Ministry of Business Innovation & Employment, 2016). Considerando que uno de los focos de Nueva Zelanda es la agricultura y en el sector forestal, la investigación científica también se especializa en estas industrias. Además en el ámbito de los recursos naturales, se han explotado otras áreas de manera emergente, como geología, particularmente para la exploración de petróleo, creando una demanda de I+D en dichos temas.

Por otra parte, en evaluaciones recientes del SNI de Nueva Zelanda se ha recomendado acercar la educación superior a la industria en los programas curriculares de las carreras de ciencias e ingeniería (MInistry of Business Innovation& Employment, 2016). En este sentido, el gobierno se ha propuesto como objetivo el fortalecimiento de instituciones como las ITO *(Industry Training Organisations)* y las TEO (*Tertiary Education Organisations*) y su relación con empresas en sectores prioritarios.

El gobierno también entrega incentivos para estimular la innovación mediante la Fundación para la Investigación, Ciencia y Tecnología (FRST), desde donde se ha promovido la creación de tecnología para el crecimiento de alto potencial, entregando subsidios y asistencia para el desarrollo de proyectos de I+D en el sector privado, particularmente en pequeñas y medianas empresas, al mismo tiempo que se estimula la inversión del sector privado en I+D.

Por otra parte, para el desarrollo actual del país en términos de competitividad e innovación han sido fundamentales los convenios internacionales. En este sentido, destaca el acuerdo de 1991 entre Nueva Zelanda con la Comunidad Europea, que tuvo por objetivo aunar esfuerzos y cooperar para fortalecer la ciencia y la tecnología en áreas de intereses comunes. Lo mismo ocurre con el fondo FP7, donde se identificaron áreas prioritarias (salud, información y comunicación, tecnologías, medio ambiente, alimentos, agricultura, pesca y biotecnología) y se diseñó una estrategia de movilidad internacional de talentos*.* En el año 2010 también se llevaron a cabo encuentros con la Comunidad Europea para la cooperación en materia de movilidad en industrias tecnológicas, industrias basadas en conocimiento biológico, entre otras.

De acuerdo a la información revisada, en Nueva Zelanda destacan tres programas de apoyo a la movilidad e inserción de personal de I+D en el sector productivo: ICT Graduate School, Careers in Science en los CRI, y R&D grants de Callaghan Innovation.

##### ICT Graduate School

ICT Graduate School es un programa diseñado por la Comisión de Educación Superior de Nueva Zelanda que pretende fortalecer la formación e investigación alineada entre los proveedores de educación superior y las empresas de alto potencial. Cuenta con un presupuesto de $28.6 millones NZD que reparte entre 3 universidades: Auckland, Wellington y South Island. El objetivo de ICT Graduate School es incrementar el número de graduados con habilidades especializadas orientadas a los negocios y generar instancias tempranas de vinculación ciencia-empresa. La iniciativa entrega fondos para educación, investigación y actividades colaborativas, fomentando el vínculo entre las empresas de alto potencial y las universidades y aportando al fortalecimiento de las capacidades de I+D en las empresas.

Un ejemplo de la las iniciativas financiadas por el programa es la colaboración entre la Universidad de Auckland y la Universidad de Waikato, quienes ofrecen desde una maestría en TI para satisfacer la demanda de dicha industria, hasta internados en la industria.

##### Careers in Science (Crown Research Institutes)

Como se señaló anteriormente, Nueva Zelanda cuenta con un ecosistema de innovación donde uno de sus agentes principales son los Centros de Investigación de la Corona o *Crown Research Institutes* (CRI)*.* Los CRI operan de manera autónoma y se agrupan bajo una institucionalidad propia. Al mismo tiempo, tienen estrechos vínculos con todos los sectores de la economía, posicionándose como líderes en el sistema de innovación. Actualmente existe 7 CRI:

• AgResearch

• ESR

• GNS Science

• Landcare Research

• NIWA

• Plant & Food Research

• Scion

En conjunto, los CRI emplean alrededor de 6000 personas (65% de los cuales se dedica a investigación), concentrando la mayor oferta pública de investigadores en ciencia con nivel de maestría o de doctorado. El staff de los centros se preocupa por la asociación con las universidades no solo del país, sino que además establecen y fomentan relaciones provechosas alrededor del mundo. Desarrollan programa en conjunto con las universidades locales y participan como mentores de los graduados en las disciplinas pertinentes a cada sector.

El principal incentivo para que investigadores jóvenes quieran desarrollar su carrera científica en estas organizaciones es el status del que gozan los CRI en Nueva Zelanda como entidades autónomas con fuertes capacidades de investigación aplicada. De acuerdo con la información disponible, la vía más destacada de desarrollo de la carrera profesional de investigador en el país ocurre en los CRi. Los CRI mantienen redes permanentes con el sector productivo en general y se han constituido como centros proveedores de innovación y una opción potente para la resolución de problemas o mejoras en las empresas pequeñas y medianas.

##### R&D grants (Callaghan Innovation).

Callaghan Innovation es una entidad gubernamental que presta los servicios de desarrollo de tecnologías y productos, subsidios de I+D, acceso a expertos, colaboración con el sector empresarial y fortalecimiento de las habilidades de innovación a través de programas de entrenamiento. Callaghan Innovation tiene a su disposición más de 140 millones NZD para subsidios de I+D en empresas, que se distribuyen en tres programas o subsidios: *Growth grants*, *Project grants* y *Student grants*. En este reporte se revisa únicamente el subsidio para estudiantes.

El **subsidio para estudiantes** está orientado a que estudiantes se desarrollen profesionalmente en un ambiente de comercialización de tecologías. Los estudiantes tienen la posibilidad de resolver problemas de la industria, adquirir habilidades de negocio y acceder a oportunidades de empleo a través de la experiencia obtenida. En el caso de las empresas, éstas tienen acceso a talento de alto potencial en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería, diseño o negocios a un costo mínimo.

El subsidio de I+D para estudiantes se divide en tres opciones:

* *R&D Experience grants*
* *R&D Career grants*
* *R&D Fellowship grants*

Los estudiantes pueden postular y obtener más de un fondo.

Los criterios de elegibilidad para las empresas exigen registrarse y cumplir con tres normativas: *The Companies Act; Limited Partnerships Act, Incorporación Māori o adscribir al Te Ture Whenua Māori Act.* Estos tres requerimientos legales apuntan a respetar el tratado de Waitangi y las regulaciones propias del país en materia de empresas. Son normas establecidas para todos los programas públicos.

En segundo lugar, las empresas deben tener actividades de I+D programadas y contar con personal para su ejecución. Lo anterior se demuestra por el número de personal contratado para estas actividades y la inversión realizada con anterioridad a la postulación. Lo importante es que la empresa demuestre que tiene capacidades de absorción, por tanto, debe tener un programa activo de I+D, conocimiento tecnológico y capacidades administrativas que permitan asimilar, transformar y explotar el nuevo conocimiento. Según el reporte entregado por los encargados del programa, las empresas que tienen estas capacidades poseen áreas de especialización y sus empleados pertenecen a áreas de conocimiento pertinentes a dicha especilización. La empresa beneficiaria también debe tener su casa matriz en el país, tener operaciones o debe estar incorporada en Nueva Zelanda.

En cuanto a la elegibilidad de los proyectos, debe ser un desafío en términos de investigación al mismo tiempo que se orienta hacia negocios de alto pontencial; el proyecto no puede ser una actividad de investigación básica. Por otro lado, la participación del estudiante debe estar definida previamente. Los criterios de evaluación son tres:

* Grado de participación del estudiante en la actividad I+D (tiempo de dedicación).
* Consistencia en el plan de trabajo para fortalecer el desarrollo profesional del estudiante.
* Beneficio para la empresa referido al aporte del estudiante.

Para postular a las ***R&D experience* *grants****,* los estudiantes deben estar en el penúltimo año, ya sea de un programa de pregrado o un programa de posgrado en una institución de educación superior y en algunas de las carreras de ciencia, tecnología, ingeniería, diseño o negocio. También deberá ser previamente admitido por Callaghan Innovation.

En el caso de ***R&D career grants*** está diseñado para promover una contratación de master o doctores recién graduados para que realicen su primer trabajo de I+D en empresas. Callaghan Innovation entrega un subsidio del 50% del salario anual con un monto máximo de $60,000 NZD y es cofinanciado con las empresas. El beneficio dura 6 meses, sin embargo, el programa espera que el investigador sea empleado de manera estable. Además, el beneficiario se ve excento del pago de impuesto a la renta por su salario, recibe un dinero por transporte, pensión y estadía si lo amerita, más dinero para la matrícula ($ 4,444.35 NZD). En cuanto a las actividades de apoyo para la inserción laboral, el beneficiario recibe mentoría.

En lo que respecta a los criterios de elegibilidad de las empresas, estos son iguales a los del subsidio de pasantía. Sin embargo, cambian en la elegibilidad del estudiante: podrán ser beneficiarios aquellos que ya posean el título de doctor o master o estén próximos a la obtención del grado. Además se exige que no estén empleados a tiempo completo y que no hayan cursado un máster en convenio con la empresa.

Además de cofinanciar el salario, la empresa debe asegurar un presupuesto para el proyecto y los costos requeridos para el desarrollo profesional del beneficiario.

Para rellenar la solicitud de postulación, se debe indicar información en relación al doctorado o máster, el proyecto y la empresa. En el caso de esta última, se describe el negocio, el tipo de operaciones que realiza, el *target* en relación al mercado, un resumen del programa de I+D de la empresa y como se dividen los ingresos. En cuanto a la información financiera se deben especificar algunos detalles del balance de los últimos dos años, los inversionistas de la compañía y la plana directiva (la única información que se hace pública tras la adjudicación es el tipo de subsidio, el monto y el nombre de la empresa). Para las startups se debe acreditar el flujo de caja de los últimos 12 meses.

Respecto de los detalles del proyecto y del profesional inserto, se señala la importancia de la inserción del doctor o máster relacionada a la estrategia del negocio y el plan I+D de la empresa. También, se requiere describir el producto nuevo o mejorado, proceso o servicio resultante del proyecto. Además, se espera que el beneficiario resuelva un problema específico, por lo tanto, se debe detallar el *delivery* técnino científico que recibe la empresa.

El último subsidio, ***R&D fellowship grants***, se enfoca en subvencionar la incorporación de becarios con reconocimiento académico para la ejecución de un proyecto de tesis (de doctorado o maestría) que entregue una solución tecnológica o resultado particular a la empresa. Por su parte, las empresas acceden a conocimiento especializado a través del beneficiario.

El candidato a doctor o máster es supervisado por la universidad así como por la empresa, lo que permite construir vínculos entre ésta y la institución educativa. Para aportar al desarrollo profesional del estudiante, son guiados por un *student manager* de la empresa; además pueden acceder a cursos, *mentoring*, redes y entrenamiento. Este componente del programa fue destacado por los encargados del programa pues reconocen que mientras más activo es el supervisor de la academia, resulta más fácil conectar a los estudiantes con las empresas, lo que constituye un desafío para Callaghan Innovation.

Los estudiantes de doctorado reciben un pago al menos de $75.000 NZD, y los gastos operacionales son entregados a la universidad.

La complejidad de este tipo de subsidio es que la empresa y la universidad cumplen un rol de vigilancia y de evaluación del proyecto del estudiante. Por ello, el proyecto debe explicitar, en función de la evaluación de dichas entidades, cómo el conocimiento del becario será transferido a la empresa, especificando, por ejemplo, dónde trabajará y qué proporción del tiempo de la tesis será al interior de las instalaciones de la empresa. En cuanto al perfil del postulante corresponde acreditar experiencia, calificaciones y cursos.

Respecto del plan de trabajo de la tesis en la empresa se incluye: objetivo, actividades clave, fechas, hitos, métricas e indicadores del proyecto. También se debe firmar un acuerdo de propiedad intelectual

Los criterios de elegibilidad son los mismos que en las otras dos modalidades de inserción.

Tras la revisión de estos tres subsidios se observa que Callaghan Innovation apunta a la movilidad de los investigadores de acuerdo a diferentes objetivos: la realización de proyectos de tesis en la industria, la inserción laboral de recién graduados, y pasantías de estudiantes en empresas durante su período de formación.

En los siguientes cuadros se muestra el total de proyectos, estudiantes y empresas participantes atendidos por el programa a partir del año 2013, en sus modalidades de pasantías y carrera en I+D:

**Cuadro 105 –Beneficiarios de R&D Fellowship Grants**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Student – Fellowship contracts** | **2013** | **2014** | **2015** | **Total** |
| Active | 20 | 25 | 40 | 85 |
| Completed | 28 | 19 |  | 47 |
| Not Progressing/ Terminated | 8 | 1 |  | 9 |
| **Student places** | **56** | **45** | **40** | **141** |
| **Number of companies** | **40** | **39** | **38** | **117** |

Fuente: elaboración propia a partir de reporte del Programa R&D Grants (Callaghan Innovation, s/e).

**Cuadro 106 –Beneficiarios de R&D Career Grants**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Student – Career contracts** | **2013** | **2014** | **2015** | **Total** |
| Active |  | 1 | 2 | 3 |
| Completed | 44 | 57 | 1 | 102 |
| Not Progressing /Terminated | 27 | 24 |  | 51 |
| **Student places** | **71** | **82** | **3** | **156** |
| **Number of companies** | **71** | **70** | **3** | **117** |

Fuente: elaboración propia a partir de reporte d el Programa R&D Grants (Callaghan Innovation, s/e).

**Sitios web institucionales:**

<http://www.tec.govt.nz/Funding/Fund-finder/ICT-Graduate-School-programme>

<https://careers.sciencenewzealand.org>

<http://www.callaghaninnovation.govt.nz/>

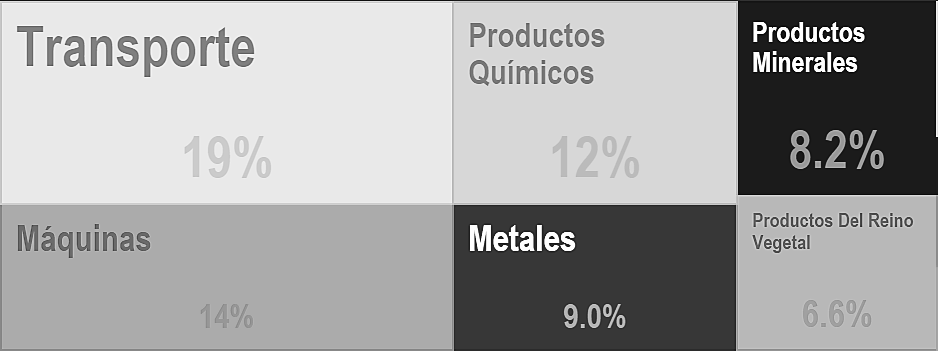
## España

**Cuadro 107 – Caracterización general país**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N/ monto USD** |
| Población | 46.405 M |
| PIB per cápita | USD 29.767 |
| Exportaciones | USD 291B |

Fuente: Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial; OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 108 – Principales exportaciones, 2013**



Fuente: OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 109 – Caracterización del gasto en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N°** |
| Gasto en I+D por %PIB | 1.2% |
| % Gasto Interno Bruto en I+D ejecutado por empresas | 52.6% |

Fuente: OECD, OECD.Stat, Gross domestic spending on R&D, 2013. OECD, Gross domestic expenditure on R-D by sector of performance and source of funds.

**Cuadro 110 – Caracterización del personal en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **JCE/ %** |
| Total Personal en I+D | 203.302 |
| Personal I+D en Empresas | 88.635 |
| Total Investigadores | 123.225 |
| Investigadores en Empresas | 44.714 |
| Investigadores (JCE) / 1000 PEA | 7,19 |
| % Investigadores en empresas respecto al total de investigadores | 36% |

Fuente: OECD, OECD.Stat, R-D personnel by sector of employment and occupation, 2013

**Cuadro 111 – Posicionamiento en rankings**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ranking** | **Lugar** |
| Global talent Index 2015 | 36° |
| Índice de Competitividad 2015 | 35° |

Fuente: GTCI, Country Profiles, 2015. Foro Económico Mundial, Índice de Competitividad global, 2015.

En 2013, España lanzó la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020, que define los lineamientos generales para la política española en la materia, mientras que la ejecución se realiza por medio de dos Planes Estatales:

* Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica
* Plan Estatal de Innovación

Esta estrategia busca posicionar y fortalecer el liderazgo empresarial en materia de I+D+i, poniendo énfasis en el desarrollo de capacidades de I+D (especialmente capital humano) e incorporando a las pymes en el proceso de innovación.

##### Programa Estatal de Promoción de Talento y su Empleabilidad en I+D

El “Programa Estatal de Promoción de Talento y su Empleabilidad en I+D” del Ministerio de Economía y Competitividad busca generar diferentes iniciativas de postulación (convocatorias competitivas) que promuevan la formación y especialización del capital humano de I+D+i además de su inserción laboral en el sector productivo .También se espera fomentar la movilidad internacional e intersectorial de carácter público privada. Lo anterior busca estimular la innovación y el traspaso de capacidades de I+D al sector productivo, atendiendo a la demanda. Como se desarrolla en el contexto de un Plan Estatal más global, en conjunto se pretende impulsar a las pymes y al resto de las empresas a desarrollar actividades innovadoras.

El programa se implementa mediante 3 subprogramas: formación, incorporación y movilidad.

1. El Subprograma Estatal de Formación se enfoca en investigadores, tecnólogos, personal de investigación, especialistas técnicos y gestores de I+D+i en su conjunto. También se agregan actividades de fomento del emprendimiento e investigación a jóvenes para que participen de centros de I+D nacionales e internacionales. El trasfondo de la medida es el fortalecimiento de normas, valores y actitudes tendientes a la innovación, lo que permite estimular la dimensión cultural del sistema. A continuación se enumeran los ámbitos de acción del subprograma de formación:

* Iniciación e introducción a la investigación científica y técnica.
* Contratación para la formación de doctores: este eje de acción incluye al sector público, internacional y privado. Este último, por medio de la estrategia española de colaboración con dicho sector.
* Contratación para la formación de personal técnico de I+D+i.
* Contratación para la formación de gestores de I+D+i.
* Acciones de dinamización de especialización de los investigadores, además de técnicos y gestores mediante convenios internacionales. Esta línea de dinamización representa un componente importante de capacitación especializada.
* Acciones de dinamización del ámbito cultural, es decir, fomento del emprendimiento e innovación.

Uno de los ámbitos de acción del Subprograma Estatal de Formación es la promoción de contratos para la formación de investigadores en empresas, lo que también se conoce como **doctorados industriales**. El financiamiento de esta acción proviene de un préstamo del Banco Europeo de Inversiones y el órgano instructor es la Subdirección General de Recursos Humanos para la Investigación. La iniciativa cofinancia contratos por un período de 4 años, con lo que *“espera contribuir a la construcción de la formación de talentos en pertinencia con el escenario empresarial, teniendo en cuenta las necesidades que surgen del sector”* (Ministerio de Economía y Competitividad, 2013)*.* En cuanto al dinero entregado, este se utiliza para la contratación de los investigadores y para financiar la matrícula del programa doctoral. Los profesionales deben desarrollar las actividades de I+D en un proyecto de investigación industrial o de desarrollo experimental de la empresa, siendo pertinente con su tesis doctoral.

Los doctorados industriales esperan contribuir a la inserción de los investigadores en el mundo laboral de manera temprana, además de relevar la importancia de la incorporación del talento en el tejido productivo, elevando la competitividad del sector. El proyecto a desarrollar puede ser en un marco de colaboración entre entidades públicas y privadas. En este sentido, los doctorados industriales siguen los principios aprobados por la Comisión Europea para la reforma de la educación doctoral en Europa (“Principles of Innovative Doctoral Training”, IDTP).

1. El Subprograma Estatal de Incorporación tiene como objetivo promover y financiar mediante convocatorias, la incorporación de los profesionales de I+D+i (incluyendo investigadores, tecnólogos y personal técnico) al sector productivo (público-privado), de manera que su desarrollo laboral contribuya a incrementar la innovación y competitividad que surge de la actividad investigativa en España. Los ámbitos de acciones que desarrolla el programa, se describe a continuación:

* Incorporación de profesores e investigadores distinguidos. Este ámbito, principalmente, se refiere a investigadores (españoles o no) que hayan realizado actividades reconocidas internacionalmente para que se incorporen al Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación en el área pública.
* Contratación de Doctores. Dirigido a doctores jóvenes y su incorporación en el sistema público, por ejemplo en universidades y centros públicos (Programa Ramón Cajal). También existen incentivos para la incorporación en empresas, estimulando la I+D empresarial(**Programa Torres Quevedo**)*.*
* Contratación de tecnólogos, titulados y profesionales como soporte técnico para I+D e innovación.
* Contratación de gestores de I+D para el proceso de valorización del conocimiento.
* Incorporación de expertos para asesorar programas como “horizonte 2020”.
* Incorporación conjunta de investigadores en el marco del apoyo entregado por la Unión Europea.

El **Programa Torres Quevedo** (PTQ), ejecutado por la Subdirección General de Recursos Humanos para la Investigación, promueve la contratación de investigadores en empresas. Este programa busca mejorar el desempeño profesional de los investigadores en el sector privado, incluyendo las más diversas áreas: ciencia, tecnología, ingeniería o las humanidades y las ciencias sociales.

El PTQ consiste en un aporte en dinero para la contratación de doctores que en coherencia con sus interesas, desarrollen un proyecto ya sea de investigación industrial, desarrollo experimental o estudios de viabilidad, en empresas o en organizaciones privadas (Boletín Oficial del Estado, 2015). De acuerdo al reporte recibido, el programa cuenta con un presupuesto de 15 millones de euros, en promedio se reciben 500 solicitudes cada vez y se entregan 200 beneficios.

El subsidio entregado se calcula en base a los costes de la contratación y tiene como límite los topes establecidos por la Comisión Europea en temas de I+D. el programa evalúa periódicamente los proyectos y se emite un informe de ejecución que es valorado por expertos del área. De acuerdo al encargado de programa, el PTQ aún no cuenta con un informe de evaluación de impacto global.

El programa pertenece a un instrumento del Subprograma Estatal de Incorporación y es el sucesor del Acción IDE. Es ejecutado por la Subdirección General de Recursos Humanos para la Investigación, el PTQ busca mejorar el desempeño profesional de los investigadores en el sector privado, incluyendo las más diversas áreas: ciencia, tecnología, ingeniería o las humanidades y las ciencias sociales.

Cabe señalar que la evaluación realizada a la iniciativa Acción IDE, destaca que si bien hubo efectos positivos en la continuidad del beneficiario en la empresa, el programa no fomentó un mayor flujo de capacidades de I+D entre oferta y demanda. En más de la mitad de los casos, los doctores ya tenían una vinculación previa con la empresa antes de la contratación, por lo que el programa permitió un ajuste en el mercado laboral, pero no estimuló la mayor contratación de investigadores en empresas (Sanz, Cruz y Aja, 2004).

Por su parte, el PTQ se implementó esperando incorporar a los investigadores interesados en la comercialización de los resultados de I+D en el sector privado, posibilitando la inserción en la industria, elevando competitividad y talento, al mismo tiempo en que el investigador juega un rol de apoyo estratégico al Sistema de Innovación Español. La idea es contribuir a que el desempeño profesional se oriente cada vez más a responder las demandas del sector privado.

La convocatoria y selección para el caso de los investigadores, se guían por la Carta Europea del Investigador al igual que los Doctorados Industriales.

Las empresas que ejecuten proyectos de I+D o aquellas que se encuentran formándose como una empresa de base tecnológica pueden contratar investigadores. Las entidades deben justificar porque es necesaria la incorporación de capacidades de I+D adicionales a la organización.

En síntesis, las iniciativas anteriores se destacan por formar parte de una plan global elaborado por los gobiernos para estimular el desarrollo de profesionales en el ámbito de I+D y contribuir al proceso de innovación en el sector productivo en general. Los Doctorados Industriales y el Programa Torres Quevedo, siguen una continuidad: mientras que los Doctorados Industriales apuntan al proceso formativo de investigadores y su inclusión en el sector productivo, Torres Quevedo entrega subsidios para la contratación de investigadores particularmente en empresas, lo que indica que el primer instrumento presenta un foco en la oferta de capacidades de I+D y el segundo, en la demanda. Lo anterior, se aclara aún más al considerar que los Doctorados industriales están ejecutados por el Subprograma de Formación y el PTQ por El Subprograma de Incorporación.

Desde la formación de talento compenetrado con los procesos de innovación, hasta la estimulación de la demanda de capacidades de I+D para generar competitividad, las iniciativas comprenden de manera divera al sector productivo ya que se han diseñado iniciativas de formación profesional de doctores que deseen llevar a cabo su tesis doctoral en centros y unidades acreditados en el Sistema de Innovación español, esto es lo que se conoce **Programa Severo Ochoa**, así cómo también se ha promovido la contratación en el sector público, que se denomina **Programa Ramón Cajal**.

1. El Subprograma de Movilidad busca fomentar la movilidad de investigadores, tecnólogos y técnicos en el sector productivo en general, incluyendo el ámbito público y las empresas, además de la movilidad internacional. Sus líneas son los siguientes:

* Movilidad Pre-doctoral. Convocatorias dirigidas a estudiantes que se encuentren cursando un programa de formación pre-doctoral para que cursen un programa de formación en el extranjero o en unidades de I+D de las empresas destacadas.
* Movilidad intersectorial de diversos profesionales en actividades de I+D y apoyo, para la adquisición de nuevas capacidades en el manejo de técnicas de investigación entre otros.
* Movilidad de investigadores distinguidos en centros internacionales.

La movilidad de los profesionales de I+D tiene como particularidad que es bidireccional, es decir, los investigadores, tecnólogos e ingenieros transitan desde organismos de investigación hacia empresas y viceversa. Además, la movilidad puede ser tanto nacional como internacional.

Por otro lado, España cuenta con iniciativas propias de las universidades públicas para orientar la formación de los investigadores orientado la inserción laboral en empresas, se desarrollan programas de prácticas laborales, encuentros, etc. Este tipo de medidas se encuentran en el ámbito de la oferta y representa un esfuerzo de mayor vinculación por parte los centros de educación hacia el resto de la sociedad. Además se focalizan en ciertas áreas estratégicas de I+D, con potencial de validación y altos retornos producto de la comercialización de ideas innovadoras, este es el caso de Biotech 2020.

##### Biotech2020

A diferencia del Plan Estatal de Promoción de Talentos y su Empleabilidad, en el marco del año de la innovación en España (2014), la Universidad Politécnica de Madrid lanza el programa Biotech 2020, iniciativa que representa el esfuerzo de una institución de educación superior pública en colaboración con diversos organismos, para la movilidad de capacidades de investigación al sector productivo. Biotech 2020 se desarrolla bajo el progreso de la utilización de nuevas tecnologías asociadas a las herramientas moleculares provenientes del campo de la biotecnología. Estas nuevas tecnologías se han insertado principalmente, en las industria agroalimentaria, forestal, sanitaria y de salud, ofreciendo nuevas oportunidades para el desarrollo de la innovación a partir de recursos genéticos y la conservación de la biodiversidad (Biotech 2020, 2014).

La idea es que mediante Biotech2020 la UPM pueda formar capital humano en el ámbito de I+D para llevar a cabo actividades de I+D en el área de Bioeconomía siendo líderes del ámbito. Los profesionales pueden ser graduados, posgraduados y Doctores de la carrera e ingresan al programa para adquirir fortalezas académicas, científicas y empresariales. De esta manera, Biotech2020 contribuye a establecer un vínculo colaborativo entre la universidad y su capital humano de I+D, con empresas y entidades del ámbito de la Bioeconomía. Pretende ayudar a posicionar a la Universidad en los últimos avances registrados en esta materia.

Su estrategia se define por la gestión para la incorporación al mercado laboral de los profesionales provenientes de la universidad. La gestión tiene como foco un programa de formación que incluye la inserción de los estudiantes de todos los grados de biotecnología en las empresas colaboradoras: Plant Response Biotech, Genetrix, Metabolon y también abarca así otras entidades como centros de investigación y hospitales, incluyendo una diversidad de sectores. Biotech2020 comprende un programa de prácticas profesionales a desarrollarse en empresas, de forma de completar tanto la formación profesional de los estudiantes y ofrecer la oportunidad de captar talento a las empresas, centros públicos de I+D+i y las entidades que adscriben al convenio. Se destaca la diversidad de prácticas laborales y en ese mismo contexto, los contactos profesionales provechosos para los estudiantes de la universidad.

La iniciativa también incorpora una Escuela de verano, que permite a los estudiantes del grado completo de Biotecnología poder incorporarse a grupos de investigación de los centros de los centros y organismos.

En resumen, Biotech2020 dispone de diferentes actividades que representan una estrategia interesante para la inserción de los investigadores formados por la Universidad en el sector productivo y se muestran a continuación:

* Contar con un Comité Asesor Externo UPM-Empresas con profesionales que entregan consejo sobre las demandas del mercado respecto de la bioeconomía.
* Programa de Prácticas externas Curriculares
* Programa de Mentores para entregar una orientación laboral pertinente a los estudiantes
* Escuela de Verano de Iniciación a la I+D+i.

**Sitios web institucionales:**

<http://www.idi.mineco.gob.es/>

<http://www.bit.etsia.upm.es/>

## Colombia

**Cuadro 112 – Caracterización general país**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N/ monto USD** |
| Población | 47.662.000 |
| PIB per cápita | 12.4 (M) |
| Exportaciones | 61.2 B |

Fuente: OEC.

**Gráfico 113 – Principales exportaciones, 2013**



Fuente: OEC, Exportaciones por país.

**Cuadro 114 – Caracterización del gasto en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **N°** |
| Gasto en I+D por %PIB | 0,23% |
| % Gasto en I+D ejecutado por empresas, en relación al PIB | 23,1% |

Fuente: Datos no disponibles en OECD sino UNESCO, año 2013: <http://data.uis.unesco.org/>

**Cuadro 115 – Caracterización del personal en I+D**

|  |  |
| --- | --- |
| **Indicador** | **JCE/ %** |
| Total Personal en I+D | s/i |
| Personal I+D en Empresas | s/i |
| Total Investigadores (año 2012) | 7.702 |
| Investigadores en Empresas | 53 |
| Investigadores (JCE) / 1000 PEA | 0.37% |
| % Investigadores en empresas respecto al total de investigadores | s/i |

Fuente: UNESCO, 2012 (<http://data.uis.unesco.org/>). Sin datos disponibles en OECD.

**Cuadro 116 – Posicionamiento en rankings**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ranking** | **Lugar** |
| Global Talent Index 2015 | 62° |
| Índice de Competitividad 2015 | 66° |

Fuente: GTCI, Country Profiles, 2015. Foro Económico Mundial, Índice de Competitividad Global, 2015.

Colombia forma parte del bloque de países de mercados emergentes CIVETS, integrado además por Indonesia, Vietnam, Egipto, Turquía y Sudáfrica.[[34]](#footnote-34) Su Producto Interno Bruto se ubica detrás de Argentina, México y Brasil. Entre los sectores económicos que han crecido en los últimos años se puede destacar el sector financiero, de servicios, manufactura y explotación de recursos naturales, especialmente minero-energético. Otros sectores importantes son agricultura (industria del café) y agropecuario. Actualmente se busca contribuir al cambio del modelo productivo, creando una nueva industria nacional de base tecnológica y reforzando la institucionalidad para identificar, transferir, producir y proveer los conocimientos necesarios para el desarrollo del país en el largo plazo. Cabe señalar que el sistema colombiano tiene como ejes transversales a sus políticas la regionalización e internacionalización de la CTI.

En el mayor escalafón del SNI de Colombia se encuentran los organismos de coordinación: el Ministerio de Educación, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Comercio y Turismo y Ministerio de Protección Social. En conjunto con la Presidencia y el Departamento Nacional de Planeación constituyen el Consejo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación. A su vez, existen consejos regionales y un Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación. Estos últimos organismos administran programas de cofinanciación de proyectos, recursos contingentes, vinculación universidad-empresa y programas de protección de la propiedad intelectual. Entre las iniciativas implementadas en los últimos años destacan el Programa Incentivo a la Innovación, Programa Bancoldex Colciencias y Programa de Riesgo Tecnológico Compartido.

En el año 2009 se dictó la Ley 1286 que transforma a Colciencias en el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. La institución de Colciencias es la entidad rectora en el diseño y orientación de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; coordina su ejecución a través de diferentes programas, convenios y convocatorias conjuntas con las entidades del SNI, estableciendo alianzas con otros ministerios.

##### Inserción de Doctores colombianos y del extranjero a las empresas en Colombia.

En el año 2008 se realizó la primera convocatoria (piloto) para la Inserción de Doctores colombianos y extranjeros en las empresas del país, en el marco de la política científica “Generación del Bicentenario”. Con este instrumento se buscaba estimular que las empresas incorporaran doctores para fortalecer sus capacidades de investigación e innovación en función de su competitividad, además de promover las condiciones necesarias para que éstas sean consideradas un nicho de empleabilidad para los investigadores en el país. Posteriormente se realizó otro piloto en 2010 y en 2011 se hizo la primera convocatoria regular.

La Inserción de Doctores buscaba promover la apropiación, incorporación y transferencia, así como el uso de conocimientos científicos y tecnológicos en los procesos productivos de las empresas colombianas. Por otro lado, buscaba generar un efecto en la demanda de investigadores por parte del sector privado. El programa también apuntaba a enriquecer la experiencia profesional de los doctores en la medida en que desarrollan un proyecto de I+D en el ámbito empresarial. En un nivel más institucional, la convocatoria pretendía fortalecer el vínculo universidad-empresa mediante proyectos colaborativos de interés mutuo. Finalmente, la experiencia del programa sería un aspecto a considerar para actualizar la formación y oferta curricular de los doctorados y conservar la pertinencia entre los productores de conocimientos y el sector productivo del país.

El instrumento se dirigía a empresas de todos los sectores y tamaños que tuviesen operaciones en Colombia, incluyendo empresas asociativas y comunitarias. Por parte de los investigadores, se requería que tuviesen grado de doctor.

Solo tuvo un llamado regular, al que se presentaron 72 postulaciones y se insertaron 29 doctores para que lideraran proyectos de investigación aplicada en áreas prioritarias como agropecuaria, ambiente, biología, salud e ingeniería (Colciencias, 2012).

**Sitio web institucional:**

<http://www.colciencias.gov.co/>

## Cuadros comparativos

**Cuadro 117 - Resumen Indicadores I+D, países seleccionados**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Indicador** | **Chile** | **Argentina** | **Colombia** | **Finlandia** | **Singapur** | **Francia** | **Nueva Zelanda** | **España** |
| **Datos Generales** | Población (M) | 17.8 | 42.9 | 47.6 | 5.464 | 5.399 | 66.206 | 5.463 | 46.405 |
| PIB per cápita (USD) (2013) | 21.980 | 14.7 | 12,4 | 49.823,7 | 55.182,48 | 42.732,6 | 37896,9 | 29.676 |
| Exportaciones (USD) (2013) | 79.4B | 76.3B | 61.2 B | 78.1B | 257B | 564B | 40.1B | 291B |
| **Gasto I+D** | Gasto en I+D por %PIB (2013) | 0,38% | 0,58% | 0,23% | 3,30% | 2,26% | 2,30% | 1,17% | 1,20% |
| Gasto del PIB en I+D (Millones USD) (2013) | 1.396 | 5.129 | 1.174 | 6.495 | 8.228 | 53.894 | 1.690 | 18.034 |
| Gasto Interno Bruto ejecutado por empresas (USD Millones) | 345.933 (2012) | 973.560 (2012) | 271.506 | 3.999.017 | 4.344.514 | 29.371.648 (2012) | 659.960 (2011) | 8.113.471 |
| Gasto en I+D ejecutado por empresas por %PIB (2013) | 33,5% | 20,75% | 23,0% | 68% | 59% | 65% | 46,41% (2011) | 53% |
| Gasto ejecutado por las empresas financiado por el Estado (Millones USD) | 24.016 (2012) | 44.312 | 576 | 111.045 | 271.246 (2012) | 2.298.405 (2012) | 80.755 (2011) | 869.593 |
| **Recursos Humanos** | Total de Personal en I+D | 15.910 | 71.872 | s/i | 52.972 | 39.459 | 420.588 | 23.600 | 203.302 |
| Total Investigadores (JCE) | 7.602 | 51.598 | 7.702 | 39.196 | 34.141 | 265.177 | 16.300 | 123.225 |
| Personal en I+D empresas (JCE) | 5.110 | 8.824 | s/i | 30.380 | 20.204 | 249.984 | 8.800 | 88.635 |
| Investigadores en empresas (JCE) | 2.265 | 4.444 | 58 | 22.253 | 17.288 | 159.883 | 5.100 | 44.714 |
| Porcentaje Investigadores JCE/ 1000 Empleados (%) \*\*\* (2013) | 0,7 | 2,9 | 0.37 | 15,5 | 10,3 | 9,7 | 7,8 | 6,9 |
| % Investigadores en Empresas respecto al Total de Personal I+D en empresas | 44 | 50 | si | 73 | 86 | 64 | 58 | 50 |
| % Investigadores en empresas, respecto al total de investigadores | 30 | 9 | 0,8 | 57 | 51 | 60 | 31 | 36 |
| **Rankings** | Global Talent Index 2015 | 34 | 65 | 62 | 10 | 2 | 22 | 11 | 36 |
| Índice de Competitividad 2015 | 33 | 104 | 66 | 4 | 2 | 23 | 17 | 35 |

**Cuadro 118 - Comparación entre programas, países seleccionados**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Programa (País)** | **Institución a cargo** | **Beneficiarios directos e indirectos** | **Actividades y financiamiento** |
| **Investigadores en Empresas (Argentina)** | CONICET | Profesionales con grado de doctor postulantes a la Carrera Científica.  Empresas de Base Tecnológica preferentemente medianas y pequeñas. | Desarrollo de un proyecto de I+D con dedicación exclusiva para el investigador.  CONICET aporta 50% del salario del investigador. |
| **PoDoCo (Finlandia)** | FIMECC | Investigadores altamente calificados que quieran desarrollar proyectos de I+D estratégicos para una empresa.  Empresas que operan en Finlandia y que deseen desarrollar proyectos estratégicos de innovación mediante investigadores provenientes de la academia. | Matchmaking entre investigadores y empresas; reuniones anuales y desarrollo de una investigación que escale a resultados y finalmente, producto innovador.  Subvención para la mantención del postdoctorado mientras dure la investigación. |
| **Ocupación en la Industria (Singapur)** | A\*STAR | Investigadores de programas de postgrado que deseen incorporar en su formación un portafolio integral y deseen pasar una temporada en las empresas asociadas a A\*STAR | Subvención de pasantía para diferentes alternativas de trayectoria profesional en I+D: academia-industria-administrador público-científico. |
| **Industrial Postgraduate Programme** | EDB | Empresas que deseen fortalecer su actividad I+D corporativa.  Empleados de dichas empresas o estudiantes que desean cursar un PhD y realizar su proyecto de investigación con orientación en la industria. | El EDB entrega financiamiento para matrícula, porcentaje del salario, actividades de I+D  La empresa entrega parte del salario, mentoreo, infraestructura para investigación entre otros gastos. |
| **Singapore Industry Scholarship** | Singapore Government. | Estudiantes que deseen orientar su formación profesional en industrias estratégicas de Singapur.  Empresas de adscritas al convenio con el gobierno de áreas estratégicas, biomedicina, softwares, ingeniería, entre otras. | Becas para matrícula, costos de la universidad, manutención, alojamiento si es necesario y materiales. Además se financian pasantías en la empresa; esta última puede financiar viajes, intercambio y otorgarle entrenamiento en el área de negocios respectiva. |
| **CIFRE (Francia)** | ANRT | Investigadores que se encuentren realizando la tesis doctoral  Empresas que necesiten fomentar las capacidades de I+D y resolver sus necesidades, desafíos y/problemas. | 23.000 euros aprox. para el investigador y 14.000 euros para la empresa durante tres años.  Desayunos, reuniones y premiaciones para generar espacios de encuentro.  Seguimiento y evaluación por parte de un comité. |
| **ICT Graduate School (Nueva Zelanda)** | Tertiary Education Commission | Investigadores y estudiantes en formación (por medio de programas de postgrado de universidades)  Empresas nacionales de alto potencial de crecimiento. | $28.6 millones NZD distribuidos en diferentes universidades.  Las universidades ofrecen maestrías, internados en empresas, prácticas e instancias de vinculación ciencia-empresa. |
| **Careers in Science (Nueva Zelanda)** | CRIs | Investigadores que deseen insertarse en centros de investigación autónomos de excelencia (Institutos de Investigación de la Corona, CRI). | Programa orientado a la inserción en centros tecnológicos.  Desarrollo de proyectos en conjunto con estudiantes de postgrado de universidades locales; investigadores de centros participan como mentores de los graduados. |
| **R&D grants (Nueva Zelanda)** | Callaghan Innovation | Estudiantes de diferentes niveles en postgrado (estudiantes, practicantes, tesistas).  Empresas que requieran mejorar su productividad y resolver desafíos mediante actividades de I+D. | Entre $6400 NZD y $75.000NZD para la realización de prácticas e internados. |
| **Doctorados Industriales (España)** | Subdirección General de Recursos Humanos para la Investigación, Ministerio de Economía y Competitividad | Investigadores cuya tesis doctoral sea acorde a un proyecto de I+D de la empresa- | Realización de Proyecto de I+D en el sector productivo, colaborativo con la formación doctoral (tesis), seguimientos y control de calidad. Aportes en dinero. |
| **Programa Torres Quevedo (España)** | Subdirección General de Recursos Humanos para la Investigación, Ministerio de Economía y Competitividad | Investigadores que desean aportar al desarrollo de I+D e innovación para la competitividad.  Empresas de base tecnológica que se encuentren desarrollando proyectos de I+D. | Subsidio de acuerdo al costo de la contratación.  Realización de proyecto de investigación industrial, incluyendo el desarrollo experimental y estudios de viabilidad en empresas o en instituciones privadas sin fines de lucro. |
| **Biotech 2020 (España)** | Universidad Politécnica de Madrid | Estudiantes en formación en el área de la biotecnología.  Empresas del sector biomedicina y bionegocios. | Programa de Prácticas externas Curriculares  Programa de Mentores para entregar orientación laboral.  Escuela de Verano de Iniciación a la I+D+i. |
| **Inserción de Doctores colombianos y del extranjero a las empresas en Colombia** | Colciencias | Doctorados interesados en desarrollar un proyecto de I+D en el sector empresarial.  Empresas que desarrollen actividades de Investigación y/o requieran mejorar su capacidad de innovación. | Subsidio a la contratación (programa finalizado). |

# ANEXO Nº2

## Módulos de la encuesta de evaluación de resultados

#### Módulos del cuestionario de empresas

##### Caracterización de la empresa

**1.1. Identificación de la empresa y verificación de bases de datos**

* Nombre de la organización
* Dirección y teléfono
* Región
* Nombre Gerente/a General
* Página web
* Rut
* Sector productivo empresa (CIIU. CL)
* Año de creación de la empresa
* Exporta
* Posee certificación ISO 9000

**1.2. Verificación de los proyectos ejecutados**

* Proyectos ejecutados por año (según instrumento)
* Proyectos en ejecución (según instrumento)

**1.3. Forma de propiedad y tipo de empresa**

* Tamaño de la empresa
* Forma como se creó la empresa –micro y pymes– (startup en etapa inicial de desarrollo, emprendimiento consolidado, joint venture, spin-off corporativo)
* Estructura de propiedad de la empresa (origen del capital)
* Porcentaje de propiedad de capital nacional y extranjero

**1.4. Caracterización de las actividades realizadas por la empresa**

* Actividades o giros según nivel de importancia

**1.5. Clasificación económica de las actividades de I+D**

* Actividades económicas (CIIU.cl) a las que se orientan las actividades de I+D
* Empresa de base tecnológica
* Existencia de unidad/departamento/sección de I+D

##### Situación de la empresa antes de participar en el programa

* Contaba con unidad/departamento/sección de I+D; se creó a partir del programa (qué proyecto); no se ha creado.
* Nº de personas que trabajaban de manera permanente en actividades de I+D
* Caracterización de investigadores en I+D (Nº según sexo y nivel de educación)

##### Tendencias de gasto relacionado a I+D en la empresa

* Aumento, mantención o disminución del gasto en I+D desde 2009
* Evolución del gasto en I+D en bienios, por componente (honorarios, arriendo de inmuebles, compras, construcción, etc.)
* Fuentes de financiamiento de actividades de I+D (tipo)
* Fuentes de financiamiento público (programas que conoce, postuló, se adjudicó)

##### RRHH en I+D después de participar en el programa

* Nombre del profesional insertado
* Ocupación (función o cargo)
* Tipo de contrato
* Tipo de jornada laboral
* Rango de remuneraciones mensuales
* Lugar donde realizó las actividades del proyecto
* Contratación posterior al proyecto y cargo

##### Resultados del proyecto

* Nº de publicaciones relacionadas al proyecto, según tipo
* Participación de difusión de resultados del proyecto, según tipo de evento y participación
* Participación en redes profesionales o asociaciones científicas
* Propiedad industrial derivada de resultados del proyecto, según tipo y estado de la solicitud
* Privilegios del investigador en la explotación de patentes
* Secreto industrial de aspectos relacionados al proyecto
* Principales contribuciones del proyecto a la empresa
* Principales aportes del investigador a la empresa
* Fortalecimiento de vínculos entre empresa e instituciones de educación
* Movilidad de recursos humanos intra e inter intstitucionales como resultado del proyecto
* Participación de miembros de la empresa en instancias directivas/consultivas de instituciones de investigación
* Participación de miembros de la empresa en actividades académicas de instituciones de investigación

**5.1. Otros resultados del proyecto**

* Cambios organizacionales
* Capacidades de absorción de conocimiento
* Nivel de satisfacción con el programa

##### Competencias laborales

* Competencias relevantes para su empresa que debe mejorar el profesional insertado

#### Módulos del cuestionario de centros tecnológicos

##### Caracterización del centro tecnológico

**1.1. Identificación del centro tecnológico**

* Nombre de la organización
* Dirección y teléfono
* Nombre Director/a del centro, teléfono y email
* Tipo de financiamiento inicial
* Página web
* Rut
* Área del conocimiento (OECD)

**1.2. Verificación de los proyectos ejecutados**

* Proyectos ejecutados por año (según instrumento)
* Proyectos en ejecución (según instrumento)

**1.3. Caracterización de las actividades realizadas por el centro tecnológico**

* Actividades de I+D que realiza
* Actividades complementarias

**1.4. Clasificación económica de las actividades de I+D**

* Actividades económicas (CIIU.cl) a las que se orientan las actividades de I+D
* Empresa de base tecnológica
* Existencia de unidad/departamento/sección de I+D

##### RRHH en I+D antes de participar en el programa

* Nº de investigadores que trabajaban de manera permanente en el centro tecnológico al momento de postular
* Caracterización de investigadores (Nº según sexo y nivel de educación)

##### Tendencias de gasto relacionado a I+D en el centro tecnológico

* Aumento, mantención o disminución del gasto en I+D desde 2009
* Evolución del gasto en I+D en bienios, por componente (honorarios, arriendo de inmuebles, compras, construcción, etc.)
* Fuentes de financiamiento de actividades de I+D (tipo)
* Fuentes de financiamiento público (programas que conoce, postuló, se adjudicó)

##### RRHH en I+D después de participar en el programa

* Nombre del profesional insertado
* Ocupación (función o cargo)
* Tipo de contrato
* Tipo de jornada laboral
* Rango de remuneraciones mensuales
* Lugar donde realizó las actividades del proyecto
* Contratación posterior al proyecto y cargo

##### Resultados del proyecto

* Nº de publicaciones relacionadas al proyecto, según tipo
* Participación de difusión de resultados del proyecto, según tipo de evento y participación
* Participación en redes profesionales o asociaciones científicas
* Propiedad industrial derivada de resultados del proyecto, según tipo y estado de la solicitud
* Privilegios del investigador en la explotación de patentes
* Secreto industrial de aspectos relacionados al proyecto
* Principales contribuciones del proyecto al centro tecnológico
* Principales aportes del investigador al centro tecnológico
* Fortalecimiento de vínculos entre el centro tecnológico e instituciones de educación
* Movilidad de recursos humanos inter intstitucionales como resultado del proyecto
* Participación de miembros del centro tecnológico en instancias directivas/consultivas de instituciones de investigación
* Participación de miembros del centro tecnológico en actividades académicas de instituciones de investigación

##### Capacidades de absorción y satisfacción con el programa

* Contribución del proyecto en la mejora de capacidades de absorción de conocimiento
* Nivel de satisfacción con el programa

##### Competencias laborales

* Competencias relevantes para el centro tecnológico que debe mejorar el profesional insertado

#### Módulos del cuestionario de investigadores

##### Caracterización del investigador

**1.1. Verificación de información de bases de datos administrativos**

* Nombre
* Sexo
* Línea programa
* Pregrado, magíster y doctorado (nombre del grado y universidad)
* Año obtención de último grado académico
* Área del conocimiento (OECD) de su grado principal
* Nombre proyecto adjudicado
* Área del conocimiento del proyecto adjudicado
* Nombre empresa/centro del proyecto adjudicado
* Duración del proyecto

##### Situación antes de postular al programa

* Preferencia de inserción laboral
* Experiencia laboral con empresas del sector productivo
* Participación en proyecto vinculado a la empresa/centro del proyecto
* Empleo previo (insititución, cargo, tipo de contrato, dedicación horaria, sueldo mensual, duración)

##### Postulación al programa

* Cómo se gestionó el contacto inicial con la empresa/centro
* Cómo surgió la idea central del proyecto
* Expectativas laborales al momento de postular

##### Ejecución del proyecto

* Cargo
* Nombre de unidad de la empresa/centro
* Tipo de contrato
* Dedicación horaria
* Salario bruto mensual/ asignación de dinero
* Cumplimiento de fecha de pago
* Actividades adicionales al proyecto en la empresa/centro
* Actividades de docencia en universidad

##### Resultados del proyecto

* Nº de publicaciones relacionadas al proyecto, según tipo
* Participación de difusión de resultados del proyecto, según tipo de evento y participación
* Participación en redes profesionales o asociaciones científicas
* Propiedad industrial (inventor) derivada de resultados del proyecto, según tipo y estado de la solicitud
* Privilegios en la explotación de patentes
* Secreto industrial de aspectos relacionados al proyecto
* Competencias profesionales fortalecidas
* Principales contribuciones del proyecto a la empresa/centro
* Principales beneficios de la inserción para la empresa/centro
* Nivel de satisfacción con el programa
* Continuó trabajando en la empresa/centro después del proyecto (cargo, unidad)
* Vinculación posterior con el sector productivo (lugar de empleo)
* Experiencia en emprendimiento posterior
* Factores a los que atribuye su situación laboral actual

##### Situación laboral actual

* Empleo actual (institución, cargo, dedicación horaria, unidad, tipo de contrato, monto de remuneraciones)

##### Valoración del trabajo en el sector productivo

* Objetivos profesionales más relevantes
* Interés por distintos tipos de trabajo a futuro

##### Otros datos de caracterización del entrevistado

* Año de nacimiento
* Estado civil
* Nº de hijos (total y menores de 18 años)
* Nº de personas que dependen de sus ingresos y/o cuidados

# ANEXO Nº3

## Test de usabilidad del “buscador de doctores”, de CONICYT

El sitio web del Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado cuenta con un sistema de información de becarios de CONICYT a través del cual se puede realizar una búsqueda de profesionales con grado de magíster, doctor, o postdoctorados.

Con el fin evaluar la experiencia de usuario de dicho buscador, se realizó un test usabilidad enfocado en medir la manera en que el usuario se relaciona con las interfaz y su capacidad para cumplir con las metas que haya tenido al momento de visitarlo.

Es importante considerar que si bien la usabilidad siempre busca el mismo objetivo, esto es, lograr que una persona pueda interactuar con el contenido y funcionalidades de una página web de manera simple y directa, los elementos medidos pueden variar. En este caso, el test de usabilidad que se aplicó al buscador de investigadores se centró en los ámbitos de navegación y búsqueda. Para ello, se siguió la Pauta de Test de Usuario disponible en la “Guía Digital” del Gobierno (www.guiadigital.gob.cl).

##### Navegación

Como resultado del test se identificaron las siguientes fortalezas y debilidades en cuanto a la facilidad para acceder de manera directa al buscador y sus contenidos:

* El link para acceder al buscador se encuentra en la portada (primera página) del sitio web del PAI. Para quien conoce el programa e ingresa al sitio, esta característica facilita el acceso.
* Si la búsqueda de la aplicación se realiza externamente (por ejemplo, a través de Google), el link aparece en tercera opción en la primera página de resultados.
* Las instrucciones de uso que aparecen junto al link son suficientemente claras.

##### Búsqueda

El sistema de búsqueda debiera cubrir las necesidades de acceso a información que tiene el usuario. Este aspecto de la herramienta es el que presenta mayores deficiencias:

* La búsqueda no permite avanzar sin que el usuario antes seleccione su opción preferente en cada uno de los filtros (muchos de los cuales no son necesariamente relevantes para los potenciales usuarios, por ejemplo área y sub-área del conocimiento OECD).
* El filtro por disciplinas OCDE de los investigadores no es pertinente pues son categorías que las empresas no dominan.
* Los filtros por país y por universidad de obtención del grado no son necesariamente relevantes y dificultan la búsqueda de candidatos cuando el usuario no tiene una opción preferente en cuanto a estas variables.
* La ficha de resultados que arroja el buscador no indica los temas, intereses y ámbitos de experiencia del investigador. Esta información es clave para los potenciales usuarios.
* Se recomienda una búsqueda por palabras clave que refiera a temas de investigación; metodologías, técnicas o equipos que el investigador ha utilizado; redes de contacto (instituciones o grupos de investigación con los que ha colaborado); otra experiencia relevante (por ejemplo, experiencia en empresas).

Por último, todos los entrevistados en este estudio declaran que la búsqueda de investigadores se realiza mediante otros medios (recomendación a través de redes de contacto personales; difusión de avisos laborales en revistas especializadas asociaciones científicas). Ningún sujeto de la muestra reportó haber encontrado al investigador a través del buscador de CONICYT.

1. <http://visualizador.becasconicyt.cl/Default.aspx>http://visualizador.becasconicyt.cl/Default.aspx [↑](#footnote-ref-1)
2. El criterio de heterogeneridad consiste en intensionar que en la muestra haya unidades que cumplen con cada criterio señalado. No implica que la muestra sea balanceada en estos criterios. [↑](#footnote-ref-2)
3. Entre 2012 y 2013, en la OECD se observó un aumento del 2,7% en el gasto ejecutado en I+D. Aunque el total respecto al PIB no sufrió variaciones, el fuerte aumento se explica por el incremento del gasto ejecutado por empresas (+3,5%). (<http://www.oecd.org/sti/msti.htm>). [↑](#footnote-ref-3)
4. Los resultados de las encuestas están protegidos por secreto estadístico y sólo son públicos los datos innominados. Las categorías disponibles no permiten determinar el sector económico al que pertenecen los declarantes desde un enfoque de “cadenas productivas”, sino sólo en cuanto a su actividad principal (por ejemplo, en el sector minero sólo se identifican las empresas de explotación de recursos mineros, quedando fuera todos los proveedores que se clasifican en otras ramas de actividad: servicios, transporte, etc.). [↑](#footnote-ref-4)
5. Esta debilidad es compartida por los países de América Latina. En Brasil, sólo un 2,4% de los doctores formados en el periodo 1996-2006 y empleados en el 2008 trabajaba en el sector industrial, mientras el 76% se desempañaba en instituciones de enseñanza superior e investigación (CGEE, 2010). En México, sólo un 3,5% de los ex becarios del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, formados entre 1997 y 2006, con grado de doctor obtenidos en instituciones nacionales, se ocupaba en empresas, cifra que se elevaba a un 5,1% para aquellos que estudiaron en el extranjero. Los graduados de maestría presentaron mejor inserción en empresas que los doctores, con un 22,2% de los titulados en el periodo estudiado empleados en el sector empresarial (Luchilo, 2009). [↑](#footnote-ref-5)
6. El personal empleado en I+D se clasifica según su ocupación en “Investigadores”, “Técnicos y personal asimilado” y “Otro personal de apoyo”. Siguiendo la definición del Manual de Frascati: *“Los investigadores son profesionales que se dedican a la concepción o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos y sistemas, y también a la gestión de los proyectos respectivos.”* (OECD/FECYT, 2003, p.99). [↑](#footnote-ref-6)
7. El instrumento de Apoyo al Retorno de Investigadores desde el extranejero sólo realizó llamados a concurso entre 2012 y 2014. Desde 2015, los investigadores postulan a insertarse vía Postdoctorado, del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondecyt). [↑](#footnote-ref-7)
8. Sólo se realizó un concurso del instrumento de Atracción de científicos en la Modalidad de Estadías Largas en 2010. [↑](#footnote-ref-8)
9. Para los fines del programa, se define como Centro Científico Tecnológico: *“Centro con sede en Chile, con personalidad jurídica propia, cuya actividad principal consista en la investigación y/o desarrollo tecnológico y que puedan demostrar capacidad de transferencia tecnológica al sector productivo.”* (sitio web del programa: [http://www.CONICYT.cl/pai/](http://www.conicyt.cl/pai/)). [↑](#footnote-ref-9)
10. CONICYT PAI.·”Bases Concurso Nacional Inserción de Capital Humano Avanzado en el Sector Productivo”. Abril de 2015. [↑](#footnote-ref-10)
11. Como antecedente, el año 2008 se realizó un concurso nacional de Tesis en el marco del PBCT en que se adjudicaron 10 proyectos. Posteriormente se hiceron concursos regionales en Antofagasta y O´Higgins en 2009 y en la Región de Los Lagos en 2010. Desde el 2011 se realizan concursos anuales de alcance nacional. [↑](#footnote-ref-11)
12. CONICYT PAI. “Bases Concurso Nacional ‘Tesis de Doctorado en el Sector Productivo’”. Abril de 2015. Anteriormente, CONICYT otorgaba hasta cerca de 30 millones de pesos ($29.671.760) [↑](#footnote-ref-12)
13. Corfo. “Resolución que crea instrumento de financiamiento denominado ‘Capital Humano para la Innovación’ y aprueba texto definitivo de sus bases y anexo”. Septiembre de 2014. [↑](#footnote-ref-13)
14. No se hizo una descomposición por año dado que las frecuencias se desagregan a un nivel que se tornan prácticamente ininterpretables por su reducido tamaño. [↑](#footnote-ref-14)
15. Brecha de Género es la diferencia entre el porcentaje o tasa femenina y masculina en la categoría de una variable. Se calcula restando el porcentaje o la tasa masculina de una variable al porcentaje o tasa femenina en esa misma variable. El resultado se mide en puntos porcentuales. La igualdad de género es mayor mientras la brecha de género está más cerca del cero. [↑](#footnote-ref-15)
16. Se optó por el modelo de análisis de correspondencias por ser el único que arrojó resultados coherentes, en función de la estructura de los datos disponibles. En este sentido, el universo de beneficiarios es muy pequeño, lo cual impide la realización de pruebas de hipótesis, las cuales se basan en teorías relativas a la representatividad muestral (teoría asintótica), aspecto que no aplica en este contexto. No obstante, se testearon modelos del tipo *logit* y *probit* contra la variable binaria que identifica la adjudicación o no de un proyecto. Ninguno de los estimadores obtenidos resultó ser estadísticamente significativo como para inferir relaciones entre las variables. Por otro lado, también se testearon modelos del tipo *cluster* (jerárquicos y no jerárquicos) utilizando versiones binarias de las categorías en las cuales se estructura la información, para así medir la distancia entre sujetos mediante el coeficientes de Jaccard. Del mismo modo que en los modelos señalados más arriba, los resultados no fueron satisfactorios al no reportar resultados significativos, lo que implica que los grupos generados no son lo suficientemente exhaustivos (varianza intra grupos) ni excluyentes (varianza inter grupos). [↑](#footnote-ref-16)
17. Si bien el PAI-Tesis comenzó a operar en 2009, durante los dos primeros años sólo se realizaron concursos de carácter regional. Las convocatorias nacionales comenzaron en 2011. [↑](#footnote-ref-17)
18. La tasa de microempresas que “murió” entre 2005 y 2012 fue de 47,2% (Ministerio de Economía, 2014) [↑](#footnote-ref-18)
19. Reportado en formularios de postulación al programa. [↑](#footnote-ref-19)
20. Reportado en formularios de postulación al programa. [↑](#footnote-ref-20)
21. Pregunta de respuesta múltiple. [↑](#footnote-ref-21)
22. Reportado en formularios de postulación al programa. [↑](#footnote-ref-22)
23. Reportado en formularios de postulación al programa. [↑](#footnote-ref-23)
24. Pregunta de respuesta múltiple. [↑](#footnote-ref-24)
25. Para modelos basados en la reducción de información (como el análisis factorial, cluster y componentes princiapales), no se supone ninguna condición inferencial que exija ausencia de multicolinealidad. La ausencia de multicolinealidad es fundamental para interpretar coeficientes en modelos paramétricos basados en la inferencia, como los modelos de regresión. Ahora bien, el análisis factorial genera nuevas variables, sobre las cuales sí es posible suponer ausencia de multicolinealidad, dada la operación misma del modelo (descomposición de varianza compartida). Eventualmente se podrían utilizar estos factores generados para validarlos en algún modelo paramétrico, pero dada la baja cantidad de observaciones, no es recomendable. [↑](#footnote-ref-25)
26. Un tipo de necesidad que se repite es la compra de insumos para la fabricación de sus prototipos y productos. En este sentido, en algunas entrevistas se señaló que en Chile existen pocos proveedores que ofrezcan soluciones adaptables a los requerimientos específicos de empresas innovadoras, debido a que en muchos casos los proveedores son sólo representantes de otras empresas o comercializadores de productos extranjeros y no fabricantes. [↑](#footnote-ref-26)
27. http://stats.oecd.org/ [↑](#footnote-ref-27)
28. http://stats.oecd.org/ [↑](#footnote-ref-28)
29. http://www.CONICYT.cl/becas-CONICYT/impacto/graduados/ [↑](#footnote-ref-29)
30. http://www.corfo.cl/ [↑](#footnote-ref-30)
31. http://www.conicyt.cl/ [↑](#footnote-ref-31)
32. Se considera un billón según la conversión estadounidense (miles de millones de dólares). [↑](#footnote-ref-32)
33. Para una visualización completa del Sistema Nacional de Innovación de Nueva Zelanda se recomienda consultar el sitio http://www.mbie.govt.nz/info-services/science-innovation/science-innovation-in-nz/?searchterm=R%26D [↑](#footnote-ref-33)
34. El bloque agrupa a países similares en cuanto a su nivel de población, potencial de crecimiento y apertura económica. [↑](#footnote-ref-34)