

EVALUACIÓN IMPACTO Y RESULTADOS **Programa Fondap** RESUMEN EJECUTIVO



EVALUACIÓN IMPACTO Y RESULTADOS **Programa Fondap** RESUMEN EJECUTIVO



LA CIENCIA QUE CHILE NECESITA

Existe en nuestro país un amplio consenso en que la innovación es el acelerador del camino al desarrollo, porque necesitamos empresas competitivas en un mercado globalizado, con profesionales y técnicos mejor calificados y en permanente formación, con capacidades científicas de primer nivel para buscar soluciones a los problemas productivos de nuestra economía.

En ese sentido, la Política de Innovación busca fortalecer la I+D en el país, en particular aquella que se vincule fuertemente con los sectores económicos donde somos competitivos a nivel mundial. Ese objetivo estaba en la mira del gobierno al crear, hace 10 años, el Programa FONDAP de CONICYT, que significó una de las primeras iniciativas de apoyo público a la investigación asociativa y dio paso a la construcción de centros de investigación especializados en diversas áreas, que hoy gozan de amplio prestigio a nivel internacional.

Y esta no es una afirmación al viento. Con el objetivo de identificar sus principales resultados y obtener lecciones de lo obrado a la fecha, el Ministerio de Economía promovió una evaluación de impacto de FONDAP, programa que ha implicado una inversión pública de US\$ 70 millones en 10 años.

El estudio, hecho por Asesorías para el Desarrollo y la consultora argentina Innovos Group, concluye que el programa ha tenido éxito en cumplir sus tres principales objetivos: fomentar la investigación asociativa, ya sea con otras institucionales nacionales o internacionales; desarrollar investigación de excelencia; y contribuir al perfeccionamiento del capital humano avanzado, con 564 jóvenes formados entre 1999 y 2007 en los centros Fondap.

La evaluación representa un innegable avance en la tarea de consolidar una red articulada de apoyo a la I+D, que permita alcanzar niveles de investigación de excelencia vinculada a los problemas de nuestro desarrollo económico.

Es por eso que este año hemos impulsado el desarrollo de nuevos instrumentos, tales como el Programa de Atracción de Centros de Excelencia Internacional para la Competitividad, para atraer al país a las más prestigiosas instituciones a nivel mundial, que deberán asociarse con instituciones de excelencia chilenas para colaborar en el desarrollo de capacidades locales. Por otra parte, el programa Centros de Servicios de Equipamiento Mayor de Uso Compartido permitirá la adquisición de equipo e infraestructura de alto costo, necesaria para el desarrollo de la ciencia y que estará disponible para la comunidad científica en general.

Los invito a revisar el documento, que recoge los aprendizajes de este programa pionero en el apoyo a la ciencia en América Latina y, a partir de esta experiencia, seguir fortaleciendo la I+D en el país y aportando a los desafíos de nuestra nueva economía. De esa manera consolidaremos un modelo de crecimiento que contribuya al bienestar de todos los chilenos, tal como ha sido el compromiso de los gobiernos de la Concertación.

Hugo Lavados M.
Ministro de Economía

CENTROS FONDAP: DIEZ AÑOS DE APOORTE AL DESARROLLO DEL PAÍS

Nuestro país avanza con decisión en la construcción de una economía y sociedad basadas en el conocimiento, una tarea a la que están convocados los más amplios sectores del país.

En este marco, la Estrategia Nacional de Innovación impulsada por el Gobierno de la Presidenta Bachelet ha asignado a nuestra Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT, la tarea fundamental de fomentar una cultura científica, desarrollar el capital humano avanzado y fortalecer la investigación científica y tecnológica, tanto en sus modalidades individuales como asociativas.

De este modo, hemos asumido el desafío de potenciar la creación y desarrollo de Centros Científicos y Tecnológicos, orientados a generar una asociación más profunda entre investigadores, ya sea nacionales y extranjeros, para así alcanzar niveles de excelencia y dar respuesta a las necesidades del país.

A través de los últimos diez años, el Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación, Fondap de CONICYT, ha apoyado un importante número de Centros, que se han constituido en un eslabón estratégico para desarrollar nuestra base científica y formar los investigadores que Chile requiere.

En el marco de las actividades de término de la primera etapa de los primeros siete Centros de Excelencia Fondap creados en 1999, CONICYT, en conjunto con el Ministerio de Economía acordaron evaluar el impacto y la efectividad de este instrumento, durante el período entre 1999 y 2007.

Esta evaluación abarcó tanto los objetivos estratégicos del programa y sus Centros, como el fomento de la investigación asociativa, la realización de investigación de excelencia, la formación de capital humano avanzado, las proyecciones y difusión al medio externo y las contribuciones concretas al desarrollo del país; así como los aspectos internos y operacionales.

Con gran satisfacción, presentamos en estas páginas el resumen ejecutivo de la Evaluación de Resultados e Impactos del Programa Fondap de CONICYT, el que evidencia importantes logros en aspectos como la asociatividad, excelencia y formación de capital humano avanzado. Recoge también importantes recomendaciones respecto a la continuidad y proyección del programa, con el objetivo de convertirlo en una sólida herramienta de desarrollo científico de nuestro país.

Esperamos que este estudio se convierta en un aporte sustancial al desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación que el país requiere, para construir juntos un futuro mejor para todos los chilenos.

Vivian Heyl C.
Presidenta CONICYT



Índice

INTRODUCCIÓN	9
1. DIAGNÓSTICO GENERAL: FORTALEZAS Y DEBILIDADES	10
1.1. Diseño del Programa	10
1.2. Financiamiento del Programa	11
1.3. Gestión y Monitoreo del Programa	15
1.4. Análisis del Cumplimiento de los Objetivos	16
1.5. Resultados del Benchmarking Internacional	37
2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
2.1. Continuidad del Programa	51
2.2. Cambios en el Escenario de la Ciencia en Chile y Vigencia de los Objetivos del Programa Fondap	51
2.3. Recomendaciones Generales o Principios de Excelencia	52
2.4. Recomendaciones para el Relanzamiento del Programa Fondap	55



Introducción

El presente documento es el resumen ejecutivo del informe final correspondiente a la “Evaluación del Programa Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación – Fondap” que Asesorías para el Desarrollo realizó por encargo de CONICYT, entre los meses de septiembre de 2008 y febrero de 2009.

De acuerdo a la propuesta técnica y los acuerdos realizados con la contraparte, el informe cuenta con cinco capítulos y seis anexos. El primer capítulo es de carácter introductorio, presenta brevemente la metodología del estudio y ubica al Programa Fondap dentro del sistema de financiamiento a la Investigación y el Desarrollo (I+D) en Chile. En el segundo capítulo se presentan los resultados del Programa en su conjunto y en el tercero se muestran los resultados de cada una de los siete Centros que componen el Programa. El cuarto capítulo se ocupa del Benchmarking Internacional y por último en el quinto capítulo se plantean conclusiones y recomendaciones. Los anexos sirven de complemento al informe, el primer anexo contiene un análisis individual para los investigadores principales de los Centros, el segundo explica la metodología cuantitativa utilizada, mientras que el tercer anexo explica la metodología cualitativa utilizada. El anexo número cuatro lista los nombres de los miembros del Grupo Control, el quinto contiene los informes de los panelistas internacionales que participaron del estudio y el sexto las encuestas enviadas a los Centros con sus respectivas respuestas.

Dado lo extenso del trabajo, se intenta en este Resumen Ejecutivo exponer los aspectos más importantes del estudio, los principales resultados obtenidos y las recomendaciones que surgen de los mismos.

1

Diagnóstico General: Fortalezas y Debilidades

1.1. Diseño del Programa

Los **objetivos centrales** del programa Fondap han sido **innovadores y pioneros** tanto en Chile como en Latinoamérica: promover la asociatividad entre los investigadores de excelencia chilenos y formar capital humano altamente capacitado. Estos objetivos fueron logrados, y para esto fueron muy importantes, primero, los **mecanismos de selección** de los Centros Fondap a ser apoyados (asegurando un nivel inicial de excelencia) y, luego, las **evaluaciones periódicas** de los mismos, que permitieron el mejoramiento continuo de los Centros.

Alcanzar la excelencia es, en realidad, un proceso que implica un mejoramiento continuo sobre cómo se hace ciencia. Un componente fundamental en este proceso ha sido la combinación de frecuentes **evaluaciones externas** por paneles independientes (organizadas por la administración del Programa) con recomendaciones de los paneles asesores de los Centros (designados por los Centros mismos), ambos integrados por investigadores líderes a nivel mundial en las disciplinas respectivas.

Las evaluaciones externas fueron realizadas por evaluadores pares: científicos expertos en las áreas de trabajo de los Centros designados por instituciones de jerarquía internacional (e.g., *National Science Foundation*, *Centre National de la Recherche Scientifique*) a través de convenios con CONICYT. El uso de este mecanismo de elección de evaluadores se ha ido difundiendo en Chile a partir de la experiencia del Fondap. Estas evaluaciones externas ayudaron a introducir un “dinamismo de excelencia” en los Centros como respuesta a las recomendaciones de los evaluadores: se crearon nuevas líneas de investigación y/o se cerraron otras líneas, lo que muestra un dinamismo de trabajo muy importante, difícil de lograr, ya que por ejemplo esto ha implicado desvincular a investigadores principales de los Centros y/o promover investigadores jóvenes asociados a la categoría de investigadores principales (tradicionalmente “reservada” para investigadores con mucha antigüedad).

La tarea de los evaluadores externos fue complementada por la de los **Comités Asesores Internacionales**. La mayoría de los Centros designó un Comité Asesor compuesto por investigadores destacados en las áreas científicas de interés del Centro, en base a colaboraciones previas con dichos científicos, o con la idea de fortalecer interacciones con ellos o sus instituciones. Estos Comités ayudaron en el posicionamiento internacional de los Centros, particularmente en lo que hace a su visibilidad y a la formación de redes de colaboración, facilitando el movimiento de post-docs y de estudiantes de doctorado. Los documentos resultantes, tanto de los paneles de evaluación externa como de los comités asesores, atestiguan que la investigación realizada por los Centros es realmente de excelencia y que se la está comparando constantemente con la realizada en otros Centros de excelencia del mundo.

El diseño del Programa presenta áreas de mejoramiento en lo que respecta a su monitoreo y evaluación y a la planificación sobre el eventual desarrollo del Programa. Los objetivos del Programa fueron evolucionando, lo que posiblemente dificultó la definición *a priori* de indicadores de desempeño. Si bien los objetivos centrales de asociatividad, investigación

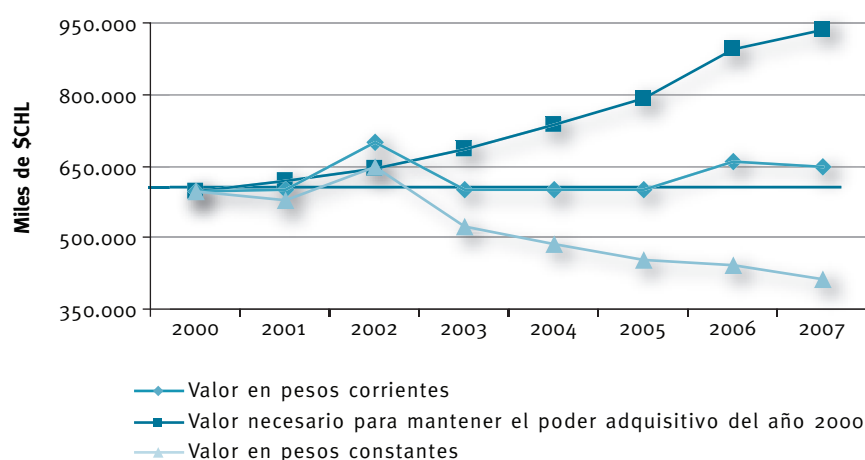
de excelencia y formación de capital humano altamente capacitado estuvieron muy claros desde el principio, los de difusión al medio externo y de contribución al desarrollo del país se agregaron al Programa una vez que éste ya estaba en funcionamiento, y no se definieron con precisión, con lo que puede explicarse la relativamente baja receptividad por parte de los Centros hacia éstos.

Con respecto a la evolución del Programa, hubo solamente dos convocatorias Fondap para el establecimiento de centros en los años 1999 y 2001. No se previeron posibilidades de dinamismo del sistema Fondap, como por ejemplo llamar a concursos periódicos (no necesariamente anualmente) para el establecimiento de nuevos centros de excelencia, como por ejemplo para un nuevo Centro cada dos años. Otras posibilidades que se podrían haber tomado en cuenta incluyen la desfinanciación paulatina de Centros, en caso que las revisiones de medio término arrojen resultados menos que excelentes.

1.2. Financiamiento del Programa

Al momento del diseño del Programa, se decidió apoyar a los Centros con un elevado nivel de financiamiento, fijado en alrededor de unos 600 millones de pesos al año. No se previeron, sin embargo, ajustes que permitieran mantener el poder adquisitivo de esos recursos en el transcurso de los diez años siguientes. Como consecuencia, el financiamiento de los centros se vio reducido sustancialmente en términos reales. El Gráfico 1 da señal de lo ocurrido con los montos otorgados por CONICYT a los Centros y la evolución de los precios en Chile entre los años 2000 y 2007.

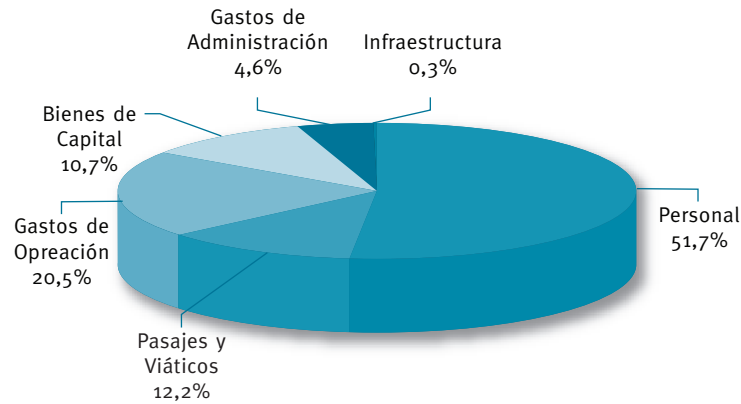
GRÁFICO 1: MONTOS PROMEDIO POR CENTRO FONDAP, OTORGADOS POR CONICYT, EN VALORES CORRIENTES, VALORES CONSTANTES Y MONTO EQUIVALENTE PARA MANTENER EL PODER ADQUISITIVO



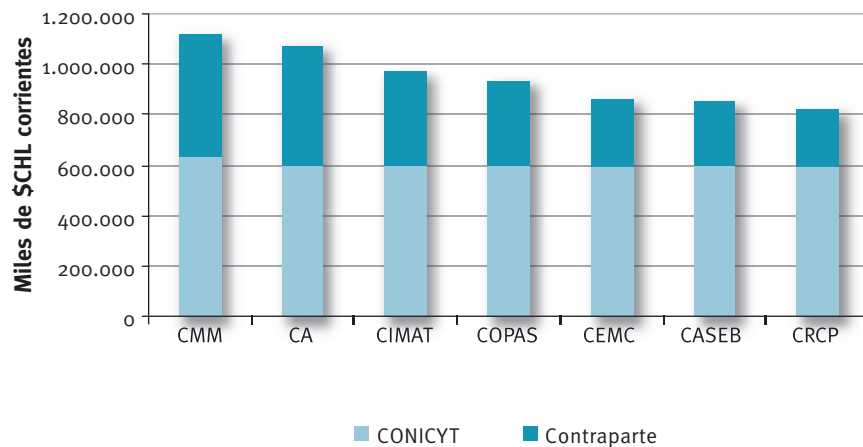
La línea recta horizontal corresponde al monto que ha sido establecido al inicio del Programa, para entregar anualmente a cada Centro por parte de Fondap. La línea de rombos del gráfico indica la evolución en el tiempo del monto promedio realmente otorgado a los Centros en pesos chilenos corrientes, de acuerdo a las bases del Programa. En general, el financiamiento recibido por los Centros se mantuvo bastante estable en valores nominales, sufriendo pequeños cambios debido principalmente a la incorporación de las tres unidades de negocios (CIMAT, CMM, CRCP) y a los apoyos a la investigación de excelencia que fueron otorgadas a los siete Centros Fondap. La línea de triángulos permite considerar cuáles fueron los valores reales de los montos recibidos por los Centros. Esta línea indica los valores en términos constantes, observándose que disminuyen por el efecto de la inflación. Se observa claramente que debido a que la inflación en Chile fue creciente en el período considerado, y al no haberse modificado los montos otorgados por el Programa, estos disminuyeron notablemente a valores constantes. Por último, la línea de cuadrados indica cuáles deberían haber sido los montos otorgados año a año por el Programa a los Centros para mantener el poder adquisitivo del año 2000.

En cuanto a los componentes de la inversión del Programa Fondap, invertir en recursos humanos era muy necesario al inicio del Programa, particularmente porque no había fuentes alternativas y flexibles para contratar a personal de investigación. También se puso énfasis en la compra de equipamiento al comienzo del Programa. Sin embargo, con la evolución del tiempo, la inversión en bienes de capital quedó diluida, totalizando solamente un 10,7% de los recursos invertidos por CONICYT en todos los Centros. Si bien los recursos humanos son indispensables para lograr excelencia en la investigación, este tipo de inversión debe ir acompañada de inversiones importantes en equipamiento y adaptaciones de la infraestructura de investigación: la asignación de más del 50% del presupuesto Fondap a personal muestra un desbalance en la inversión y probablemente fue una respuesta de los Centros a la reducción del valor real de los subsidios recibidos. En los análisis individuales por Centro se observa que el gasto en personal es el más importante en todos los casos.

El Gráfico 2 muestra la distribución de los gastos de los Centros Fondap en todo el período de análisis. Los gastos de personal son entonces los más importantes, e incluyen remuneraciones a: director del Centro, investigadores, tesis, doctorantes, post-docs y personal de apoyo. Los gastos de operación son los que siguen en orden de importancia, y comprenden material fungible, insumos, servicios de computación, análisis de laboratorio, fletes, material bibliográfico, y capacitación, entre otros.

GRÁFICO 2: DISTRIBUCIÓN DE GASTOS DE LOS CENTROS FONDAP (PARA RECURSOS OBTENIDOS DE CONICYT)

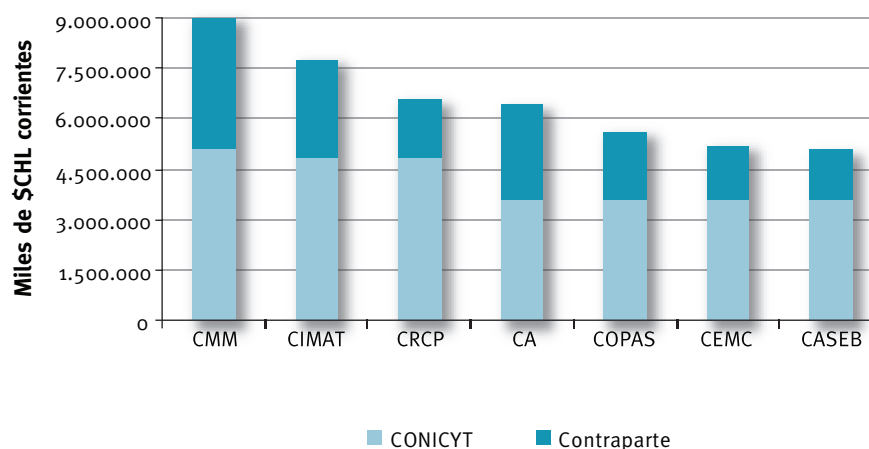
El diseño del Programa no reconoció que diferentes tipos de disciplinas y Centros requieren diferentes niveles de inversión, ya sea debido a que los costos unitarios por disciplina son diferentes, a diferentes niveles de desarrollo de las disciplinas en el país, o debido a diferencias importantes en los planes estratégicos de los Centros, los que pueden variar en su grado de ambición científica y por lo tanto en sus necesidades presupuestarias. Así, el Gráfico 3 muestra que todos los Centros recibieron anualmente y en promedio el mismo monto de financiamiento (600 millones de pesos corrientes), a pesar de que los mismos se desempeñan en áreas de investigación que involucran diferentes costos.

GRÁFICO 3: RECURSOS POR CENTRO, SEGÚN FUENTE DE FINANCIAMIENTO - PROMEDIO ANUAL

Las diferencias que se presentan entre Centros en sus recursos promedio anuales se deben a las diferentes capacidades de los Centros para obtener recursos de otras fuentes (la contraparte¹).

El Gráfico 4 muestra el financiamiento total recibido por cada Centro, por lo que los Centros que llevan más tiempo en funcionamiento muestran montos más elevados.

GRÁFICO 4: FINANCIAMIENTO TOTAL POR CENTRO SEGÚN FUENTE DE FINANCIAMIENTO



En promedio, CONICYT aportó 64% del total de recursos de cada Centro. Los Centros que obtuvieron más recursos de contraparte son el Centro de Modelamiento Matemático (CMM) y el Centro de Astrofísica (CA), que alcanzaron un 44%, y el Centro para la Investigación Interdisciplinaria Avanzada en Ciencias de los Materiales (CIMAT) con el 38% del total de sus recursos. Los Centros que recibieron menos aportes de contraparte son el Centro de Estudios Moleculares de la Célula (CEMC), el Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB) (en ambos casos 30% de todos sus recursos) y el Centro de Regulación Celular y Patológica (CRCP), cuya contraparte constituyó el 27% de todos los recursos recibidos.

Adicionalmente, en el año 2006 tres de los siete Centros (CIMAT, CRCP y CMM) recibieron 55 millones de pesos adicionales en concepto de Unidad de Generación de Negocios. Además, en el año 2007, todos los Centros recibieron 24,4 millones de pesos en concepto de apoyo adicional a la investigación de excelencia.

¹ Actúan como contraparte las universidades que hospedan a los Centros, el sector privado, instituciones públicas y extranjeras. En la mayoría de los casos, las universidades aportan el grueso de los recursos de contraparte, pero pueden estar involucrados aportes de los demás agentes mencionados.

1.3. Gestión y Monitoreo del Programa

La gestión del Programa demostró mejoras con el correr del tiempo a pesar de las dificultades que le impusieron la rigidez de las “reglas del juego”, la escasez de recursos humanos y una lenta curva de aprendizaje. Sin embargo, no pudo lograrse un “liderazgo programático”. El equipo de gestión del Programa mejoró mucho su relación de trabajo con los Centros, respondiendo muy bien a sus necesidades. En este sentido, el equipo tuvo una buena “reactividad” ante los Centros, aunque no logró ser “proactivo” con respecto al desarrollo del Fondap como programa.

Las mejoras en la gestión del Programa se debieron en gran parte a la flexibilización que se produjo en Fondap respecto a las bases entregadas a los Centros y fundamentalmente a los temas administrativos asociados a su gestión. Estas mejoras se produjeron a partir del año 2004 y se profundizaron en el año 2006, lo que contribuyó a que se optimice la relación con los Centros, ya que estos comenzaron a ver a la administración de Fondap como un ente de apoyo y facilitador de su gestión, más que como un fiscalizador. Aspectos destacados de la gestión incluye la organización de y participación en las evaluaciones externas, respuestas a necesidades concretas de los Centros (unidades de negocios y apoyos complementarios) y el afianzamiento del ciclo de proyectos con el tiempo.

Inicialmente, en los años 1997 y 1998, la Dirección del Programa Fondap fue asumida por un Consejero de CONICYT con una dedicación que no alcanzaba a cubrir una jornada completa en el cargo. A partir del año 2002, CONICYT nombra, desde Fondecyt, a un nuevo Director con media jornada. Junto con este nuevo Director, aparece la figura de un Coordinador y un profesional responsable del área de Administración y Finanzas (inicialmente desde Fondecyt, y en la actualidad dentro del equipo del Programa Fondap). También se incorpora al equipo una secretaria. Llama la atención que el Programa nunca ha contado con un director que se pueda dedicar jornada completa al mismo, lo que en opinión de su actual dirección es una falencia, sobre todo porque le resta visibilidad al interior de CONICYT.

“Nunca ha habido un director jornada completa para Fondap y se hace muy necesario”. (Directora Fondap).

La cantidad de personal con la que dispone el Fondap obliga a que las visitas realizadas a los Centros sean en su mayoría por temas administrativos y no técnicos o sustantivos. Se puede afirmar que los recursos humanos destinados al Programa Fondap son insuficientes para las labores administrativas y técnicas que implica el coordinar el Programa, imposibilitando que el equipo pueda trabajar en profundidad temas de planificación y/o evaluación de su implementación. Otros aspectos que corresponderían a ejercer el “liderazgo programático” mencionado anteriormente incluyen la difusión de los resultados del Programa a la sociedad (por ejemplo han faltado publicaciones con los logros del Fondap), la promoción de generación de propiedad intelectual y su protección, vinculación programática con los sectores público y privado y el monitoreo continuado de indicadores del Programa (gestión de proyectos como portafolio).

1.4. Análisis del Cumplimiento de los Objetivos

Con respecto al logro de los objetivos establecidos por el Programa, hay una alta coincidencia en que los tres primeros objetivos se han logrado ampliamente, mientras que los dos últimos objetivos se han logrado escasamente. Más específicamente, Fondap ha sido ampliamente exitoso en promover la investigación asociativa en Chile. Inmediatamente a continuación, ha ido logrando (en similar nivel de importancia) la realización de investigaciones de excelencia y formación de recursos humanos de alto nivel, estando ambos objetivos muy relacionados entre sí. Hay mucha distancia entre el logro de estos objetivos y el de los objetivos de proyección y difusión al medio externo y de contribución al desarrollo del país, sobre los cuales no ha habido mucha claridad y sus logros han sido limitados, observando mayores logros en el caso de difusión al medio externo que en el caso de contribución al desarrollo del país en general. Sin embargo, podría argumentarse que la forma de contribuir al desarrollo del país del Programa Fondap es a través del cumplimiento de los cuatro primeros objetivos en general y el de formación de recursos humanos altamente calificados en particular. A continuación se resumen los logros del Programa a nivel agregado de acuerdo a los cinco objetivos que se plantea lograr.

1.4.1. OBJETIVO 1: FOMENTAR LA INVESTIGACIÓN ASOCIATIVA

Este es el objetivo que distingue claramente al Fondap: es el “sello” con el cual se inicia el Programa y sobre el que se construyen los demás objetivos. Las bases de concurso explicitan en su párrafo 1.2.: “*Los programas Fondap tienen por objeto concitar el **trabajo en equipo de grupos de investigadores** en aquellas áreas temáticas que el Gobierno ha decidido priorizar y donde la ciencia nacional ha alcanzado un alto nivel de desarrollo y cuenta con un número significativo de investigadores con productividad demostrada.*” El logro fundamental del Fondap es el de haber iniciado un **cambio cultural** sobre la forma de hacer ciencia en Chile. Diez años atrás sólo se trabajaba a nivel “individual”, coincidiendo las líneas de investigación con pequeños grupos de investigación, trabajando aisladamente. Fondap ha sido clave en este cambio cultural². **Los investigadores individuales aprendieron** a diseñar agendas de investigación más ambiciosas y complejas, y **a tomar decisiones en conjunto**. Este cambio cultural también fue entendido por las agencias financiadoras de proyectos de investigación y desarrollo de Chile, que crecientemente han apoyado proyectos más grandes, tanto en monto económico como en duración en el tiempo, donde la “asociatividad” pasó a ser un requerimiento para la elegibilidad de los proyectos propuestos.

Los Centros Fondap también tienen una **dimensión internacional importante** en la investigación asociativa, la que se traduce en resultados muy concretos, que incluyen el establecimiento de convenios activos con otras instituciones, el abundante intercambio internacional de profesores visitantes, post-docs y estudiantes de doctorado y la participación en redes internacionales de investigación. Esta dinámica no existía hace diez años en Chile.

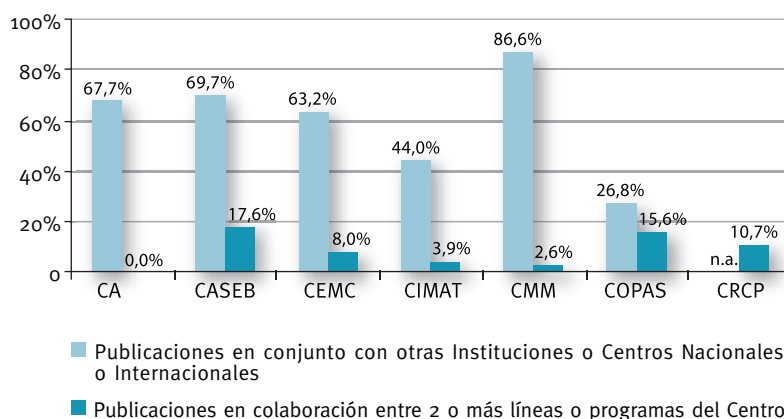
Las actividades de asociatividad pueden traducirse (aunque no necesariamente) en publicaciones conjuntas entre los asociados. Se observa en casi todos los Centros que se realizan gran cantidad de publicaciones con otros grupos de investigadores internacionales o nacionales (constituyendo entre el 26,8% y el 88,6% del total de publicaciones de cada

² Iniciada poco tiempo después del Fondap, la Iniciativa Científica Milenio (dependiente de MIDEPLAN) también contribuyó importantemente a este logro.

Centro), siendo que las publicaciones en colaboración entre investigadores pertenecientes a dos o más líneas de investigación o programas dentro del mismo Centro no son tantas (estas alcanzan entre el 2.6% y el 17,6% del total de publicaciones de cada Centro).

El Gráfico 5 muestra los resultados de publicaciones en colaboración para cada uno de los Centros, siendo que todos ellos presentan un comportamiento similar. Si bien es esperable que las publicaciones en conjunto sean mayores hacia afuera que hacia adentro del Centro (respondiendo a necesidades específicas de complementariedad de esfuerzos que no se encuentran localmente), también se podría haber esperado un mayor crecimiento en las publicaciones conjuntas hacia adentro del Centro, reflejando una mayor integración de sus líneas de investigación.

GRÁFICO 5: PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE PUBLICACIONES CON OTRAS INSTITUCIONES NACIONALES E INTERNACIONALES SOBRE EL TOTAL DE PUBLICACIONES Y PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE PUBLICACIONES CON DOS O MÁS LÍNEAS O PROGRAMAS DENTRO DEL MISMO CENTRO SOBRE EL TOTAL DE PUBLICACIONES³



1.4.2. OBJETIVO 2: DESARROLLAR INVESTIGACIÓN DE EXCELENCIA

El Programa Fondap en general y sus Centros en particular han ido creando las condiciones para que en Chile se puedan realizar investigaciones científicas a un nivel comparable al que se realizan en países desarrollados. Si bien se ha avanzado mucho en esta dimensión de trabajo, la meta es difícil de alcanzar en valores absolutos, ya que por un tiempo habrá limitantes importantes en recursos económicos disponibles para investigación y desarrollo (lo que se traduce por ejemplo en limitantes a la disponibilidad de equipamiento mayor e intermedio y de infraestructura científica) y todavía falta desarrollar una masa crítica de investigadores, aunque se está avanzando rápidamente en esto último.

³ Para el Centro de Astrofísica no hubo publicaciones entre 2 o más líneas de investigación según los reportes recibidos, y por lo tanto el valor de dicho indicador es 0%. Para el caso del CRCP, el Centro no respondió a la solicitud de información, por lo que no se cuenta con información acerca de las publicaciones realizadas con otras instituciones nacionales o internacionales.

Hay variados indicadores que muestran que hay condiciones de investigación de excelencia en los Centros Fondap, entre ellas perspectivas de largo plazo, liderazgo científico

en sus respectivas áreas, volumen y movilidad de recursos humanos, disponibilidad de equipamiento e instalaciones adecuadas para la investigación.

Muchas veces los Centros Fondap son percibidos positivamente como “islas de excelencia”, lo que ha sido un elemento clave por ejemplo en que un número apreciable de investigadores chilenos que residían en países desarrollados decidieran volver a Chile. El liderazgo científico de los Centros es reconocido por muchos de los post-docs y estudiantes de doctorado extranjeros (de países latinoamericanos y otros desarrollados) que deciden postular y hacer sus trabajos en los Centros. El liderazgo científico de los Centros puede visualizarse a través del creciente impacto de las publicaciones (medido tanto por el factor de impacto de las revistas como por el número de citas correspondientes), la organización de un número importante de eventos científicos (congresos y simposios) y de cursos de formación, y por último por premios y reconocimientos, incluyendo premios nacionales de ciencia.

Para cuantificar los resultados de cada uno de los Centros respecto al objetivo de desarrollar investigación de excelencia, se seleccionaron algunos indicadores como el crecimiento de las citas promedio por publicación, el porcentaje de publicaciones ISI en el 10% superior de impacto; y citas acumuladas, publicaciones totales y citas promedio para todas las publicaciones. Los indicadores se colocaron en dos perspectivas de comparación diferentes. Primero se comparó el desempeño conjunto de los investigadores principales de cada Centro desde la creación del Centro (“período Centro”) con el desempeño de esos mismos investigadores en el período de tiempo previo al establecimiento del Centro (período “Pre-Centro”), siendo que ambos períodos tienen la misma duración en número de años. Luego, se comparó el desempeño de los investigadores Fondap con grupos de investigadores control de las disciplinas correspondientes a los Centros para ambos períodos de tiempo.

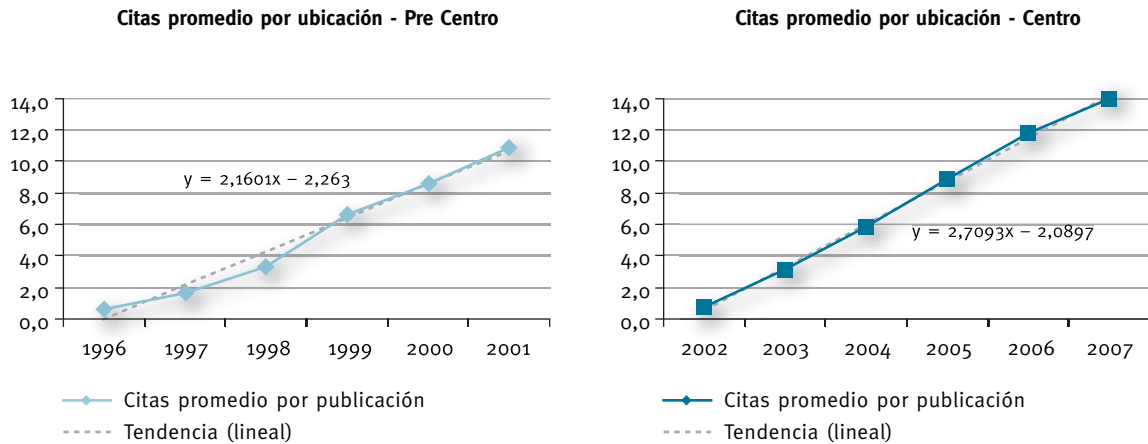
El Gráfico 6 muestra la evolución de la productividad de los investigadores durante los períodos Pre-Centro y Centro, medida como citas promedio por publicación acumuladas año a año. Para el análisis se consideraron todas las citas recibidas por todas las publicaciones ISI de todos los investigadores principales Fondap de cada Centro, tomando ambos períodos de tiempo por separado. Las citas se comienzan a acumular partiendo desde el primer año de cada período, y se terminan de contabilizar al final del último año. En el gráfico se muestra la evolución de las citas promedio por publicación en ambos períodos y la ecuación de regresión correspondiente. La pendiente de la regresión lineal permite inferir la tasa de crecimiento promedio anual de las citas.

Asumiendo un comportamiento lineal en el crecimiento anual de las citas promedio por artículo publicado, se debería esperar que la pendiente correspondiente al período Pre-Centro se mantenga en el tiempo en el caso de que los investigadores hubieran continuado sus actividades científicas en ausencia de un programa específico de apoyo adicional. Como estos investigadores se beneficiaron del Programa Fondap, se esperaría que el hecho de pertenecer a un Centro Fondap (“efecto Centro”) se traduzca en un aumento de la pendiente de crecimiento de la productividad.

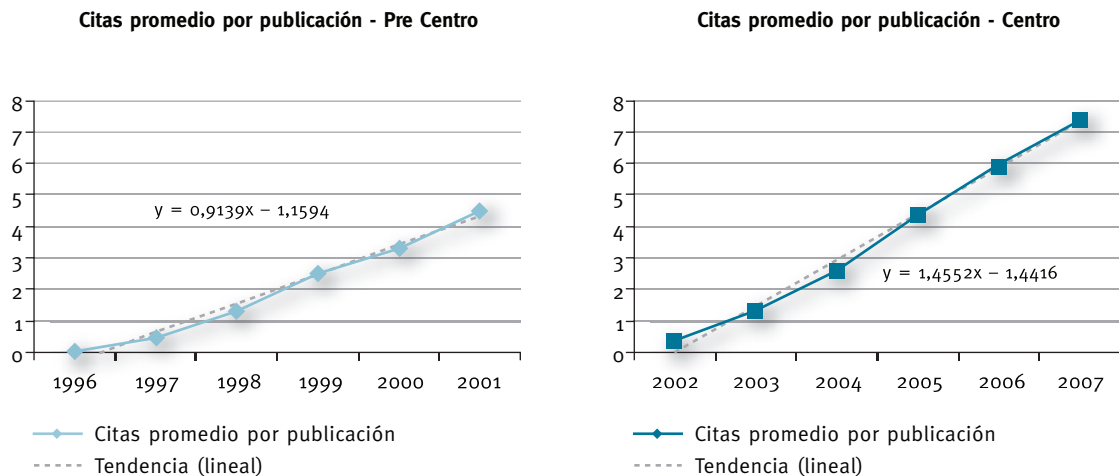
Con la excepción de un solo Centro CIMAT, todos los Centros mostraron aumentos en las tasas de crecimiento de las citas promedio por publicación en el período Centro en relación con el período Pre-Centro. El CEMC (con un 121% de variación positiva de su pendiente) y el CRCP (72%) mostraron aumentos muy importantes de su productividad, el CASEB (59% de aumento) muestra un aumento considerable, y en los casos del CA (25%), el COPAS (18%) y del CMM (7%), los aumentos fueron moderados. En el caso del CIMAT la variación fue no significativa, observándose una disminución de su pendiente de productividad del 7%.

GRÁFICO 6: CITAS PROMEDIO POR PUBLICACIÓN PRE-CENTRO Y DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL CENTRO - TENDENCIAS

CA

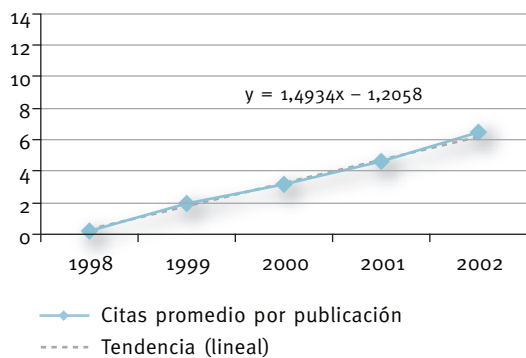


CASEB

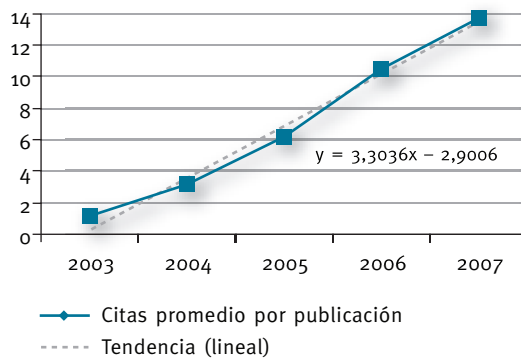


CEMC

Citas promedio por publicación - Pre Centro

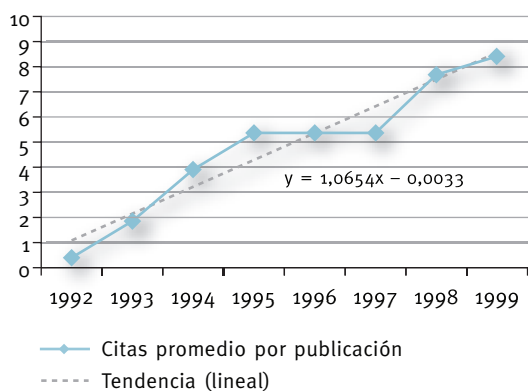


Citas promedio por publicación - Centro

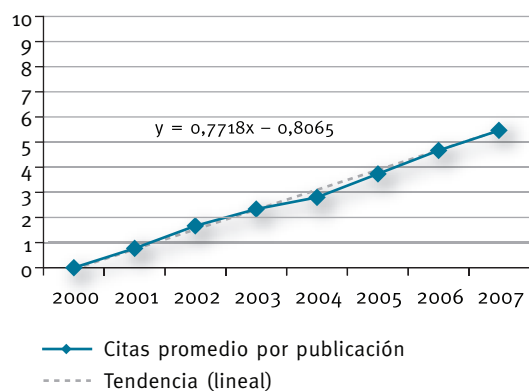


CIMAT

Citas promedio por publicación - Pre Centro

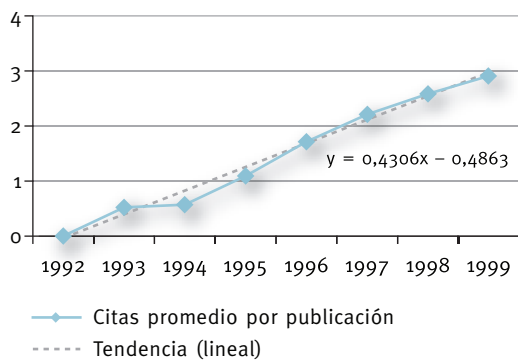


Citas promedio por publicación - Centro

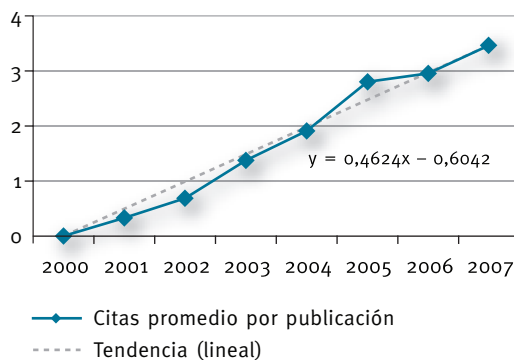


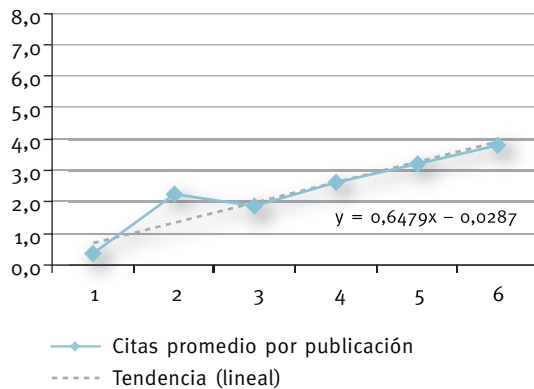
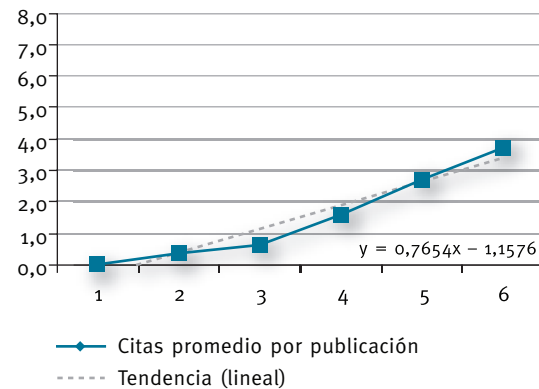
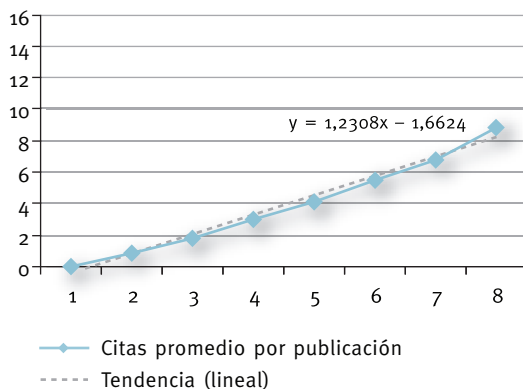
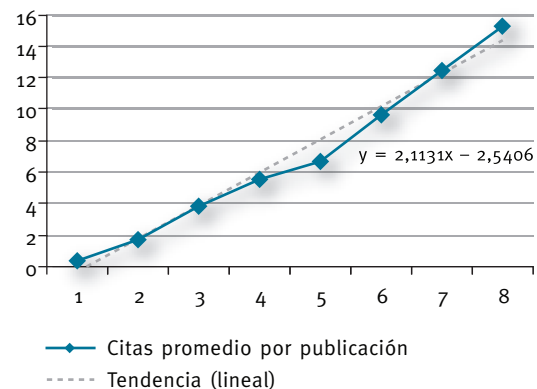
CMM

Citas promedio por publicación - Pre Centro



Citas promedio por publicación - Centro



COPAS**Citas promedio por publicación - Pre Centro****Citas promedio por publicación - Centro****CRCP⁴****Citas promedio por publicación - Pre Centro****Citas promedio por publicación - Centro**

El Gráfico 7 está compuesto por dos gráficos por Centro. En los gráficos de la izquierda se muestran la cantidad de publicaciones totales realizadas por los investigadores principales durante el período Pre-Centro y durante el funcionamiento del Centro, las citas totales correspondientes a dichas publicaciones, y las citas promedio por publicación (que son el resultado de dividir los dos indicadores anteriores). Los gráficos de la derecha muestran las tasas de variación para cada uno de los indicadores entre los dos períodos considerados. Este tipo de tratamiento de los indicadores permite comparar la producción total de los investigadores durante el período Centro con el período Pre-Centro en términos de número de publicaciones. También permite sacar conclusiones sobre la relevancia de dichas publicaciones para la comunidad científica internacional, medida por el total de citaciones recibidas en ambos períodos considerados, y analizar en qué medida el crecimiento o decrecimiento en las citas totales se debe a cambios en la cantidad de publicaciones y/o a mejoras de la relevancia de las mismas.

4 Para los Centros COPAS y CRCP los períodos considerados no se corresponden con años calendario particulares porque existen investigadores principales que se incorporaron a estos Centros posteriormente al inicio de los mismos. Por esta razón, los años Pre-Centro y en el Centro no son los mismos para todos los investigadores y por lo tanto tampoco se corresponden unívocamente con los años calendario.

En relación a la producción total de los investigadores principales, los investigadores correspondientes a cinco de los Centros aumentaron su producción de publicaciones en el período Centro con respecto al período Pre-Centro en porcentajes que van del 32% al 132%: CASEB (32%), CEMC (50%), CIMAT (52%), CA (100%) y COPAS (132%). Dos de los Centros no mostraron una variación significativa en el número total de publicaciones Pre-Centro: las publicaciones del CMM aumentaron en un 5%, mientras que las del CRCP disminuyeron en un 4%.

La relevancia o impacto de las publicaciones en la comunidad internacional aumentó para todos los Centros, lo que indica que en todos los casos aumentó la calidad de todo el trabajo científico llevado a cabo en el período Centro. Este aumento fue no significativo en el caso del CMM (4%), siendo que para los demás Centros la relevancia de las publicaciones aumentó en porcentajes que van del 32 al 167%: CIMAT (32%), CRCP (60%), CASEB (111%), CA (141%), COPAS (165%) y CEMC (167%).

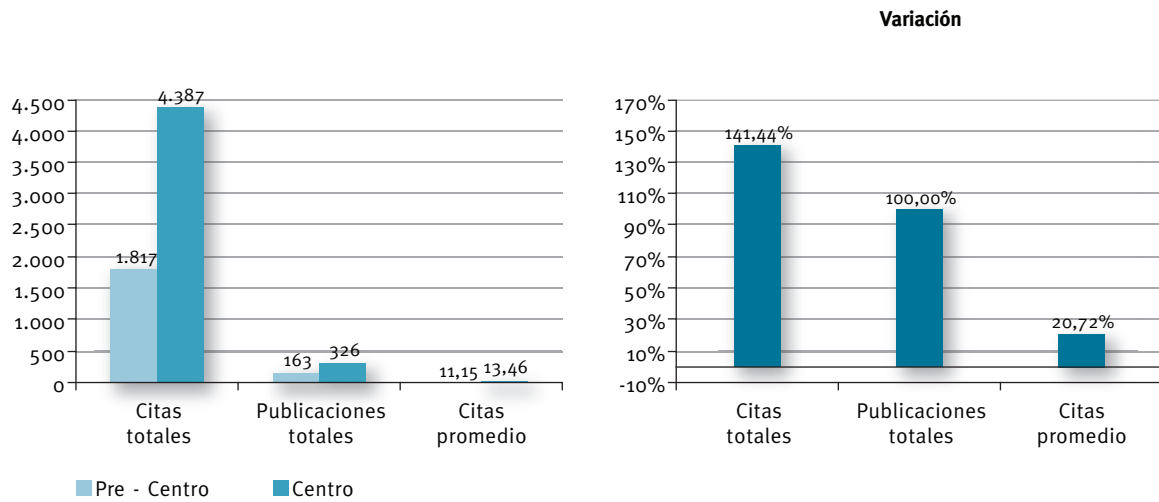
La variación en la cantidad de citas promedio por publicación es un indicador del cambio de productividad de los investigadores de los Centros Fondap, entendida en términos de la relevancia o impacto de cada publicación realizada. Cinco de los Centros mostraron aumentos significativos de las citas promedio: CRCP y CA (en ambos casos del 21%), COPAS (del 38%), CASEB (60%) y CEMC (78%). El CMM prácticamente no mostró variación (disminución del 0,5%) y el CIMAT disminuyó sus citas promedio en un 13%.

En el caso de los cinco Centros con aumentos significativos en sus citas promedio, las citas totales aumentaron más que proporcionalmente en relación a las publicaciones totales. Es interesante notar que si bien el CRCP disminuyó levemente el número total de publicaciones totales en el período Centro (en un 4%), sus citas acumuladas aumentaron en un 60%.

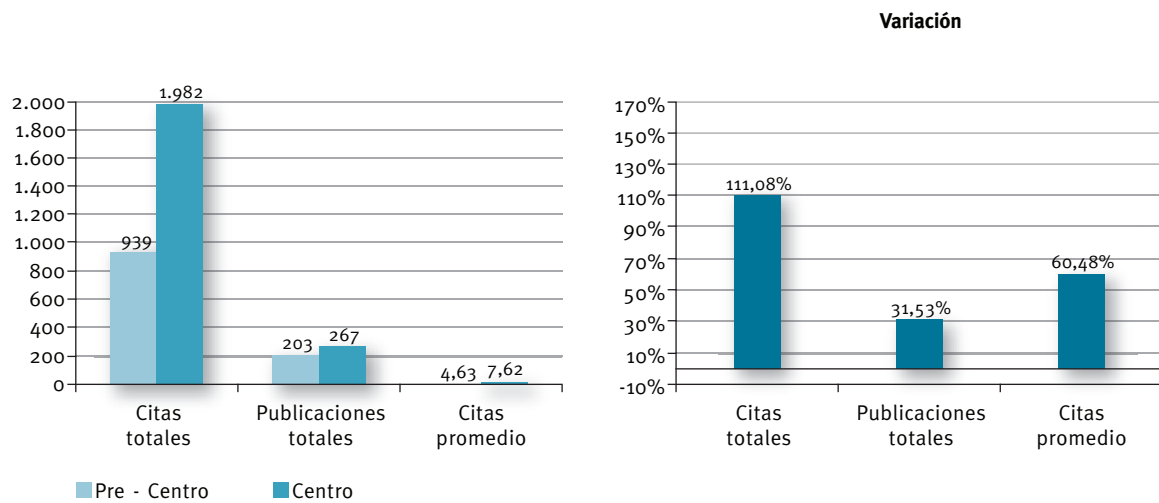
Si bien tanto en el CMM como en el CIMAT aumentaron sus citas totales durante el período Centro, estas aumentaron menos que proporcionalmente a la cantidad de publicaciones (que también aumentaron), por lo que las citas promedio por publicación se redujeron (aunque no considerablemente) en el período Centro.

GRÁFICO 7: CITAS TOTALES, PUBLICACIONES TOTALES, CITAS PROMEDIO Y TASAS DE CRECIMIENTO - PERÍODO PRE-CENTRO Y DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL CENTRO

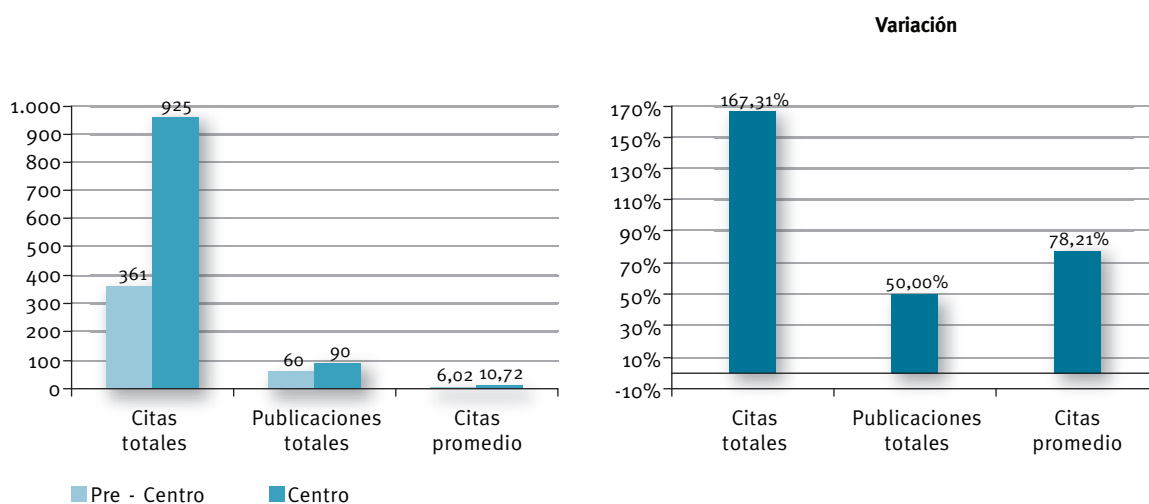
CA



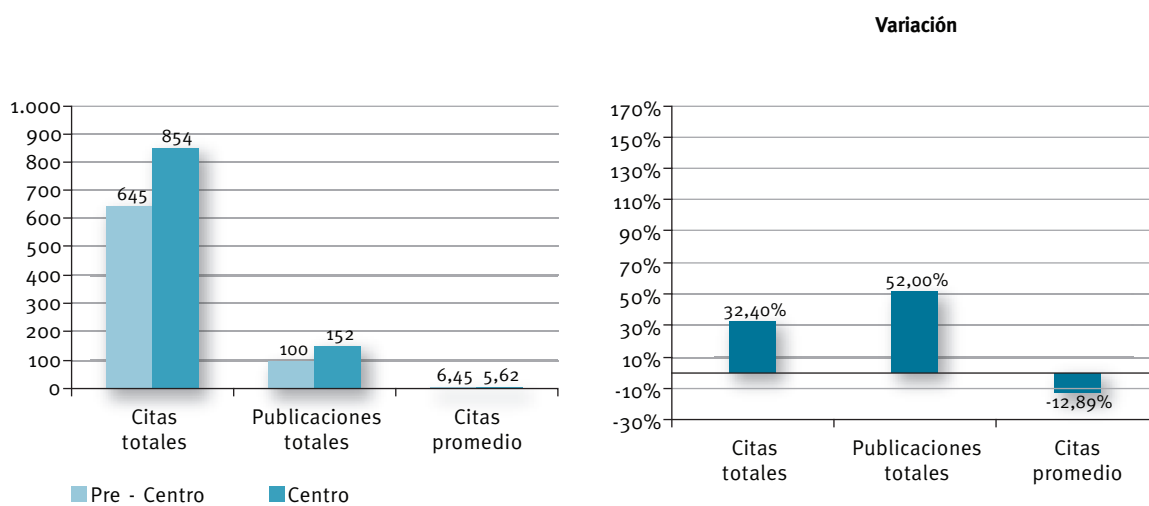
CASEB

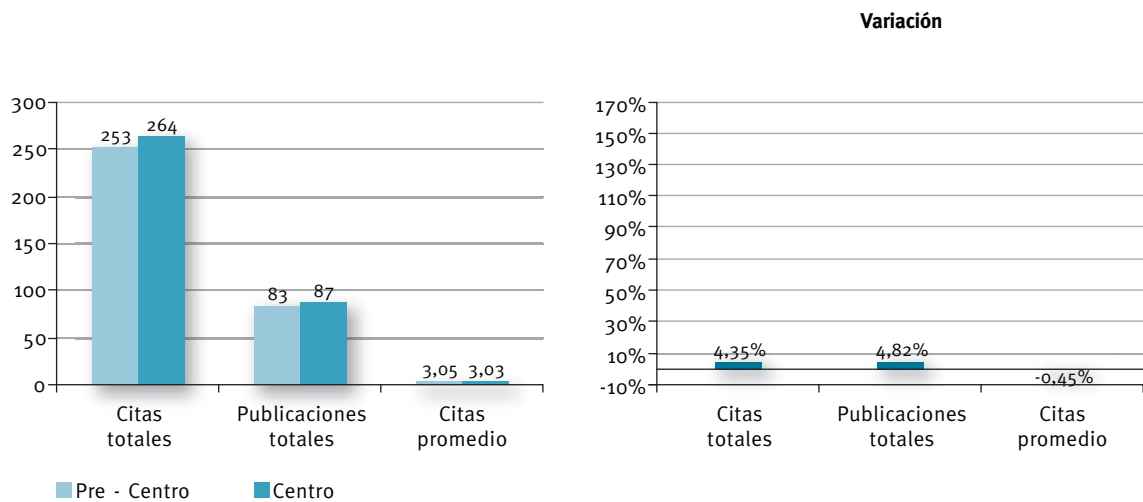
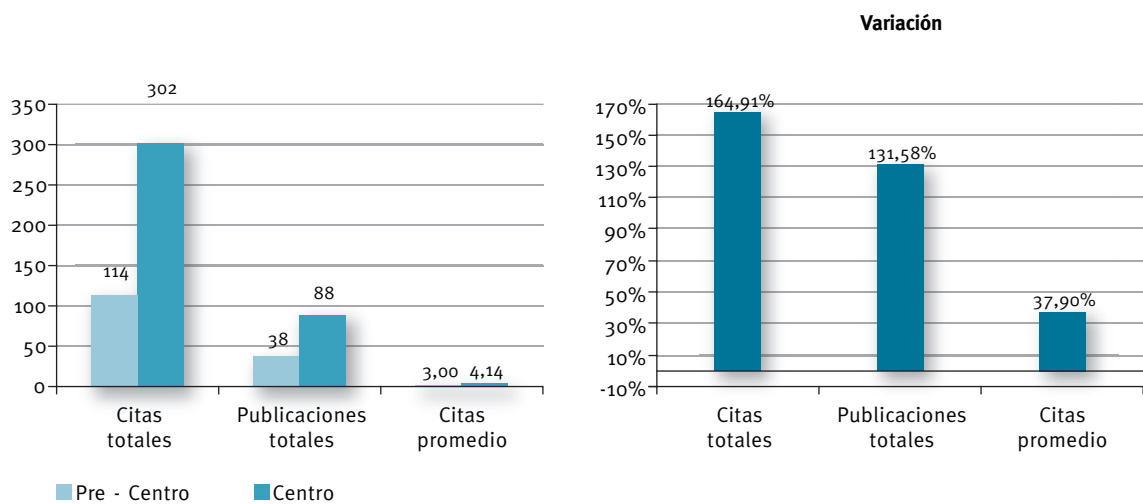


CEMC

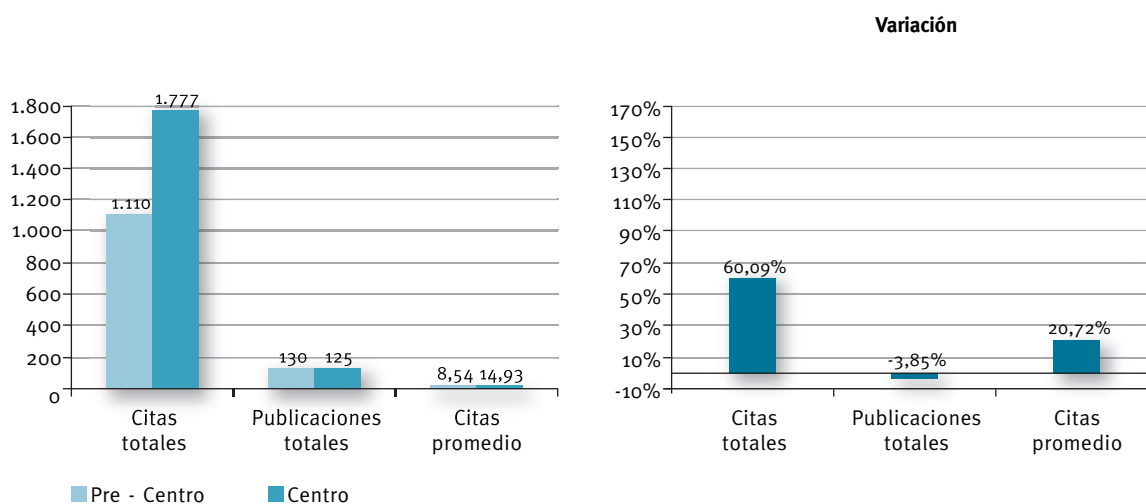


CIMAT



CMM**COPAS**

CRCP



Si bien el análisis cuantitativo anterior indica claramente que los Centros en general permitieron que sus investigadores aumenten tanto su producción como productividad científica con respecto al período Pre-Centro, se observan limitaciones al crecimiento de los Centros en términos de estos indicadores. Los Gráficos 8 y 9 muestran la evolución de las publicaciones totales, publicaciones ISI y publicaciones ISI en revistas del 10% superior de impacto para todos los Centros (tomados como un solo conjunto) desde el inicio del Programa Fondap.

GRÁFICO 8: PUBLICACIONES TOTALES Y PUBLICACIONES ISI - PARA LOS 7 CENTROS

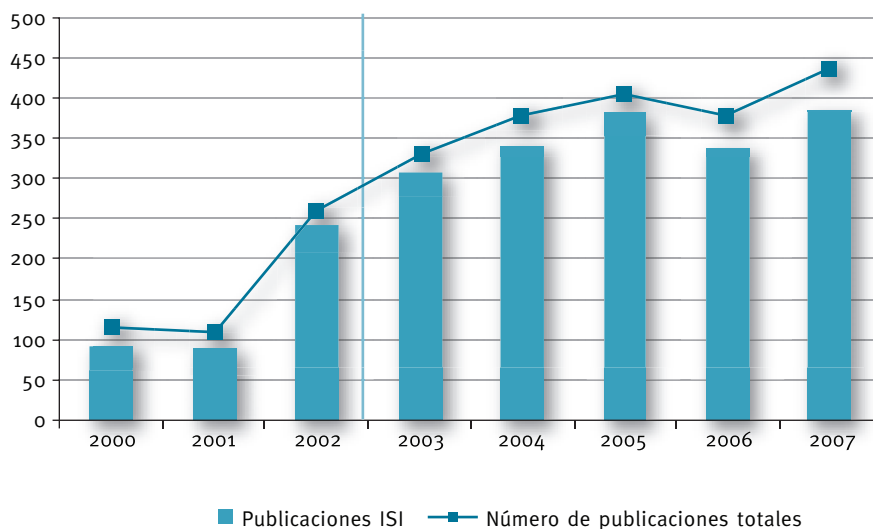
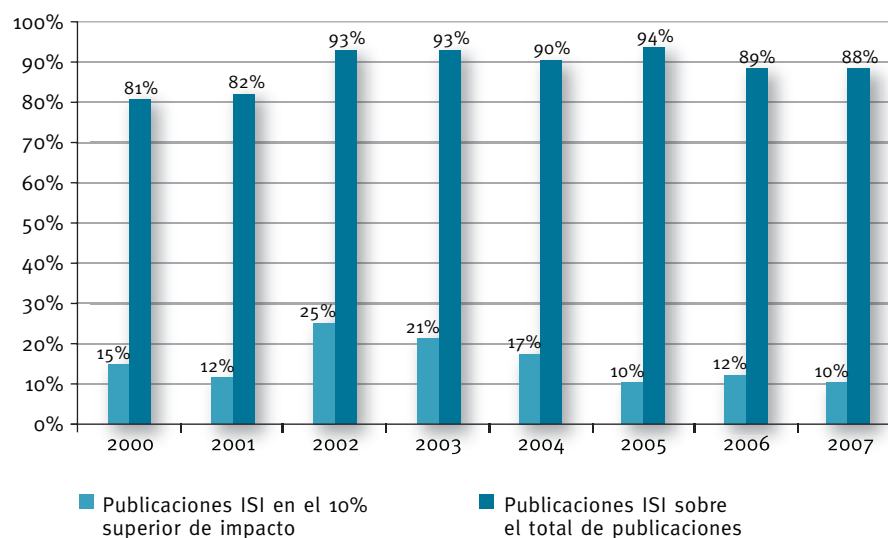


GRÁFICO 9: PORCENTAJE DE PUBLICACIONES ISI Y PUBLICACIONES ISI EN EL 10% SUPERIOR DE IMPACTO SOBRE EL TOTAL DE PUBLICACIONES - PARA LOS 7 CENTROS



A partir del momento en que todos los Centros Fondap están en pleno funcionamiento (indicado por la línea vertical desde el año 2003), se observa un aumento en la producción total de publicaciones. El nivel de publicaciones ISI se estabiliza a partir del año 2005. A su vez, la contribución de publicaciones ISI en revistas del 10% superior de impacto al total de publicaciones muestra un aumento importante en los años 2002 y 2003, aunque este aumento es seguido por un decrecimiento hasta los niveles de los años 2000 y 2001. Este comportamiento puede entenderse como cierto “estancamiento” en la evolución de los indicadores.

Una consideración fundamental en la concepción de iniciativas de centros de excelencia, es que la concentración y combinación de recursos humanos existentes con abundantes recursos económicos conduce a logros científicos cada vez más importantes, lo que implicaría que los indicadores correspondientes mejorarían continuamente, al menos hasta alcanzar cierta capacidad máxima, y/o hasta alcanzar niveles similares a los mejores estándares internacionales. Si bien se avanzó mucho en el logro de resultados cada vez más parecidos a los de los países desarrollados (como se verá en el ejercicio de benchmarking internacional), todavía falta camino por recorrer, particularmente en el volumen de producción científica.

En base a los resultados obtenidos puede argumentarse que al iniciarse los Centros Fondap sus investigadores mejoraron significativamente su desempeño gracias al “efecto Centro”. Este efecto Centro puede entenderse como una combinación entre arreglos organizativos y recursos económicos que permitieron abordar agendas de investigación más complejas que las que históricamente se llevaban a cabo. Además de la cantidad de recursos económicos iniciales fue importante su distribución, la que incluyó un componente para la compra de equipamiento. Sin embargo, esta inversión no se mantuvo en el tiempo: a partir del

año 2003 comienza una rápida declinación del valor real del peso (ver Gráfico 1)⁵. En un escenario de recursos decrecientes habría que preguntarse entonces por qué los Centros pudieron mantener su nivel de producción, lo cual en sí sería un gran logro, cuando ahora se esperaría que el desempeño disminuya, dada la disminución de recursos. La respuesta de los Centros fue mantener la capacidad de trabajo alcanzada en los primeros años de funcionamiento, priorizando la distribución de recursos hacia el personal, disminuyendo la proporción de gasto en equipamiento, lo que se ve claramente en la evolución detallada del gasto en el informe principal. Además se compensó el presupuesto accediendo a otras fuentes de financiamiento complementarias como el Fondecyt (que flexibilizó sus reglas de acceso para miembros de los Centros) y Milenio, entre otras.

El Gráfico 10 muestra el análisis conjunto de investigadores principales y la comparación con el Grupo Control. Se comparó el número de publicaciones acumuladas y las citas promedio de estas publicaciones para los investigadores del Centro y para los investigadores del Grupo Control en los dos períodos considerados en el estudio (Pre-Centro y durante el Centro).

Se observa para todos los casos que para los investigadores de los Centros Fondap las publicaciones son mayores que las del Grupo Control tanto en el período Pre-Centro como en el período del Centro. Los Centros CASEB y CRCP son los que presentan diferencias mayores. Para el CASEB las publicaciones Pre-Centro son superiores en 9,5 unidades en promedio por año respecto a las del Grupo Control, y en el período del Centro se realizaron en promedio 11,66 publicaciones por año más respecto al Grupo Control. Para el CRCP las publicaciones son superiores en 8,75 y 7,125 unidades en promedio por año para cada período. Para los demás Centros las publicaciones superan en promedio a las del Grupo Control en menores cantidades, CEMC (0,54 Pre-Centro y 3,8 en el período del Centro), CIMAT (0,975 Pre-Centro y 4,27 en el período del Centro), CMM (3,025 Pre-Centro y 1,95 en el Centro) y COPAS (1,6 Pre-Centro y 7,125 en el Centro). Además se observa que exceptuando el CMM y el CRCP las diferencias promedio han aumentado en el período del Centro respecto al período Pre-Centro.

Respecto a las citas promedio por publicación, éstas son mayores a las del Grupo Control para los investigadores de los Centros CASEB, CEMC, CIMAT y CRCP. En el caso del CASEB las citas son en promedio un 160% más elevadas que las del Grupo Control en el período Pre-Centro y un 137% en el período del Centro. Para el CRCP las diferencias en las citas alcanzan valores de 169% y 129% para los períodos Pre-Centro y Centro respectivamente. En estos dos Centros se observa que las diferencias son superiores en el período Pre-Centro que en el período del Centro pero las magnitudes no son elevadas. En caso del CIMAT este muestra que las citas superan en promedio a las del Grupo Control en 256% y 81% en cada uno de los períodos respectivamente, si bien sigue el comportamiento de los centros antes mencionados, la diferencia observada en el período Pre-Centro respecto al período del Centro es importante.

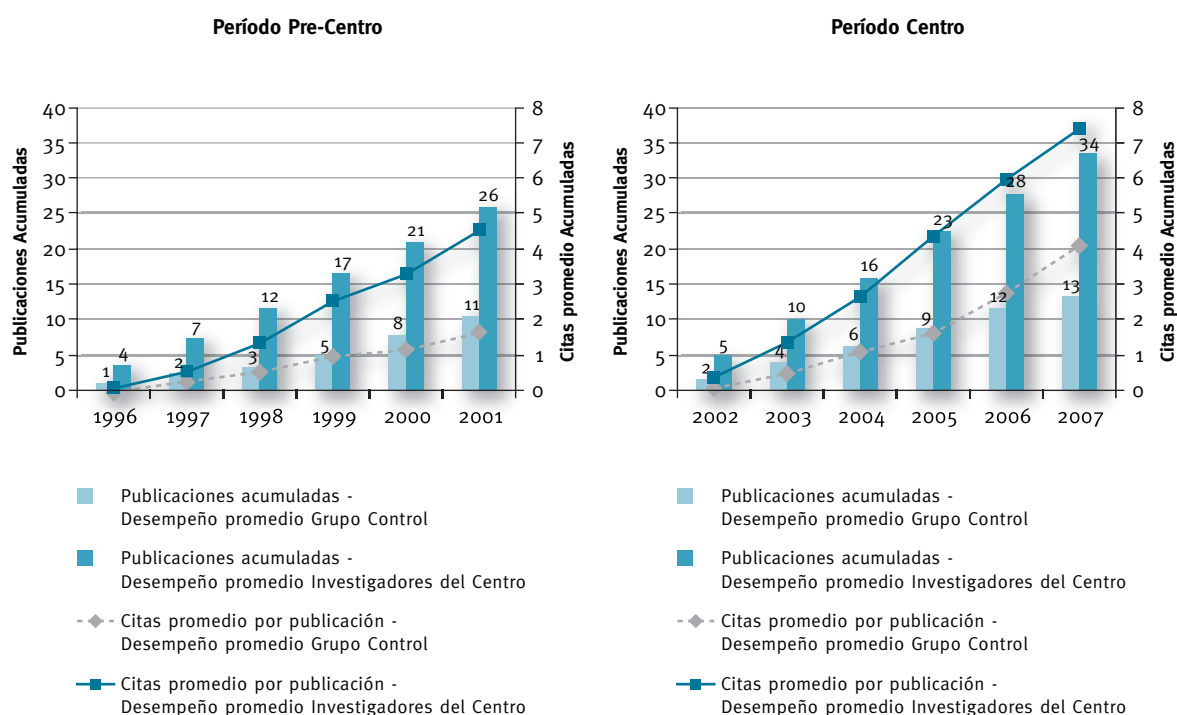
⁵ Si bien la declinación del peso en términos de equivalencia con el dólar no fue tan drástica, sí lo fue en términos de su deterioro por inflación. Dada la composición de gastos de los Centros Fondap, donde la mayoría de los gastos son de naturaleza nacional (personal, gastos de administración, y parte de gastos de operación) la referencia más relevante es con el índice de precios de Chile.

Para el CEMC las citas superan a las del Grupo Control en 102% y un 343% para cada uno de los períodos respectivamente. Este Centro, a diferencia de los anteriores supera al Grupo Control en una magnitud mayor en el período del Centro.

El CMM y el COPAS muestran comportamientos algo diferentes. En el caso del COPAS las citas promedio por publicación del Centro superan al Grupo Control en el período Pre-Centro (241% más altas en promedio), pero esta situación se revierte en el período del Centro (46% más bajas en promedio), lo que se debe a un muy rápido crecimiento en el número de publicaciones que no fue acompañado por el número de citas. En el CMM la diferencia entre el desempeño promedio del Grupo Control y el desempeño promedio de los investigadores del Centro no parece significativa: en promedio las citas del CMM superan a las del Grupo Control en un 6,9% en el período Pre-Centro y en un 3,3% en el período del Centro.

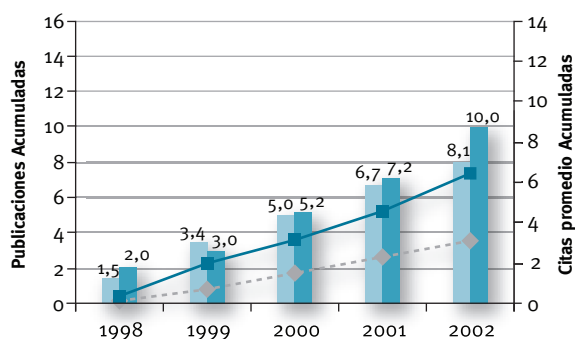
GRÁFICO 10: ANÁLISIS CONJUNTO DE INVESTIGADORES PRINCIPALES Y COMPARACIÓN CON EL GRUPO CONTROL

CASEB



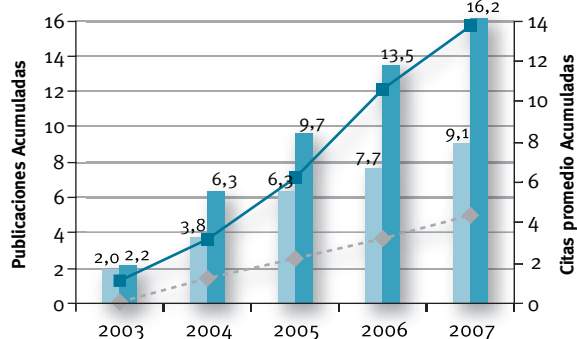
CEMC

Período Pre-Centro



- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Grupo Control
- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Investigadores del Centro
- ♦- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Grupo Control
- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Investigadores del Centro

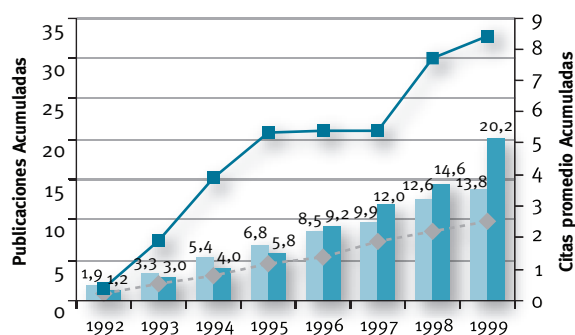
Período Centro



- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Grupo Control
- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Investigadores del Centro
- ♦- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Grupo Control
- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Investigadores del Centro

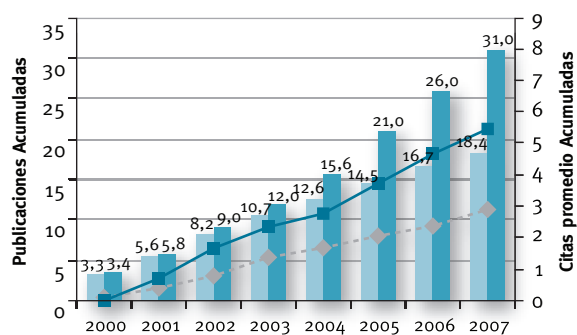
CIMAT

Período Pre-Centro



- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Grupo Control
- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Investigadores del Centro
- ♦- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Grupo Control
- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Investigadores del Centro

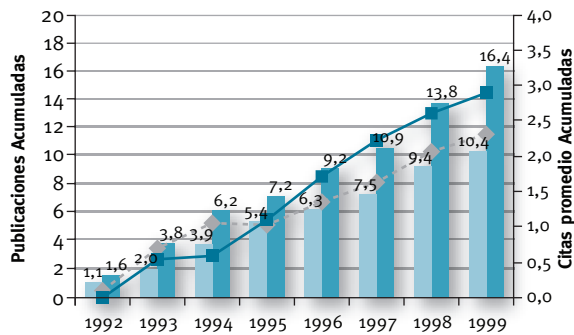
Período Centro



- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Grupo Control
- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Investigadores del Centro
- ♦- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Grupo Control
- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Investigadores del Centro

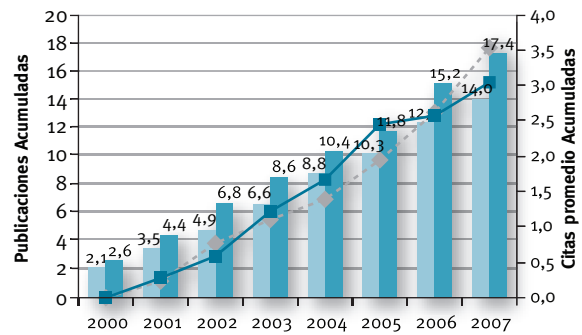
CMM

Período Pre-Centro



- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Grupo Control
- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Investigadores del Centro
- ♦- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Grupo Control
- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Investigadores del Centro

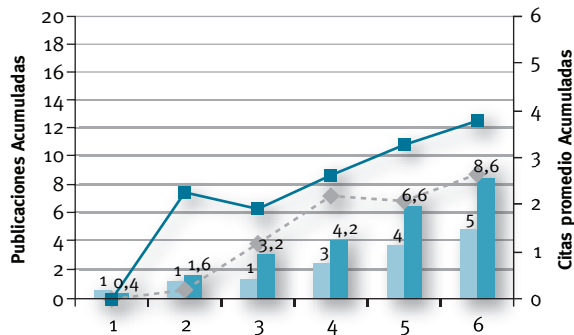
Período Centro



- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Grupo Control
- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Investigadores del Centro
- ♦- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Grupo Control
- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Investigadores del Centro

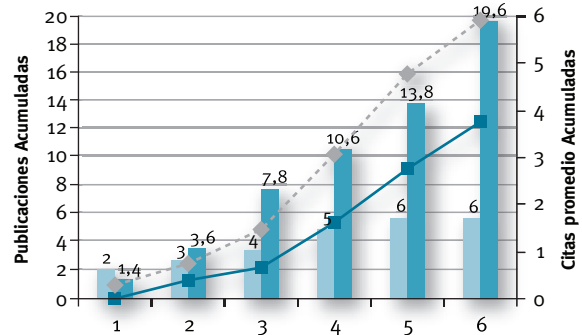
COPAS

Período Pre-Centro



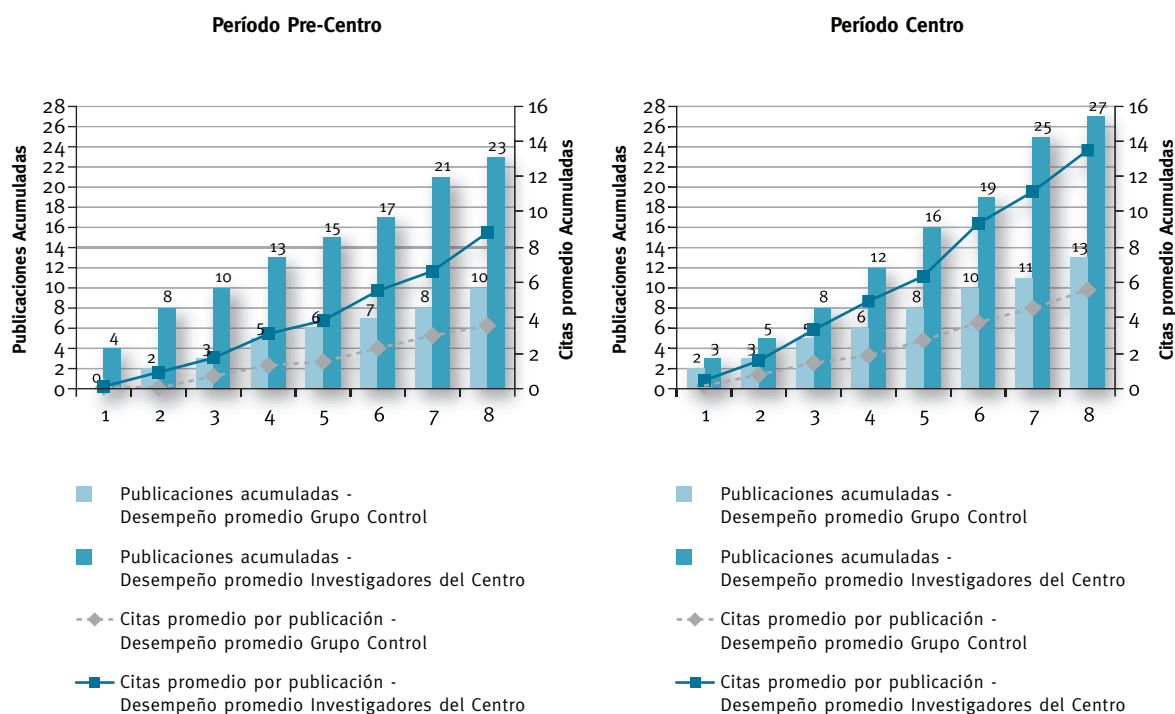
- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Grupo Control
- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Investigadores del Centro
- ♦- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Grupo Control
- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Investigadores del Centro

Período Centro



- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Grupo Control
- Publicaciones acumuladas - Desempeño promedio Investigadores del Centro
- ♦- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Grupo Control
- Citas promedio por publicación - Desempeño promedio Investigadores del Centro

CRCP

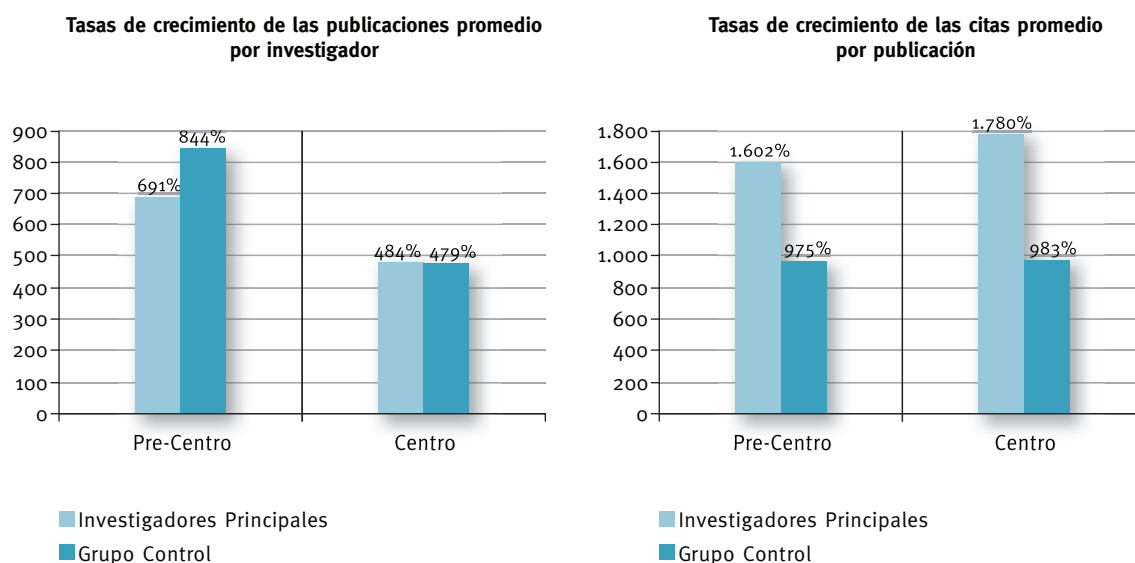


Para obtener indicadores del Grupo Control que fueran compatibles con los del Centro, se trabajó por disciplinas. **En primer lugar** se calculó (tanto para el período previo al Centro como para el posterior a la puesta en marcha del Centro) la evolución del número de publicaciones acumuladas que tuvo el investigador promedio del grupo de control de la disciplina a la que pertenece el investigador Fondap promedio a analizar. **En segundo lugar**, para este mismo Grupo Control y para ambos períodos se calculó la evolución de las citas promedio de las publicaciones acumuladas. Esto se obtuvo sumando el número total de citas que los artículos de dichos autores llevan acumulados hasta un determinado año y se dividió por el número de artículos publicados hasta ese año. **Finalmente**, se compara la evolución tanto del volumen de producción (medida por las publicaciones acumuladas) así como también del impacto de las publicaciones del investigador promedio del Centro (medidas por las citas promedio por artículo) con respecto al Investigador Control promedio elaborado para la disciplina a la cual pertenece.

Mención especial merecen los Grupos Control elaborados para Centros que contienen investigadores principales que pertenecen a distintas disciplinas. En este caso a las series obtenidas correspondientes al investigador promedio de cada disciplina se le aplica una suma ponderada, en donde la ponderación refleja la participación que en el Centro Fondap tiene esa disciplina dentro del total de investigadores principales, de modo que se obtiene un investigador promedio que incorpora a cada disciplina de igual manera que el investigador promedio correspondiente al Centro Fondap.

Cabe mencionar que el Centro de Astrofísica ha sido tratado de manera diferente en este análisis debido a que no se han encontrado investigadores que cumplan con los requisitos establecidos para la construcción del Grupo Control. Esta situación obligó a considerar investigadores extranjeros en esta disciplina⁶ y se llevó a cabo un análisis en términos de tasas de crecimiento y no de valores absolutos. A pesar de las limitaciones que enfrenta el análisis comparativo en este caso particular, pueden realizarse algunas observaciones. Con respecto a las publicaciones promedio por investigador, la tasa de crecimiento en el período Pre-Centro (1996-2001) de los investigadores principales es menor a la del Grupo Control. En el período Centro, sin embargo, estas tasas se tornan más parejas, con la de los investigadores principales superando levemente a la del Grupo Control. Cabe destacar que ambas tasas asumen valores más bajos en este período. En cuanto a las citas promedio por publicación, en ambos períodos la tasa de crecimiento de esta variable fue mayor para el grupo de investigadores principales del Centro comparada con la tasa de crecimiento del Grupo Control. Esta diferencia se amplía en el período Centro.

GRÁFICO 11: ANÁLISIS CONJUNTO DE INVESTIGADORES PRINCIPALES Y COMPARACIÓN CON EL GRUPO CONTROL PARA EL CENTRO DE ASTROFÍSICA



A pesar de los logros alcanzados por todos los Centros Fondap, todavía hay limitantes importantes para llegar al “nivel siguiente” en pos de la excelencia, particularmente en el área de infraestructura edilicia y de equipamiento mayor e intermedio. Ambos son importantes para acomodar a un creciente número de personal de los Centros y para contar con la tecnología necesaria para realizar investigaciones cada vez más sofisticadas. Si bien Fondap ha aumentado significativamente los recursos destinados a la realización de investigaciones, no ha valorado en similar medida la importancia de recursos destinados a la infraestructura y al equipamiento que permiten la realización de dichas actividades.

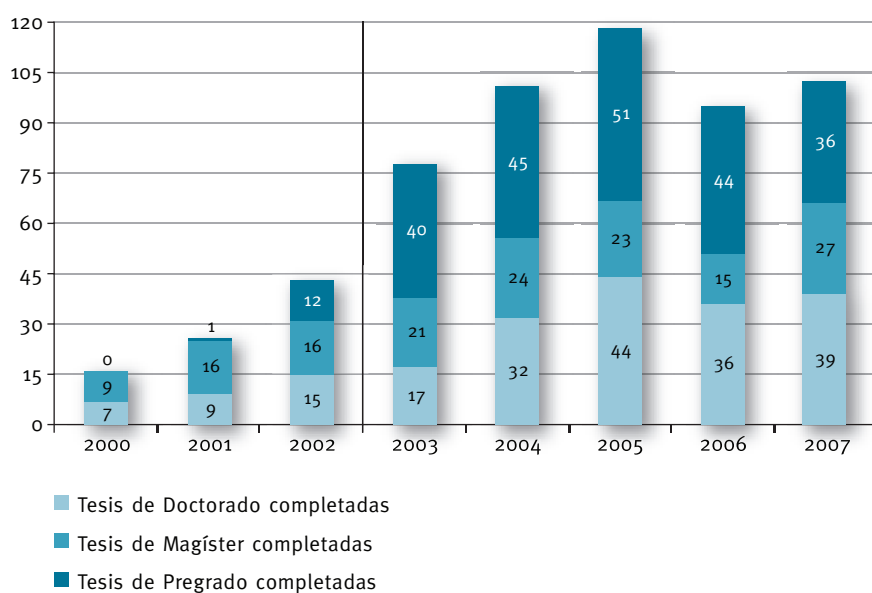
⁶ Estos investigadores extranjeros residieron en Chile durante algunos años, en el período de tiempo correspondiente a los años 1996-2007 (años que componen el período pre Centro y Centro en el caso del CA). Para un mayor grado de detalle ver el Anexo 2. Metodología cualitativa.

Esto requiere una inversión específica y no necesariamente acompañada de una significativa contribución de contraparte de la institución/es beneficiaria/s, ya que esta infraestructura debe ser considerada como infraestructura del país, más que de una institución en particular.

1.4.3. OBJETIVO 3: FORMAR CAPITAL HUMANO AVANZADO

La formación de capital humano avanzado es uno de los logros más importantes del Programa Fondap, lo que va íntimamente ligado al logro del objetivo de realización de investigación de excelencia, al ser necesaria una cantidad importante de investigadores en formación para la realización de las actividades de investigación, perfeccionándose dichos recursos humanos en el proceso. Desde el comienzo del Programa y hasta el año 2007 inclusive, completaron su formación un total de 564 jóvenes en Centros Fondap: 192 jóvenes finalizaron sus tesis de doctorado, 148 sus tesis de magíster y 224 finalizaron sus tesis de pregrado. El Gráfico 12 muestra la evolución de las finalizaciones de tesis (los números no son acumulativos).

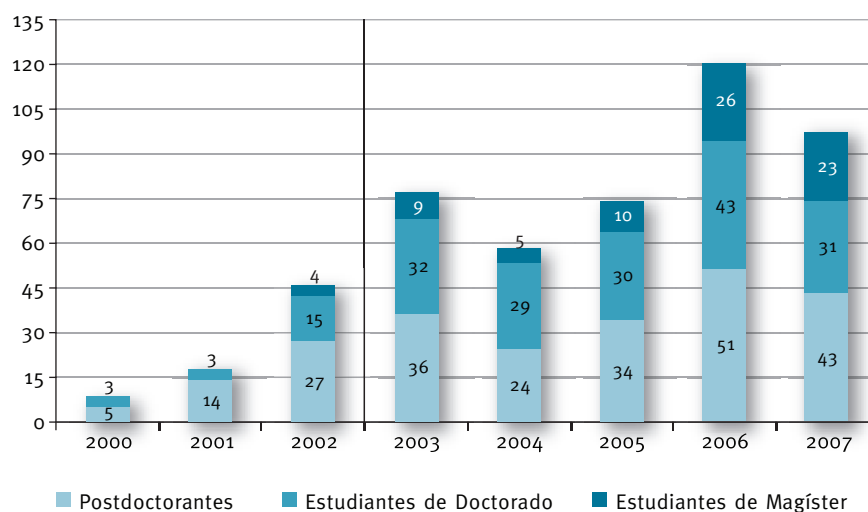
GRÁFICO 12: CANTIDAD DE TESIS FINALIZADAS POR AÑO SEGÚN NIVEL ACADÉMICO



La estructura de los Centros Fondap, unida a la mayor disponibilidad de financiamiento (tanto de CONICYT como obtenido de otras fuentes), ha permitido lograr una alta “circulación de cerebros” hacia dentro y fuera de los Centros, completando una organización de recursos humanos que se asemeja a la de los laboratorios de investigación de países desarrollados, incluyendo post-docs, estudiantes de doctorado, de magíster, de pregrado y personal de apoyo técnico. Esto no es común de observar en otros laboratorios en Chile o

en Latinoamérica en general. El Gráfico 13 ilustra esta dinámica de “circulación de cerebros”, indicando para cada año cuántos postdocs y estudiantes de postgrado se incorporaron en todos los Centros en conjunto, mostrando una tendencia creciente a partir del año 2003⁷.

GRÁFICO 13: CANTIDAD DE POSTDOCTORADOS Y ESTUDIANTES DE DOCTORADO Y MAGÍSTER QUE SE INCORPORARON CADA AÑO EN TODOS LOS CENTROS⁸



Es muy importante destacar que prácticamente no había postdocs en Chile cuando el Fondap comenzó, y que la cantidad de estudiantes de doctorado en el país era muy escasa. Adicionalmente, ahora una proporción importante de los post-docs y doctorandos es de origen extranjero, lo que es típico en equipos de investigación de países desarrollados y es bueno tanto como indicador de calidad (si los investigadores principales y el equipamiento no son de alta calidad los extranjeros no tienen suficiente incentivo para mudarse a otro país) como para lograr un mayor aprendizaje mutuo y para la circulación de nuevas ideas y metodologías de trabajo, además de nutrir redes de colaboración internacionales. Sin embargo, algunos Centros Fondap (particularmente los relacionados a biología molecular y celular, CEMC y CRCP) tienen muy pocos post-docs y estudiantes de doctorado extranjeros, lo que puede deberse a la relativa carencia de equipamiento/infraestructura sofisticada y a la falta de promoción de los Centros en el exterior. Además, una problemática común a todos los Centros es que los montos autorizados por CONICYT para pagar a los post-docs son relativamente bajos para candidatos provenientes de países desarrollados.⁸

Si bien fue muy positivo que el Programa destinara un financiamiento importante para la formación de capital humano avanzado en todos los niveles, se considera que para el futuro es necesario focalizarse en los niveles educativos más altos, principalmente post-docs y doctorados. Si se toman las proporciones de tesis finalizadas a partir del 2003, las tesis de doctorado constituyen un 33% de todas las tesis terminadas, mientras que las de magíster y pregrado constituyen un 23 y 44% de todas las tesis finalizadas respectivamente.

⁷ Año en que todos los Centros Fondap están en pleno funcionamiento.

⁸ No se dispone de datos sobre nuevas incorporaciones de estudiantes de magíster del Centro CRCP ni sobre nuevas incorporaciones de estudiantes de Doctorado para los Centros CASEB, COPAS y CRCP.

1.4.4. OBJETIVO 4: PROYECTAR Y DIFUNDIR AL MEDIO EXTERNO

Este objetivo está relacionado con una serie de actividades que es novedosa a los Centros de excelencia y no surge naturalmente a los investigadores trabajar en esta dirección. Por lo tanto, ésta es un área que podría haber sido asumida en gran medida por la administración del programa, tanto para la difusión de los resultados del Programa en general como para facilitar la difusión de los resultados de los Centros tomados individualmente.

Ha habido poca difusión del Programa como tal, por lo que el Fondap es poco conocido como Programa: sí se conocen algunos de los Centros individualmente (debido a sus propios esfuerzos) dependiendo de la temática de interés de la audiencia.

Los Centros Fondap naturalmente han priorizado sus recursos a la realización de actividades de investigación, por lo que las actividades de difusión en general constituyen esfuerzos aislados, a veces con periodicidad continuada pero de baja intensidad (por ejemplo la visita de estudiantes de nivel primario una vez al año).

Algunos ejemplos de actividades de difusión realizadas por los Centros son eventos de diseminación de conocimientos, la creación de páginas *web*, la realización de publicaciones de divulgación científica destinada al público en general, y la publicación de libros destinado a la sociedad en general y a la educación en nivel medio en particular. Los Centros realizan algunas actividades en coordinación con Explora, un programa nacional de educación no formal en ciencia y tecnología de CONICYT, aunque se podría profundizar esta relación.

Se podría pensar en varias razones por las cuales las actividades de proyección y difusión al medio externo fueron limitadas. La difusión de las investigaciones ha sido un objetivo no especificado desde el inicio del Programa, y no se definieron actividades claras de difusión ni indicadores asociados para la medición del cumplimiento de este objetivo. Además, faltaron recursos para asegurar el cumplimiento de este objetivo, tanto recursos económicos como recursos humanos específicamente dedicados a estas tareas. Si bien son los investigadores los que necesitan “entrar en comunicación directa con la sociedad”, como por ejemplo conversando con una clase de alumnos del colegio, se necesita de una persona (no investigadora) que se dedique a hacer los arreglos organizativos correspondientes para que estas actividades se puedan llevar a cabo. Los Centros Fondap no cuentan con una persona que dedique al menos parte de su tiempo a este tipo de actividades.

1.4.5. OBJETIVO 5: CONTRIBUIR AL DESARROLLO DEL PAÍS

Este ha sido el objetivo más dificultoso tanto para el Programa en general como para los Centros en particular, y como el objetivo 4 (Proyectar y difundir al medio externo) no se definió claramente y no se determinaron indicadores clave para su medición. Los actores e interesados del Programa Fondap tienden a definir el concepto de contribuir al desarrollo del país como “contribuciones relativamente inmediatas al sector productivo”. Una definición más completa sería “generación de activos y aprovechamiento de los mismos para un mayor desarrollo socio-económico del país”. Esta última definición incluye la vinculación con el sector productivo pero es más amplia aún.

Tomando la definición más amplia, se podría concluir que el Programa Fondap contribuyó en forma importante al desarrollo del país a través del desarrollo de conocimiento original en áreas relevantes para Chile, de la formación de capital humano altamente calificado y de actividades de vinculación con la sociedad y con el sector productivo en particular. Se podría argumentar, entonces, que el Programa Fondap por definición es un programa que contribuye al desarrollo del país, y por lo tanto sus Centros contribuirían al desarrollo del país en la medida que cumplan con los objetivos del Programa.

Tomando la definición más restringida de contribución al desarrollo del país, la administración del Programa tuvo la iniciativa de llamar a concurso en el año 2006 para el establecimiento de Unidades de Negocios en los Centros Fondap. Estas unidades de negocios se concibieron con la “...misión (de) capturar y proyectar todo el potencial de innovación y negocio derivado de las actividades propias del Centro, obteniendo recursos para el Centro mediante la valorización, estructuración, protección intelectual, venta y transferencia a los sectores productivos y sociales chilenos y extranjeros de los conocimientos generados por el Centro⁹”. Tres Centros (CIMAT, CMM, y CRCP) ganaron por concurso la adjudicación de sendos proyectos de constitución de unidades de negocios. La misión enunciada implica una capacidad para vincularse con los “sectores productivos y sociales chilenos y extranjeros”, ya que esto sería necesario para lograr cualquier transferencia de conocimientos o tecnológica.

La aplicación de políticas de propiedad intelectual es un área de oportunidad de trabajo a nivel de Programa: más allá de de la vinculación con la industria (que más adelante podría darse en la forma de licenciamiento de tecnologías o creación de “spin-offs” comerciales) la protección de la propiedad intelectual mediante el uso de patentamiento debería ser de importancia aún para la realización de investigaciones básicas. La mayoría de los Centros Fondap no escapan todavía a la tradición de bajo patentamiento en Chile. Sólo CIMAT y CMM tienen un número significativo de patentes aprobadas o en trámite (5 y 9 respectivamente), en tanto que los otros cinco Centros en conjunto suman sólo cuatro patentes en total.

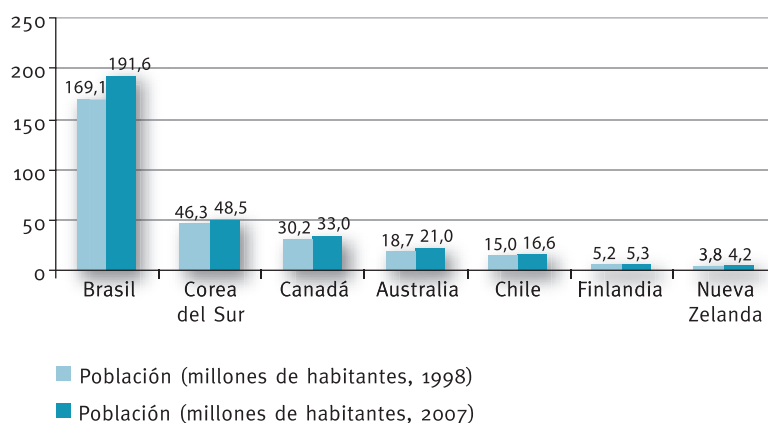
1.5. Resultados del Benchmarking Internacional

A continuación se presenta una lista que contiene los programas internacionales con los que se comparó la experiencia del Fondap, los mismos fueron elegidos en consulta con CONICYT por su relevancia para Chile.

- *Australian Research Council (ARC) Centres of Excellence*, de Australia
- *Institutos do Milênio*, de Brasil
- *Network of Centres of Excellence (NCE)*, de Canadá
- *Science Research Centers (SRC)*, de Corea del Sur
- *Centers of Excellence*, de Finlandia
- *Centres of Research Excellence (CoRE)*, de Nueva Zelanda

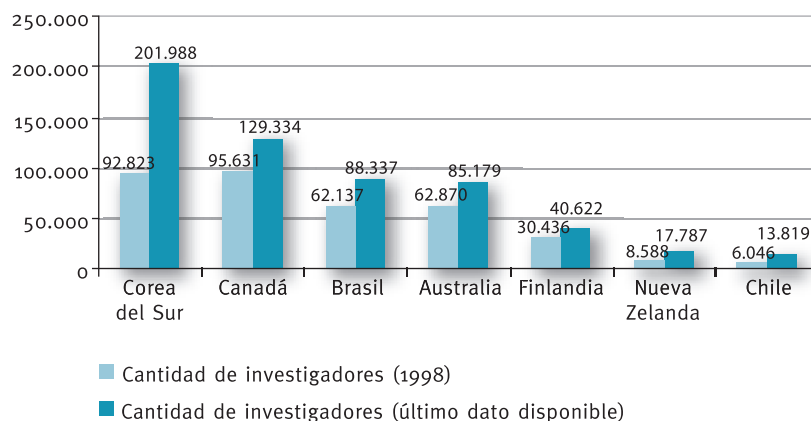
A los fines de contextualizar las conclusiones que se extraen del Benchmarking Internacional resulta pertinente remarcar que Chile es un país “chico”, en el sentido de que posee un nivel poblacional reducido, relativamente pocos investigadores y también un monto pequeño en inversión en I+D. Debe remarcarse que si bien Finlandia y Nueva Zelanda son más “chicos” que Chile en términos de población, se comportan como países “grandes” en términos de cantidad de investigadores e inversión en I+D. Esto puede evidenciarse en los Gráficos 14, 15, 16, 17 y 18 que se presentan a continuación, los cuales contienen variables claves que permiten ubicar a Chile en el contexto internacional.

GRÁFICO 14: POBLACIÓN SEGÚN PAÍS (MILLONES DE HABITANTES)



Fuente: Banco Mundial - World Development Indicators.

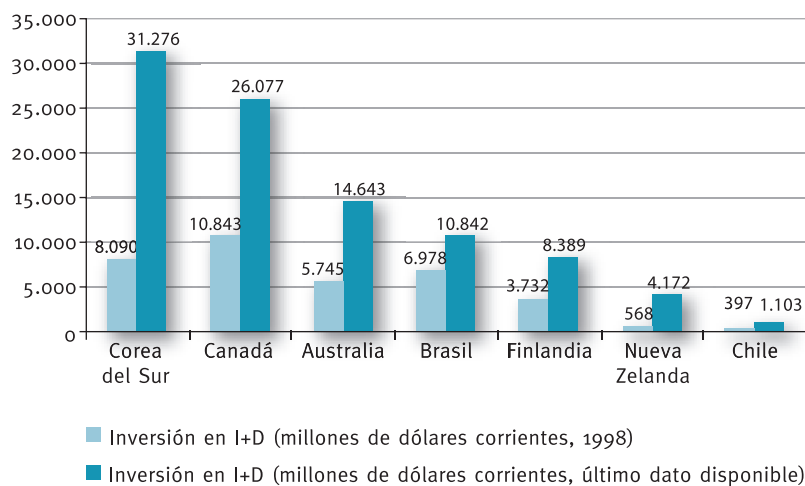
GRÁFICO 15: CANTIDAD DE INVESTIGADORES SEGÚN PAÍS



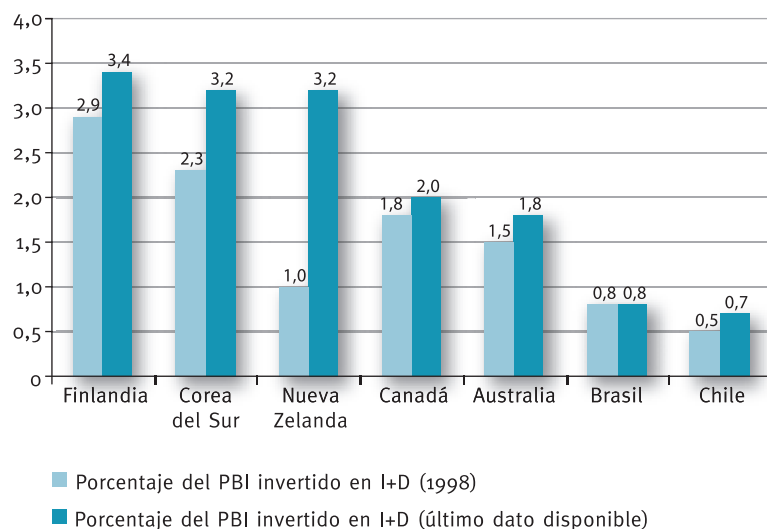
Fuente: Banco Mundial - World Development Indicators. El último dato disponible para la cantidad de investigadores corresponde a: Australia, Brasil, Canadá y Chile 2004, Nueva Zelanda 2005 y Finlandia y Corea del Sur 2006.

GRÁFICO 16: INVESTIGADORES POR MILLÓN DE HABITANTES

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Banco Mundial - World Development Indicators. El último dato disponible de investigadores por millón de habitantes corresponde a: Australia, Brasil, Canadá y Chile 2004, Nueva Zelanda 2005 y Finlandia y Corea del Sur 2006.

GRÁFICO 17: INVERSIÓN EN I+D SEGÚN PAÍS

Fuente: Banco Mundial - World Development Indicators. El último dato disponible de inversión en I+D corresponde a: Australia y Chile 2004, Brasil y Nueva Zelanda 2005. Canadá y Corea del Sur 2006 y Finlandia 2007.

GRÁFICO 18: PORCENTAJE DEL PBI INVERTIDO EN I+D SEGÚN PAÍS

Fuente: Banco Mundial - World Development Indicators. El último dato disponible del porcentaje del PBI invertido en I+D corresponde a: Australia y Chile 2004, Brasil y Nueva Zelanda 2005, Canadá y Corea del Sur 2006 y Finlandia 2007.

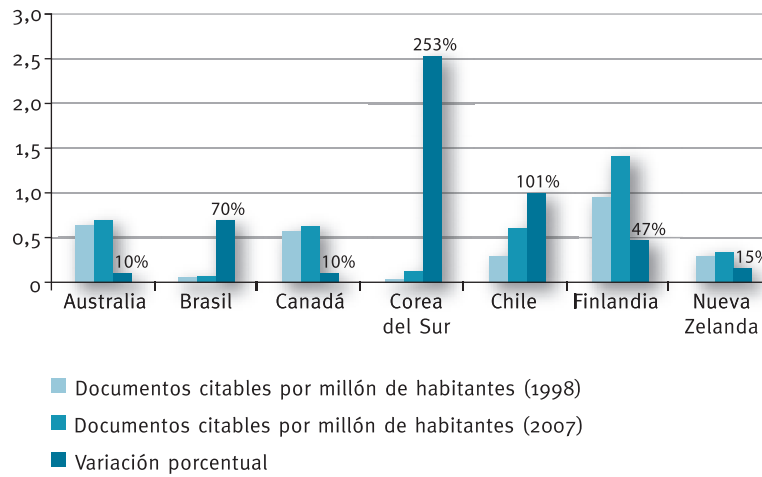
A continuación se presenta el desempeño de Chile en las disciplinas que abordan los Centros Fondap y el desempeño de las universidades que los hospedan, con respecto a las universidades extranjeras que albergan a los centros de los programas considerados para la presente comparación. Los datos referidos a publicaciones comparan las situaciones de estos países para los años 1998 y 2007, mientras que los datos referidos a las veces que fueron citados los artículos a nivel país hacen referencia al período 1996-2007 en su conjunto. Finalmente los datos referidos a universidades consideran el período 1997-2007.

Al momento de analizar a nivel de universidad se indagó en la base de datos *Essential Science Indicators*, entre aquellas universidades que han publicado más de 300 artículos en la disciplina en cuestión y ordenando por citas por artículo, la posición en que se encuentra la universidad que alberga al centro¹⁰.

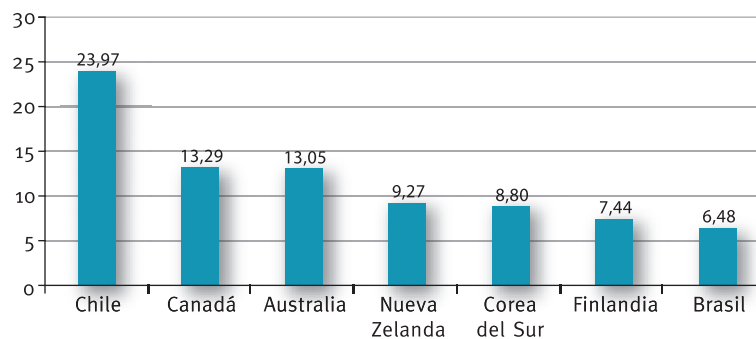
1.5.1 ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

El Centro Fondap de Astrofísica desempeña un papel fundamental en lo referente a investigación científica a nivel país en astronomía y astrofísica. Para el caso de astronomía y astrofísica, Chile se encuentra a la par de Australia y Canadá en términos de número de publicaciones por habitantes, siendo superado por Finlandia, y superando a Brasil y Corea del Sur. Merece ser remarcado que en 1998 Chile se encontraba en una situación de considerable retraso con respecto a Australia y Canadá.

¹⁰ En el caso que un centro se encuentre asociado a más de una universidad, se consideró como universidad albergante a aquella que presenta un mayor nivel de citas por artículo en la base *Essential Science Indicators* para la disciplina en cuestión. En el caso de que un centro trabaje más de una disciplina, se consideró como disciplina del centro aquella en la cual presenta un mayor nivel de citas por artículo en la base *Essential Science Indicators*.

GRÁFICO 19: DOCUMENTOS CITABLES POR MILLÓN DE HABITANTES. AÑO 1998, AÑO 2007, VARIACIÓN PORCENTUAL

Al momento de analizar las citas por publicación (Gráfico 20), se observa que Chile es el país que posee el mayor nivel de citas por publicación de todos los países considerados. Resulta interesante destacar que el nivel de citas por publicación casi duplica a los países que se encuentran en segundo y tercer lugar (Canadá y Australia).

GRÁFICO 20: CITAS PROMEDIO POR DOCUMENTO. PERÍODO 1996-2007

En base a los datos observados en la tabla 1 que se presenta a continuación, se evidencia que la Pontificia Universidad Católica de Chile¹¹ se encuentra dentro del grupo formado por el 17% de mejores universidades que han tenido más de 300 publicaciones que aborden temas relacionados a astrofísica. Al compararlas con sus contrapartes extranjeras se ve que Chile tuvo un desempeño ampliamente superior a Brasil, puesto que la Universidad de San Pablo no llega a figurar siquiera en este listado y un desempeño equiparable al de la mejor Universidad australiana dedicada a estos temas.

¹¹ Si bien el Centro de Astrofísica es hospedado por la Universidad de Chile, cuenta con las Universidades Católica de Chile y de Concepción como organizaciones asociadas. La Universidad de Chile no aparece en el ranking.

TABLA 1: RANKING DE CITAS POR ARTÍCULOS DE LAS UNIVERSIDADES CON AL MENOS 300 PUBLICACIONES EN LA DISCIPLINA. PERÍODO 1997-2007

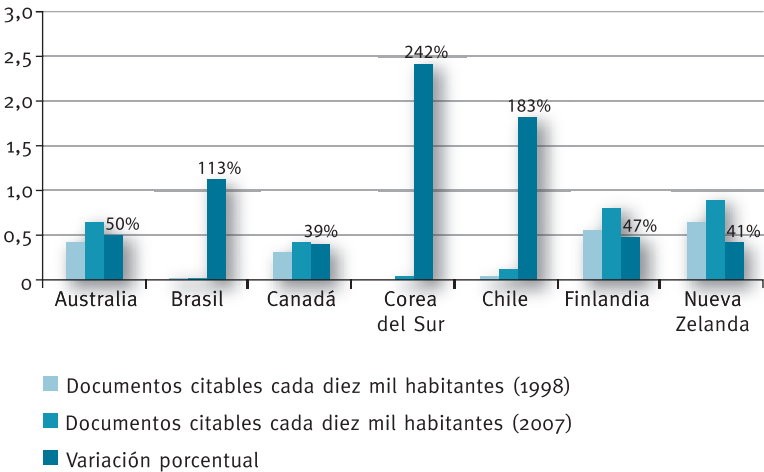
País	Universidad	Publicaciones	Citas por Publicación	Ranking (Abs.)	Ranking (%)
Chile	Pontificia Universidad Católica de Chile	511	29,68	21	17%
Brasil	Universidade de São Paulo	NA	NA	NA	NA
Canadá	University of British Columbia	451	36,54	11	9%
Australia	The University of New South Wales	509	29,52	22	18%

Se observa que Chile se encuentra en una posición elevada en lo que se refiere a investigación en el área de astronomía y astrofísica, al poseer un alto nivel de citas por publicación y al estar experimentando un considerable aumento en su volumen de publicaciones. Al incorporar gran parte de los astrónomos consagrados del país no queda duda de que el Programa Fondap ha sido un factor clave en este desempeño.

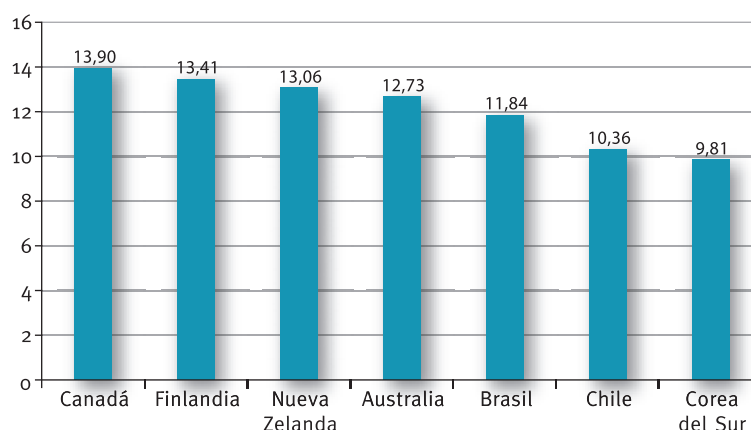
1.5.2 ECOLOGÍA

El Programa Fondap a través del financiamiento del Centro CASEB apoya la investigación a nivel país en áreas relacionadas a la ecología. En lo referente al número de publicaciones que abordan temas relacionados a ecología, Chile, aun cuando el nivel de publicaciones por habitante subió en un 183% desde 1998 a 2007, se encuentran en una posición desfavorable al considerar publicaciones por habitante.

GRÁFICO 21: DOCUMENTOS CITABLES CADA DIEZ MIL HABITANTES. AÑO 1998, AÑO 2007, VARIACIÓN PORCENTUAL



Al momento de analizar el impacto de las publicaciones (Gráfico 22) se evidencia que Chile no se encuentra bien ubicado en el *ranking* de países considerados, el nivel de citas promedio por publicación chilena que abarcan temas de ecología únicamente supera al de Corea del Sur. Aun así, debe mencionarse que la diferencia entre el nivel alcanzado por Chile y el alcanzado por el país que lidera el *ranking* (Canadá) no resulta ser sumamente grande.

GRÁFICO 22: CITAS PROMEDIO POR DOCUMENTO. PERÍODO 1996-2007

Al comparar el desempeño de la Pontificia Universidad Católica de Chile con sus contrapartes extranjeras, se observa que la primera ha tenido un desempeño en general menor al de las universidades extranjeras. Únicamente logra equiparar a la Universidad Massey de Nueva Zelanda y superar a la Universidad Federal de Río de Janeiro de Brasil. Este *ranking* ubica a la Pontificia Universidad Católica de Chile dentro del grupo formado por el 25% de Universidades cuyos artículos han sido citados menor cantidad de veces y que han publicado más de 300 artículos.

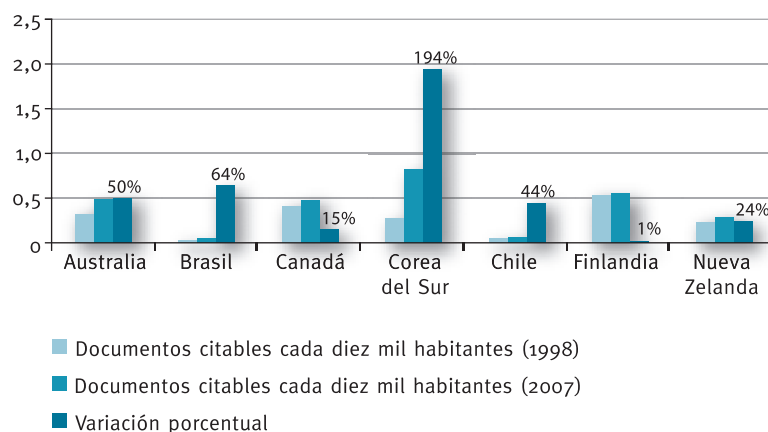
TABLA 2: RANKING DE CITAS POR ARTÍCULOS DE LAS UNIVERSIDADES CON AL MENOS 300 PUBLICACIONES EN LA DISCIPLINA. PERÍODO 1997-2007

País	Universidad	Publicaciones	Citas por Publicación	Ranking (Abs.)	Ranking (%)
Chile	Pontificia Universidad Católica de Chile	369	9,78	221	75%
Canadá	University of Alberta	1163	11,64	162	55%
Finlandia	University of Jyväskylä	453	11,07	185	63%
Brasil	UFRJ	319	7,25	275	93%
Nueva Zelanda	Massey University	369	9,78	220	75%

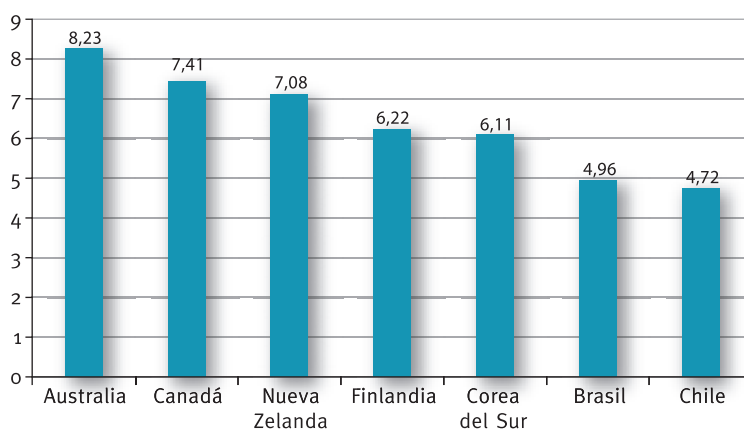
Aun cuando Chile parece estar mejorando en lo que a ecología como disciplina de investigación se refiere, el país se encuentra muy por debajo en lo que a volumen de publicaciones se refiere y no se encuentra en una posición líder en lo que respecta a citas promedio por publicación.

1.5.3 CIENCIAS DE LOS MATERIALES

Entre los Centros que financia el Programa Fondap se encuentra el CIMAT, dicho Centro se dedica a investigar sobre tópicos relacionados a ciencias de los materiales. En base a los países considerados se observa que Chile supera únicamente a Brasil en publicaciones que aborden temas relacionados a ciencias de los materiales por habitantes. Resulta notable también el hecho de que al comparar con otros países, entre los años 1998 y 2007, el volumen de publicaciones no aumentó considerablemente.

GRÁFICO 23: DOCUMENTOS CITABLES CADA DIEZ MIL HABITANTES. AÑO 1998, AÑO 2007, VARIACIÓN PORCENTUAL

Al analizar el nivel de citas promedio por artículo para esta disciplina se observa que Chile se encuentra por debajo de todos los países considerados en la muestra, ubicándose en un nivel equiparable al de Brasil. Es importante resaltar que la publicación promedio del país que lidera este *ranking* (Australia) supera en 3,5 citas a las de Chile.

GRÁFICO 24: CITAS PROMEDIO POR DOCUMENTO. PERÍODO 1996-2007

En lo referido al desempeño de las universidades que albergan a los centros se observa que la universidad que alberga al CIMAT no figura en el listado de instituciones que conforman la lista de universidades con publicaciones referidas a ciencias de los materiales, tampoco la universidad neocelandesa lo hace. Sin embargo debe verse que las Universidades de Finlandia y Australia sí aparecen bien posicionadas en el *ranking*. (Ver Tabla 3 a continuación).

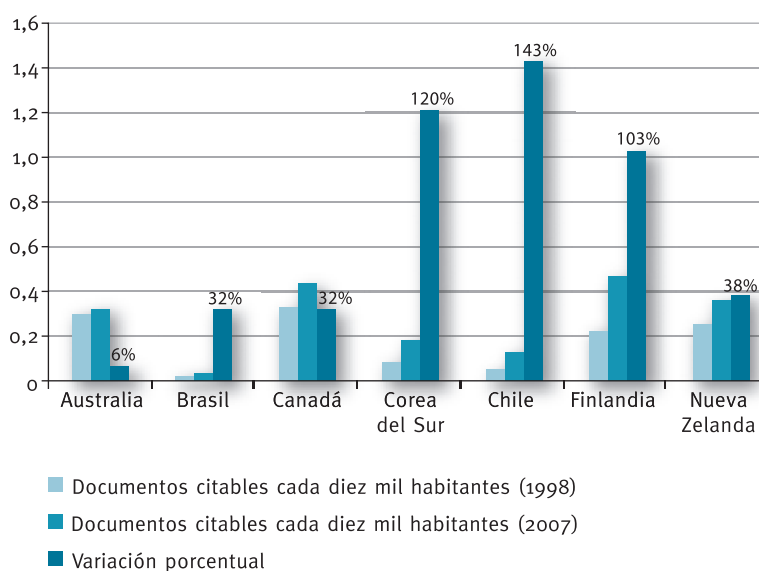
TABLA 3: RANKING DE CITAS POR ARTÍCULOS DE LAS UNIVERSIDADES CON AL MENOS 300 PUBLICACIONES EN LA DISCIPLINA. PERÍODO 1997-2007

País	Universidad	Publicaciones	Citas por Publicación	Ranking (Abs.)	Ranking (%)
Chile	Universidad de Chile	NA	NA	NA	NA
Australia	The University of Queensland	750	7,62	140	35%
Finlandia	University of Helsinki	338	12,06	31	8%
Nueva Zelanda	Victoria University of Wellington	NA	NA	NA	NA

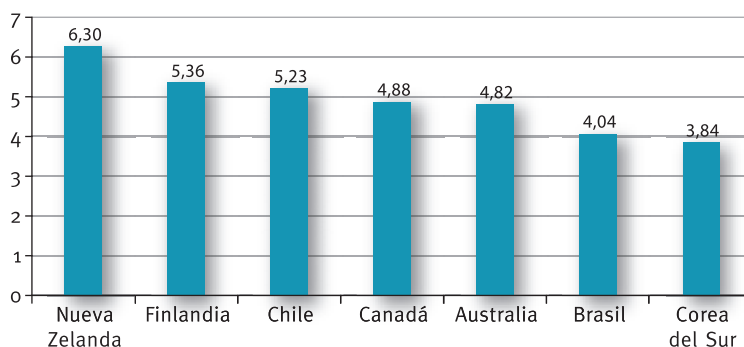
Se ve que Chile no sólo posee un bajo número de publicaciones que aborden la temática de la ciencia de los materiales, sino también sus artículos poseen un bajo impacto.

1.5.4 MATEMÁTICAS

El Programa Fondap fomenta la investigación en temas relacionados a matemáticas a través del CMM. En lo referente a volumen de producción, los datos indican que aun cuando Chile posee un número reducido de publicaciones por habitante referidas a matemáticas, se observa en el Gráfico 25 que éstas aumentaron en una cuantía considerable, siendo Chile el país que experimentó el mayor aumento en esta variable.

GRÁFICO 25: DOCUMENTOS CITABLES CADA DIEZ MIL HABITANTES. AÑO 1998, AÑO 2007, VARIACIÓN PORCENTUAL

Cuando se analiza el nivel de citas por documento que han recibido las publicaciones chilenas relacionadas a matemáticas, lo cual se muestra en el Gráfico 26, se ve que los investigadores de dicho país han logrado que sus publicaciones alcancen un alto nivel de citas tomando como referencia a los otros países de la muestra.

GRÁFICO 26: CITAS PROMEDIO POR DOCUMENTO. PERÍODO 1996-2007

La Universidad de Chile, que alberga al CMM, se encuentra dentro del 40% de las universidades con mayor número de citas por publicación. Al comparar este desempeño con el de otras instituciones que albergan Centros de excelencia se ve que la Universidad de Chile se encuentra al nivel de su contraparte australiana y mejora en desempeño a sus contrapartes canadienses y neocelandesas.

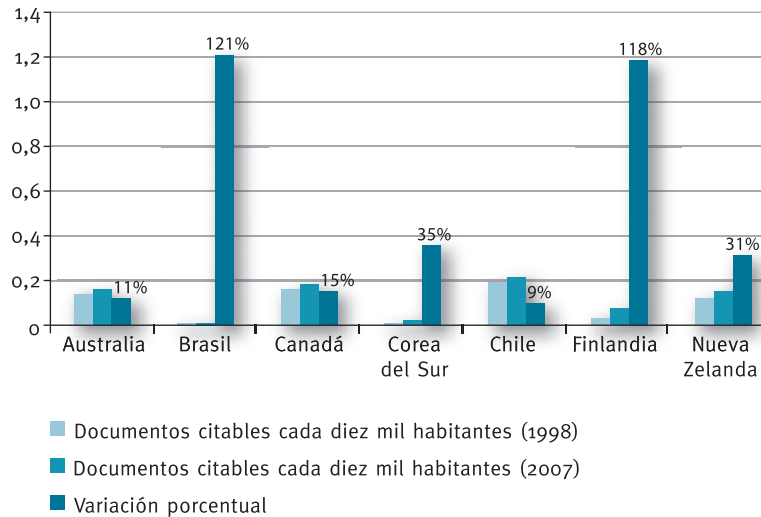
TABLA 4: RANKING DE CITAS POR ARTÍCULOS DE LAS UNIVERSIDADES CON AL MENOS 300 PUBLICACIONES EN LA DISCIPLINA. PERÍODO 1997-2007

País	Universidad	Publicaciones	Citas por Publicación	Ranking (Abs.)	Ranking (%)
Chile	Universidad de Chile	444	4,42	71	39%
Australia	The University of New South	750	4,49	65	36%
Canadá	Simon Fraser University	538	3,78	114	63%
Nueva Zelanda	University of Auckland	522	3,79	113	62%
Brasil	Universidade Estadual de São Paulo	1130	2,66	176	97%

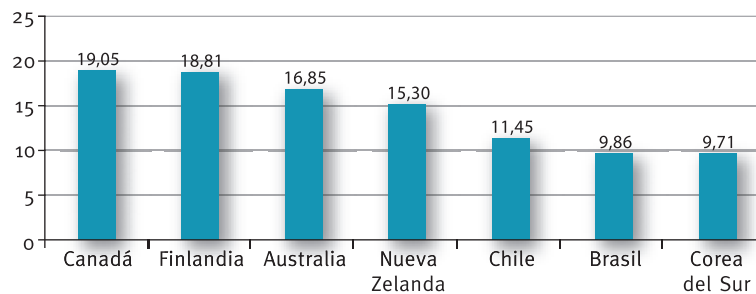
Se evidencia así que Chile está experimentando grandes avances en el área de las matemáticas, tanto por el aumento de su volumen de producción, así como también por el impacto que la misma tiene, siendo gran parte de este avance adjudicable al programa Fondap.

1.5.5 BIOQUÍMICA, GENÉTICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR

El Programa Fondap a través del financiamiento otorgado tanto a los Centros CRCP y CEMC apoya la investigación dirigida a temas relacionados a bioquímica, genética y biología molecular. A nivel país Chile posee un reducido nivel de publicaciones por habitante que aborden temas relacionados a esta área de estudio, resulta notable el hecho de que durante el período de análisis Chile no se presenta como uno de los países de la muestra que mayor aumento evidenció en lo referido a número de publicaciones.

GRÁFICO 27: DOCUMENTOS CITABLES CADA DIEZ MIL HABITANTES. AÑO 1998, AÑO 2007, VARIACIÓN PORCENTUAL

Al momento de analizar el nivel de citas por publicación se observa que Chile se encuentra dentro del grupo de países que menos citas por artículo tuvo, estando únicamente peor posicionados Brasil y Corea del Sur.

GRÁFICO 28: CITAS PROMEDIO POR DOCUMENTO. PERÍODO 1996-2007

Dejando de lado la Universidad para Mujeres EWAH, las Universidades chilenas que albergan Centros de excelencia que aborden el área de la biología molecular y la bioquímica han tenido un desempeño inferior al de sus contrapartes extranjeras.

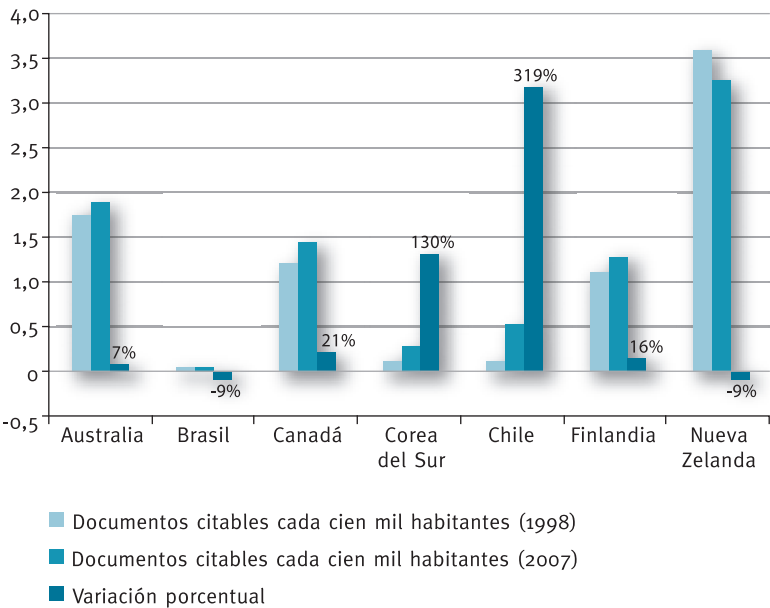
TABLA 5: RANKING DE CITAS POR ARTÍCULOS DE LAS UNIVERSIDADES CON AL MENOS 300 PUBLICACIONES EN LA DISCIPLINA. PERÍODO 1997-2007

País	Universidad	Publicaciones	Citas por Publicación	Ranking (Abs.)	Ranking (%)
Chile	Universidad de Chile (CEMC)	781	10,49	519	91%
Chile	Pontificia Universidad Católica de Chile (CRCP)	395	12,48	473	83%
Australia	The Australian National University	917	20,01	183	32%
Finlandia	University of Helsinki	1905	17,7	266	46%
Corea del Sur	Ewha Womans University	453	10,33	523	91%

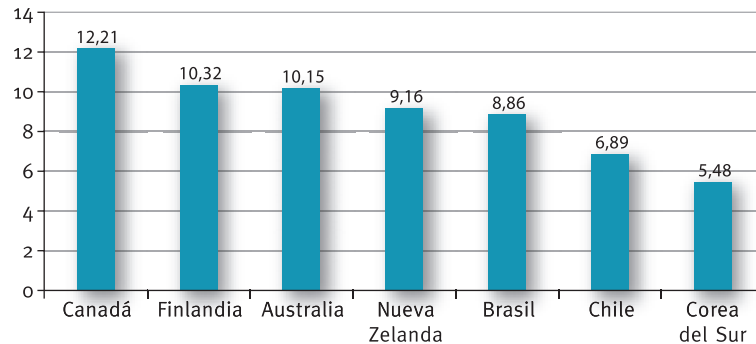
1.5.6 OCEANOGRAFÍA

A través del financiamiento al Centro COPAS, el Programa Fondap fomenta en Chile la investigación dirigida a áreas relacionadas a la oceanografía. En los países analizados, a excepción de Chile, la oceanografía no ha sido una disciplina dinámica; resulta singular el hecho de que incluso en algunos países se ha visto reducido el número de publicaciones por habitante entre 1998 y 2007, en este sentido Chile se destaca por haber experimentado un marcado aumento entre períodos, el cual se ve claramente en el gráfico 29.

GRÁFICO 29: DOCUMENTOS CITABLES CADA CIENTO MIL HABITANTES. AÑO 1998, AÑO 2007, VARIACIÓN PORCENTUAL



Al analizar el nivel de citas por publicación se evidencia que Chile es después de Corea del Sur el país cuyas publicaciones son menos citadas. Es importante además mencionar que la diferencia en el nivel de citas por publicación entre Chile y el país que lidera el *ranking* (Canadá) es casi del 100 por ciento.

GRÁFICO 30: CITAS PROMEDIO POR DOCUMENTO. PERÍODO 1996-2007

Se observa que la Universidad de Concepción, aun superando a su contraparte brasileña y surcoreana, no se destaca en lo que se refiere al nivel de citas de sus artículos relacionados a temas de oceanografía, ubicándose dentro del grupo formado por el 25 por ciento de las Universidades con más de 300 publicaciones y cuyas publicaciones han sido menos citadas.

TABLA 6: RANKING DE CITAS POR ARTÍCULOS DE LAS UNIVERSIDADES CON AL MENOS 300 PUBLICACIONES EN LA DISCIPLINA. PERÍODO 1997-2007

País	Universidad	Publicaciones	Citas por Publicación	Ranking (Abs.)	Ranking (%)
Chile	Universidad de Concepción	391	5,78	391	74%
Canadá	Université Laval	1366	9	203	39%
Brasil	USP	3459	3,82	492	94%
Corea del Sur	Konkuk University	NA	NA	NA	NA

Se observa que en lo referente a oceanografía Chile ha mejorado considerablemente en lo referido a volumen de producción, sin embargo el nivel de citas promedio no muestra un alto impacto de estas publicaciones.

1.5.7 CARACTERÍSTICAS DESTACABLES EN EL DISEÑO DE LOS PROGRAMAS EXTRANJEROS

Del análisis del diseño de los programas extranjeros de apoyo a centros de excelencia pueden observarse ciertas particularidades de los mismos que merecen ser destacadas y consideradas.

En lo referido a las disciplinas a apoyar, se observa que la gran mayoría de los programas financiaron disciplinas que los organismos encargados del programa consideraron importantes para el desarrollo del país, sin tener en cuenta si éstas se encontraban en un alto nivel de desarrollo previo o no. Debe remarcarse que a diferencia del Programa Fondap, los programas extranjeros también financiaron centros dedicados a las ciencias sociales, puede mencionarse a modo de ejemplo el Centro para la Investigación en el Avance y Desarrollo de la Comunidad Maori financiado en Nueva Zelanda y el Centro para la Investigación de Escrituras Griegas Antiguas financiado en Finlandia.

En lo referido a la evaluación de los centros, tanto el programa finlandés como el coreano llevan adelante evaluaciones de medio término. En ambos casos de no ser superadas estas evaluaciones se plantea la posibilidad de eliminar del financiamiento al centro en cuestión. En el caso finlandés cuando un centro no aprueba la evaluación de medio término se le otorga un año de prórroga para revertir la situación, de no hacerlo se elimina gradualmente el financiamiento. En el caso coreano el financiamiento es retirado de manera súbita.

Un aspecto innovador de algunos programas extranjeros radica en que los centros no se encuentran asociados a una única universidad, sino que muchas veces buscan la asociación de distintas instituciones, para de esta forma transferir conocimiento y aprovechar sinergias. En los programas que adoptan esta medida se ve que los centros asumen una estructura de red de instituciones entre las que se encuentran universidades, empresas, departamentos gubernamentales, entre otros. Se destacan los casos de Canadá y Brasil; en Canadá el mismo nombre del programa (*Network of Centres of Excellence*) refleja la estructura que se planteó para los mismos. En este programa hubo centros que se encontraron asociados a más de 40 universidades, 40 empresas y 60 departamentos gubernamentales (como es el caso del SCN - *Stem Cell Network*). En Brasil se puso gran énfasis en generar centros con estructura de red que pongan en contacto a diversas universidades, buscando de esta manera que se genere una transferencia de conocimiento de las más avanzadas a las rezagadas. Los centros llegaron a involucrar a más de un quincena de universidades (como es el caso del centro *Instituto Nacional de Matemática Pura y Aplicada*)

En lo referido al financiamiento, todos los programas efectuaron aportes destinados a financiar la operación de los centros. En general se observa que el grueso del financiamiento recibido fue destinado a fines operativos siendo la excepción aquellos programas que hicieron énfasis en fondos destinados a inversión. También debe destacarse que no todos los programas asignaron montos similares a todos los centros, sino que en algunos se observó gran variabilidad entre los montos que se asignaron entre centro y centro. A modo de ejemplo conviene presentar el caso del programas neocelandés, en donde se tiene que en promedio los fondos operacionales superaron en ocho veces a los destinados a inversión y en donde no se asignaron los mismos montos a todos los centros.

De particular interés resultan las “organizaciones paraguas” que subsidia el programa finlandés, las que se encargan de adquirir equipamiento ubicado en la frontera tecnológica con subsidios otorgados por el programa. De este modo se busca que los centros puedan acceder a este equipamiento y desenvolverse en un ambiente que potencie su capacidad para investigar. Debe tenerse en cuenta que para ser elegibles de ser subsidiadas, estas organizaciones deben contener como mínimo un centro de excelencia hospedado en la misma. En lo referida a la cuantía del financiamiento, la Academia de Finlandia otorga a estas organizaciones un monto que asciende al millón y medio de dólares anuales por tres años.

2

Conclusiones y Recomendaciones

2.1. Continuidad del Programa

En base a los resultados del presente estudio y a las conclusiones y recomendaciones elaboradas por el panel de expertos internacionales que concluyó el estudio, se realizan las siguientes observaciones sobre el Programa Fondap y su eventual continuidad.

El Programa Fondap ha logrado avances sustanciales en el logro de los cinco objetivos planteados, resaltando nuevamente los mejores resultados en asociatividad, excelencia y capacitación de recursos humanos. Respecto a la disseminación de resultados a la sociedad y contribución al desarrollo del país, los logros han sido relativamente limitados, particularmente debido a dificultades de diseño del Programa en estas dimensiones. Sin embargo, se destaca que la principal contribución del Programa Fondap y de sus Centros al país es el desarrollo de conocimientos relevantes para Chile y la formación de capital humano avanzado.

Hay un amplio consenso entre los actores relevantes en Chile (más allá de los beneficiarios del programa) que Fondap tiene un papel protagónico clave en el apoyo a Centros de **investigación básica de excelencia**. El Programa, a través de los Centros Fondap ha contribuido a mejorar los indicadores científicos de las disciplinas relevantes a los Centros, incluyendo el posicionamiento de dichas disciplinas en los *rankings* mundiales. Fondap ha constituido una base importante para el Programa de Financiamiento Basal, y los concursos de este programa han validado la excelencia de los Centros Fondap, sirviendo a la vez de “benchmarking nacional”. Cuatro Centros Fondap: Astrofísica, CASEB, CMM y COPAS resultaron adjudicatarios de Financiamiento Basal¹².

Se recomienda relanzar el Programa Fondap. El “Fondap II” tendría ajustes y mejoras considerando: (i) que la situación de la ciencia en Chile ha cambiado desde el inicio del Programa Fondap; (ii) los “principios de excelencia” identificados a continuación; y (iii) las recomendaciones que siguen a los “principios de excelencia”.

2.2. Cambios en el Escenario de la Ciencia en Chile y Vigencia de los Objetivos del Programa Fondap

Al momento de iniciar el Programa Fondap, hace diez años atrás, la situación de la ciencia en Chile era diferente a lo que es en la actualidad. El escenario de financiamiento de la ciencia estaba dominado por proyectos individuales y pequeños financiados a través de Fondecyt. La colaboración entre investigadores chilenos era prácticamente inexistente, y justamente el Programa Fondap introduce objetivos de asociatividad. Con el transcurso del tiempo la asociatividad se transformó en la norma: programas como la Iniciativa Científica Milenio, los Consorcios Científico-Tecnológicos y Financiamiento Basal utilizan la asociatividad como un criterio de elegibilidad para financiar propuestas. Aún más, el agrupamiento propuesto de los programas Fondap, Basal, Anillos y Consorcios en una misma área programática dentro de CONICYT –Programas de Investigación Asociativa– reconoce este concepto como

¹² Además de los mencionados Centros Fondap, resultaron también beneficiados tres Institutos Milenio (Centro de Estudios Científicos, Corporación Instituto de Ecología y Biodiversidad, Fundación Ciencia para la Vida) y la Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción.

denominador común bien establecido. Realizar investigación de excelencia hoy en Chile por lo menos incluye hacer investigación en forma asociativa, y se propone elaborar sobre el significado del concepto de excelencia para los próximos diez años.

Los cambios en la formación de capital humano avanzado también han sido significativos. Por ejemplo, en el año 2002 se otorgaron 211 becas para realizar estudios de doctorado en Chile o en el exterior, mientras que en el año 2008 se otorgaron 767 becas. Además, la cantidad de post-docs era casi inexistente en 1999, mientras que a lo largo todo el Programa se incorporó 233 post-docs. En la actualidad CONICYT cuenta con un Programa de Capital Humano Avanzado que incluye becas de postgrado en el país y en el exterior, y la atracción de capital humano avanzado del extranjero por estadías cortas (2 a 10 meses) y largas (1 a 4 años). Fondap debe apuntar a formar capital humano en el nivel más alto (doctorado) y a captar investigadores formados, particularmente extranjeros.

Debería revalorizarse la proyección y difusión al medio externo, a ser desarrolladas por la administración del programa con la colaboración de los Centros. Para ello es necesario asignar recursos humanos y económicos específicos para ello y definir metas claras respecto a los logros esperados en términos de este objetivo.

Por último, el objetivo de “Contribuir al desarrollo del país” no debería ser planteado como un objetivo en sí mismo, ya que es el resultado de la consecución de las actividades propias del Programa Fondap. Como consecuencia de estas observaciones y de las recomendaciones, se sugiere replantear los objetivos para el relanzamiento del Programa, con lo que se finaliza este informe.

2.3. Recomendaciones Generales o Principios de Excelencia

Las recomendaciones que siguen resultaron de integrar las recomendaciones del equipo consultor con las de los panelistas internacionales Aron Kuppermann (*Caltech*, Estados Unidos), Simon Schwartzman (*Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade*, Brasil) y Luis Barbeito (*Instituto Luis Pasteur*, Uruguay). Los reportes detallados de cada uno de los panelistas, incluyendo sus recomendaciones individuales se encuentran en el Anexo 5.

En base a las lecciones aprendidas de la implementación del Programa Fondap, y a la experiencia internacional, se pueden realizar una serie de recomendaciones generales para cualquier iniciativa de Centro de Excelencia en el mundo, por lo que dichas recomendaciones podrían considerarse como “principios de excelencia”, de aplicabilidad general. Luego, éstos pueden ser aplicados a situaciones particulares, como la de Chile.

Si se busca lograr excelentes resultados científicos, también deberán ser excelentes los insumos y los procesos y las prácticas que conducen a los resultados buscados. Los principales insumos para los Centros de Excelencia lo constituyen los recursos humanos y físicos, los cuales pueden considerarse como la “infraestructura” de los Centros. Los procesos y prácticas principales incluyen una administración del programa de Centros proactiva, concentración de recursos y experimentación de modelos y áreas temáticas.

2.3.1 INFRAESTRUCTURA HUMANA Y FÍSICA

Se necesita un fuerte liderazgo científico en los Centros de Excelencia, que mantenga rigurosamente el objetivo de excelencia y privilegie la producción de conocimiento y la formación de recursos humanos. La inversión en capital humano es lenta y de largo plazo: el capital humano de calidad es condición sine qua non para el desarrollo de los centros. Si se quiere dar un salto cuantitativo en un plazo relativamente corto es necesario atraer científicos de otros países, tanto postdocs (particularmente de países no tradicionales para Chile, como de India y China) como investigadores de trayectoria que estén dispuestos a radicarse en Chile. Además de la necesidad de contar con un volumen apreciable de recursos humanos, la excelencia y la innovación requieren de una permanente y gradual renovación en los grupos de trabajo. Es urgente abrir puertas para la inserción de investigadores de excelencia más jóvenes en los centros.

La infraestructura humana se complementa con la infraestructura física: la formación de capital humano sin equipamiento sofisticado no lleva a excelencia, más aun, puede significar emigración de cerebros. Para lograr la excelencia en investigación, medida bajo los estándares internacionales, la disponibilidad de “equipamiento de punta” es esencial. Este equipamiento es de dos tipos. Uno corresponde a instrumentos “mayores” que son usados por muchos investigadores y en campos diferentes, como por ejemplo espectrómetros de masa, aparatos de resonancia magnética nuclear y refractómetros de electrones: todos ellos son de alta resolución, con costos superiores al millón de dólares por instrumento. Dichos costos trascienden los recursos de Fondap, por tanto debe desarrollarse un sistema nacional de fondos para hacerlos accesibles a todos los investigadores, de todos los institutos, centros y universidades. El otro tipo de instrumento necesario es aquél usado por un investigador principal individualmente y que no puede compartirse con otros investigadores (láseres, espectrómetros ópticos, cromatógrafos de gas acoplados a espectrómetros de masa, etc.) El costo de estos equipos ronda entre 50.000 y 100.000 dólares, y el mantenimiento requiere un gasto del 10% del valor del equipo por año. Este tipo de equipamiento debe ponerse a disposición de los investigadores principales de Fondap para satisfacer esta necesidad crucial.

La infraestructura física no es sólo equipamiento: para alojar y operar adecuadamente los equipos se necesita de edificios. No hay que “tenerle miedo a los ladrillos”, los edificios son necesarios para la expansión de las capacidades científicas. Y esto requiere de inversiones dirigidas por parte de los planificadores de políticas de ciencia y tecnología, que no necesariamente conllevan una contraparte de la organización (típicamente una universidad) donde se realiza la inversión.

2.3.2 PROCESOS Y PRÁCTICAS

ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DEL PROGRAMA PROACTIVA

La creación, funcionamiento y crecimiento de los centros de excelencia toma tiempo, por lo que se necesitan brindar continuados servicios de apoyo a los centros. Una implicancia de esto es que se necesita establecer un equipo de gestión proactivo que lidere el

programa, tanto frente a los beneficiarios como frente a la sociedad. Este equipo debe disponer de un presupuesto operativo propio, que le permita realizar actividades comunes a los centros. El presupuesto de gestión debe ser de alrededor del 5% del presupuesto total del programa.

CONCENTRACIÓN DE RECURSOS Y ROL DEL ESTADO

La investigación científica y tecnológica es un bien público y requiere del soporte continuado del Estado. La dispersión de recursos en muchas iniciativas se traduce en fragmentación, financiamiento insuficiente y por ende “pérdida” de esfuerzos. Los centros de excelencia ayudan a focalizar recursos en áreas clave del conocimiento: la experiencia pasada muestra que la inversión concentrada en un centro de excelencia tiene un impacto mayor que una inversión idéntica distribuida en forma de subsidios a investigadores individuales. Es conveniente aplicar este instrumento cuando existe masa crítica y voluntad de crear una dinámica de centro.

Para que el financiamiento de los centros también sea de excelencia, el mismo tiene que reunir ciertas características. El financiamiento debiera tener correlación con los costos de la disciplina del centro en cuestión y su plan estratégico. La pregunta clave en cada caso sería ¿cuál es el nivel adecuado de financiamiento por sector para obtener un impacto significativo en el mismo? Además, la financiación de la investigación debe ser sostenida en el tiempo y mantener valores constantes (con protección contra la inflación/ devaluación), de forma de no desvalorizar la inversión realizada.

Una forma importante de focalizar recursos es haciendo más eficientes los mecanismos de becas, los cuales deben poner a disposición de los Centros todas las becas que fueran necesarias para que los centros de excelencia cuenten con abundantes estudiantes de doctorado, tanto chilenos como extranjeros. La formación de magísteres y doctores y el entrenamiento de investigadores post-doctorales ha sido un logro indiscutible y muy importante del Fondap en su primera etapa. En los años en que se promovieron los Fondap la formación de alto nivel para aumentar la masa de investigadores era una prioridad y los Fondap tomaron a cargo la captación y el pago de becas de magíster y doctorado. En la actualidad el sistema científico chileno ha alcanzado otro nivel de desarrollo. Por tanto, se plantea que el Fondap participe del programa de formación de doctorados recibiendo y entrenando tesis en sus laboratorios pero evitando la administración de los programas académicos y de los recursos. Los becarios deberían ser financiados por el o los instrumentos nacionales que financian becas doctorales. En cambio, se aconseja profundizar la atención en la financiación de los investigadores post-doctorales ya que en la etapa evolutiva de la ciencia chilena aparecen como los actores fundamentales.

También es importante considerar que los programas de Magíster de ciencias básicas son actualmente una rareza en el mundo. La experiencia ha demostrado que pasar de una licenciatura en ciencias a un doctorado es un modo más eficiente de preparar a estudiantes altamente capacitados en ciencia. Los programas de Magíster de los centros Fondap deben ser discontinuados. Además, los estudiantes de doctorados deberían ser preparados en Chile siempre que sea posible y los fondos así liberados podrían ser asignados para estudios de postdoctorado en el exterior.

EXPERIMENTACIÓN DE APOYO A DIFERENTES MODELOS Y ÁREAS TEMÁTICAS

Los centros de excelencia adoptan diversos modelos en diferentes países. Pueden estar organizados como redes de trabajo colaborativo con distintas inserciones institucionales, pueden estar organizados de forma “concentrada”, mayormente en una sola institución de investigación, o en alguna forma intermedia. Sin embargo, los elementos claves son los mismos: sello o identidad en torno a un trabajo científico colaborativo de excelencia (que muchas veces se traduce en personería jurídica propia); que avanza y renueva su conocimiento y valoriza su contribución vinculándola con el medio externo (*networking* nacional e internacional). La sustentabilidad de un centro se expresa fundamentalmente en iniciativas para renovarse y conservar su prestigio entre pares y contribuir al desarrollo social, cultural y económico de un país y por ende al desarrollo de su capital humano. En ningún caso la sustentabilidad es igual al aporte al desarrollo económico y autofinanciamiento. Los Centros sí debieran ser proactivos en la consecución de recursos nuevos y no depender sólo de la entrega de recursos desde el Estado.

Con respecto a la discusión de las áreas temáticas, si se aplica en forma estricta el concepto de excelencia, entonces no debería ser necesaria la focalización temática *a priori*, dando libertad a los talentos científicos a asociarse en una propuesta que permita dar un salto cuali-cuantitativo a sus investigaciones. Los llamados deberían realizarse a todas las áreas del conocimiento, incluyendo las ciencias básicas y las ciencias sociales. La expansión a nuevas áreas debe hacerse con cautela. Lo peor es la no continuidad de los esfuerzos o el salto de “*fad to fad*”. Tampoco hay que adoptar posturas extremas. La decisión de disciplinas/áreas del conocimiento en las cuales invertir pueden obedecer tanto a definiciones de política que vienen “desde arriba” como a la iniciativa y creatividad de los centros “de abajo”. En el primer caso (desde arriba), el Estado define las dimensiones en que desea que un centro haga una diferencia y el centro define sus objetivos, estructura y forma de organización y gestión, plan estratégico, plazos y recursos requeridos para lograr sus objetivos y metas.

2.4 Recomendaciones para el Relanzamiento del Programa Fondap

2.4.1 TRANSFORMACIÓN DEL PROGRAMA FONDAP EN UN PROGRAMA DE APOYO A CENTROS DE EXCELENCIA

Es necesario transformar al programa Fondap en un programa más amplio de apoyo a los principales centros y núcleos de investigación científica y tecnológica existentes en el país. Dentro de CONICYT hay varios programas que se complementan muy bien entre sí y que ya constituyen los elementos básicos de una estrategia programática de promoción de centros de excelencia. Se propone crear el “Programa de Apoyo a Centros de Excelencia” (PACE)¹³, integrando las siguientes iniciativas: Fondap, Financiamiento Basal, Anillos de Investigación, Centros Regionales de Desarrollo Científico Tecnológico y Consorcios Tecnológicos

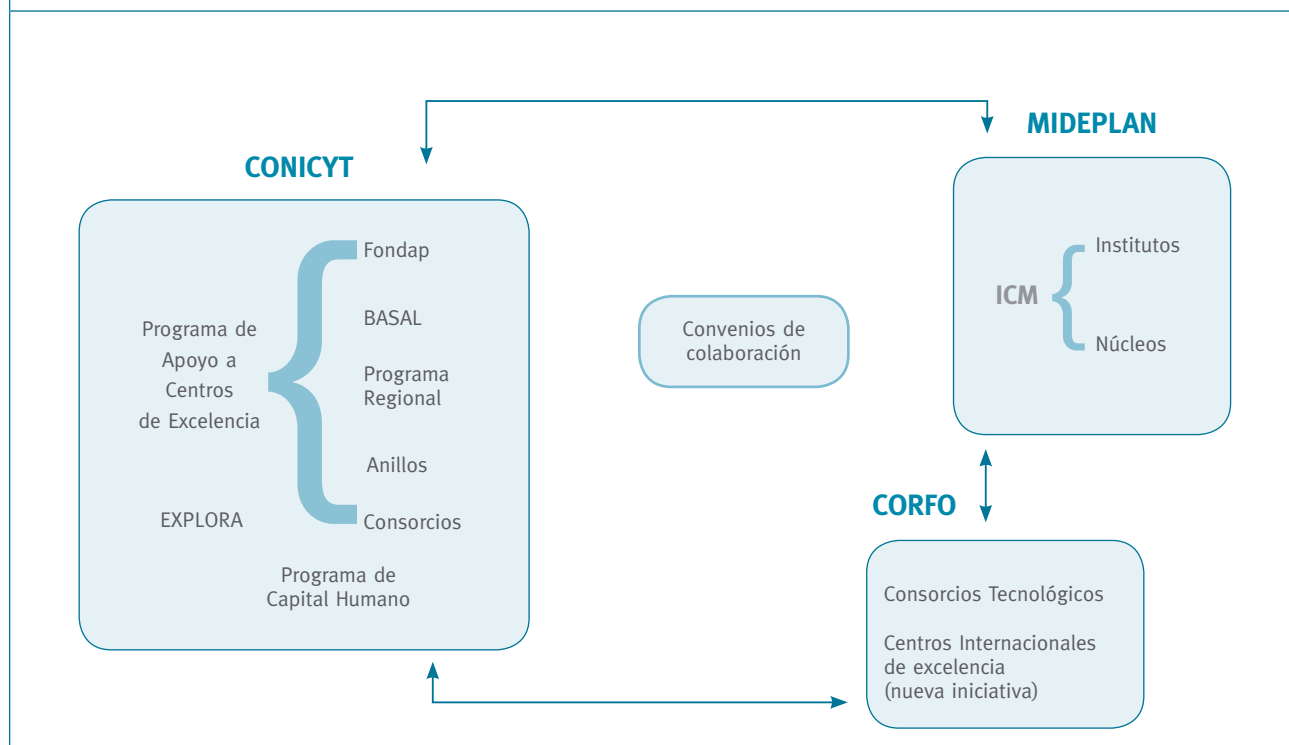
¹³ Interesantemente, la palabra *PACE* en inglés significa “paso” (como un paso dado al caminar) y también la velocidad con la que una actividad se lleva a cabo, ambas metáforas sobre el concepto de excelencia como proceso, como búsqueda continua.

(ver Gráfico 12)¹⁴. Mientras que el Fondap se concentra en investigación básica (tanto en ciencias naturales como sociales), requiriendo una contraparte moderada; el programa de Financiamiento Basal claramente se orienta a la vinculación con el sector productivo, requiriendo a la vez altos niveles de contraparte. A su vez, los Anillos de investigación pueden constituir las bases para centros futuros. Algunos de los Centros Regionales de CONICYT podrían evolucionar a centros de excelencia o formar parte de centros de excelencia de tipo red. Los Consorcios Científico Tecnológicos podrían considerarse (o podrían aspirar a ser) centros de excelencia con participación del sector privado¹⁵, y pueden aportar su cultura de colaboración público-privada a los centros de investigación básica, con la consiguiente exploración de oportunidades de colaboración. También sería interesante considerar a los dos Centros de Investigación Avanzada en Educación apoyados por CONICYT dentro del PACE, ya que puede haber importantes sinergias con los demás centros en lo que hace a la diseminación de experiencias y conocimientos científicos a los escolares en general, y a la enseñanza de las ciencias en la escuela en particular.

Un país debe trabajar para lograr sinergias entre sus distintas iniciativas relacionadas, independientemente del sector, ministerio o servicio en que se insertan. Al evaluar un programa y extraer conclusiones es necesario verlo en el contexto de los otros programas relacionados que hay en el país en determinado momento de tiempo y los cambios habidos en el tiempo. Se podría hablar de una nueva asociatividad, ahora entre iniciativas de gobierno relacionadas. CONICYT debería firmar convenios de colaboración con MIDEPLAN y CORFO, donde se especifiquen acuerdos muy básicos de coordinación, por ejemplo en lo que respecta a calendarios de llamados de concurso, a la homogenización de sistemas de informes y a la definición de indicadores de monitoreo y evaluación en común.

¹⁴ Si bien CONICYT ha agrupado recientemente las iniciativas Basal, Anillos y Consorcios con otras actividades de apoyo a la colaboración dentro del Programa de Investigación Asociativa (PIA), <http://www.conicyt.cl/573/propertyvalue-75181.html>, se sugiere revisar esta agrupación de acuerdo a las recomendaciones de este informe. La investigación científico-tecnológica es asociativa por naturaleza: si no es asociativa no puede ser de excelencia. Un “Programa de Apoyo a Centros de Excelencia” dejaría bien en claro que hay un direccionamiento específico de las políticas públicas hacia el establecimiento y fortalecimiento de los centros en búsqueda de la excelencia.

¹⁵ Como los *Collaborative Research Centers* australianos, por ejemplo.

GRÁFICO 31: EL PROGRAMA FONDAP Y PROGRAMAS RELACIONADOS

La vinculación de los centros Fondap con otros actores del sistema chileno también debería ser objeto de indicadores que se actualicen periódicamente de común acuerdo entre las partes y siguiendo las recomendaciones de evaluadores externos, que ahora no sólo evaluarían a los Centros, sino a la gestión del Programa también.

La difusión de las investigaciones realizadas por Fondap puede ser mejorada organizando reuniones anuales o bianuales entre los centros Fondap, los Institutos Milenio y los Consorcios. Cada reunión incluiría todas las áreas de investigación y una buena participación de estudiantes de doctorado y postdocs. Dichas reuniones juntan y estimulan a jóvenes investigadores, especialmente en países como Chile, donde el número total de investigadores es relativamente pequeño.

2.4.2 ADMINISTRACIÓN

Las recomendaciones que se dan a continuación se pueden aplicar tanto al relanzamiento del Programa Fondap como programa aislado (continuyendo su dependencia de Fondecyt) o como componente del Programa de Apoyo a Centros de Excelencia (PACE). Esta segunda opción sería la ideal desde el punto de vista de una estrategia coherente y abarcadora de apoyo a centros de excelencia. Desde el punto de vista de gestión del programa, la posibilidad de que varios programas relacionados compartan sus equipos de gobernabilidad y gestión permite alcanzar economías de escala importantes. Es por eso que estas recomendaciones se dan para el PACE, en el entendimiento que Fondap debería pasar a ser parte integrante de este programa mayor, o evolucionar en esta dirección.

El Programa debe tener un consejo directivo y un equipo de gestión comunes a todos sus sub-programas y que sean muy sólidos: los recursos totales a ser manejados por el programa ameritan una inversión importante en el equipo de gestión, cuya tarea fundamental será asegurar que las inversiones del programa maximicen su impacto.

Las principales funciones del consejo directivo serían las de brindar direccionamientos estratégicos al programa y la de facilitar la vinculación del PACE con los sectores de la sociedad más relevantes al mismo. Por lo tanto, el consejo estaría formado por diferentes actores interesados en los centros de excelencia, tanto desde el punto de vista de su implementación (por ejemplo investigadores destacados, agencias de gobierno que promueven la investigación) como desde el punto de vista de los resultados generados por los centros (por ejemplo sector educativo, sector privado, agencias de gobierno usuarias de resultados de investigación). Siguiendo con el Gráfico 31, sería conveniente que un representante de MIDEPLAN y un representante de CORFO integren el consejo directivo propuesto, como forma de reforzar la colaboración y coordinación entre programas desde la jerarquía institucional.

El equipo de gestión del PACE debería ser liderado por una persona que se dedique a esta tarea a tiempo completo, y que esté a cargo directamente de todos los sub-programas, de otra manera se corre el riesgo de sólo yuxtaponer varios programas, sin explotar sus sinergias. Los miembros del equipo de gestión estarían a cargo de áreas funcionales específicas (e.g., monitoreo y evaluación; comunicaciones; contable-financiera) y/o a cargo del seguimiento de varios proyectos (e.g. oficial de proyectos para cuatro centros específicos; oficial de proyectos de anillos) como sucede en otras iniciativas de centros de excelencia alrededor del mundo. No sería recomendable tener una persona responsable exclusivamente de los centros Fondap y otra por centros Basales, ya que ello podría dificultar la integración programática de los sub-programas.

El PACE debería identificar con claridad qué tipo de apoyo específico puede dar a los centros que participen del programa y qué actividades deben ser dejadas para otros programas (particularmente de CONICYT) a los cuales los centros deben procurar para obtener sus recursos, como las becas. Por ejemplo, puede ser parte del PACE proporcionar los equipamientos científicos necesarios para los investigadores, a nivel individual e institucional; complementar los sueldos de los investigadores, para que puedan concentrarse en las actividades de investigación; y proporcionar recursos flexibles para intercambio, publicaciones, y otras actividades.

Hay una serie de actividades que serán propias del equipo de gestión del PACE y que son necesarias para ejercer un liderazgo programático. Estas actividades incluyen al menos las siguientes: monitoreo y evaluación, valorización de la propiedad intelectual y divulgación del programa. Los responsables de estas funciones dentro del equipo de gestión deberán trabajar de forma estrecha con los responsables de las funciones correspondientes y/o relacionadas de CONICYT para potenciar su trabajo.

MONITOREO Y EVALUACIÓN

El desempeño de los centros PACE (o Fondap) debe ser evaluado a través de un método semi-cuantitativo, que combine indicadores cuantitativos (como por ejemplo indicadores bibliométricos a ser monitoreados por el equipo de gestión) con juicios de valor cualitativos (provistos por paneles de expertos internacionales) que pueden ser trasladados a una escala numérica. La combinación de puntajes llevaría a asignar a cada centro una calificación (insatisfactorio, satisfactorio y excelente) por cada uno de los objetivos del programa, organizándose estas calificaciones en una matriz. Dicha matriz debe servir para informar decisiones subsecuentes de financiamiento, como por ejemplo disminuir levemente el de aquéllos con bajo rendimiento e incrementar el de los exitosos. Además, los presupuestos deberían ser consistentes con los diferentes costos de las diferentes áreas de investigación.

Los indicadores y metas a utilizar deberán ser definidos de común acuerdo entre los investigadores, los evaluadores y el propio CONICYT. Esto permitirá la continua superación del centro. Por ejemplo, una meta podría ser la transición de publicaciones en revistas con cierto nivel de impacto en los primeros 3 años y luego en revistas de una franja de mayor impacto en el período siguiente. Cada centro partirá de un cierto nivel dependiente del desarrollo del área y tendrá que demostrar que arriba progresivamente a un nivel superior con el pasar del tiempo.

CONICYT debería dar directivas claras de privilegiar la calidad sobre la cantidad de artículos, por ejemplo definiendo para cada período el listado de revistas que se tendrán en cuenta para las metas. Por ejemplo, al momento de las evaluaciones periódicas se podría usar la meta de sólo considerar publicaciones de nivel de impacto “x” en la primera evaluación, “x+1” en el segundo y así sucesivamente. Esta exigencia también promoverá la colaboración entre los grupos del centro para alcanzar el nivel de calidad de las revistas. Otras formas de documentación científicas, notablemente la edición de libros de difusión internacional, podrán ser tenidos en cuenta como producción de excelencia.

VALORIZACIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

El equipo de gestión, en colaboración con las oficinas institucionales correspondientes, promoverá que los investigadores y estudiantes de los centros desarrollen conciencia de la importancia de la “valorización de la investigación”. Esto quiere decir que se promoverá que los investigadores reporten los descubrimientos o invenciones al PACE/CONICYT en la forma de una “declaración de invención” y en base a un formulario simple que tiene que anteceder a la publicación. El PACE/CONICYT podría realizar acuerdos con instituciones internacionales (como es el caso del acuerdo de Uruguay con el Instituto Pasteur de París) para canalizar estas declaraciones y evaluar la pertinencia de someter solicitudes de patentes. Los investigadores beneficiarios del PACE deberían comprometerse a apoyar este proceso de valorización.

2.4.3 ELEMENTOS DE ESTRATEGIA DE APOYO A CENTROS DE EXCELENCIA

Claridad de Objetivo: el objetivo central del Fondap II debería mantenerse como **promover la creación de “Centros de Excelencia”**. Es imprescindible **privilegiar la excelencia**, como estándar y referencia de calidad de la forma de hacer ciencia en Chile, en cualquier área de conocimiento e independientemente de la aplicación inmediata. Incluso la creación de centros en áreas de escaso desarrollo debería someterse a las mismas exigencias de excelencia, promoviendo por ejemplo la incorporación de investigadores del extranjero (hay ejemplos de investigadores de alto nivel del primer mundo que buscan terceros países en edades próximas al retiro por edad) para apuntalar el desarrollo con altos niveles de calidad.

Necesidad de un salto cuantitativo: según se observó en el benchmarking internacional, el trabajo de los investigadores chilenos es de muy buena a excelente calidad, pero faltan investigadores. Sería necesario multiplicar los investigadores por un factor de cinco para llegar a proporciones de investigadores por población similares a las de Australia, Canadá, Corea y Nueva Zelanda. ¿Cómo se logra esto? Chile ha estado formando muchos doctores, particularmente en el país. Si bien esta estrategia es correcta y necesaria, es una estrategia de largo plazo. Chile está en posición de dar un salto cuantitativo en su desarrollo científico-tecnológico y los centros de excelencia pueden ser un catalizador importante para este proceso. Una forma muy efectiva de “bajar la barrera de potencial” de la incorporación de investigadores formados es importar investigadores y postdocs extranjeros¹⁶.

Una parte esencial de los planes estratégicos de los centros deben ser los proyectos de crecimiento y renovación. Chile está empezando un esfuerzo importante de expansión de sus centros de investigación y de formación de personal de alto nivel y es necesario que las instituciones en el país absorban nuevos talentos. Además de los chilenos egresados de los programas de post-grado en el país y el exterior, los centros deberían tener políticas agresivas de reclutamiento de talentos a nivel internacional, empezando por abrir espacio para investigadores de otros países (posiblemente de China o India) que tengan interés en venir a Chile como investigadores de pos-doctorado. La oferta de profesionales altamente capacitados en dichos países es grande y a su vez los profesionales son menos costosos que aquéllos entrenados en los Estados Unidos o Europa.

Además, en áreas más estratégicas, puede ser conveniente buscar investigadores de alto nivel de otros países que estén dispuestos a venir a Chile para contribuir, crear y fortalecer nuevas áreas de investigación. Otro componente sería la contratación de investigadores principales jóvenes e independientes a través de un proceso competitivo que involucre a *peer reviewers* externos. Debe permitirse a estos investigadores elegir sus campos de estudio independientemente de aquél correspondiente al centro involucrado. Se recomienda incorporar por lo menos un nuevo investigador principal joven por año mediante este proceso de ahora en más en cada centro de excelencia.

NIVELES DE FINANCIAMIENTO NECESARIOS PARA EL SALTO CUANTITATIVO

Si Chile se decide a dar ese salto cuantitativo, el salto tiene que ser como país, con una inversión conmensurable a su nivel del producto bruto. Si bien la inversión en investigación y desarrollo aumentó mucho recientemente, estimándose en cerca de un 1% del producto

¹⁶ Esta estrategia, si bien original en el contexto latinoamericano, ha sido continuamente utilizada por Estados Unidos y muchos países europeos.

bruto interno en la actualidad, aún habría que duplicar esta inversión para estar al nivel de inversión de Australia y Canadá, y triplicarla para poder estar a la altura de Finlandia, Corea y Nueva Zelanda (siempre comparando en relación al producto bruto). Los centros de excelencia son mecanismos muy adecuados para canalizar inversión adicional, particularmente por los altos costos de su equipamiento mayor e infraestructura. El financiamiento debe contemplar dos categorías claramente diferenciadas: financiamiento operativo anual significativo que al menos se mantenga estable en el mediano plazo (ajustable por inflación) y financiamiento para infraestructura/ equipamiento mayor.

Con respecto al financiamiento de tipo operativo, para que la inversión en los centros logre sus resultados, los recursos por investigador deben adecuarse y mantenerse. Al comienzo del programa, la inversión por investigador (excluyendo equipamiento) era adecuada. Sin embargo, debido a la inflación, el poder de compra de dicha inversión se redujo significativamente. Esto constituye una enorme fragmentación de recursos, que disminuye fuertemente la posibilidad de que los mencionados resultados se alcancen y conduce a la ineficiencia en el uso de los fondos escasos. Es crucial que el gobierno restaure el poder de compra que tenía la inversión por investigador al comienzo del Fondap. Si se quisiera actualizar el monto de financiamiento anual de los centros al mes de abril de 2009 (ajustando por la inflación acumulada), el nuevo monto sería de mil millones de pesos chilenos o 1,72 millones de dólares (En lugar de 600 millones de pesos).

Una limitación importante del Fondap pasado ha sido que la gran inversión realizada por diez años no se vio acompañada por la aplicación de un programa de mejora de infraestructuras edilicias o de adquisición de equipamientos pesados y medianos. En algunos casos, esta descoordinación ha impedido que algunos centros alcancen niveles superiores de excelencia. Por tanto, es imprescindible que en Fondap II se tome en cuenta el balance entre el potencial crecimiento del proyecto y el acceso a equipamiento e infraestructura. El ejemplo de Finlandia, de financiamiento de infraestructura en organizaciones “paraguas” (e.g. grandes universidades) es particularmente relevante.

CONSIDERACIÓN DE MODELOS DE CENTROS DE EXCELENCIA EN RED

Hay muchos ejemplos en el mundo de centros de excelencia “distribuidos”: aunque siempre hay una organización que lidera el centro, los investigadores principales pueden estar ubicados en distintas organizaciones, muchas veces con una distancia geográfica grande entre ellas. Este tipo de modelo distribuido o en red puede ser de particular relevancia para Chile, de acuerdo con las políticas de regionalización.

Sea cual fuere el modelo de centro elegido es importante que los centros sean entidades reales, preferentemente coincidentes con departamentos de investigación y grupos de investigación constituidos y no una lista nominal de personas que se juntan para recibir recursos y después trabajan de forma aislada. Un centro de excelencia debe implicar la “asociación” de diferentes grupos de investigación en una disciplina o especialidad bien focalizada. Es fundamental que el ‘centro’ surja del sinergismo y la complementariedad de los participantes. Se debe demostrar que el “centro” puede alcanzar logros mayores que la sumatoria de componentes por separado, ya sea en la producción científica, la resolución de problemas o simplemente en la creación de un ambiente privilegiado para la capaci-

tación de recursos humanos. Geográficamente, los centros pueden estar constituidos por grupos en un mismo edificio o institución o estar organizados en red.

Hay buenas razones también para esperar que estos centros tengan personería jurídica propia, para que tengan autonomía para utilizar los recursos que reciben. Hay dificultades conocidas con este requisito, pero, en el límite, no tiene sentido dar recursos sustanciales a un centro o grupo de investigación que no tenga autonomía para utilizarlos de la manera más eficiente posible, con foco en los objetivos para los cuales recibieron apoyo. Tener personería jurídica propia puede además ayudar a la sustentabilidad del centro luego del período de financiación. Sería conveniente que algunos centros pudieran prolongarse en el tiempo, evolucionando hacia otras formas jurídicas u organizaciones con fuentes de financiación diferentes al Fondap.

CONSIDERACIONES PARA UN EVENTUAL LLAMADO A CONCURSO DEL PROGRAMA FONDAP II

En línea con las recomendaciones anteriores, se propone el fin y propósito que siguen para el Fondap II:

- **Fin:** *Lograr que Chile cuente con Centros de Excelencia Científica en áreas del conocimiento donde actual o potencialmente se tienen ventajas comparativas y/o que sean prioritarias para el desarrollo, social, cultural y económico del país.*
- **Propósito:** *Apoyar la formación y funcionamiento de Centros de Excelencia Científicos que contribuyan con su quehacer al desarrollo del país.*

El cuadro 1 destaca los objetivos específicos propuestos y los supuestos necesarios para que dichos objetivo sean factibles de ser cumplidos.

Para seguir participando del Fondap, o del nuevo PACE, los centros deberían presentar un plan estratégico con una perspectiva de por lo menos 5 años, que incluya sus objetivos de investigación, la contribución más amplia que creen que pueden proporcionar a la sociedad más allá de sus actividades académicas (en educación, innovación industrial, política públicas y otras), otras fuentes de financiación y necesidades de apoyo por parte del PACE.

La selección de los centros de excelencia debe ser hecha por una combinación de solicitudes originarias de la comunidad científica y tecnológica del país, o estimulada por el PACE/ CONICYT, a partir de la identificación de áreas estratégicas que necesiten ser priorizadas. La selección debe ser hecha por un proceso de *peer review* para cada propuesta, y una evaluación global por una comisión de expertos, que pueda tener una visión de conjunto. Cada centro que sea candidato debe presentar un plan estratégico de mediano y largo plazo, identificando sus temas centrales de investigación, las actividades asociativas que pretende desarrollar, las actividades de formación de recursos humanos, y la contribución que cree que su trabajo puede traer para la sociedad chilena, en áreas como educación, cultura, implementación de políticas públicas y desarrollo científico y tecnológico. Una vez aprobado el Centro, el plan estratégico será la base para su evaluación periódica, a través de mecanismos de *peer review*.

CUADRO 1: OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y SUPUESTOS PARA SU CUMPLIMIENTO - PROGRAMA FONDAP II

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Supuestos para el cumplimiento de objetivos
1. Alcanzar estándares de excelencia internacional con la investigación que se realiza.	Financiamiento ajustado a las necesidades y costos de cada Centro, de acuerdo a su plan estratégico.
2. Colaborar en la formación de capital humano avanzado (nivel doctorado y posdoctorado).	Financiamiento protegido de la inflación.
3. Promover la incorporación progresiva de investigadores jóvenes (nacionales y extranjeros) al circuito científico de excelencia.	Existencia de fondos complementarios para equipamiento de uso común e individual.
4. Valorizar la investigación y vincularse con el medio externo.	Disponibilidad de mecanismos para la inserción de investigadores jóvenes en los Centros.

En línea con el objetivo específico de “promover la incorporación progresiva de investigadores jóvenes”, debería haber cierta “cláusula de protección de jóvenes investigadores”. El proceso de evaluación se basaría en la calidad y factibilidad del proyecto y sobre la producción reciente (cinco años) de los investigadores. El peso de la carrera global de los aspirantes será tenido en cuenta secundariamente.

Además, deberían establecerse al menos dos nuevos centros en cada llamado a concurso, uno seleccionado mediante un proceso “*bottom-up*” que surja de la comunidad científica, y el otro mediante un proceso “*top-down*” que nazca promovido por PACE/CONICYT (siguiendo mecanismos competitivos, claro está). Esto último podría significar la invitación de extranjeros para competir por el nuevo centro que incluya una nueva área de investigación, la cual puede ser seleccionada por los líderes de CONICYT.

También sería importante establecer indicadores del nivel de entrada al Fondap II. ¿Cómo se evalúa la excelencia al tiempo de la propuesta de creación de un Centro? Aquí se hace necesario una definición política para marcar con claridad a los evaluadores el nivel mínimo (y los indicadores correspondientes) de ingreso de los diferentes componentes de los centros Fondap. Se sugieren los siguientes indicadores:

- **Contenido del proyecto:** La propuesta deberá contener un alto nivel científico en su conjunto y probada coherencia. Este punto deberá ser evaluado por un comité de expertos completamente independiente del equipo de investigadores y del máximo nivel internacional. Se debe solicitar al comité que sólo los proyectos de categoría superior (“*outstanding*”) podrán ser retenidos.

- **Publicaciones:** Base de datos de la ISI. A los postulantes se les puede exigir una performance de base igual o por encima del 50% de la media para los países desarrollados y para su disciplina. El uso del índice H o del número de trabajos publicados en revistas de alto impacto (10% superior), normalizado a la disciplina podría aplicarse como indicador en cada caso.
- **Patentes:** Sólo se consideran las patentes (o aplicaciones de patentes) internacionales, preferentemente aquéllas que se encuentren en proceso de consolidación o explotación al momento de presentarse la propuesta. Se debe demostrar impacto e interés objetivo de la invención.
- **Productos o Procesos:** Podrán considerarse para las áreas tecnológicas la autoría de procesos tecnológicos vinculados a la propuesta de investigación y que hayan tenido un gran impacto social o económico.
- **Otros:** Antecedentes en la formación de doctores; antecedentes de liderazgo de grupo; antecedentes en la obtención de recursos y desarrollo institucional. La aplicación de estos indicadores para postular al programa debe tener un punto de corte en el 50% superior de la especialidad.



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE ECONOMÍA