



ASESORÍAS PARA EL DESARROLLO

**EVALUACIÓN DEL PROGRAMA FONDO DE FINANCIAMIENTO DE  
CENTROS DE EXCELENCIA EN INVESTIGACIÓN FONDAP**

**INFORME FINAL**

**Empresa Consultora**

**ASESORÍAS PARA EL DESARROLLO S.A.**

**Unidad de Compra**

**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA  
FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN**

**Febrero de 2009  
Santiago, Chile**

## Índice

<b>1. Introducción .....</b>	<b>5</b>
1.1. El Programa FONDAP .....	5
1.2. El Programa FONDAP en el contexto específico de los Centros de Excelencia .....	6
1.2.1. ¿Qué es un Centro de Excelencia?.....	7
1.2.2. ¿Por qué es importante invertir en Centros de Excelencia Científicos - Tecnológicos de nivel mundial? .....	9
1.2.3. ¿Cómo medir el logro los objetivos en los Centros de Investigación de Excelencia en Chile? .	9
1.2.4. Características principales de los Programas FONDAP, BASAL e ICM.....	10
1.3. La evaluación del Programa FONDAP .....	11
1.3.1. Objetivos de la evaluación.....	11
1.3.2. Diseño global de la evaluación: fases y enfoque metodológico.....	12
1.3.2.1 <i>Enfoque metodológico general: Mapa de actores</i> .....	13
1.4. Análisis de actores de contexto .....	15
1.4.1. Visión y valoración del Programa FONDAP.....	15
1.4.2. Proyecciones y sustentabilidad de la iniciativa.....	16
1.4.3. Temas emergentes referentes al financiamiento científico en el país .....	16
<b>2. Resultados del análisis y evaluación del Programa FONDAP.....</b>	<b>18</b>
2.5. Análisis de los procesos de gestión del Programa FONDAP a nivel central.....	18
2.1.1. Recursos humanos y financieros de la administración del Programa.....	18
2.1.2. Relación del Programa con los Centros.....	19
2.1.4. Fortalezas y debilidades de la gestión del Programa.....	20
2.1.5. Conclusión: relación entre elementos de gestión del Programa y resultados referentes a sus objetivos .....	21
2.6. Análisis comparativo entre Centros FONDAP y evaluación del alcance de objetivos .....	23
2.7. Resultados del análisis de presupuesto y costos unitarios .....	33
2.8. Análisis de presupuesto .....	34
2.9. Indicadores para el análisis de costos unitarios .....	53
2.10. Observaciones relacionadas con el análisis de presupuesto .....	58
<b>3. Resultados de la evaluación individual de los Centros FONDAP y de sus Investigadores .....</b>	<b>59</b>
3.1. Centro de Astrofísica.....	59
3.1.1. Historia y características generales del Centro .....	59
3.1.2. Procesos de gestión del Centro.....	60
3.1.3. Relación del Centro con el Programa FONDAP.....	65
3.1.4. El Centro en su conjunto: análisis por objetivos.....	65
3.1.5. Síntesis de los principales resultados a nivel del Centro .....	75
3.1.6. Sustentabilidad y proyecciones .....	75
3.1.7. Sugerencias para el Programa FONDAP .....	77
3.2. Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB) .....	78
3.2.1. Historia y características generales del Centro .....	78
3.2.2. Procesos de gestión del Centro.....	80
3.2.3. Relación del Centro con el Programa FONDAP.....	88

3.2.4.	El Centro en su conjunto: análisis por objetivos.....	88
3.2.5.	Síntesis de los principales resultados .....	105
3.2.6.	Sustentabilidad y proyecciones .....	106
3.2.7.	Sugerencias para el Programa FONDAP .....	107
3.3	Centro de Estudios Moleculares de la Célula (CEMC).....	110
3.3.1.	Historia y características generales del Centro.....	110
3.3.2.	Procesos de gestión del Centro.....	111
3.3.3.	Relación del Centro con programa FONDAP .....	117
3.3.4.	El Centro en su conjunto: análisis por objetivos.....	118
3.3.5.	Síntesis de los principales resultados .....	131
3.3.6.	Sustentabilidad y proyecciones .....	131
3.3.7.	Sugerencias para el Programa FONDAP .....	133
3.4	Centro para la Investigación Interdisciplinaria Avanzada en Ciencia de los Materiales (CIMAT) 135	
3.4.1.	Historia y características generales del Centro.....	135
3.4.2.	Procesos de gestión del Centro.....	136
3.4.3.	Relación del Centro con el Programa FONDAP.....	142
3.4.4.	El Centro en su conjunto: análisis por objetivos.....	142
3.4.5.	Síntesis de los principales resultados .....	156
3.4.6.	Sustentabilidad y proyecciones .....	156
3.4.7.	Sugerencias para el Programa FONDAP .....	157
3.5	Centro de Modelamiento Matemático (CMM).....	160
3.5.1.	Historia y características generales del Centro.....	160
3.5.2.	Procesos de gestión del Centro.....	162
3.5.3.	Relación del Centro con Programa FONDAP .....	165
3.5.4.	El Centro en su conjunto: análisis por objetivos.....	165
3.5.5.	Síntesis de los principales resultados .....	178
3.5.6.	Sustentabilidad y proyecciones .....	178
3.5.7.	Sugerencias para el Programa FONDAP .....	179
3.6	3.6 Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental (COPAS) .....	181
3.6.1.	Historia y características generales del Centro.....	181
3.6.2.	Procesos de gestión del Centro.....	183
3.6.3.	Relación del Centro con el Programa FONDAP.....	185
3.6.4.	El Centro en su conjunto: análisis por objetivos.....	186
3.6.5.	Síntesis de los principales resultados .....	197
3.6.6.	Sustentabilidad y proyecciones .....	197
3.6.7.	Sugerencias para el Programa FONDAP .....	198
3.7	Centro de Regulación Celular y Patología (CRCP) .....	199
3.7.1.	Historia y características generales del Centro.....	199
3.7.2.	Procesos de gestión del Centro.....	201
3.7.3.	Relación del Centro con el Programa FONDAP.....	206
3.7.4.	El Centro en su conjunto: análisis por objetivos.....	207
3.7.5.	Síntesis de los principales resultados .....	219
3.7.6.	Sustentabilidad y proyecciones .....	220
3.7.7.	Sugerencias para el Programa FONDAP .....	221

<b>4. Benchmarking internacional .....</b>	<b>222</b>
4.1 Introducción.....	222
4.2 Todas las disciplinas científicas en su conjunto .....	225
4.3 Astronomía y astrofísica.....	227
4.4 Ecología .....	230
4.5 Ciencias de los materiales .....	233
4.6 Matemáticas.....	235
4.7 Bioquímica, genética y biología molecular.....	238
4.8 Oceanografía .....	241
4.9 Conclusiones preliminares .....	243
4.10 Ejemplo de descripción de las iniciativas de apoyo a Centros de Excelencia en países del benchmarking.....	244
4.10.1 Centros de Excelencia del Consejo de Investigación de Australia (ARC Australian Research Council) - Australia.....	244
4.10.2 Institutos del Milenio – Brasil .....	246
4.10.3 Network of Centres of Excellence (NCE) – Canadá.....	247
4.10.4 Centros de Investigación en Ciencia- Corea del Sur .....	250
4.10.5 Centros de Excelencia de la Academia de Finlandia – Finlandia .....	252
4.10.6 Centers of Research Excellence Fund – Nueva Zelanda .....	254
4.10.7 Características destacables en el diseño de los programas extranjeros.....	256
<b>5. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>261</b>
5.1 Continuidad del Programa .....	261
5.2 Cambios en el escenario de la ciencia en Chile y vigencia de los objetivos del Programa FONDAP .....	261
5.3 Recomendaciones generales o principios de excelencia.....	262
5.4 Recomendaciones para el relanzamiento del Programa FONDAP.....	264
5.4.1. Transformación del programa FONDAP en un Programa de Apoyo a Centros de Excelencia .....	264
5.4.2. Administración .....	266
5.4.3. Elementos de estrategia de apoyo a Centros de Excelencia.....	268

# 1. Introducción

## 1.1. El Programa FONDAP




El Programa FONDAP (Programa Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación) ha estado financiando la conformación de Centros en áreas temáticas que necesitan ser abordadas con excelencia, en forma multidisciplinaria y con financiamiento de largo plazo.

De acuerdo a sus bases el Programa tiene por objetivo concitar el trabajo en equipo de investigadores en áreas temáticas donde la ciencia nacional ha alcanzado un alto nivel de desarrollo. Los Centros apoyados cuentan con un número significativo de investigadores con productividad demostrada y de los cuales se espera que puedan hacer una contribución significativa a la resolución de problemas pertinentes para el desarrollo del país.

Los Centros de Excelencia se organizan al interior de una institución sin fines de lucro, con experiencia demostrada en investigación científica y participación en educación de postgrado, en el ámbito doctoral. Además cuentan con un programa de doctorado acreditado por la Comisión Nacional de Acreditación de Postgrados.

A partir del año 1999, se establecieron siete Centros de Excelencia FONDAP, los cuales han estado recibiendo un financiamiento anual por parte de CONICYT de unos MM \$600 por un período máximo de diez años. Los siete Centros están asociados a tres Universidades: Universidad de Chile (cuatro Centros), Pontificia Universidad Católica de Chile (dos Centros) y Universidad de Concepción (un Centro), concentrándose en las Ciencias Físicas y Matemáticas, Ciencias Biológicas y/o Medicina, Ciencias del Medio Ambiente y Ciencias del Mar. Tres de los cuatro Centros asociados a la Universidad de Chile se localizan en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y los dos Centros asociados a la Pontificia Universidad Católica de Chile se localizan en la Facultad de Ciencias Biológicas. El Cuadro 1 presenta información sobre estos Centros.

Cuadro 1: Los siete Centros FONDAP

Nombre	Disciplinas	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Director /Institución Responsable
 Centro de Investigación Avanzada en Ciencias de los Materiales (CIMAT)	Ingeniería, Ciencias de los Materiales	1999	Noviembre 2009	Sr. Fernando Lund Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile
 Centro de Regulación Celular y Patología (CRCP)	Biología, Biomedicina	1999	Noviembre 2009	Sr. Nivaldo Inestrosa Facultad de Ciencias Biológicas Pontificia Universidad Católica de Chile
 Centro de Modelamiento Matemático (CMM)	Matemáticas, Ciencias Exactas	2000	Setiembre 2010	Sr. Jaime San Martín. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile
 Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB)	Ciencias del Medio Ambiente	2001	Diciembre 2011	Sr. Fabián Jaksic Facultad de Ciencias Biológicas Pontificia Universidad Católica de Chile
 Centro de Astrofísica	Física y Astronomía	2002	Marzo 2012	Sr. Guido Garay Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile
 Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS)	Ciencias del Mar	2002	Febrero 2012	Sra. Carina Lange Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas Universidad de Concepción
 Centro de Estudios Moleculares de la Célula (CEMC)	Ciencias Biológicas	2002	Setiembre 2012	Sra. María Cecilia Hidalgo Facultad de Medicina Universidad de Chile

Fuente: CONICYT

Adicionalmente al programa principal, existen dos instrumentos asociados al FONDAP: las Unidades de Generación de Negocios y el Apoyo a la Investigación de Centros de Excelencia.

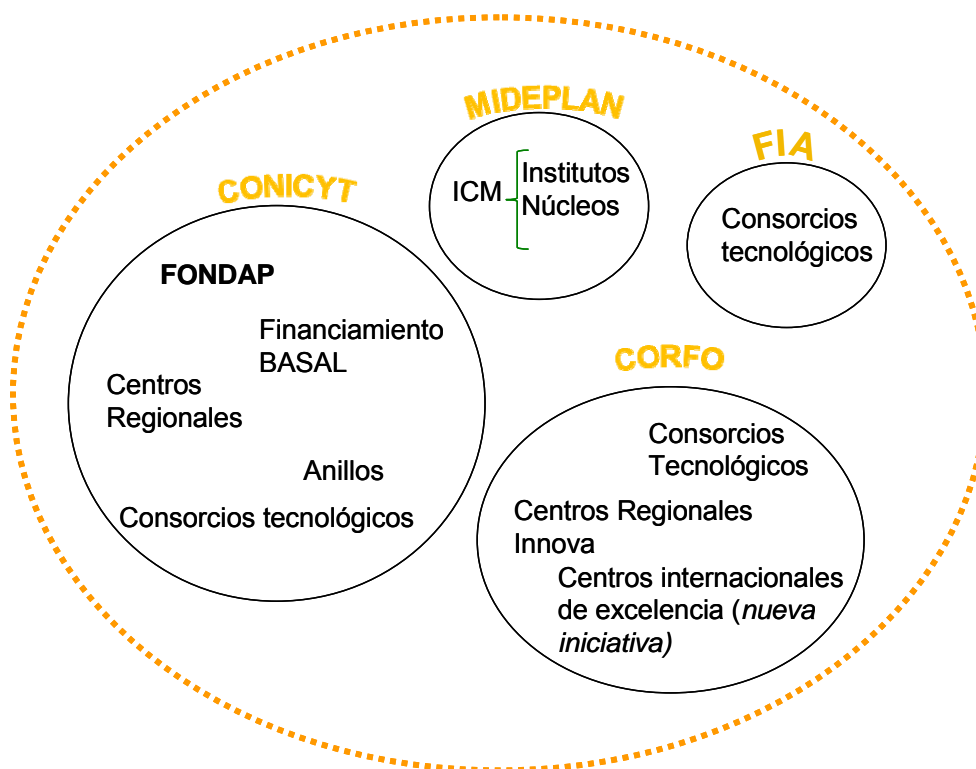
Los tres primeros Centros del Cuadro 1 obtuvieron financiamiento por un período de cinco años para la creación de una Unidad de Generación de Negocios destinada a capturar y proyectar el potencial de innovación y negocios derivado de las actividades propias del Centro.

En cuanto al Apoyo a la Investigación en Centros de Excelencia, se trata de un instrumento que otorga un complemento financiero para actividades específicas de investigación de los Centros de Excelencia FONDAP. La única convocatoria de este concurso adjudicó un proyecto de apoyo para cada uno de los siete Centros FONDAP.

### 1.2. El Programa FONDAP en el contexto específico de los Centros de Excelencia

El Gráfico 1 muestra el Programa FONDAP en el contexto de iniciativas más directamente relacionadas con la temática de Centros de Excelencia y las instituciones en las cuales se alojan dichas iniciativas.

Gráfico 1: Programas y alojamiento



Por lo general, tanto el programa de financiamiento Basal como el Programa FONDAP e ICM contemplan un modelo de financiamiento en que se complementan aportes provenientes del programa con el de otras fuentes públicas (aporte privado u otro tipo de fuentes como aportes extranjeros o de la entidad albergante, para el caso, la Universidad).

### Montos de financiamiento (Promedio anual en MM dólares):

Al analizar los montos de financiamiento se observa que los mayores montos son asignados a el Programa FONDAP (US\$ 1,2 millones promedio anual por Centro), el Programa de Financiamiento Basal (US\$1,8 millones promedio anual por Centro), el y los institutos ICM (1,6 millones promedio anual por Centro), e incluso los montos son muy superiores a los montos de financiamiento de los demás programas.

Si bien puede existir gradualidad en la entrega del total de los recursos contemplados, el modelo de financiamiento es más bien estático y no contempla incentivos para que los Centros diversifiquen sus fuentes de financiamiento con el transcurso de los años.

#### **1.2.1. ¿Qué es un Centro de Excelencia?**

##### *1.2.1.1 Definición de Centro de Excelencia a nivel Mundial*

Un Centro de investigación a nivel mundial se define como un conjunto de grupos de investigación que tiene un claro liderazgo, cuyos miembros comparten una visión científica que les permite desarrollar identidad o institucionalidad propia. Un Centro de excelencia debe: realizar actividades de investigación, desarrollo e innovación; formar recursos humanos de alto nivel y vincularse con los sectores más relevantes de la sociedad; todo esto siguiendo los más altos estándares internacionales.

##### *1.2.1.2 Definición de Centro de Excelencia según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)*

La OCDE plantea que un Centro de Excelencia debe reunir las siguientes características:

- El Centro se focaliza en un área de las ciencias básicas o en un área de las ciencias tecnológicas orientadas estratégicamente. Si el Centro cubre varias áreas, cada unidad de investigación tiene autonomía en la formulación estratégica de la I+D.
- El Centro tiene una trayectoria de trabajo en los temas de investigación de interés (al menos 10 años).
- El Centro tiene recursos profesionales a nivel Central en la disciplina de interés (Al menos 10 investigadores a tiempo completo en la disciplina de interés).
- El Centro cuenta con investigadores con PhD en la disciplina de interés (Al menos 5 PhD en la disciplina de interés).
- Investigadores del Centro tienen publicaciones en las áreas de interés, en revistas ISI (Al menos 1 publicación por investigador/año).
- El Centro ha patentado internacionalmente (USA, Europa, Asia). Al menos 5 patentes en las áreas de interés.
- El Centro desarrolla contratos relevantes con empresas y gobiernos en las áreas de interés
- El Centro cuenta en su sede principal con una capacidad explícita y diferenciada de la I+D para la transferencia de las tecnologías que desarrolla y/o su venta o licenciamiento y/o la creación de spinoffs.
- El Centro tiene acuerdos vigentes con Centros de investigación de otros países desarrollados.

En este contexto resulta interesante analizar cómo se define en Chile a nivel general y por cada iniciativa en particular el concepto de “**Centro de Excelencia**”. Como no existe en Chile una red articulada de Centros de I+D, no hay una definición *estándar* para los “Centros de excelencia” del sistema de I+D chileno. Las definiciones son sólo a nivel de Programa.

##### *1.2.1.3 Definición de Centro de Excelencia para el Programa FONDAP*

Según lo establecido por este programa los Centros:

- Deben estar organizados al interior de una institución sin fines de lucro, con experiencia demostrada en investigación científica, con participación en educación de postgrado de nivel doctoral en el área disciplinaria.
- Sus funciones son la investigación científica avanzada y la educación doctoral en ciencias.
- El Centro debe tener una masa crítica de 6 a 9 investigadores principales establecidos, que hayan alcanzado nivel de investigación y con experiencia demostrable en formación de doctores.

#### *1.2.1.4 Definición de Centro de Excelencia para Programa de Financiamiento Basal*

Conjunto de investigadores unidos por un claro liderazgo, un proyecto común cuyas actividades se desarrollen conforme a los más altos estándares internacionales. Considerando los últimos tres años y actuando en forma conjunta, se consideran investigadores a aquellos que hayan:

- Realizado investigación científica y tecnológica avanzada, a niveles de reconocimiento nacional e internacional.
- Formado capital humano avanzado para la investigación científica y la transferencia tecnológica.
- Trabajado en redes de colaboración con otras instituciones nacionales e internacionales.
- Recibido parte de su financiamiento a través de fuentes distintas a los fondos fiscales concursables

#### *1.2.1.5 Definición de Centro de Excelencia para Programa ICM*

Agrupaciones formales de investigadores de primera línea que, insertos en las estrategias y políticas de desarrollo gubernamental y adecuadamente financiado, orientan su labor de largo plazo hacia la investigación científica y al desarrollo tecnológico en torno a diferentes áreas temáticas específicas y relevantes. En síntesis, plantea que las condiciones a cumplir por los Centros son:

- Elevada calidad de los grupos de investigadores, así como de la investigación científica y desarrollos tecnológicos llevados a cabo.
- Haber sido creado en base a un proceso de selección competitiva, regido por estándares de exigencia a niveles internacionales.
- Contar con un horizonte de existencia de mediano plazo, con una proyección en el largo plazo determinado por un programa de evaluaciones extranjeras y nacionales recurrentes.
- Méritos, logros e impactos que sean de visibilidad y reconocimiento nacional e internacional, lo que constituye una condicionante para su persistencia en el tiempo.
- Estar constituidos por grupos de trabajo de una o más organizaciones y lugares geográficos y contar con una estructura organizacional de alto nivel para la organización y la gestión del Centro.
- Desarrollar sus actividades en forma transdisciplinaria y sinérgica a través de un enfoque de trabajo grupal.
- Contar con un contingente significativo de personas jóvenes.
- Contar con fuentes de recursos externos para el fortalecimiento progresivo del Centro

En cuanto a las consideraciones de Centros de Excelencia contempladas por los programas chilenos, si bien al considerar la totalidad de programas muchos cumplen con al menos una de las consideraciones de Centros de Excelencia de Clase Mundial consideradas por la OCDE, sólo los Centros apoyados por el Programa FONDAP, el Programa de Financiamiento Basal, y los Institutos ICM responden mayoritariamente a todas las consideraciones antes mencionadas.

Los Anillos y Núcleos responden a las principales consideraciones de excelencia (enfoque, formación de capital humano, calidad de investigadores, entre otras), cabe mencionar que éstos tienen un tamaño mucho menor al necesario para constituir Centros, pero pueden evolucionar hasta lograr convertirse en Centro.

### 1.2.2. ¿Por qué es importante invertir en Centros de Excelencia Científicos - Tecnológicos de nivel mundial?

Una serie de fallas de mercado dificultan que los actores privados inviertan en Investigación y Desarrollo (I+D), por lo que es clave un activo papel del Estado en la materia. Entre las principales fallas de mercado se encuentran la falta de inversión del sector privado en bienes públicos tales como la investigación básica y la formación de recursos humanos de alto nivel en ciencias, de los que se beneficia la sociedad en general, no siendo evidente que tengan perspectivas de explotación económica inmediatas. Además, la apropiabilidad de los resultados de la investigación básica (generados tanto en el mundo como en Chile) es muy baja si no se dispone de una “masa crítica” de investigadores y tecnólogos con la suficiente calidad y cantidad. Otra de las fallas de mercado que desincentivan la inversión privada es la escasa protección de los derechos de autor. La protección de los derechos de autor es uno de los factores que explican una mayor inversión en I+D en los países desarrollados con respecto a los países en desarrollo. Otros factores que influyen sobre el nivel de inversión de I+D incluyen mercados de capitales más desarrollados, mejor capacidad gubernamental para financiar parte de sus programas de fomento y mejores instituciones de investigación.

### 1.2.3. ¿Cómo medir el logro los objetivos en los Centros de Investigación de Excelencia en Chile?

#### 1.2.3.1 *Objetivos de los Programas que financian Centros de Excelencia*

Al igual que para la definición de Centros de Excelencia, no existen objetivos comunes a nivel de Sistema, sino que los objetivos son establecidos a nivel de programas. A pesar de esto, se observan objetivos transversales en todos los programas, alterándose sólo la prioridad o el enfoque que se le da a los respectivos componentes. Estos son:

1. Realizar actividades de investigación científica y tecnológica de excelencia (Investigación de punta conducente a la frontera del conocimiento).
2. Formación de capital humano avanzado de excelencia.
3. Actividades realizadas conducentes a incrementar la competitividad de la economía (Vinculación con las necesidades del sector productivo).
4. Colaboración e inserción con redes internacionales.
5. Proyección de los avances hacia el medio externo y la sociedad en general.

#### 1.2.3.2 *¿Cómo son medidos estos objetivos?*

Algunos indicadores utilizados son:

##### **1. Actividades de investigación:**

- Cantidad de publicaciones ISI, no ISI y citaciones en revistas ISI.
- Impacto promedio anual de las revistas en las que son publicados los artículos de los investigadores.
- Número de patentes solicitadas y/o otorgadas, ya sean nacionales o internacionales.

##### **2. Formación de Capital Humano:**

- Cantidad de tesis de magíster terminadas.
- Cantidad de tesis doctorales terminadas.
- Cantidad de postdoctorantes trabajando en el Centro.
- Cantidad de investigadores visitantes.

##### **3. Vinculación sector productivo:**

- Cantidad de patentes nacionales e internacionales solicitadas u otorgadas.

- Cantidad de licencias y/o acuerdos de transferencia tecnológica y trabajos realizados en el sector productivo y/o servicios (material transfer agreements).
- Cantidad de doctorados y postdoctorados insertados en la industria.
- Actividades de participación en instancias de definición de políticas públicas (consejos consultivos, comités asesores).
- Actividades de participación en otras instituciones relevantes.
- Monto y porcentaje incremental de los ingresos financiados por empresas con fines de lucro.
- Monto y porcentaje incremental de los ingresos financiados por otras fuentes no fiscales.

**4. Colaboración e inserción con redes internacionales:**

- Existencia de redes de intercambio internacional.
- Cantidad de investigadores visitantes.

**5. Proyección hacia el medio externo:**

- Número y naturaleza de las iniciativas de difusión y/o extensión.
- Número y tipo de proyectos de extensión a la comunidad.

#### 1.2.4. Características principales de los Programas FONDAP, BASAL e ICM

Tanto para el Programa FONDAP, cuanto para el Programa de Financiamiento Basal y para los Institutos ICM, se contempla una duración máxima de 10 años sujeta a una evaluación al cabo de los primeros 5 años. En esta se mide el cumplimiento de los objetivos antes señalados con la métrica ya mencionada y utilizando paneles de evaluadores internacionales. A su vez, existen informes anuales que los Centros deben presentar. Finalizados los 10 años, los Centros podrían postular nuevamente al financiamiento, en caso de presentar un proyecto acorde a las características del concurso. Esta segunda postulación, a diferencia de la evaluación contemplada finalizado los primeros 5 años de financiamiento, es competitiva.

Los Núcleos ICM tienen una duración de 6 años sujeta a evaluación finalizados los 3 primeros años la cual es competitiva (se compite con los nuevos postulantes). En el caso de los Anillos, los proyectos contemplan una duración de 3 años.

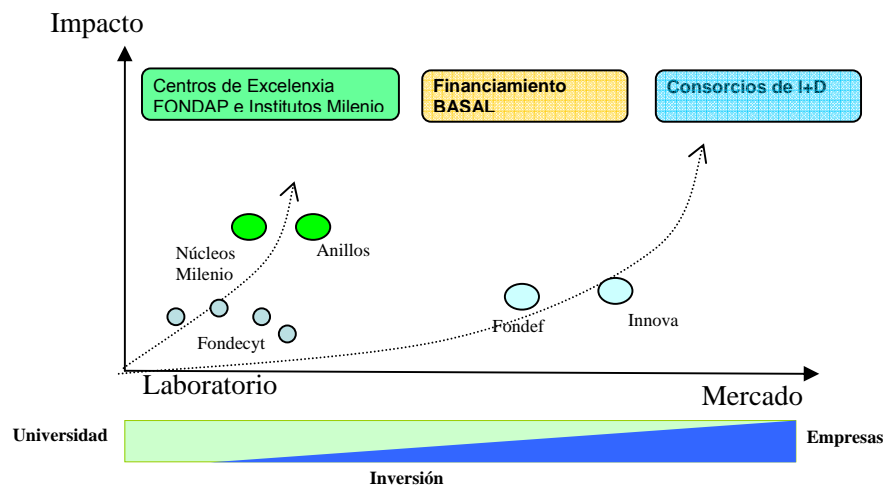
Si bien en los Centros participa un número activo de investigadores, al considerar las horas full time de los investigadores (ya sea en su modalidad principal o asociado), el número promedio es de 13 investigadores por Centro.

- En general los Centros se forman a partir de grupos de investigadores que, bajo la necesidad de crecer, postulan a un mayor financiamiento y se constituyen como Centro.
- Hasta mediados del año 2008 han existido: 2 convocatorias del Programa FONDAP que permitieron el financiamiento de 7 Centros, 2 convocatorias de ICM que permitieron el financiamiento de 5 Institutos y una convocatoria del Programa de Financiamiento Basal que contempló el financiamiento de 8 Centros, 7 de los cuales son pre existentes (4 de éstos pertenecen también a FONDAP y otros 3 a ICM) y uno es nuevo.

Dentro de los instrumentos contemplados para incrementar el vínculo entre I+D y las necesidades del sector productivo se encuentran los consorcios tecnológicos. En estos participan tanto centros de investigación como empresas de diversos sectores productivos, sin embargo no se observa la participación de Centros de excelencia en la conformación de los Consorcios. Estos han sido conformados por empresas y Universidades. Si bien las mismas universidades que albergan los Centros de Excelencia participan en los Consorcios, lo hacen a través de diferentes grupos de investigación a los que componen los Centros.

El Gráfico 2 ubica a los programas principales de apoyo a la I+D de acuerdo a su impacto (cantidad de recursos disponibles) y vinculación con el mercado (medido en función de la participación de las empresas).

Gráfico 2: Relación entre impacto y vinculación con el sector productivo



Fuente: Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología

En cuanto a las áreas del conocimiento, los programas han financiado proyectos investigativos pertenecientes a áreas diversas, pero se observa una mayor orientación hacia las Ciencias Naturales (51%). Al interior de ésta, ha existido una mayor orientación hacia Ciencias Biológicas (35%), Tierra y Medio Ambiente (29%) y Ciencias Físicas (21%).

Las ingenierías y tecnologías reciben el 29% de los recursos de estos programas, desarrollándose con mayor fuerza la Biotecnología industrial (17%) y Biotecnología Ambiental (12%).

En cuanto a las Ciencias Médicas y de la Salud, éstas representan un 10%, desarrollándose con fuerza la medicina básica (61%).

Si bien han existido concursos con algún nivel de foco, no se observan convocatorias específicas para alguna área del conocimiento en particular. En consecuencia, si bien se observan diferencias evidentes en cuanto a los recursos asignados a las diversas áreas del conocimiento, esto no ha sido producto de convocatorias específicas y consensuadas con anticipación.

### 1.3. La evaluación del Programa FONDAP

#### 1.3.1. Objetivos de la evaluación

El objetivo general y final que se propuso la consultoría es el de evaluar el impacto del Programa FONDAP (incluyendo sus Centros) para generar información y antecedentes relevantes que permitan analizar la continuidad del Programa y establecer un plan de mejoras que permita avanzar hacia su perfeccionamiento.

Para ello, se analizó y se evaluó el cumplimiento de los principales objetivos del Programa FONDAP, explorando los factores que lo han facilitado o dificultado. Los objetivos específicos del Programa FONDAP que fueron evaluados son los siguientes:

- Fomentar la investigación asociativa;
- Realizar investigación de excelencia;
- Formar capital humano avanzado;
- Proyectar y difundir los resultados de sus investigaciones al medio externo; y
- Contribuir al desarrollo del país.

### 1.3.2 Diseño global de la evaluación: fases y enfoque metodológico

La evaluación propuesta contiene cuatro fases interrelacionadas entre sí:

**Fase A:** Evaluación Individual de los Centros FONDAP y de sus investigadores;

**Fase B:** Evaluación del Programa FONDAP en su conjunto;

**Fase C:** Benchmarking Internacional con otros Programas y Centros de Excelencia destacados del mundo; y

**Fase D:** Propuestas de mejoramiento y recomendaciones para una nueva etapa de Centros de Excelencia en Chile, como también para la organización del Programa.

Las distintas fases, esquematizadas en el Gráfico 3, pueden pensarse tanto como etapas de un proceso sistemático cuanto como perspectivas de análisis complementarias y exhaustivas.

En la **fase A** se indagó sobre los resultados de cada Centro FONDAP. Esta fase no sólo analizó a los investigadores a nivel individual y a los Centros como instituciones que los albergan, sino que se enfocó también en analizar la *gestión* de los Centros, es decir, aquello que diferencia a los Centros de Excelencia de meras agrupaciones de científicos. Sobre esta fase versa el Capítulo 3 del presente informe.

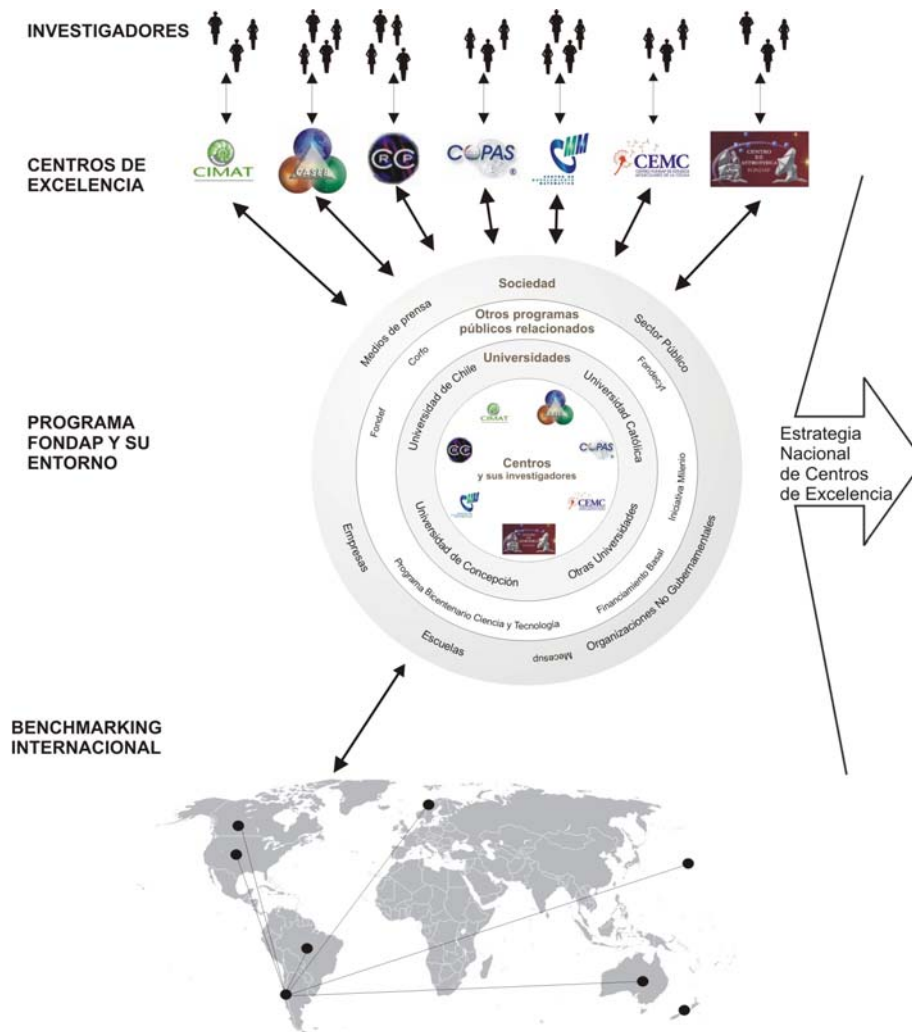
La **fase B** comprende la evaluación del Programa FONDAP en su conjunto, y parte necesariamente por la agregación y el análisis detallado de la información de los siete Centros apoyados. En el Capítulo 2 del presente informe se encuentran los resultados arribados luego del desarrollo de esta fase del estudio.

En la **fase C** se trabajó sobre la realidad internacional: las buenas prácticas, los estándares, características, tendencias y ejemplos de Programas y Centros de Excelencia similares en otros países. Al unir las fases A y B a la perspectiva internacional se puede concluir sobre los resultados del FONDAP y el cumplimiento de sus objetivos, como así también explorar sus fortalezas y debilidades, factores que lo han favorecido y otros que pueden haber operado como obstáculo. Los resultados de esta fase se exponen en el Capítulo 4 de este informe.

Por último, la **fase D** deriva de las tres fases previas y del panel de expertos internacionales, realizado recientemente en Chile. Partiendo del análisis anterior exhaustivo y multifacético, el equipo consultor y el panel de expertos proponen líneas de acción orientadas a definir una estrategia nacional de apoyo a Centros Científicos de Excelencia. El Capítulo 5 versa sobre las recomendaciones y los resultados del panel de expertos que se proponen en esta última fase.

El enfoque metodológico en las fases A, B y C fue tanto cualitativo cuanto cuantitativo, esto es, se combinó evidencia empírica proveniente de fuentes estadísticas, informes y registros contables con observaciones provenientes de encuestas, evidencia documental y entrevistas a investigadores de los Centros y a informantes calificados de su entorno.

Gráfico 3: Diseño global de la Evaluación

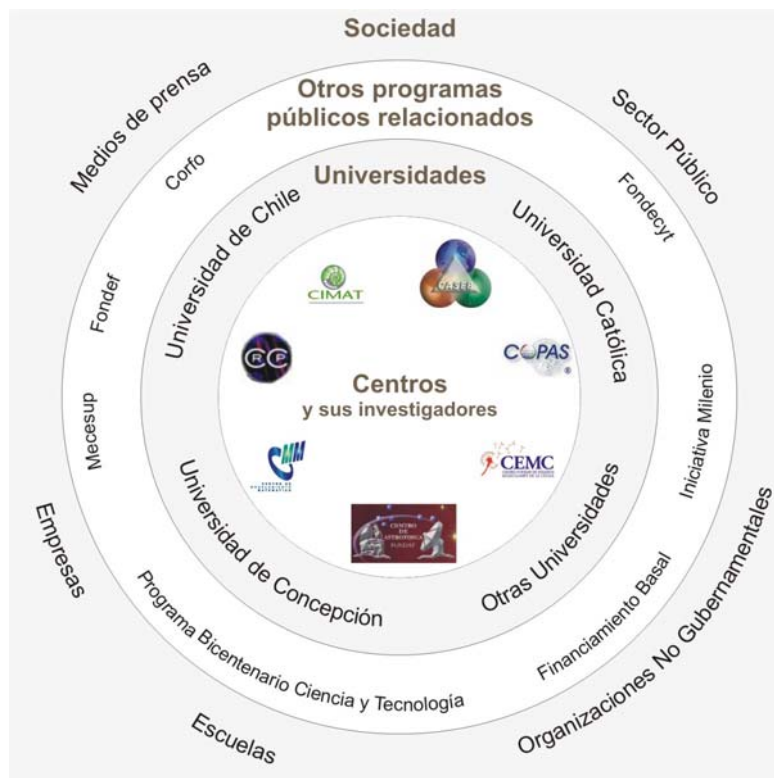


Como se verá más adelante, el diseño metodológico de la fase A se aproxima a un diseño cuasi-experimental en el sentido de que se trabajó con un grupo de control “nacional”. A su vez, la fase C en cierta forma operó como grupo testigo “internacional” en la medida en que se constituye en benchmark para evaluar los logros individuales de los Centros y del Programa en su conjunto.

### 1.3.2.1 Enfoque metodológico general: Mapa de actores

Los Centros de Excelencia del Programa FONDAP se desenvuelven, interactúan y se condicionan en un complejo contexto de instituciones y actores que no puede ser ignorado a la hora de su evaluación. El Gráfico 4 presenta los Centros y su entorno en forma de *mapa de actores*, donde anillos sucesivos representan distintos niveles de interacción.

Gráfico 4: Mapa de actores



En el Centro del mapa se encuentran los directivos, investigadores y estudiantes de cada uno de los Centros. Los Centros, a su vez, forman parte de las universidades destacadas en el mapa y se esperaría que también tuvieran interacciones importantes con otras universidades. En el anillo siguiente se ubican los programas públicos de apoyo a la ciencia y tecnología y a la formación de recursos humanos relevantes a FONDAP. En el anillo exterior se encuentra la sociedad en general, y en particular actores claves del desarrollo del país y beneficiarios indirectos del Programa FONDAP (organizaciones que han interactuado con los Centros, por ejemplo recibiendo asesorías o transferencias de conocimientos/tecnología).

El foco de análisis de la evaluación se puso en la interacción entre el Centro y los actores correspondientes a cada anillo, intentando trazar tanto las acciones que partiendo del Centro se proyectan a cada anillo cuanto las acciones provenientes de cada anillo que abren oportunidades y estimulan o dificultan el desarrollo del Centro. Vale decir que las relaciones se miraron siempre en dos sentidos: desde el Centro hacia el entorno y desde el entorno hacia el Centro.

De esta forma, la evaluación consideró al Programa FONDAP y a cada Centro en interacción con el sistema de investigación científica y la sociedad. La evaluación se detuvo tanto en los logros de cada Centro como en los logros del Programa. Estos se operacionalizan en función de los cinco objetivos principales señalados anteriormente y en los procesos relacionados: la organización y gestión de cada Centro y la gestión del Programa.

## **1.4. Análisis de actores de contexto**

### **1.4.1 Visión y valoración del Programa FONDAP**

Para los actores claves para el desarrollo del país y los representantes de otros programas relacionados es muy valioso lo que ha hecho FONDAP en lo referente a la cantidad y calidad de la investigación que se realiza en los Centros y de los recursos humanos que se han formado en ellos. Ambos hechos que, según algunos representantes del sector público, han logrado posicionar a las disciplinas favorecidas por el Programa en un nivel internacional.

Desde la División de Innovación de la Subsecretaría de Economía Fomento y Reconstrucción, se va incluso más lejos en los juicios positivos, señalando que los Centros FONDAP y los Institutos Milenio son seminales, en cuanto con ellos se cambia la lógica del financiamiento científico desde el proyecto al programa, lo cual permite trabajar más en el largo plazo y producir masa crítica en ciertas áreas importantes del conocimiento, lo cual es reconocido y destacado por los científicos que trabajan al interior de los Centros FONDAP. También desde este actor se destaca el efecto demostrativo que tiene el programa, en tanto revela al mundo y a los propios científicos chilenos la posibilidad de hacer ciencia de excelencia y asociativa en el país.

Estos mismos actores avizoran como un logro importante el que FONDAP haya delineado su trabajo en referencia a áreas definidas como prioritarias, lo cual puede marcar un buen referente para ordenar y alinear la inversión en ciencia con los objetivos de desarrollo del país, además de potenciar el aprovechamiento de sus ventajas comparativas. A pesar de esto, se señala que se debe revisar el criterio de áreas prioritarias de acuerdo a las ventajas naturales (Océanos, Cielo, etc.) y de acuerdo a la masa crítica de investigadores que existan en estas.

A pesar de los positivos juicios aquí reseñados desde los actores más ligados al concepto innovación y al mundo privado -CORFO-Innova y la División de Innovación del Ministerio de Economía-, se considera que falta una mayor conexión de estos Centros con el mercado y el mundo productivo.

Respecto de los resultados del Programa, los actores más críticos dentro del mundo científico entrevistado se muestran escépticos respecto de los logros del Programa, en comparación con otras iniciativas de financiamiento. A pesar de lo anterior, reconocen avances sobre todo en lo que se refiere a la generación de investigación asociativa y a la formación de capital humano avanzado. Existe coincidencia para señalar que la investigación asociativa es el punto en el Programa FONDAP ha hecho una mayor contribución y que por medio del Programa se ha logrado generar masa crítica de científicos en las áreas del conocimiento en que se ubican los Centros. Estos hechos también son fuertemente valorados por los representantes del mundo público, desde donde se destaca igualmente la entrega de un sello corporativo a las investigaciones y el trabajo general de los científicos.

Desde su perspectiva, muchos de los científicos consultados señalan que intentar que los Centros comiencen a trabajar en temas aplicados no tiene sentido, ya que buena parte de los científicos que los componen no tienen la preparación para ello, lo que lleva a que se pierda el foco de atención de lo que sí saben hacer de buena manera y a que tampoco se logren buenos resultados en los intentos aplicados de los Centros.

Por último se puede establecer que, sobre todo desde la opinión de los representantes del mundo público, se evidencian menores logros en el ámbito de la difusión al medio externo. Para ellos faltan instancias que visibilicen al programa y sus logros frente a la sociedad en su conjunto y al mundo privado en particular, el cual al conocer el quehacer de los Centros tendría una mayor propensión a financiar las líneas de investigación que se están trabajando y/o a buscar salidas innovadoras a estas líneas. El traspasar conocimientos hacia la sociedad (establecimientos educacionales o servicios públicos, por ejemplo) es visto como un elemento importante y que debe ser labor de los Centros, más allá de que en un principio esto no haya sido tan explícito.

### 1.4.2 Proyecciones y sustentabilidad de la iniciativa

Desde representantes de otros programas relacionados al FONDAP se señala que se debiese mantener el financiamiento a los Centros, sea con el nombre que sea, en tanto es inviable exigir que todo sea financiado por el sector privado, ya que van a existir disciplinas, áreas o líneas de investigación en las que el mercado no va a estar interesado en invertir en el corto o mediano plazo. El pensar la sustentabilidad sin el apoyo estatal es muy difícil, más allá de que los Centros puedan conseguir alguna proporción de recursos privados. En este mismo sentido, se establece que el financiamiento que entregue el Estado debiera ser diferente de acuerdo al tipo de Centro, sus necesidades y la posibilidad de apalancar recursos de otras fuentes.

La continuidad del Programa también se ve positivamente por los actores representantes de otros programas, en tanto al mantener los Centros de mayor envergadura se libera el FONDECYT para apoyar a los investigadores jóvenes, estimulando así a la generación de recambio. Por su parte, para el segmento de los científicos, el hecho de que los Centros FONDAP continúen o no, en general debe ser ponderado y evaluado en base a las evaluaciones expertas que se realicen y comparando sus resultados (en lo referente a productividad científica) con lo que producen las otras fuentes de financiamiento, particularmente FONDECYT. Asimismo, algunos de ellos hablan de la necesidad de diversificar las áreas en que se entregan fondos de gran envergadura, arguyendo el que “no sean siempre los mismos” los que se los adjudican.

Por otra parte, desde los actores claves para el desarrollo del país se señala que es importante buscar el potencial de innovación que poseen las líneas de investigación que se están implementando en los Centros FONDAP. En este marco, se evalúan bien las unidades de negocios, las que hacia el futuro debiesen actuar pragmáticamente buscando posibilidades de aplicación o negocios con lo que los Centros están haciendo.

Por último, algunos de los representantes del sector público señalan que sería deseable que los Centros pudieran tener personalidad jurídica, al igual que los Centros de ICM, lo cual les entregaría más libertad y mejoraría sus procesos de gestión. Opiniones que son compartidas por las direcciones de los Centros.

### 1.4.3 Temas emergentes referentes al financiamiento científico en el país

Gran parte de los actores del mundo de la ciencia consultados creen que se deben asegurar recursos para la realización de ciencia básica y no centrar los esfuerzos en medir cuál es el retorno económico que la realización de esta ciencia acarrea. En otras palabras, se deben asegurar recursos para la realización de ciencia fundamental en el mediano y largo plazo, subordinando la realización de ciencia aplicada a las agendas que la propia ciencia básica establezca.

Respecto de este punto algunos de los científicos entrevistados tienen opiniones menos radicales, reconociendo la importancia de acercar la ciencia al desarrollo productivo, aunque siempre con cautela y en las áreas que sea factible hacerlo, por supuesto sin dejar de lado el financiamiento de disciplinas que poseen por su naturaleza una menor aplicabilidad.

En el caso de los representantes del mundo público, en general, se señala que debiesen coexistir Centros de un perfil más aplicado con otros de un perfil más básico; pensar en la existencia de sólo unos o los otros es una falsa dicotomía. Lo importante es que en ambos frentes haya científicos que hagan un trabajo de calidad, los mecanismos de selección deben discriminar hacia este concepto. Esto es extrapolable sobre todo para ciertas áreas en que surge natural hacer ciencia con un cariz más aplicado, respecto de otras donde esto es casi imposible (astrofísica, por ejemplo). Algo distinta es la opinión del representante de la ICM, quien piensa que al interior del mismo Centro debiesen existir científicos dedicados a hacer ciencia básica y otros a la aplicación, como en un continuo natural y con líneas estables y propias para el desarrollo básico y aplicado.

Por último, existe coincidencia entre los científicos en que se hace cada vez más necesario elaborar lineamientos para una política permanente de desarrollo científico, que esté más allá de la coyuntura política (y que por tanto pueda actuar bajo lineamientos de largo plazo) y que además tenga una amplia representación del mundo de la ciencia tanto en su diseño como en su ejecución.

Esta opinión es compartida, en gran medida, por los representantes del mundo público, quienes señalaron lo positivo que sería tener un sistema armónico y estable de financiamiento que permita poner la perspectiva en el largo plazo y bajo la lógica de política y programa y no sólo de proyecto, como se había hecho por lo general hasta ahora, consolidando el salto hacía la investigación asociativa y con sistemas de selección que privilegien la calidad.

## **2. Resultados del análisis y evaluación del Programa FONDAP**

### **2.5 *Análisis de los procesos de gestión del Programa FONDAP a nivel central***

En este apartado se analizan los principales procesos de gestión de la administración del Programa FONDAP y la contribución que se hace por medio de estos procesos al cumplimiento de los objetivos del Programa. En concreto, se describen y analizan críticamente los recursos con que cuenta el Programa, sus procesos de coordinación interna, la relación que establece con su entorno y las principales fortalezas, debilidades y obstaculizadores con que se ha encontrado su gestión. Para terminar, y a modo de conclusión, se analiza cómo estos elementos de gestión han influido en los resultados que ha obtenido el Programa en sus diez años de ejecución y se presentan sugerencias de mejoramiento.

#### **2.1.1. Recursos humanos y financieros de la administración del Programa**

Inicialmente, en los años 1997 y 1998, un consejero de CONICYT fue quien se hizo cargo de la dirección del Programa FONDAP, con una dedicación que no alcanzaba a cubrir una jornada completa en el puesto. 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.

Desde esta perspectiva, uno de los hechos que llama la atención es que el Programa nunca ha contado con un director que se pueda dedicar jornada completa al Programa, lo que en opinión de su dirección es una falencia, sobre todo porque le resta visibilidad al interior de CONICYT.

En la actualidad, el equipo está compuesto por 3 personas que representan en total 2,5 jornadas de trabajo: la directora, quien además es la directora de FONDECYT; una coordinadora del FONDAP y una analista financiera exclusiva para el programa (área de administración y finanzas).

Las tareas que debe cumplir este equipo de trabajo siempre han estado más relacionadas con temas administrativos. Dada la escasa cantidad de personal que tiene el FONDAP, las visitas que se hacen a los Centros generalmente tienen que ver con temas administrativos y no técnicos o sustantivos, las que demandarían una dedicación mayor.

Respecto a la coordinación interna del equipo de trabajo, se puede señalar que al interior de este no se realizan reuniones periódicas formales, en tanto no aparece como necesario dado el pequeño número de personas que en él trabajan, lo cual facilita la coordinación y el seguimiento cotidiano del trabajo realizado.

En este marco, y según lo declarado por la coordinación del Programa y los juicios que este equipo consultor logró construir en el trabajo de terreno, 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, lo cual de alguna manera explica la imposibilidad de que el equipo pueda trabajar temas de planificación y/o evaluación de su implementación. En este marco, tampoco se ve como posible el que el nivel central del Programa asuma un rol más activo de apoyo a los Centros para el cumplimiento de sus objetivos. Concretamente, se hace muy difícil que la administración del Programa apoye, por ejemplo, la difusión al medio externo que deberían hacer los Centros si no se cuenta con personal con las capacidades y el tiempo para hacerlo.

De esta forma, se espera que el programa se fortalezca con la contratación de más personal para desarrollar las labores necesarias, incluyendo el aspecto de difusión al medio externo.

En cuanto a los recursos financieros, se puede establecer una distinción entre recursos para transferencias a los Centros y recursos para gastos de operación. En lo referente a los primeros, desde la coordinación del Programa se señala que existe claridad en su monto y procedimientos para transferirlos. Al hablar de los segundos, en opinión de la directora y de la Coordinadora de la iniciativa, estos recursos siempre tienden a ser insuficientes para las necesidades del Programa.

### 2.1.2. Relación del Programa con los Centros

Una función importante que debe desarrollar el nivel central de FONDAP es aquella que se relaciona con la coordinación que se debe establecer con los Centros, sin embargo, y fundamentalmente debido al número de personas que trabajan en el equipo central, esta coordinación no abarca todas las áreas esperadas. El contacto con los Centros es, en la mayoría de las ocasiones, a causa de temas administrativos, dejando en un segundo plano los aspectos más técnicos. Un ejemplo claro de esto es que, en ocasiones, se les reenvía a los Centros información de interés que llega a FONDAP y/o a CONICYT, pero sin que se genere discusión o una reflexión conjunta y entre Centros respecto a estos temas.

Respecto a los encuentros que se han llevado a cabo generando instancias de coordinación y trabajo conjunto, en el año 2004 se realizó un encuentro de Centros con el objetivo de que estos pudieran comenzar a trabajar de manera más colaborativa y se conociera con mayor profundidad qué hace el FONDAP, más allá de la labor de los Centros en particular. Tanto desde el FONDAP como desde los Centros se valora este tipo de actividades, sin embargo la poca periodicidad que han tenido atenta contra un trabajo que pueda entregar resultados más sustentables en el tiempo. Con posterioridad al encuentro antes mencionado, la siguiente instancia formal de reunión fue la jornada realizada el año pasado, con el objeto de conmemorar los 10 años del Programa. Además de estos dos encuentros, en el año 2007 se llevó a cabo una jornada de capacitación para los encargados del área de administración y finanzas de los Centros, teniendo como principal resultado una mejora sustantiva en las rendiciones financieras enviadas a FONDAP.

Dentro de la comunidad científica beneficiada la imagen positiva es compartida también debido al pronto apoyo que se suele recibir por parte de la administración del Programa. Esta es un área en la que el programa ha ido mejorando con el transcurso del tiempo, partiendo con reglas restrictivas y rígidas que se fueron flexibilizando. Es normal que en programas de esta naturaleza se sigan “curvas de aprendizaje” donde al comienzo hay altos costos de transacción debido al poco conocimiento y experiencia sobre el programa (tanto del punto de vista de la administración como de los beneficiarios).

Existe coincidencia en señalar que con el actual equipo central de FONDAP ha existido una mejora en la relación que se establece con los Centros. Esta mejora se debió en gran parte a la flexibilización que se produjo en FONDAP y fundamentalmente a los procedimientos administrativos asociados a la gestión de éstos. Esta mejora se produce a partir del año 2004 y se profundiza en el año 2006, lo que contribuye a que se optimice la relación ya que los Centros comienzan a ver a la administración de FONDAP como un ente de apoyo y facilitador de su gestión, más que como un fiscalizador.

Se destaca que hubo cambios en los instrumentos utilizados durante el último tiempo, los cuales han sido evaluados positivamente tanto por el equipo de FONDAP como por los Centros. Específicamente se señala que tanto los formatos para rendición como los formatos para las evaluaciones académicas han cambiado sustantivamente durante los últimos años. Si bien es cierto que han mejorado, estos instrumentos son aún perfectibles y las mejoras que se les ha efectuado han sido fundamentalmente producto del feedback que han recibido desde los Centros mismos y de los evaluadores externos.

En lo concreto, lo anterior ha llevado a que en el próximo llamado a concurso del Programa, las bases contemplen aspectos nuevos y que han ido surgiendo de la relación con los Centros, en el afán por hacer más simple el ciclo de proyectos.

En conclusión, se puede señalar que los procesos internos se dieron de manera más fluida con los cambios implementados, lo que además ha contribuido a mejorar la relación entre el FONDAP y los Centros.

### 2.1.3 Interacción del Programa con otros actores

Durante sus diez años de existencia, FONDAP logró superar un inicio que fue criticado al interior de la comunidad científica, por su falta de transparencia, al comenzar la iniciativa apoyando a dos Centros como proyectos piloto sin llamado a concurso público. Cabe mencionar que a partir del año 1999 el Programa adquiere otro cariz, lo cual llevo a que todos los Centros que funcionan actualmente (y son parte de este estudio) han sido seleccionados por concursos abierto, siendo estos ampliamente respetados.

En la actualidad, el Programa FONDAP goza de una imagen muy positiva dentro de la comunidad científica chilena, considerando tanto investigadores beneficiados como investigadores que no han participado del programa, incluyendo líderes científicos. Esta imagen es compartida por representantes de programas gubernamentales relacionados a la temática del Programa.

En lo referente a las relaciones concretas que se dan con otros actores del entorno del Programa destacan las coordinaciones establecidas con el Ministerio de Economía, las cuales se da fundamentalmente a través de la División de Innovación. La relación con este estamento se ha caracterizado por ser *activa y productiva*, sobre todo desde que asumió el actual director de la División, lo que se ve refrendado en que a partir del año pasado ha aumentado el número de invitaciones a reuniones convocadas por este Ministerio, donde han participado también la CORFO, los Centros ICM y el Programa Basal, del mismo CONICYT.

Si bien es cierto que las coordinaciones antes mencionadas son evaluadas positivamente, en general se señala que sería bueno para el Programa poder diversificarlas hacia otros actores públicos y del mundo privado, lo cual se ha visto coartado en tanto se ha debido priorizar la relación con los Centros, dada la escasez de recursos profesionales para realizarlo. Se señala por ejemplo que en CONICYT existe una Unidad de Comunicaciones la que está preferentemente dedicada a la presidencia de la institución por lo que, en la práctica, no representa un apoyo importante para estos fines. Desde este punto de vista, en palabras de la Directora, no hay posibilidades de compararse con otros programas gubernamentales, ya que ellos cuentan con más recursos para trabajar el tema de las redes y la colaboración interinstitucional.

Para la dirección del Programa, estas interacciones serían particularmente valoradas si se enmarcan en el desarrollo de un proceso de difusión del Programa y sus resultados a todo nivel, incluyendo también al Estado y al mundo privado, labores que prácticamente no se han llevado a cabo, a pesar de ser muy necesarias.

Por último, se puede establecer que no se observa una mayor coordinación del FONDAP con otros Programas de CONICYT.

### 2.1.4 Fortalezas y debilidades de la gestión del Programa

Las principales fortalezas evidenciadas en la labor del equipo central de FONDAP, se pueden resumir en las siguientes:

- La relación con los Centros ha mejorado considerablemente, siendo ahora caracterizada por ellos como marcada por una actitud de apoyo y colaboración, y no de fiscalización como era en un inicio. Esto se ha debido en gran medida a la mayor flexibilidad que ha mostrado el equipo central de FONDAP, sobre todo en lo que dice relación con temas administrativos y financieros, lo que ha representado un apoyo efectivo a los Centros en su ciclo de proyectos. En términos concretos, esta mejoría en la relación se ha reflejado, por ejemplo, en el hecho de realizar más visitas a los Centros y en mantener un contacto más fluido con ellos.

- Una fortaleza importante está en el personal con el que hoy cuenta el Programa que, a pesar de ser escaso en número, se caracteriza por un alto compromiso con las tareas solicitadas. Existe mucho orden en el equipo, se cuenta con una alta capacidad de respuesta y una buena disposición a resolver los problemas.
- Otra fortaleza del equipo central de FONDAP ha sido la capacidad de considerar e incorporar las opiniones dadas desde los Centros y por los evaluadores externos respecto a su quehacer, validando y otorgando protagonismo a estos actores en los ajustes que el Programa ha requerido.

Las principales debilidades evidenciadas en el equipo central de FONDAP se deben a la insuficiente cantidad de personal que hoy trabaja en este equipo. A partir de este hecho se desprenden una serie de áreas de mejoramiento, entre las cuales las más importantes son las siguientes:

- El Programa FONDAP no está lo suficientemente posicionado como marca en la sociedad en su conjunto, ni tampoco al interior de CONICYT. Se señala que partió el año 1998 como un “Programa estrella” y que se ha ido desperfilando principalmente porque no cuenta con un director propio y que tenga jornada completa. Adicionalmente, el nivel central del Programa FONDAP no ha intencionado procesos de difusión del quehacer de los Centros a la sociedad en su conjunto.
- Las relaciones que establece el nivel Central del Programa FONDAP con el Estado y el mundo privado aparecen como esporádicas y muchas veces insuficientes, lo que le hace perder al Programa oportunidades de conseguir un mayor posicionamiento público y de establecer un trabajo articulado con estos actores.
- Dado el poco personal, la relación del nivel central con los Centros se reduce a temas administrativos, sin que haya tiempo para la discusión de temas más técnicos o sustantivos relacionados al quehacer de los Centros. En lo concreto, no les es posible realizar un mayor número de visitas a los Centros, las cuales permitirían generar instancias de análisis y reflexión respecto al quehacer más sustantivo de los Centros y al cumplimiento de los objetivos del Programa, solicitando la ayuda pertinente a la administración en caso de ser necesaria.
- El hecho de contar con un escaso presupuesto destinado para gastos de operación impide que se puedan planificar actividades complementarias al trabajo de los Centros y al apoyo que el nivel central brinda respecto del ciclo de proyectos, en las cuales se puedan reunir y re-conocer investigadores provenientes de diferentes Centros.

#### **2.1.5. Conclusión: relación entre elementos de gestión del Programa y resultados referentes a sus objetivos**

Los resultados del FONDAP como Programa resultan de la combinación del accionar de todos los Centros y de la administración del Programa como un todo, como un conjunto donde se pueden identificar sinergias y elementos potenciadores que contribuyan al logro de los objetivos planteados. La administración del Programa ha concentrado su trabajo en los importantes procesos administrativos y financieros correspondientes al ciclo de proyectos que ha estado financiando, lo que principalmente incluye: diseño de bases de concursos, llamado a concursos, selección y evaluación de propuestas, desembolsos, monitoreo, evaluación y seguimiento, incluyendo una comunicación muy fluida con los Centros. Salvo algunas excepciones, la administración del Programa no ha tenido en general funciones de liderazgo programático, es decir, ha realizado pocas acciones propias (diferentes y complementarias a las de los Centros beneficiados) que permitan potenciar a los Centros en forma conjunta, explotando sinergias y economías de escala. Estas funciones, en general, no han sido asumidas dadas las limitaciones en materia de recursos humanos que tiene el Programa. Sin embargo, hay ejemplos de acciones de liderazgo positivas como han sido la organización y mantenimiento de las evaluaciones externas de los Centros, los nuevos llamados a concurso para el establecimiento de unidades de negocios y para el apoyo complementario a la investigación, atendiendo a las necesidades de los Centros respecto a vinculación con el medio externo y a la necesidad de contar con recursos económicos

adicionales para la realización de actividades de investigación considerando el financiamiento decreciente en términos reales de los Centros.

Como ya se señaló, por la falta de personal especializado y de recursos exclusivos para ello, la administración del programa no ha explorado la realización de actividades propias que atiendan a áreas de necesidad comunes a los Centros, particularmente aquella en que los Centros no han desarrollado habilidades específicas, como por ejemplo en la difusión de resultados a la sociedad, en la protección de propiedad intelectual y en la vinculación con organismos relevantes del sector público. Tomando el ejemplo de difusión de resultados a la comunidad, no ha habido una publicación donde se destaquen los logros del Programa en su conjunto, y esta, indiscutiblemente, sería una actividad propia de la administración del Programa.

Como aspecto positivo, en los últimos años la administración del Programa ha flexibilizado sus procesos. Esto permitió que los Centros comiencen a sentirla más como un apoyo para el cumplimiento de sus objetivos que como un ente fiscalizador. Estos cambios han optimizado el apoyo que se presta a los Centros en la gestión de su ciclo de proyectos.

Ante este escenario se considera adecuado realizar ciertas **sugerencias** para la administración del Programa FONDAP, en particular, y para CONICYT en lo que respecta a la provisión y organización de recursos para la gestión del Programa.

Para esbozar estas últimas se debe tener presente que la administración del Programa ha jugado un papel muy importante (y ha sido muy eficiente) en la canalización de recursos económicos a los Centros, para que estos puedan realizar sus actividades correctamente.

En este marco, posiblemente sea necesario que CONICYT defina una “división del trabajo técnico” entre los Centros y la administración del Programa, particularmente en lo que se refiere a actividades relacionadas con los objetivos de proyección y difusión al medio externo y de contribución al desarrollo del país. Esto sería posible bajo el supuesto de que se cuente con un mayor presupuesto para gastos de operación a nivel central y de que se aumente el personal en este nivel. Esto permitiría absorber la mayor carga de trabajo que implicarían estas acciones, además de brindar la posibilidad de realizarlas con un grado creciente de pertinencia y profesionalización en tanto se contrate a funcionarios expertos en las materias reseñadas.<sup>1</sup>

En concreto, contar con un profesional en el área de comunicaciones permitiría mejorar la difusión y la vinculación con el medio externo de la iniciativa. Además, tener un director exclusivamente dedicado a FONDAP ayudaría a posicionar al Programa dentro de la propia institución, ante actores relevantes de su contexto, frente a representantes de otros Programas y ministerios y frente a personas vinculadas al mundo productivo. En síntesis, ampliar el equipo profesional del Programa permitiría que se realicen de mejor manera las acciones que actualmente efectúa la administración, además de permitir la ampliación de sus funciones hacia labores que habían sido dejadas de lado y que contribuirían al mejor logro de los objetivos del Programa en complementariedad con el trabajo de los Centros.

Otra área en la que se pueden realizar algunas sugerencias para CONICYT respecto de la administración del FONDAP tiene que ver con la necesidad de aumentar los recursos para gastos de operación con que cuenta el Programa.

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, se sugiere en primer lugar que el Programa intencione una mejora de su posicionamiento ante la sociedad, esto por medio de la intensificación de la labor de proyección y difusión al medio externo. La idea es que representantes del sector público, empresarios y la sociedad en general conozcan la labor del Programa FONDAP, más allá del quehacer particular de los Centros, valorándolo y pudiendo identificar oportunidades de interacción y colaboración en las materias

---

<sup>1</sup> Notar que este concepto no se limita necesariamente a los dos objetivos mencionados. Por ejemplo, también se aplicaría a otros objetivos, como el de formación de recursos humanos a través de la publicación de oportunidades a nivel internacional para incrementar el número de de post-docs y tesis internacionales.

en que el Programa se desempeña. En términos concretos se pueden desarrollar mecanismos de difusión tales como publicaciones, programas de radio o TV, spots difundidos por Internet, entre otros.

Una última sugerencia para el nivel central de FONDAP tiene que ver con intencionar acciones que motiven la interacción y reflexión conjunta entre los investigadores de los diferentes Centros a su alero en torno a ciertos tópicos de interés, tales como los avances y desafíos para la ciencia en Chile y cómo FONDAP ha contribuido en este camino. También cobra importancia promover la relación con el mundo privado teniendo en cuenta la importancia del concepto de innovación en esta relación; o bien, sobre la relación con el Estado, vislumbrando aportes aplicados de los Centros en materias relativas a la política pública y el bienestar general de la sociedad. Estas acciones, además de entregar un sello más claro a FONDAP y de contribuir a su posicionamiento en el mundo de la ciencia a nivel nacional, permitirían una interacción más sistemática de los investigadores compartiendo las experiencias y desafíos que les ha significado trabajar en un Centro FONDAP.

## **2.6 Análisis comparativo entre Centros FONDAP y evaluación del alcance de objetivos**

En este apartado se exponen algunos resultados del Programa FONDAP en su conjunto, considerando el trabajo en terreno realizado en cada uno de los Centros y con los actores de contexto y la información secundaria sistematizada. En términos de orden, primero se exponen los resultados de manera general, identificando ciertos elementos de gestión relevantes en ellos y luego se desglosan algunos de los principales hallazgos para cada uno de los objetivos planteados por FONDAP.

Previo a las consideraciones sobre el logro de los objetivos establecidos por el Programa, cabe repasarlos; éstos son: fomentar la investigación asociativa, realizar investigación de excelencia, formar capital humano avanzado, proyectar y difundir los resultados de las investigaciones al medio externo y contribuir al desarrollo. Con respecto al logro de estos objetivos, 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. Los logros de estos dos últimos objetivos han sido limitados, observándose mayores logros en el caso de difusión al medio externo que en el 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 (se elaborará sobre esto en la sección de recomendaciones). A continuación se detallan los logros del Programa a nivel agregado de acuerdo a los cinco objetivos que se plantea lograr.

### **2.2.1 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. 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. Hoy en Chile hay una serie de instrumentos de apoyo a la ciencia y la tecnología donde la investigación y el desarrollo asociativo son un requisito clave, tanto dentro de CONICYT (por ejemplo anillos, financiamiento basal) cuanto en otras dependencias de gobierno tales como MIDEPLAN (por ejemplo núcleos e institutos del milenio) y CORFO (por ejemplo consorcios de desarrollo tecnológico). FONDAP ha sido clave en este cambio cultural<sup>2</sup>. Los investigadores individuales aprendieron a diseñar agendas de investigación más ambiciosas y complejas, y a tomar decisiones en

---

<sup>2</sup> Iniciada poco tiempo después del FONDAP, la Iniciativa Científica del Milenio (dependiente de MIDEPLAN) también contribuyó importantemente a este logro.

conjunto. Este cambio cultural también fue entendido por las agencias financiadoras, que crecientemente han apoyado proyectos más grandes, tanto en monto económico como en duración en el tiempo.

Durante los últimos diez años, los Centros FONDAP han adquirido, en mayor o menor medida, identidades propias que los distinguen como tales. Estas identidades se manifiestan a través de distintos elementos, como el uso generalizado de algunos acrónimos con sentido de pertenencia (por ejemplo “yo trabajo en el CMM”; “hice mi doctorado en CASEB”). Varios de los Centros FONDAP son reconocidos como tales a nivel internacional, inclusive más que los departamentos y Universidades donde están localizados. Recientemente, cuatro de los siete Centros FONDAP (Astrofísica, COPAS, CMM y CRCP) resultaron ganadores de proyectos en la iniciativa de Financiamiento Basal. Si bien ésta es una iniciativa de CONICYT, ésta tiene una administración independiente a la de FONDAP, y los evaluadores fueron independientes, lo que constituye una validación importante de que muchos de los Centros FONDAP han evolucionado bien como Centros, al ser éste el criterio de evaluación más importante del Programa de Financiamiento Basal.

No obstante, el grado de maduración de los Centros no es homogéneo si se consideran los diversos elementos que caracterizan a un Centro, tales como su organización interna (visión común, mecanismos para la toma de decisiones, políticas de crecimiento) y sus formas de vincularse con la sociedad, lo que incluye dar pasos concretos para diversificar sus fuentes de financiamiento y potenciar su sustentabilidad<sup>3</sup>.

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.

La tabla y gráficos a continuación presentan indicadores cuantitativos que surgen de agregar los indicadores obtenidos para cada uno de los Centros, mostrando el comportamiento del Programa en general con respecto a este primer objetivo.

Tabla 1: Indicadores del programa para el objetivo 1

Objetivo 1	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Número de visitas de investigadores extranjeros a los Centros FONDAP	53	80	130	139	163	195	151	215	1126
Número de visitas de miembros de los Centros FONDAP a instituciones en el extranjero	41	58	115	106	163	149	193	161	986
Número de publicaciones ISI en colaboración entre 2 ó más líneas o programas del Centro	8	2	14	21	27	28	18	36	154

<sup>3</sup> No se puede pretender que los Centros de investigación básica sean autosustentables. La participación del Estado en su financiamiento (como en el caso de las Universidades que hacen investigación) es irremplazable. Sin embargo, sí es válido esperar que los Centros tengan vinculaciones efectivas con la sociedad y como fruto deberían ser capaces de tener fuentes distintas de financiamiento.

Gráfico 1: Evolución de visitas del extranjero a los Centros FONDAP y de las visitas desde los Centros FONDAP al extranjero

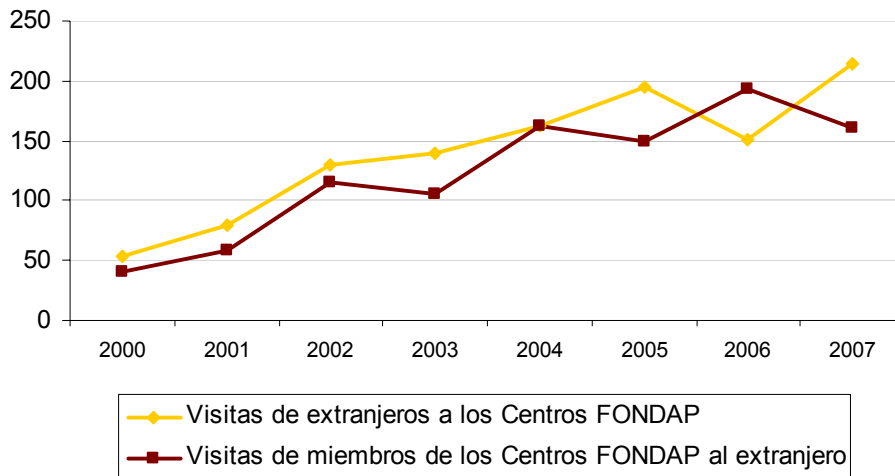
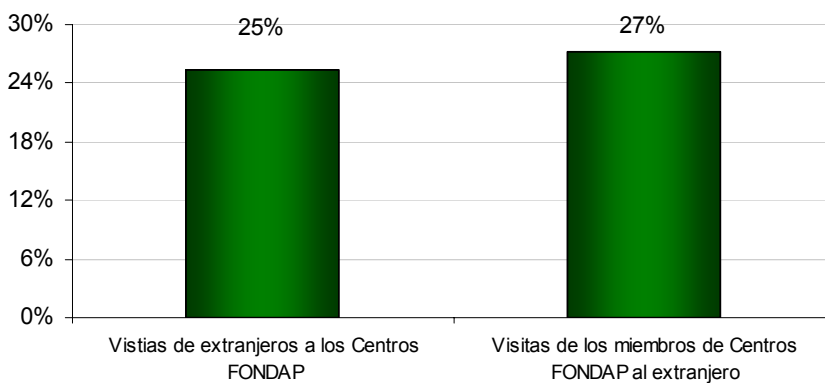


Gráfico 2: Tasa de crecimiento promedio de visitas al extranjero y de visitantes extranjeros en los Centros FONDAP



Como se observa en la Tabla 1 y el Gráfico 1, tanto la evolución de las visitas de miembros de los Centros hacia el exterior como la de extranjeros a los Centros muestra una tendencia creciente a lo largo del Programa. Adicionalmente se observa equilibrio entre las variables y el Gráfico 2 muestra que la tasa de crecimiento promedio para ambas variables esta próxima al 25%.

### 2.2.2 Objetivo 2: Realizar 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, es difícil de alcanzar en valores absolutos, ya que por un tiempo habrá limitantes importantes en recursos económicos disponibles para investigación y desarrollo, y todavía falta desarrollar una masa crítica de investigadores, aunque se está avanzando rápidamente en esto último.

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 relativamente adecuada de equipamiento e instalaciones para la investigación.

Alcanzar la excelencia en realidad es un proceso que implica un mejoramiento continuo de cómo se hace ciencia, y 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. Los documentos resultantes de ambos cuerpos (que podrían considerarse como de monitoreo y evaluación científica) atestiguan que la investigación realizada por los Centros es realmente de excelencia y se la está comparando constantemente con la realizada en otros Centros de excelencia del mundo, realizándose recomendaciones muy concretas para el mejoramiento del desempeño científico de los Centros. A raíz de recomendaciones efectuadas por ambos cuerpos, los Centros han ido evolucionando, creando nuevas líneas de investigación y/o cerrando otras líneas, lo que muestra un dinamismo de trabajo muy importante que es 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).

Muchas veces los Centros FONDAP son percibidos como “islas de excelencia”, lo que ha sido un elemento crítico, 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 factor de impacto de las revistas como por el número de citas correspondientes), un número importante de eventos científicos (congresos y simposios), cursos de formación organizados y co-organizados y por premios y reconocimientos, incluyendo premios nacionales de ciencia.

Sin embargo, 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. 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. El ejemplo del CEMC ilustra esta necesidad, a la vez que pone de manifiesto el reconocimiento de sus logros por el entorno institucional en el que está inserto. Como resultado al problema de tener laboratorios pequeños y dispersos en distintas unidades de las Facultades de Medicina y Química de la Universidad de Chile (manifestado tanto por los integrantes de Centros como por los paneles de evaluación), la Facultad de Medicina recientemente decidió asignar aproximadamente un millón de dólares para el re-acondicionamiento de un edificio que sirva de sede para el CEMC.

De acuerdo a las conversaciones con post-docs internacionales durante las visitas a los Centros, el componente de menor grado de excelencia de los Centros es la disponibilidad de equipamiento mayor, que es limitada tanto en número como en sofisticación. Además los Centros no disponen de áreas comunes para equipamiento mayor, lo que limita su uso tanto por miembros del Centro como por otros investigadores de la comunidad científica en general. Sin duda realizar investigación científica tiene un alto costo y una parte importante de este costo corresponde a infraestructura y equipamiento mayor. 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 que permite la realización de dichas actividades. Esto requiere una inversión específica, y no necesariamente requeriría de una significativa contribución de contraparte de la(s) institución(es) beneficiaria(s) ya que esta infraestructura debe ser considerada como infraestructura del país, más que de una institución en particular.

Finalmente, hay un amplio consenso entre los actores relevantes en Chile (más allá de los beneficiarios directos del programa) acerca de que FONDAP tiene un papel protagónico en el apoyo a Centros de investigación básica de excelencia. Si bien en un principio se contempló la posibilidad de que el Programa de Financiamiento Basal aumentara significativamente los recursos disponibles para los

Centros de excelencia como los FONDAP, eventualmente reemplazándolos, la práctica ha demostrado que éste es un mecanismo claramente orientado a la vinculación con el sector productivo, requiriendo muy altos niveles de contraparte.

La Tabla 2 presenta indicadores cuantitativos agregados para el Programa FONDAP que permiten medir el cumplimiento del objetivo 2.

Tabla 2: Indicadores del Programa para el objetivo 2

Todos los Centros en conjunto	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Número de publicaciones totales	115	109	260	331	378	404	379	437	2413
Número de publicaciones ISI	93	89	242	307	341	379	336	385	2172
Número de Publicaciones ISI en el 10% superior de impacto	17	13	66	70	66	42	46	45	365
Impacto promedio de las publicaciones de los Centros FONDAP	2,476	2,225	8,117	8,177	6,982	2,920	2,751	3,159	
Número de Publicaciones ISI en el 50% superior de impacto	70	73	161	212	232	210	217	214	1389
Número de eventos científicos organizados o co-organizados por los Centros	2	4	26	54	54	23	31	30	224
Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros de los Centros	10	15	129	211	299	229	138	331	1362

La Tabla 2 y los Gráficos 3 y 4 indican un gran desempeño en relación con el cumplimiento del objetivo de realizar investigación de excelencia. Tal como se indica numerosas veces, éste es uno de los objetivos que mayor cumplimiento alcanza por parte del programa en general y de cada uno de los Centros en forma individual.

Gráfico 3: Publicaciones totales y publicaciones ISI

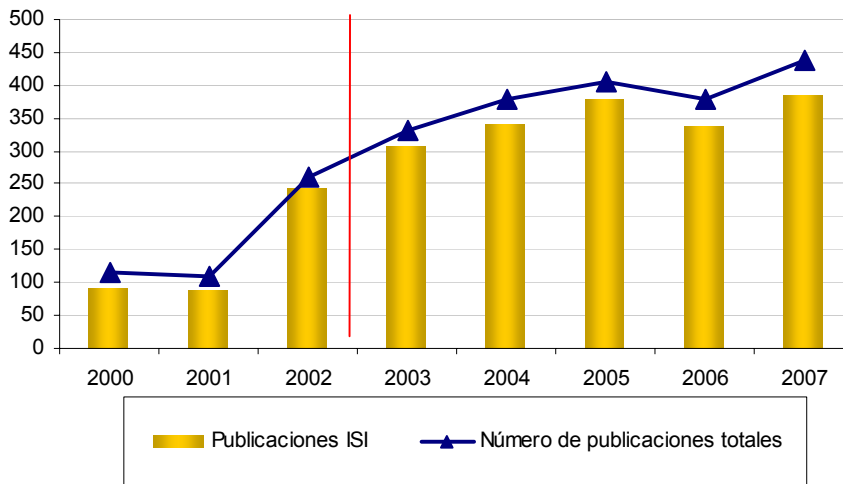
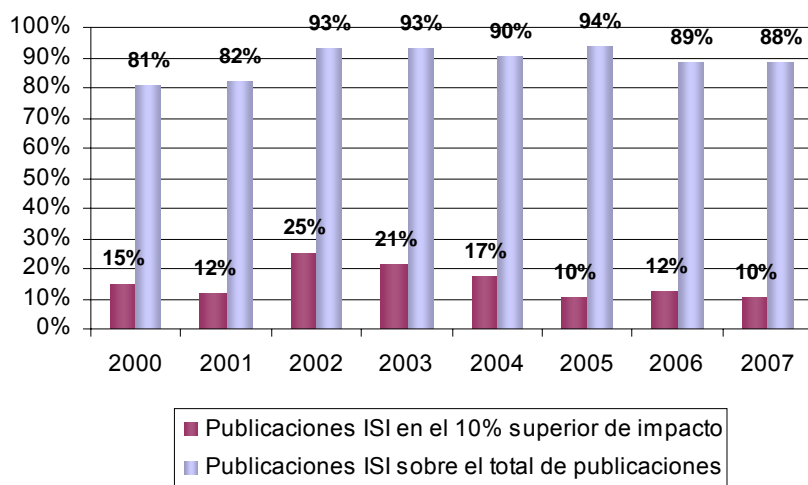


Gráfico 4: Porcentaje de publicaciones ISI y publicaciones ISI en el 10% superior de impacto sobre el total de publicaciones



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<sup>4</sup>. 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 los recursos humanos, disminuyendo la proporción de gasto en equipamiento, lo que se ve claramente en la evolución detallada del gasto en la Sección 2.4. Además, se compensó el presupuesto, accediendo a otras fuentes de financiamiento complementarias, como el FONDECYT (que flexibilizó sus reglas de

<sup>4</sup> 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.

acceso para miembros de los Centros) y Milenio, entre otras. En el Capítulo 3 se hace un análisis exhaustivo por Centro de los indicadores de publicaciones ISI y sus citaciones.

### 2.2.3 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.

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.

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, 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.

Un resultado muy importante, cuyos beneficios van más allá de los Centros FONDAP, surge de la participación de estos en el diseño e implementación de programas de doctorado con cursos específicos abordando temas de punta, muchas veces en colaboración con otras unidades académicas, de los que participan estudiantes de doctorado tanto de los Centros FONDAP como de otros departamentos universitarios. Además, los estudiantes de doctorado FONDAP tienen una alta exposición a nivel internacional, ya sea por la visita continua de investigadores extranjeros a los Centros o por la facilidad de viajar a eventos internacionales a presentar sus trabajos, lo que facilita su formación y futuras posibilidades de perfeccionamiento en el exterior.

Sin duda, los impactos más importantes del Programa FONDAP se obtendrán a través de los recursos humanos formados que constituirán el mecanismo más eficiente de transferencia de conocimientos y tecnologías hacia y desde las instituciones en las que se inserten. Justamente este concepto coincide con el logo del CEMC: una flor cuyas semillas son llevadas por el viento. Gran parte de estas semillas se han estado insertando en Universidades de distintas regiones del país y del extranjero, y sería esperable que aumentase la proporción de las que se inserten en otros sectores de la sociedad.

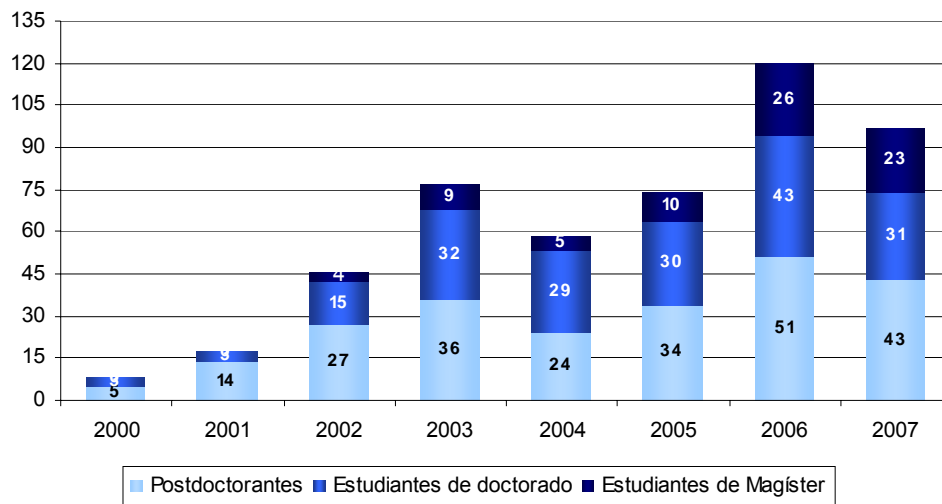
Si bien fue muy positivo que el Programa destinara un financiamiento importante para la formación de capital humano avanzado en todos los niveles, se considera que para el futuro es necesario focalizarse en los niveles educativos más altos, principalmente post-docs y doctorados. Si se toman las proporciones 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.

A continuación se presenta la tabla con indicadores cuantitativos que sirven para evaluar este objetivo.

**Tabla 3: Indicadores para el objetivo 3**

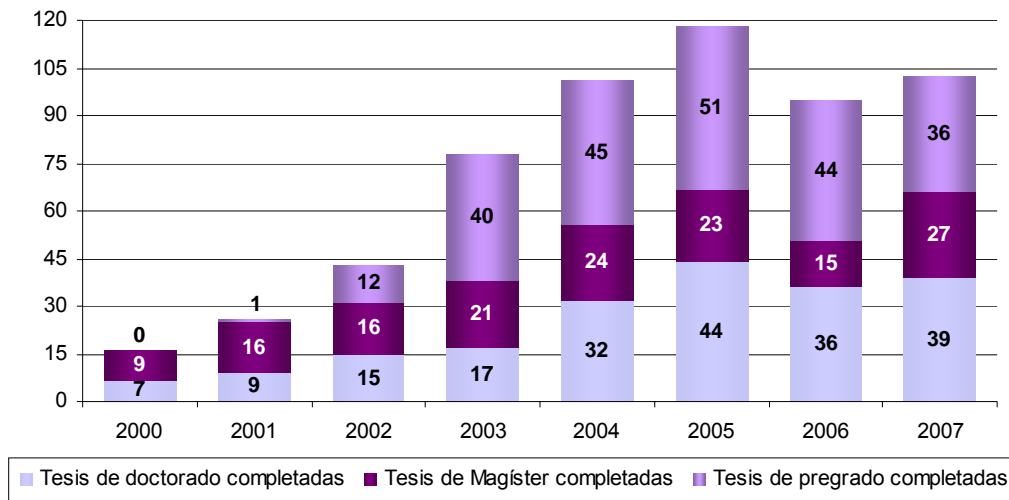
Todos los Centros en conjunto	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Postdoctorantes ( <i>nuevas incorporaciones</i> )	5	14	26	34	26	32	47	49	233
Estudiantes de doctorado ( <i>nuevas incorporaciones</i> )	1	0	8	36	40	38	50	39	212
Número de tesis de doctorado completadas	7	9	15	17	32	41	36	35	192
Estudiantes de Magister <i>nuevas incorporaciones</i>	0	0	2	9	5	10	26	23	75
Número de tesis de magíster completadas	7	14	16	20	24	23	16	28	148
Número de tesis de pregrado completadas	0	1	12	40	45	50	44	32	224

**Gráfico 5: Incorporaciones de postdoctorantes y estudiantes de distintos niveles académicos<sup>5</sup>**



<sup>5</sup> 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.

Gráfico 6: Cantidad de tesis según nivel académico



Los datos cuantitativos indican un crecimiento constante de los postdoctorantes, estudiantes de doctorado y de magíster. Como muestra el Gráfico 5, hay nuevas incorporaciones en todas las categorías desde el año 2002 al 2007. Las mayores incorporaciones se observan en estudiantes de doctorados, seguidas por las incorporaciones de postdoctorantes.

Con respecto a las graduaciones (medidas a través de las tesis finalizadas en cada uno de los niveles) se observa una gran cantidad de tesis de grado finalizadas; estas son seguidas en cantidad por las tesis de doctorado y en tercer lugar se ubican las tesis de magíster.

#### 2.2.4 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 muy 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 del área de interés de la audiencia. También se suele confundir al FONDAP con la Iniciativa Científica del Milenio. La difusión del Programa como un todo es muy importante para concientizar a la sociedad sobre su existencia y características y facilitar a los Centros la consecución de sus objetivos, particularmente en lo que hace a su vinculación con la sociedad.

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, o con periodicidad continuada pero de baja intensidad (por ejemplo 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. Otra área de oportunidad de difusión de resultados de los Centros hacia el sector educativo es la capacitación de docentes de matemáticas y ciencias de nivel primario y medio, donde algunos de los Centros ya tienen experiencias. Una función importante de la administración del Programa sería aquí la de coordinar esfuerzos con los dos Centros de estudios de educación apoyados

por CONICYT, el Centro de Estudios Avanzados de Educación (Universidad de Chile) y el Centro de Estudios de Políticas y Prácticas en Educación (alianza entre las universidades Católica de Chile, Alberto Hurtado y de la Frontera y Fundación Chile).

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.

### 2.2.5 Objetivo 5: Contribuir al desarrollo del país

Este ha sido el objetivo de menor alcance 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 Centro”<sup>6</sup>. 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 aun para la realización de investigaciones básicas. La mayoría de los Centros FONDAP no escapa todavía a la tradición de bajo patentamiento en Chile. Solo 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 solo cuatro patentes en total.

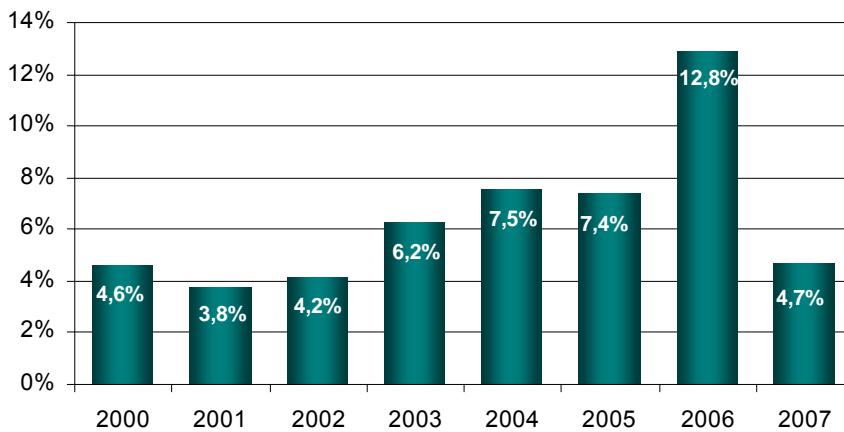
---

<sup>6</sup> Página web CONICYT: <http://www.CONICYT.cl/573/propertyvalue-22927.html>

## 2.7 Resultados del análisis de presupuesto y costos unitarios

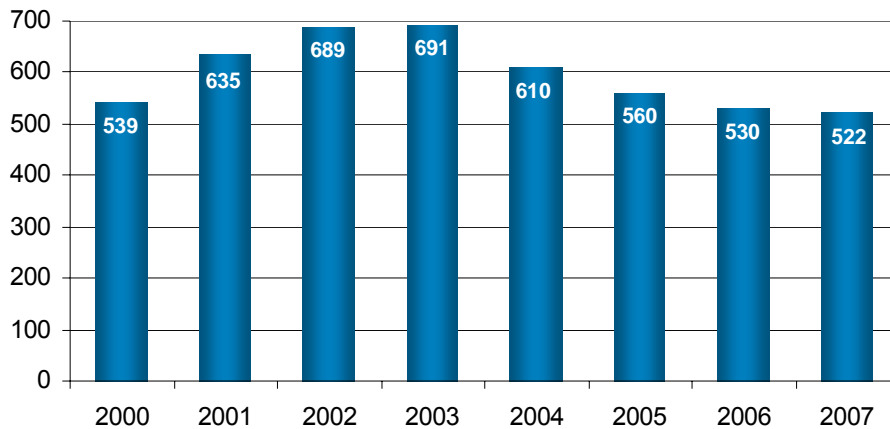
Antes de iniciar el análisis se presentan dos gráficos. El primero muestra la evolución de los precios (inflación) en Chile en el período 2000-2007 y el segundo muestra el valor del tipo de cambio promedio anual para el mismo período. La tasa de inflación permite analizar el cambio en el poder adquisitivo de los fondos de financiamiento a lo largo del tiempo en el interior del país, mientras que el tipo de cambio permite evaluar las necesidades de fondos cuando es necesario realizar gastos en el exterior.

Gráfico 7: Tasa de crecimiento de los precios – Inflación anual (deflactor del PBI)



Fuente: Fondo Monetario Internacional

Gráfico 8: Valor promedio anual del tipo de cambio en Chile



Fuente: Banco Central de Chile

Para la realización del análisis del presupuesto se trabajó a nivel de Programa en conjunto y a nivel de Centros. El estudio comienza con una presentación y análisis descriptivo de las fuentes de financiamiento y las asignaciones de gasto a nivel de Programa, comparando la situación de los siete Centros FONDAP en conjunto, y a nivel de Centro analizando el comportamiento y la asignación de fondos FONDAP en cada caso particular.

Posteriormente para el análisis de costos unitarios se construyeron indicadores que son calculados para cada uno de los siete Centros, tomando el promedio de los años de vigencia del mismo o el promedio para los años en los cuales se cuenta con los datos necesarios para el cálculo correspondiente.

Los indicadores son:

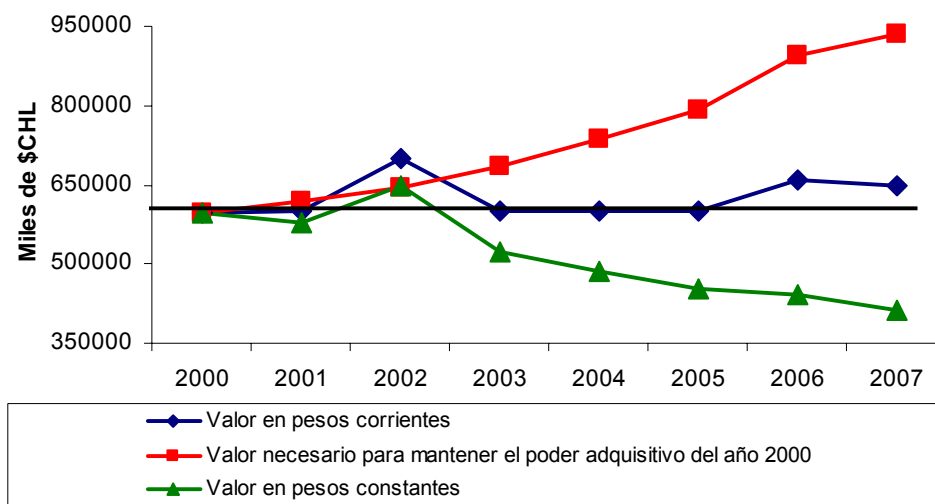
1. Gastos totales (fondos contraparte más fondos CONICYT) por publicación realizada;
2. Gastos totales (Fondos CONICYT) por publicación realizada;
3. Gastos en personal por publicación realizada;
4. Gastos en investigadores por publicación realizada;
5. Gastos en personal por publicación ISI realizada;
6. Gastos en investigadores por publicación ISI realizada;
7. Gastos en personal por publicación ISI en el 10% superior de impacto;
8. Gastos en investigadores por publicación ISI en el 10% superior de impacto ; y
9. Gastos en viajes por visitas al extranjero realizadas.

## 2.8 Análisis de presupuesto

### 2.4.1 Análisis de presupuesto para el Programa en su conjunto

Para comenzar el análisis se presenta un gráfico que da señal de lo ocurrido con los montos otorgados por CONICYT a los Centros y la evolución de los precios en Chile.

Gráfico 9: Presupuesto en valores corrientes, valores constantes y monto equivalente para mantener el poder adquisitivo



La línea negra corresponde al monto que ha sido establecido al inicio del Programa, para entregar anualmente a cada Centro por parte de FONDAP. La línea azul (o de rombos) del gráfico indica la evolución en el tiempo del monto promedio realmente otorgado a los Centros en pesos chilenos corrientes, que de acuerdo a las bases del Programa, el cual en general 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 las unidades de apoyo a la investigación de excelencia que fueron otorgadas a los siete Centros FONDAP. La línea verde (o 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, los mismos disminuyeron notablemente a valores constantes. Por último, la línea roja (o 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.

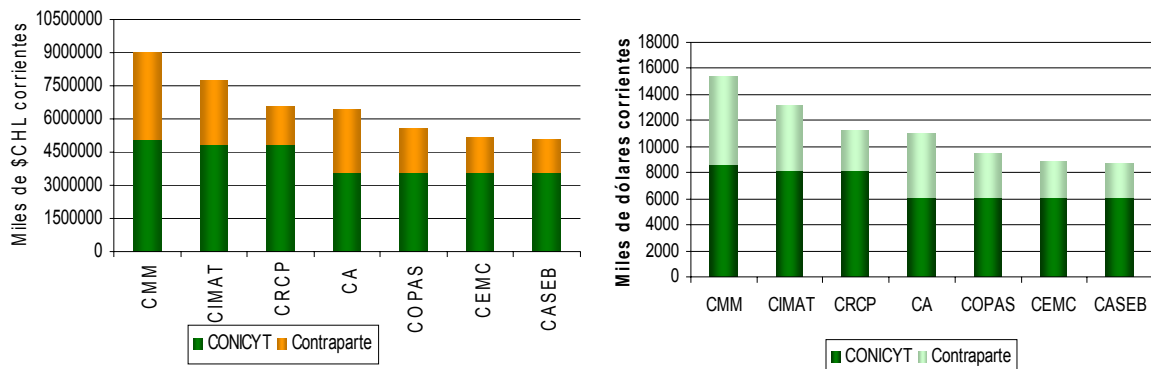
A continuación se analiza la situación presupuestaria observando el Programa en general y cada uno de los Centros.

Tabla 4: Porcentaje de recursos totales por Centro según fuente de financiamiento

Centro	% CONICYT	% Contraparte
CIMAT	62%	38%
CRCP	73%	27%
CMM	56%	44%
COPAS	65%	35%
CASEB	70%	30%
CA	56%	44%
CEMC	70%	30%
Total	64%	36%

Gráfico 10: Financiamiento total por Centro según fuente de financiamiento

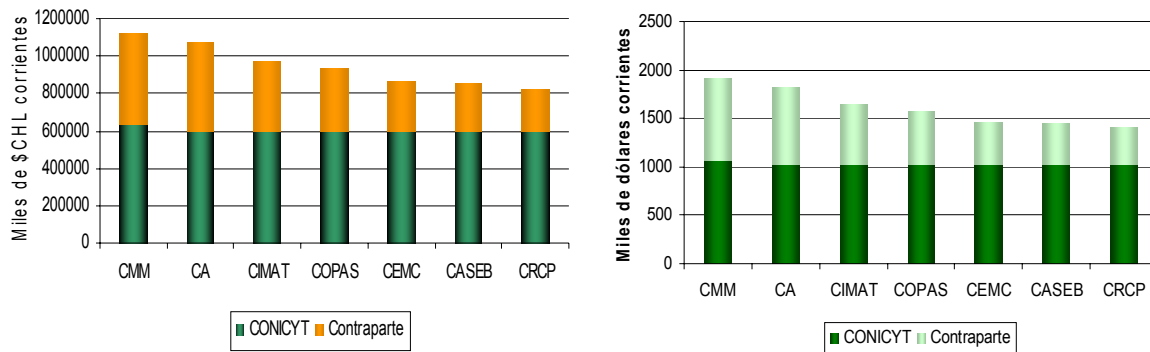
Este gráfico considera el total de financiamiento desde el inicio del Centro independientemente de los años que cada Centro lleva en funcionamiento, por lo tanto, los Centros con más años en el Programa muestran montos más elevados.



Más del 55% de los fondos con los que contaron los Centros fueron provistos por CONICYT. En promedio, del total de recursos, el 64% fueron otorgados por CONICYT. Los Centros que tienen menos aportes de la contraparte son el CRCP con el 27% y el CEMC y CASEB con el 30%. Los Centros que más recursos obtienen de la contraparte son el CMM y el CA que alcanzan un 44% y el CIMAT con el 38%.

Los Centros que muestran haber contado con más fondos (CMM, CIMAT y CRCP) son aquéllos que tienen mayor cantidad de años de funcionamiento. El gráfico que se presenta a continuación indica el monto promedio anual con el que contó cada Centro.

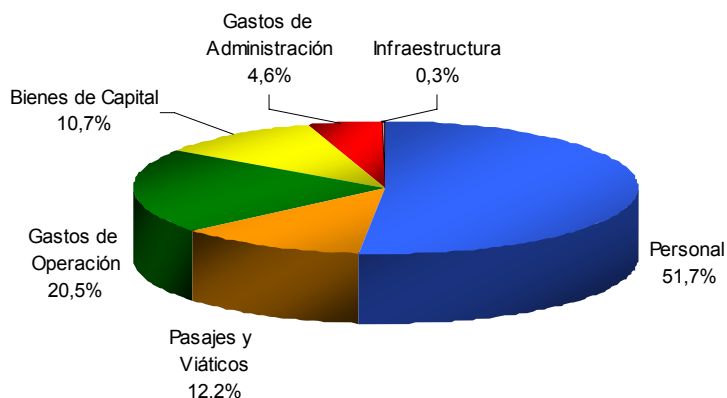
Gráfico 11: Recursos por Centro, según fuente de financiamiento – Promedio anual



Al analizar los recursos anuales promedio se observa que el CRCP es el que menos recursos obtuvo, mientras que el CMM continúa siendo el que mayor cantidad de recursos ha obtenido. En todos los casos, excepto el CMM, los Centros reciben de CONICYT 600.000 miles de pesos corrientes por año. Las diferencias que se presentan en los montos promedio anuales se deben a la capacidad del Centro para obtener recursos de otras fuentes (la contraparte)<sup>7</sup>.

Adicionalmente, en el año 2007 todos los Centros recibieron 24.400 miles de pesos en concepto de unidad de apoyo a la investigación de excelencia, y a partir del año 2006 tres de los siete Centros (CIMAT, CRCP y CMM) recibieron 55.000 miles de pesos adicionales en concepto de la Unidad de Generación de Negocios.

Gráfico 12: Distribución de Gastos de los Centros FONDAP (para recursos obtenidos de CONICYT)

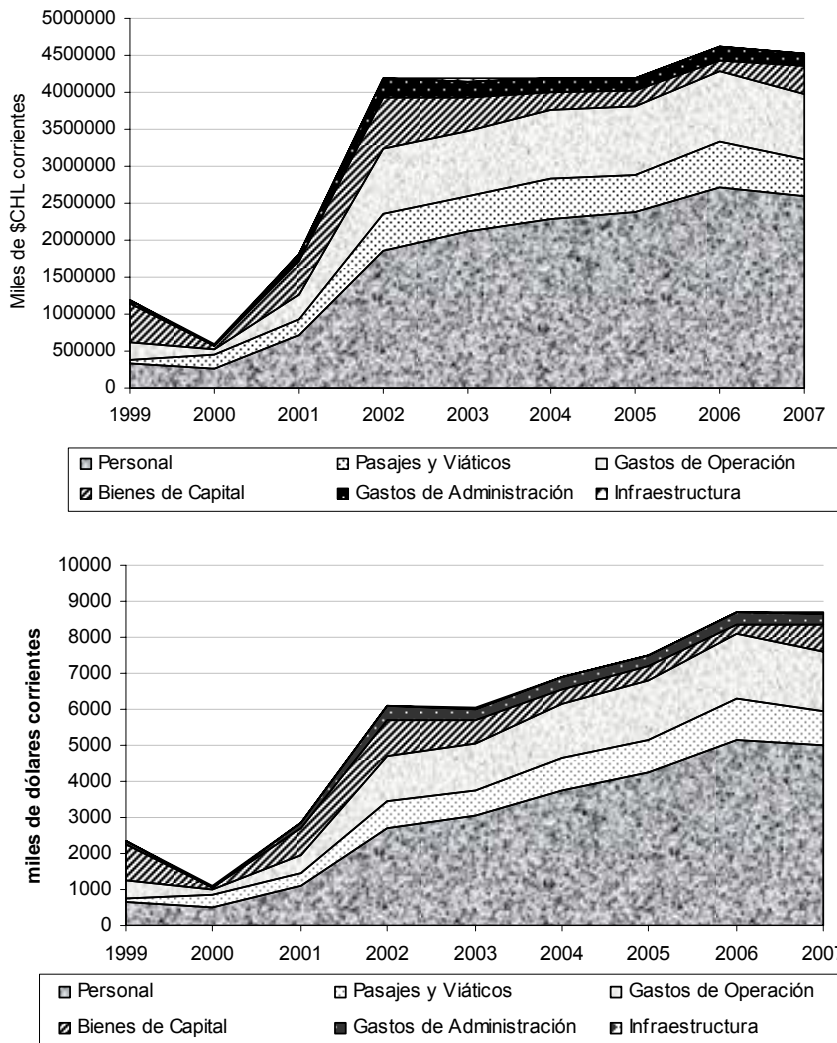


Los gastos de personal, que son los que representan más de la mitad del total, incluyen remuneraciones a: personal, Director del Centro, investigadores, tesis, doctorantes y personal de apoyo. Los gastos de operación, que son los que siguen en orden de importancia, comprenden material fungible, servicios de computación, análisis de laboratorio, fletes, material bibliográfico, capacitación, entre otros.

En el análisis desagregado por Centro que se presenta a continuación se observa que el gasto en personal es el mayoritario en todos los casos. Cabe mencionar que el fuerte incremento observado en la mayoría de los componentes de gasto a partir del año 2002, se debe a la incorporación de cuatro nuevos Centros FONDAP al programa.

<sup>7</sup> Actúan como la contraparte las Universidades, sector privado, instituciones públicas y extranjeras. En la mayoría de los casos, las Universidades aportan el grueso de los recursos de la contraparte, pero pueden estar involucrados aportes de los demás agentes.

Gráfico 13: Evolución de gastos totales de los Centros por ítem (para recursos obtenidos de CONICYT)



Los gastos de administración e infraestructura no parecen tener un rol importante dentro del uso de recursos de los Centros, sin embargo, aumentar el presupuesto asignado a este ítem y a gastos de capital puede resultar positivo si el objetivo es lograr la sostenibilidad y el crecimiento del Centro en el largo plazo.

Los gastos de operación y de viajes y viáticos muestran un comportamiento muy estable a lo largo del tiempo, mientras que los gastos en personal aumentan continuamente y los gastos de capital son los que más fluctúan a lo largo de todo el período. Sin embargo, el comportamiento observado en la mayoría de los Centros indica un gasto en bienes de capital más elevado en los primeros años que se va reduciendo a lo largo del tiempo.

Al analizar la serie en \$CHL y en dólares se observa un comportamiento muy similar, sin embargo, la reducción en el valor del dólar desde el año 2004 al año 2007 han favorecido a los Centros que realizan gastos en dólares, viendo su presupuesto aumentado levemente. Esta tendencia se revierte en los años 2008 y 2009 como consecuencia de que la crisis internacional provocó una devaluación del peso Chileno.

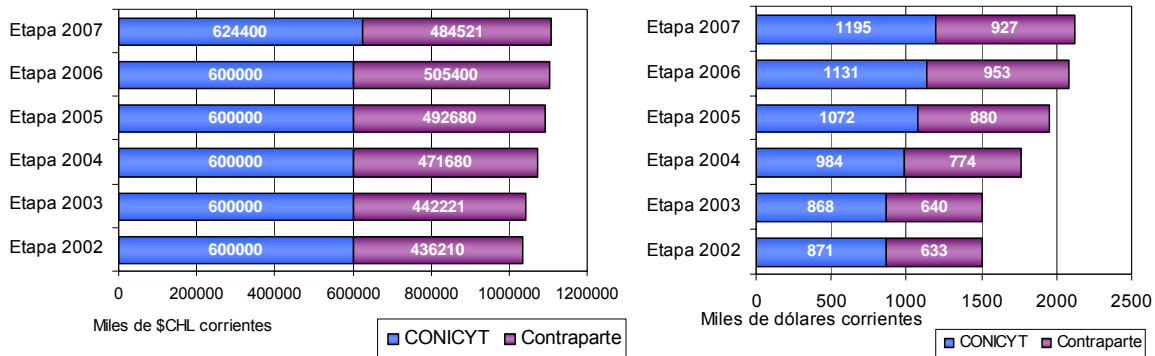
### 2.4.2 Análisis de presupuesto por Centro

El siguiente análisis se realizó considerando las distintas fuentes de financiamiento con las que cuenta el Centro y el destino de los fondos que el Centro recibe por parte del Programa FONDAP.

No se cuenta con información acerca de la asignación de recursos recibidos por contraparte.

#### Centro Astrofísica

Gráfico 14: Recursos anuales según fuente de financiamiento



Como se observa en el Gráfico 14, el Centro de Astrofísica ha recibido aportes de la contraparte bastante estables variando entre los 430.000 miles de \$CHL y los 505.000 miles de \$CHL. Con respecto a los fondos de CONICYT, el Centro ha recibido durante el período 2002-2006 600.000 miles de \$CHL, mientras que en el año 2007 se suman adicionalmente 24.400 miles de \$CHL en concepto de una unidad de apoyo a la investigación de excelencia.

Del presupuesto total del Centro el 44% corresponden a fondos de la contraparte, mientras que el 56% son fondos recibidos de CONICYT.

Los aportes de contraparte han sido estables cuando se los expresa en pesos chilenos corrientes, por lo tanto las fluctuaciones de los valores en dólares se explican por las fluctuaciones del tipo de cambio en el mismo sentido. Este comportamiento también se observa en el Centro CIMAT que se presenta más adelante.

Gráfico 15: Evolución de gastos (Asignación de fondos FONDAP)

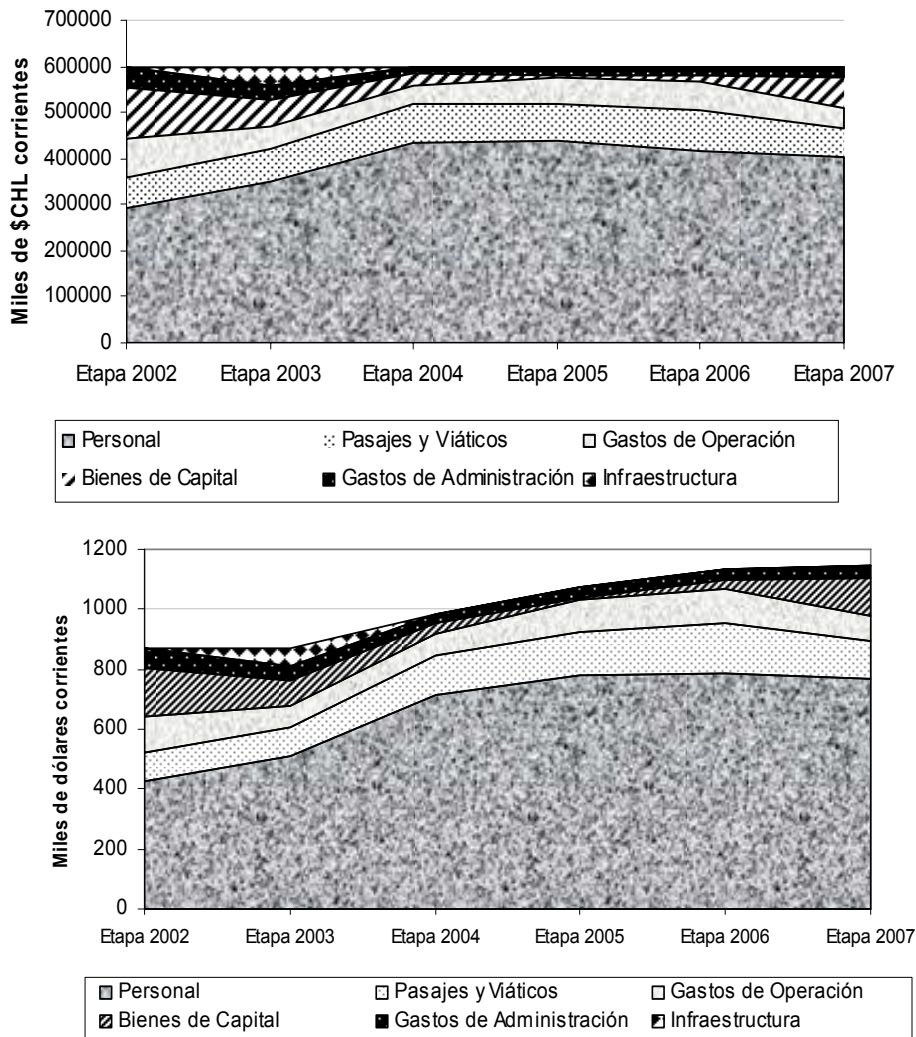
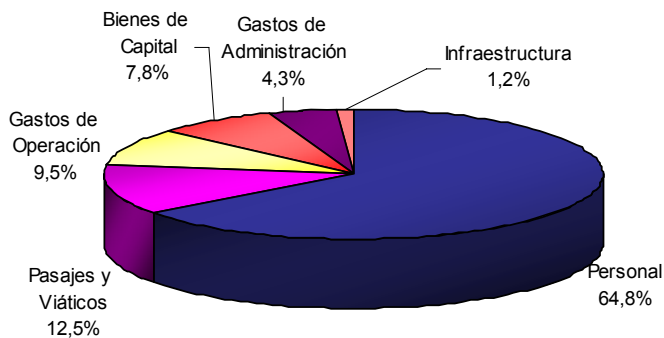


Gráfico 16: Participación por tipo de gasto en el total de Fondos FONDAP

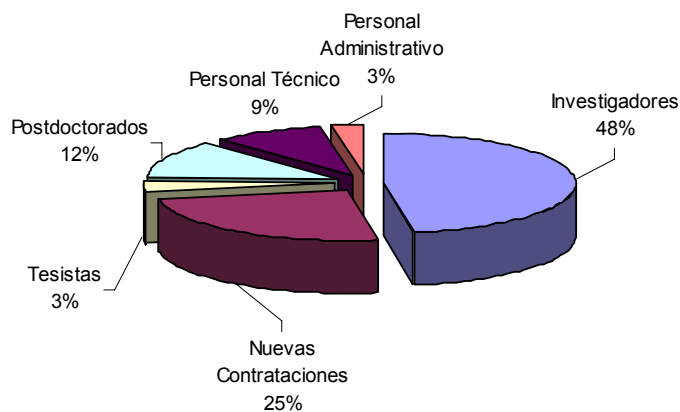


Los gastos de administración, gastos de operación y pasajes y viáticos se mantienen constantes a lo largo del tiempo, mientras que los gastos en personal crecen los dos primeros años y luego, en el período (2004-2007), se mantienen estables en valores que van entre 350.000 y los 440.000 miles de \$CHL. Por

último los gastos de Capital tienen un comportamiento inverso al de los gasto en personal: descienden los dos primeros años y luego se mantienen en el nivel inferior, retomando el crecimiento en el año 2007.

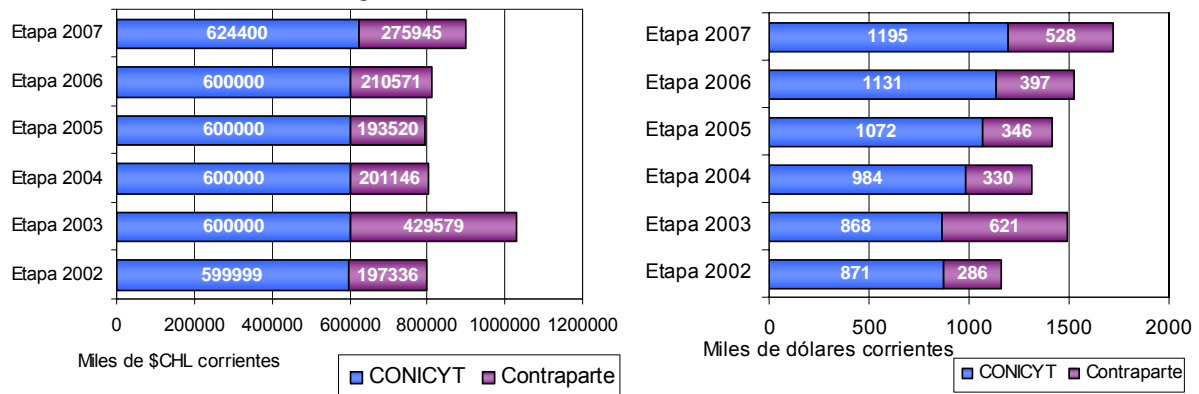
Del análisis de las participaciones surge que el gasto en personal representa más de un 60% de los fondos recibidos por FONDAP, seguido por los gastos en pasajes y viáticos y gastos de operación que representan un 12,5% y un 9,5% respectivamente. A continuación se presenta un gráfico que desagrega el gasto en personal y que permitirá un análisis más detallado sobre el destino de los fondos, mostrando que el 31% de los fondos FONDAP son destinados a los investigadores, el 16% se utiliza para nuevas contrataciones, el 8% es destinado a los postdoctorantes, el 6% a personal técnico y sólo el 2% a tesistas. (Estos últimos porcentajes surgen de realizar el producto de los porcentajes del Gráfico 16 por el 64,8% de participación del gasto en personal sobre el total del presupuesto FONDAP).

Gráfico 17: Detalle del total de gasto en personal



## CASEB

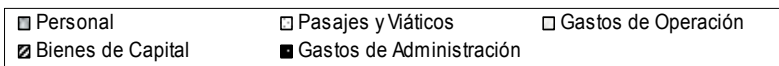
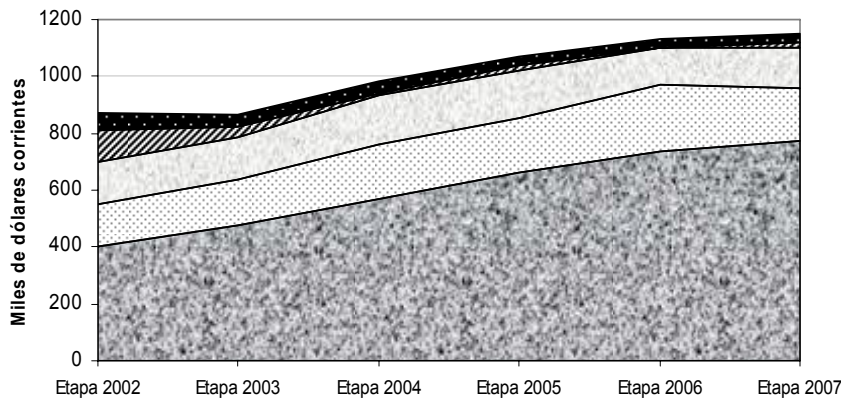
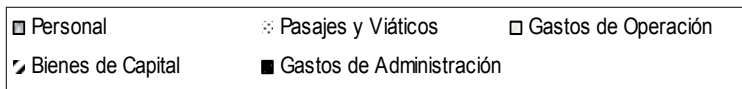
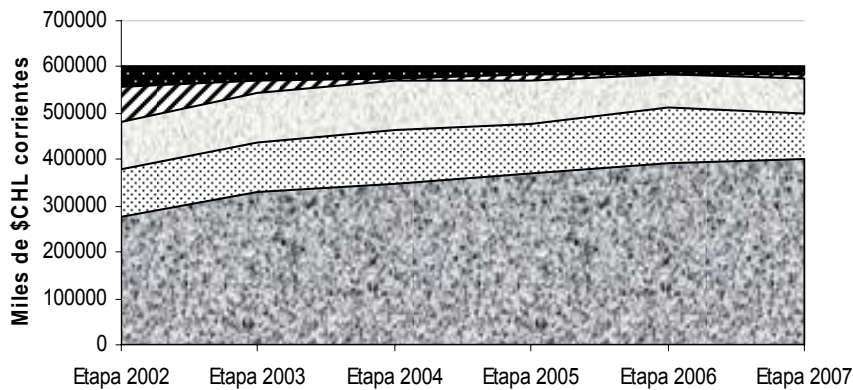
Gráfico 18: Recursos anuales según fuente de financiamiento



Como se observa en el Gráfico 18, el CASEB ha recibido aportes de la contraparte bastante estables y bajos variando entre los 190.000 miles de \$CHL y los 210.000 miles de \$CHL, exceptuando el año 2003, en el que se verifica un aporte superior a los 400.000 miles de \$CHL, y el año 2007 en el cual el aporte alcanza los 275.000 miles de \$CHL. Con respecto a los fondos de CONICYT, el Centro ha recibido durante el período 2002-2006 600.000 miles de \$CHL, mientras que en el año 2007 se suman adicionalmente 24.400 miles de \$CHL en concepto de una unidad de apoyo a la investigación de excelencia.

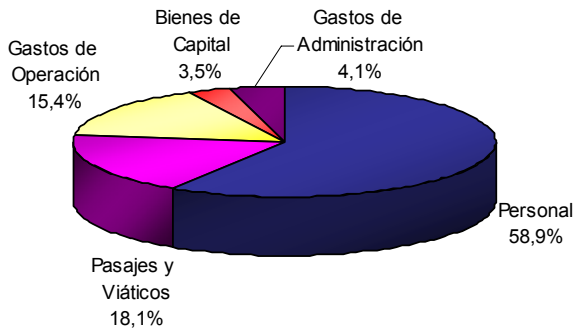
Del presupuesto total del Centro el 30% corresponden a fondos de la contraparte, mientras que el 70% son fondos recibidos de CONICYT.

Gráfico 19: Evolución de gastos (Asignación de fondos FONDAP)



Se observa un incremento en los fondos expresados en dólares debido a la reducción en el tipo de cambio en el período 2005-2007.

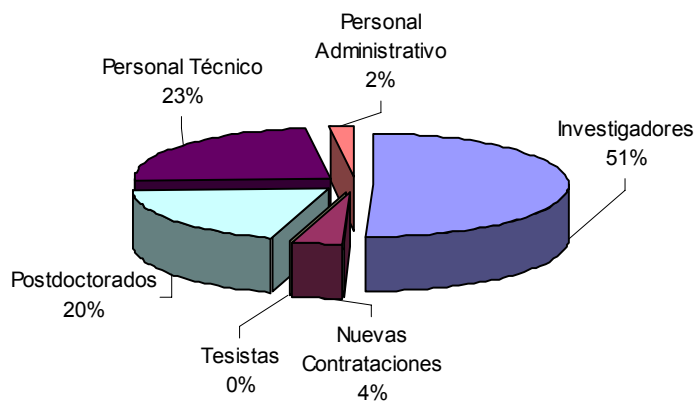
Gráfico 20: Participación por tipo de gasto en el total de Fondos FONDAP



Los gastos en personal muestran una tendencia creciente a lo largo de la vida del Centro, presentando una tasa de crecimiento promedio del 8%. Los gastos en bienes de capital decrecen a lo largo del período, observándose fuertes caídas (67% y 78%) en los dos primeros años respectivamente. Los gastos de operación, los gastos de administración y los gastos en pasajes y viáticos, se mantienen bastante estables a lo largo de la vida del Centro.

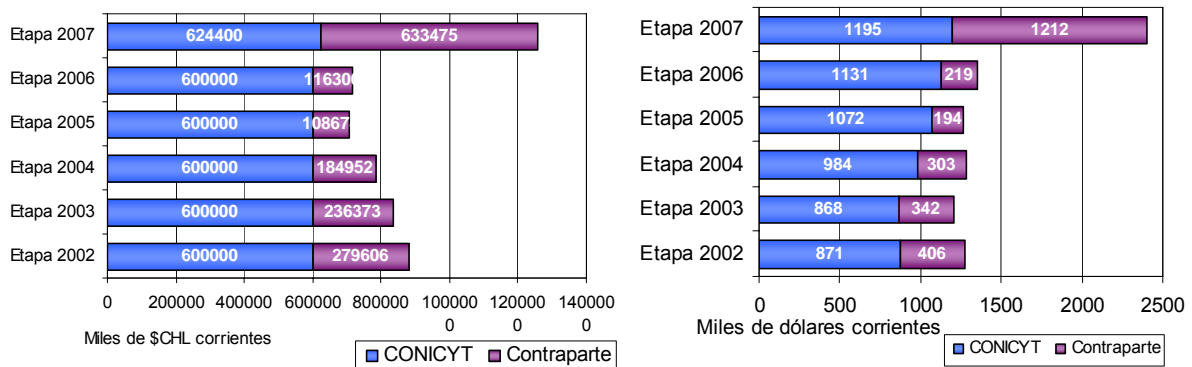
Del análisis de las participaciones surge que el gasto en personal representa casi un 60% de los fondos recibidos por FONDAP, seguido por los gastos en pasajes y viáticos y gastos de operación que representan un 18,1% y un 15,4% respectivamente. A continuación se presenta un gráfico que desagrega el gasto en personal y que permitirá un análisis más detallado sobre el destino de los fondos, mostrando que el 30% de los fondos FONDAP son destinados a los investigadores, el 13,5% se gasta en personal técnico y el 12% es destinado a los postdoctorantes. El Centro no destina fondos FONDAP a tesistas. (Estos últimos porcentajes surgen de realizar el producto de los porcentajes del Gráfico 20 por el 58,9% de participación del gasto en personal sobre el total del presupuesto FONDAP).

Gráfico 21: Detalle del total de gasto en personal



## CEMC

Gráfico 22: Recursos anuales según fuente de financiamiento



Como se observa en el Gráfico 22, el CEMC ha recibido aportes de contraparte inferiores a los 300.000 miles de \$CHL, exceptuando el año 2007 en el que se verifica un aporte superior a los 600.000 miles de \$CHL. Con respecto a los fondos de CONICYT, el Centro ha recibido durante el período 2002-2006 600.000 miles de \$CHL, mientras que en el año 2007 se suman adicionalmente 24.400 miles de \$CHL en concepto de una unidad de apoyo a la investigación de excelencia. Cuando se analiza la serie en dólares se puede observar que la reducción de contraparte en el período 2003-2005 se ve compensada por la reducción en el tipo de cambio que eleva los montos en dólares de los fondos recibidos por CONICYT.

Del presupuesto total del Centro el 30% corresponden a fondos de la contraparte, mientras que el 70% son fondos recibidos de CONICYT.

Gráfico 23: Evolución de gastos (Asignación de fondos FONDAP)

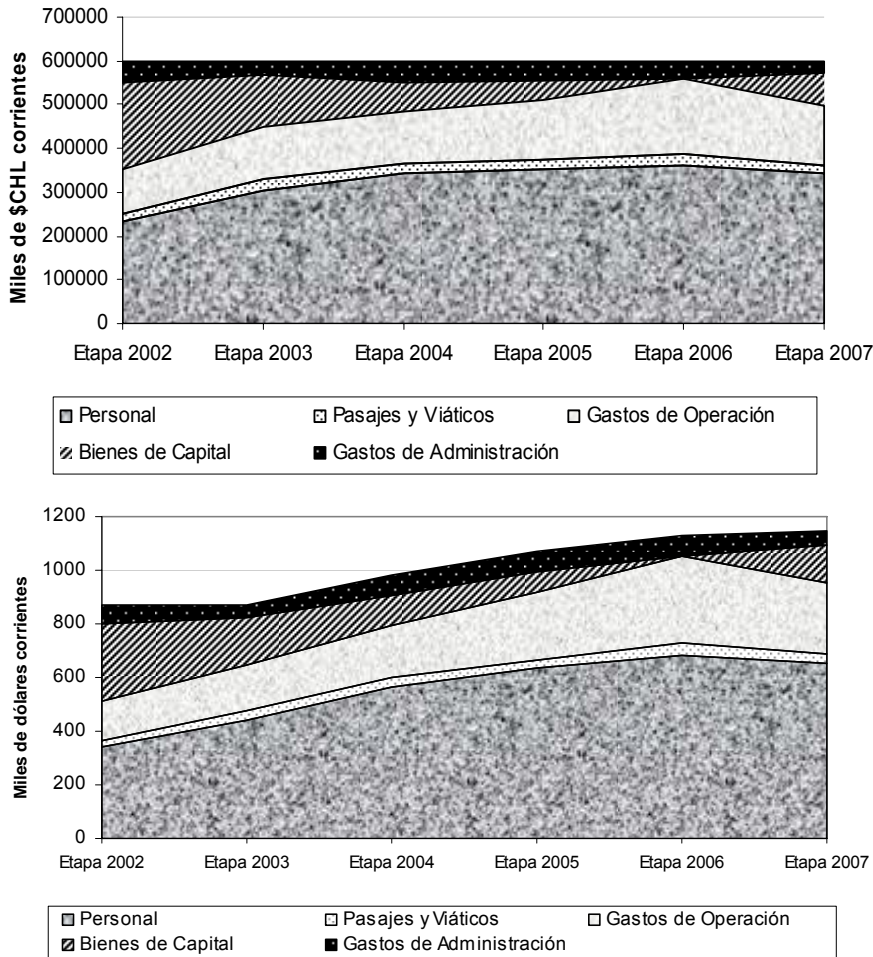
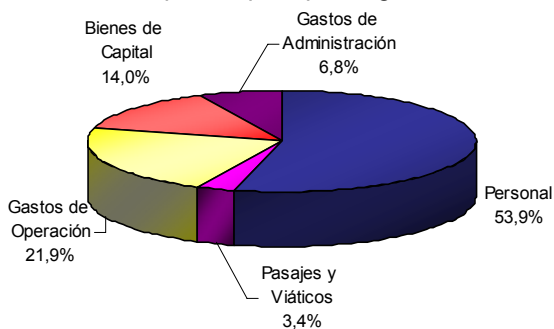


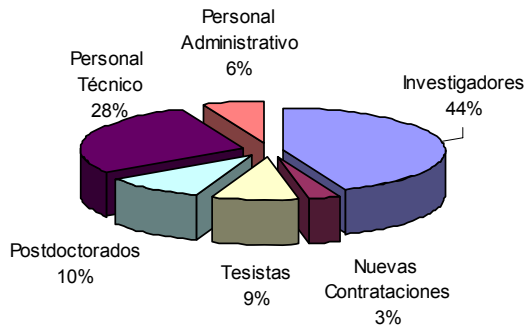
Gráfico 24: Participación por tipo de gasto en el total de Fondos FONDAP



En general los gastos por ítem no muestran cambios bruscos en los montos a lo largo de la vida del Centro. Solo los gastos en Bienes de Capital sufren una caída significativa y continúa alcanzando su nivel mínimo en el año 2006. El gasto en personal crece los dos primeros años y luego se mantiene.

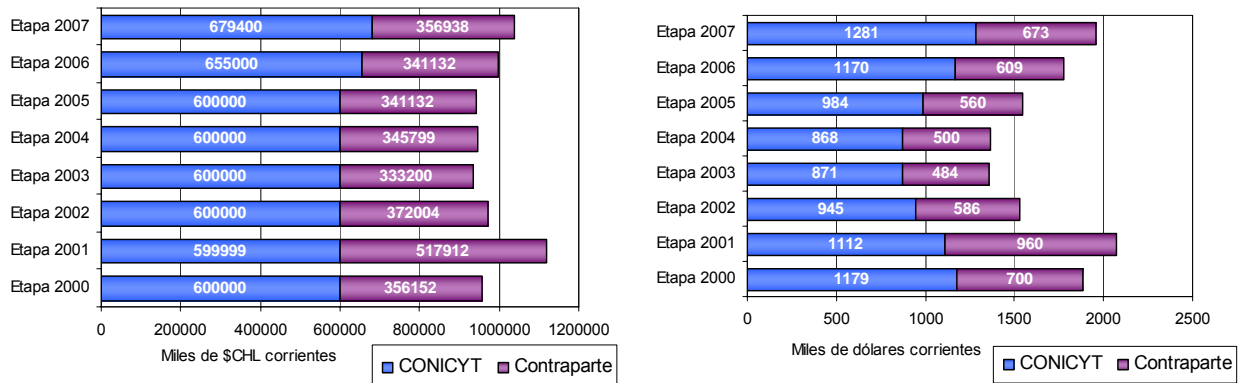
Del análisis de las participaciones surge que el gasto en personal representa más de la mitad de los fondos recibidos por FONDAP. A continuación se presenta un gráfico que desagrega el componente de gasto en personal y que permitirá un análisis más detallado sobre el destino de los fondos, mostrando que el 24% de los fondos FONDAP son destinados a los investigadores, mientras que un 15% se gasta en personal técnico, un 5,5% en postdoctorantes y un 5% en tesistas. (Estos últimos porcentajes surgen de realizar el producto de los porcentajes del gráfico 24 por el 53,9% de participación del gasto en personal sobre el total del presupuesto FONDAP).

Gráfico 25: Detalle del total de gasto en personal



## CIMAT

Gráfico 26: Recursos anuales según fuente de financiamiento



Como se observa en el Gráfico 26, el CIMAT ha recibido aportes de la contraparte bastante estables que variaron entre los 335.000 miles de \$CHL y los 375.000 miles de \$CHL, exceptuando el año 2001 en el que se verifica un aporte superior a los 500.000 miles de \$CHL. Con respecto a los fondos de CONICYT, el Centro ha recibido durante el período 2000-2005 600.000 miles de \$CHL, mientras que en el año 2006 se suman 55.000 miles de \$CHL en concepto de la unidad de negocio. En el año 2007 se suman adicionalmente 24.400 miles de \$CHL en concepto de una unidad de apoyo a la investigación de excelencia.

Del presupuesto total del Centro el 38% corresponden a fondos de la contraparte, mientras que el 62% son fondos recibidos de CONICYT.

Los valores en pesos chilenos muestran un comportamiento más estable que los valores en dólares, esto se debe a que los fondos de CONICYT no son ajustados por tipo de cambio y los fondos recibidos de

contraparte no contrarrestan el efecto de cambio en la moneda, por el contrario también permanecen estables en moneda local.

Gráfico 27: Evolución de gastos (Asignación de fondos FONDAP)

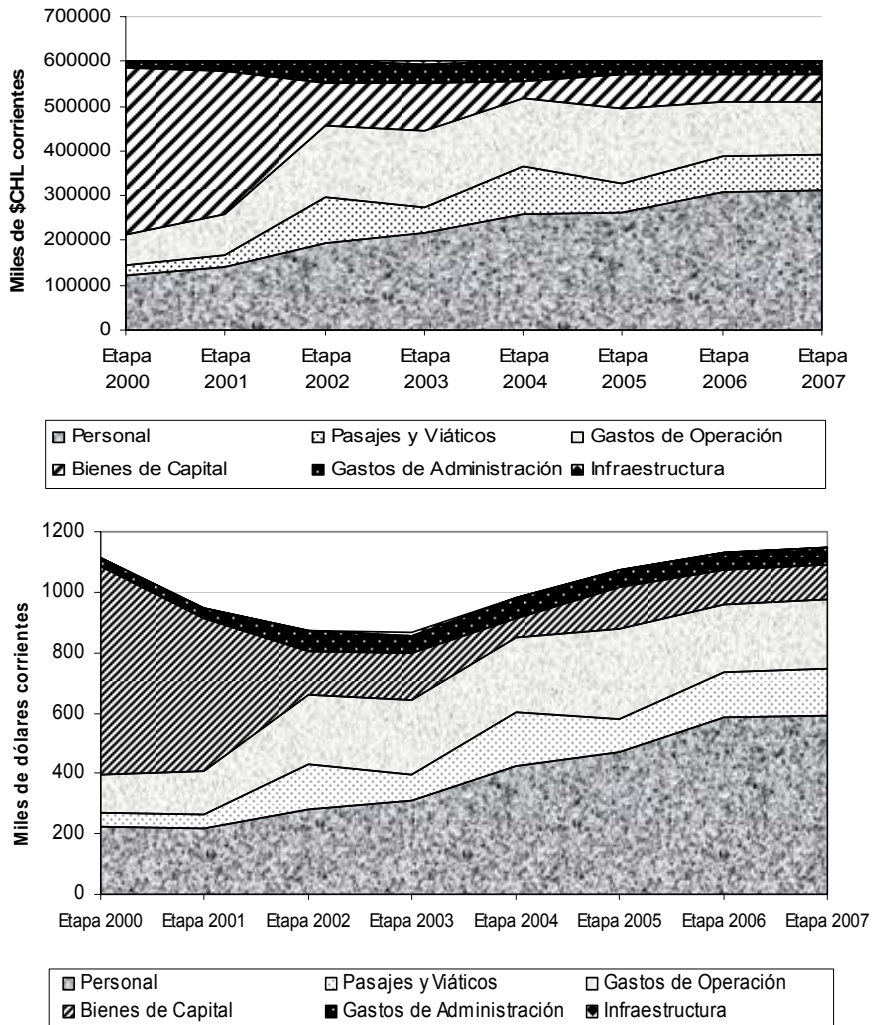
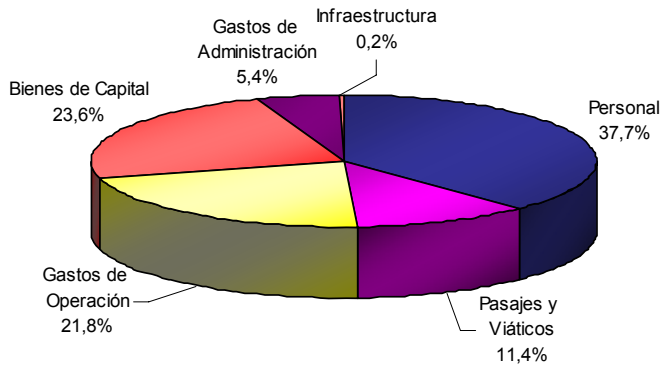


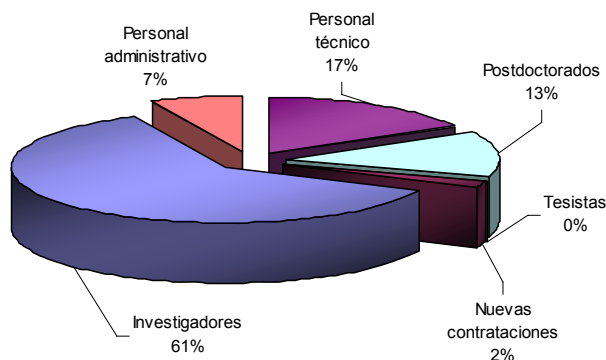
Gráfico 28: Participación por tipo de gasto en el total de Fondos FONDAP



Los gastos en personal muestran una tendencia creciente a lo largo de la vida del Centro, presentando una tasa de crecimiento promedio del 15%. Los gastos de capital decrecen a lo largo del período, observándose fuertes caídas (13% y 7%) en los dos primeros años respectivamente. Los gastos de operación y los gastos de administración tienen comportamientos muy similares, habiendo crecido en los primeros años (2000-2002), manteniéndose estables hasta el año 2005 y decayendo en los últimos dos años. El gasto en pasajes y viáticos fluctúa entre los 50.000 y los 100.000 miles de \$CHL, y por último el gasto en infraestructura no parece ser relevante.

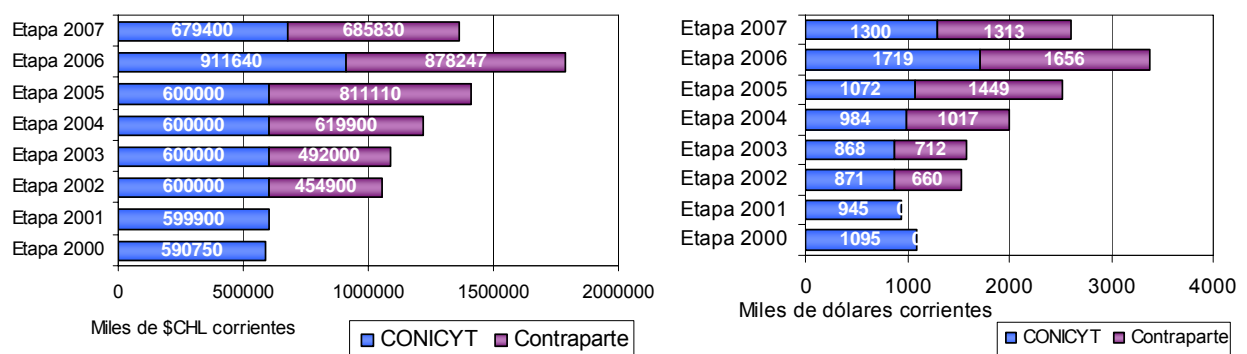
Del análisis de las participaciones surge que el gasto en personal representa casi un 40% de los fondos recibidos por FONDAP, seguido por los gastos en bienes de capital y gastos de operación que representan un 24% y un 22% respectivamente. A continuación se presenta un gráfico que desagrega el gasto en personal y que permitirá un análisis más detallado sobre el destino de los fondos, mostrando que el 23% de los fondos FONDAP son destinados a los investigadores, el 6,5% se gasta en personal técnico y el 5% es destinado a los postdoctorantes. El Centro no destina fondos FONDAP a tesistas<sup>8</sup>. (Estos últimos porcentajes surgen de realizar el producto de los porcentajes del Gráfico 28 por el 37,7% de participación del gasto en personal sobre el total del presupuesto FONDAP).

Gráfico 29: Detalle del total de gasto en personal



## CMM

Gráfico 30: Recursos anuales según fuente de financiamiento



Como se observa en el Gráfico 30, el CMM ha recibido aportes de la contraparte que van desde los 450.000 miles de \$CHL a los 880.000 miles de \$CHL a partir del año 2002. En los dos primeros años del Centro (2000 y 2001) no ha recibido fondos de la contraparte, los mayores aportes se verifican en los años 2005 y 2006. Con respecto a los fondos de CONICYT el Centro ha recibido durante el período 2000-

<sup>8</sup> Los tesistas son financiados a través de otras fuentes de financiamiento.

2005 600.000 miles de \$CHL, mientras que en el año 2006 se suman 55.000 miles de \$CHL en concepto de la unidad de negocio y en el año 2007 se suman adicionalmente 24.400 miles de \$CHL en concepto de una unidad de apoyo a la investigación de excelencia.

Cabe mencionar que el CMM ha recibido en el año 2006 una suma superior a los 600.000 miles de \$CHL, alcanzando el valor en este período de 856.640 miles de \$CHL, debido a un ajuste presupuestario resultante de su contrato con CONICYT.

Del presupuesto total del Centro el 44% corresponden a fondos de la contraparte, mientras que el 56% son fondos recibidos de CONICYT.

Los valores en dólares muestran la misma evolución que los valores en pesos Chilenos.

Gráfico 31: Evolución de gastos (Asignación de fondos FONDAP)

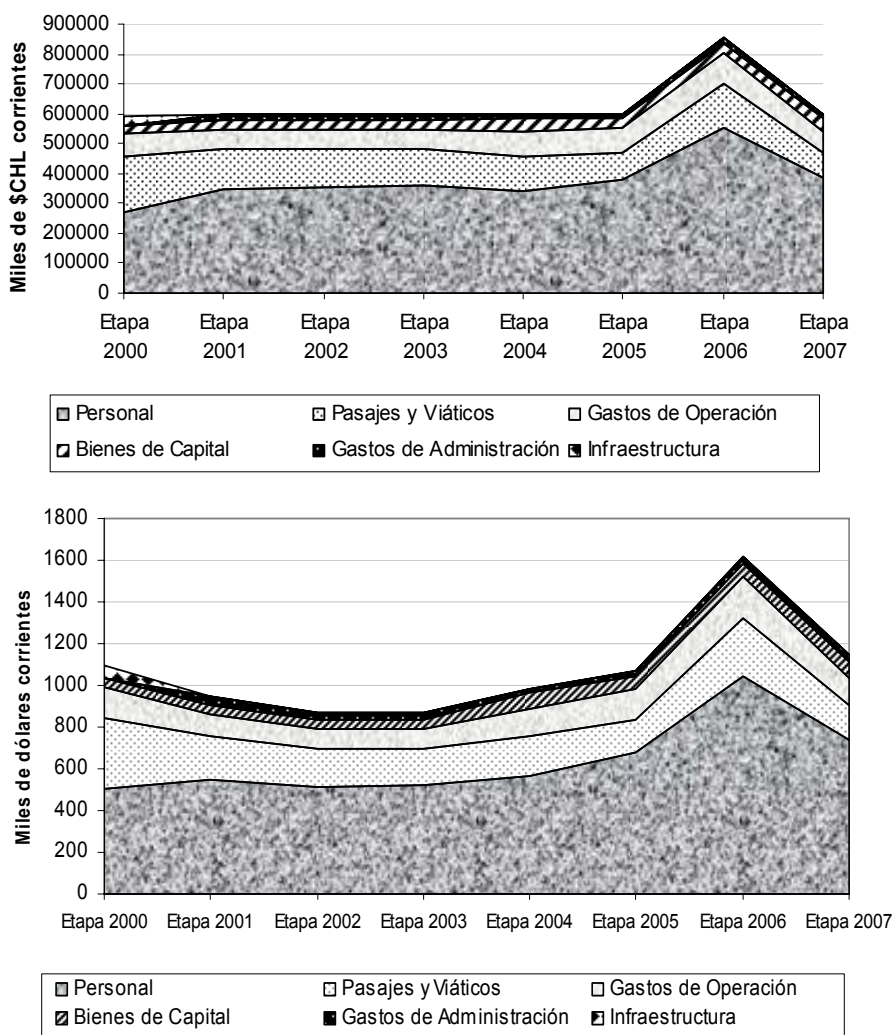
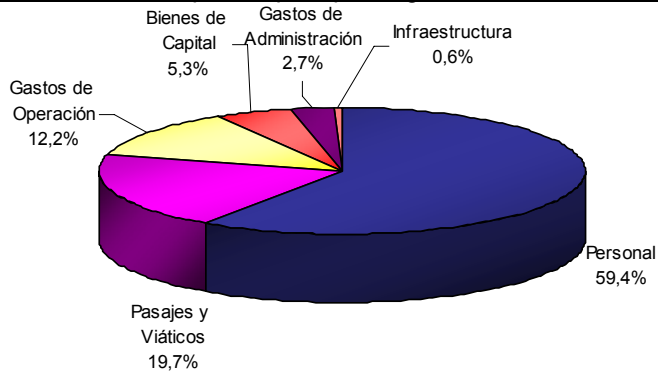


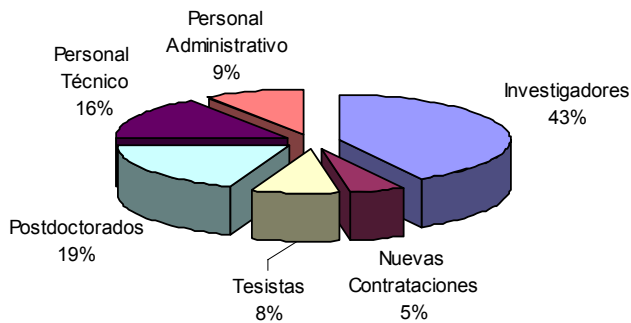
Gráfico 32: Participación por tipo de gasto en el total de Fondos FONDAP



En general los gastos por ítem no muestran cambios bruscos en los montos a lo largo de la vida del Centro, exceptuando el año 2006 en el cual los gastos que mayor participación tienen (personal, pasajes y viáticos y gastos de operación) crecen notablemente retornando a su valor normal en el año 2007.

Del análisis de las participaciones surge que el gasto en personal representa casi el 60% de los fondos recibidos de FONDAP, seguidos por los gastos en pasajes y viáticos que son próximos al 20%. A continuación se presenta un gráfico que desagrega el gasto en personal y que permitirá un análisis más detallado sobre el destino de los fondos, mostrando que el 26% de los fondos FONDAP son destinados a los investigadores, mientras que el 11% es destinado a los postdoctorantes<sup>9</sup>.

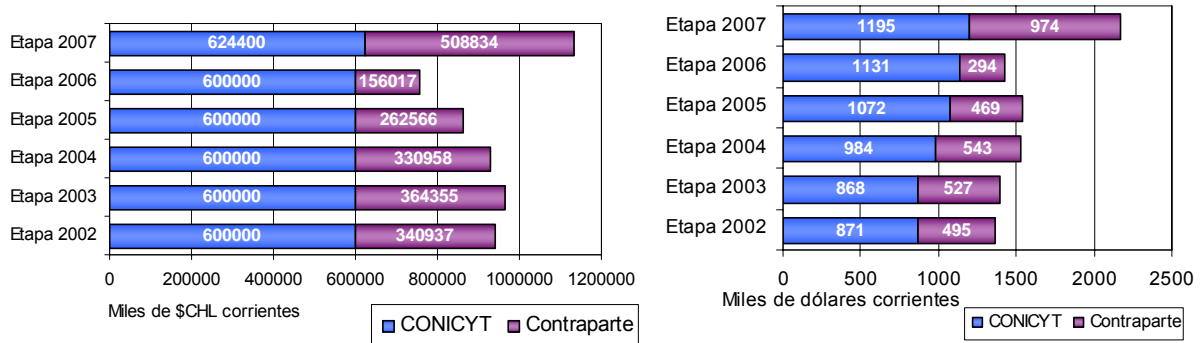
Gráfico 33: Detalle del total de gasto en personal



<sup>9</sup> Estos últimos porcentajes surgen de realizar el producto de los porcentajes del gráfico 32 por el 59,4% de participación del gasto en personal sobre el total del presupuesto FONDAP.

**COPAS**

**Gráfico 34: Recursos anuales según fuente de financiamiento**

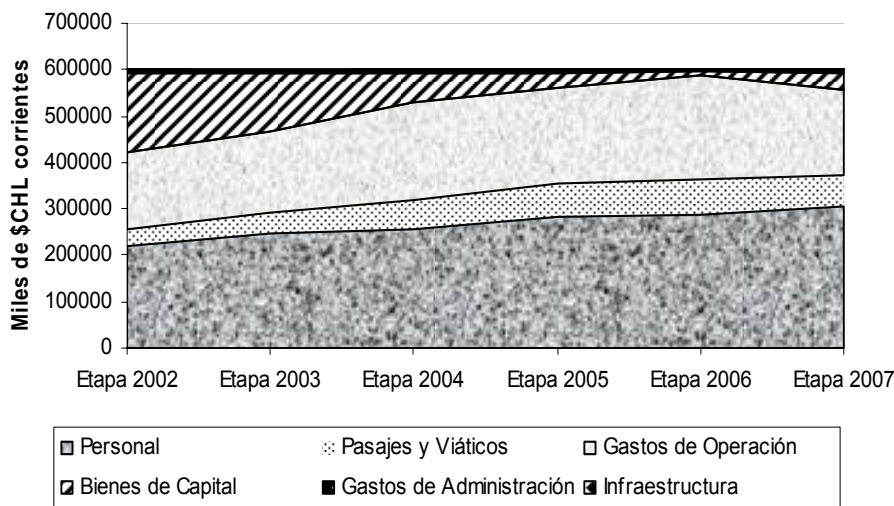


Como se observa en el Gráfico 34, el COPAS ha recibido aportes de la contraparte que fluctuaron entre los 150.000 miles de \$CHL y los 510.000 miles de \$CHL, mostrando en valor inferior en el año 2006 (156.017 miles de \$CHL) y el superior en el año siguiente (alcanzando un valor de 508.8834 miles de \$CHL). Con respecto a los fondos de CONICYT, el Centro ha recibido durante el período 2002-2006 600.000 miles de \$CHL, mientras que en el año 2007 se suman adicionalmente 24.400 miles de \$CHL en concepto de una unidad de apoyo a la investigación de excelencia.

Del presupuesto total del Centro el 35% corresponden a fondos de la contraparte, mientras que el 65% son fondos recibidos de CONICYT.

Comparando las series en pesos chilenos y dólares se observa que las fluctuaciones en los valores recibidos de contraparte logran contrarrestar en alguna medida las fluctuaciones del tipo de cambio, obteniendo una serie más estable al expresar los valores en dólares. Se exceptúa el año 2007 en el cual el aporte es muy superior en comparación con los años anteriores.

**Gráfico 35: Evolución de gastos (Asignación de fondos FONDAP)**



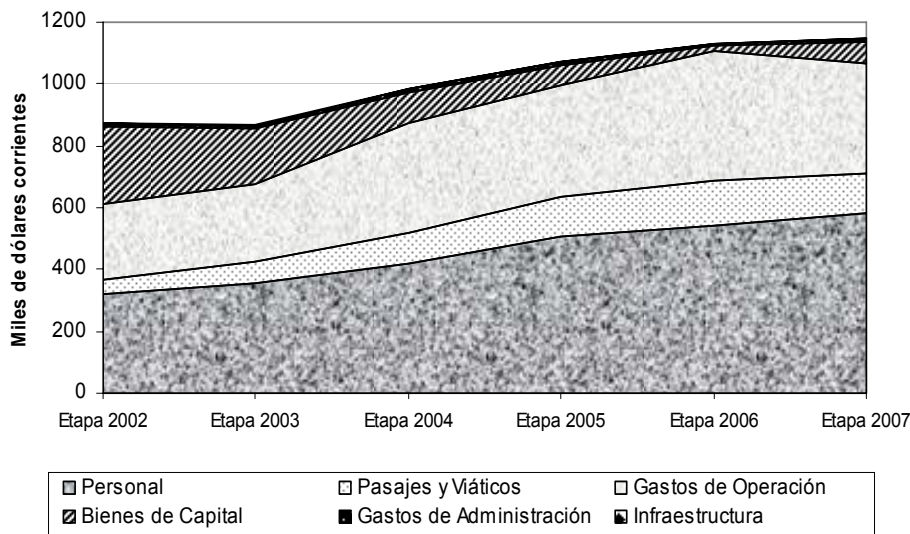
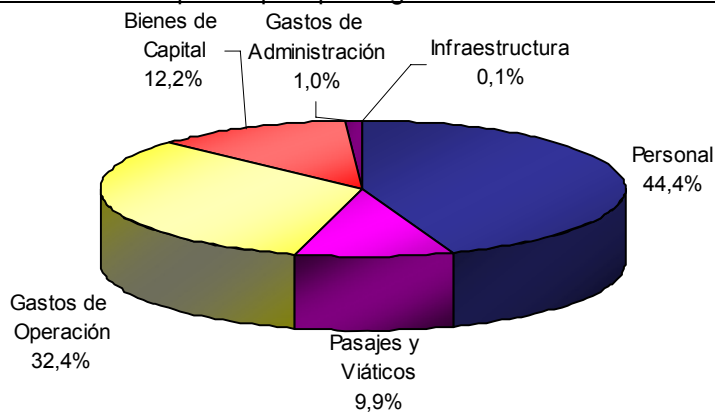


Gráfico 36: Participación por tipo de gasto en el total de Fondos FONDAP

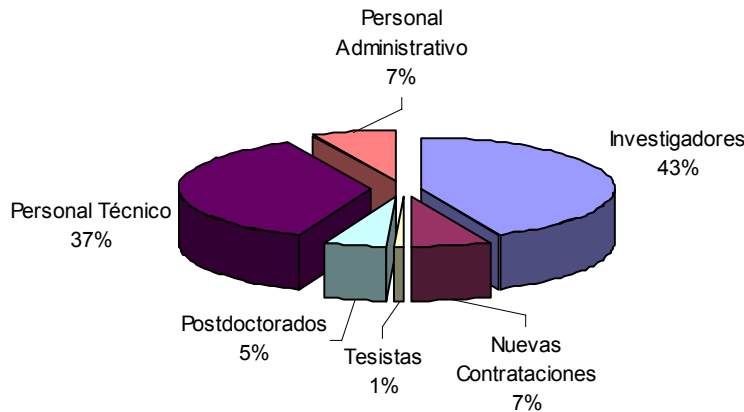


Los gastos de administración, gastos de operación, gastos de pasajes y viáticos e infraestructura se mantienen constantes a lo largo del tiempo, sin embargo los gastos de operación muestran valores más elevados que los otros tres. Los gastos en personal crecen leve y continuamente a una tasa promedio de 6,5%. Por último, los gastos de Capital tienen un comportamiento inverso al de los gastos en personal, descendiendo continuamente y cambiando esta tendencia en el año 2007.

Del análisis de las participaciones surge que el gasto en personal representa aproximadamente un 45% de los fondos recibidos de FONDAP, seguido por los gastos de operación que representan un 32% y gastos en bienes de Capital y pasajes y viáticos que representan un 12,2% y un 9,9% respectivamente. A continuación se presenta un gráfico que desagrega el gasto en personal y que permitirá un análisis más detallado sobre el destino de los fondos, mostrando que el 19% de los fondos FONDAP son destinados a los investigadores, el 16% a personal técnico, solo el 2% es destinado a los postdoctorantes y el 0,5% a tesis<sup>10</sup>.

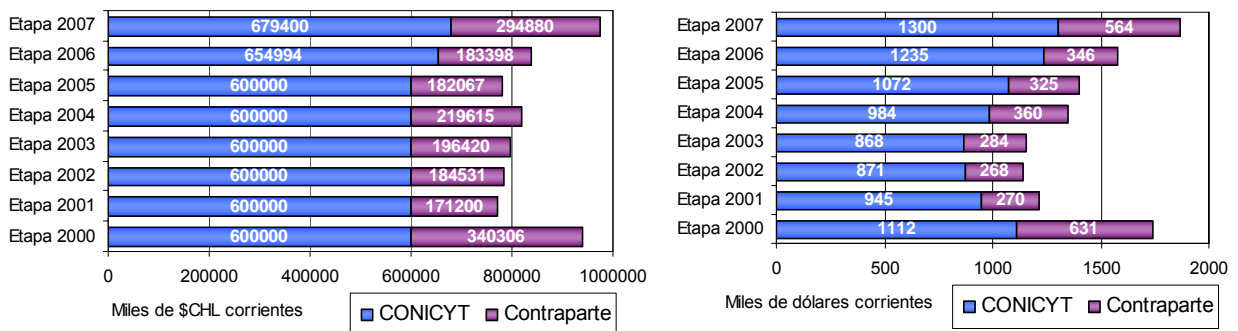
<sup>10</sup> Estos últimos porcentajes surgen de realizar el producto de los porcentajes del Gráfico 36 por el 44,4% de participación del gasto en personal sobre el total del presupuesto FONDAP

Gráfico 37: Detalle del total de gasto en personal



### CRCP

Gráfico 38: Recursos anuales según fuente de financiamiento



Como se observa en el Gráfico 38, el CRCP ha recibido aportes de la contraparte bastante estables y relativamente bajos inferiores a los 200.000 miles de \$CHL, exceptuando el primer año de funcionamiento (2000) y el año 2007. Con respecto a los fondos de CONICYT el Centro ha recibido durante el período 2000-2006 600.000 miles de \$CHL, mientras que en el año 2006 se suman 54.994 miles de \$CHL en concepto de la unidad de negocio y en el año 2007 se suman adicionalmente 24.400 miles de \$CHL en concepto de una unidad de apoyo a la investigación de excelencia.

Del presupuesto total del Centro sólo el 27% corresponde a fondos de la contraparte, mientras que el 73% son fondos recibidos de CONICYT.

Al observar los valores en dólares, se aprecia una caída más fuerte en los 2002 y 2003; a pesar de que en pesos chilenos las cifras continúan aumentando, éstas no logran contrarrestar la devaluación del peso chileno respecto al dólar en esos años.

Gráfico 39: Evolución de gastos (Asignación de fondos FONDAP)

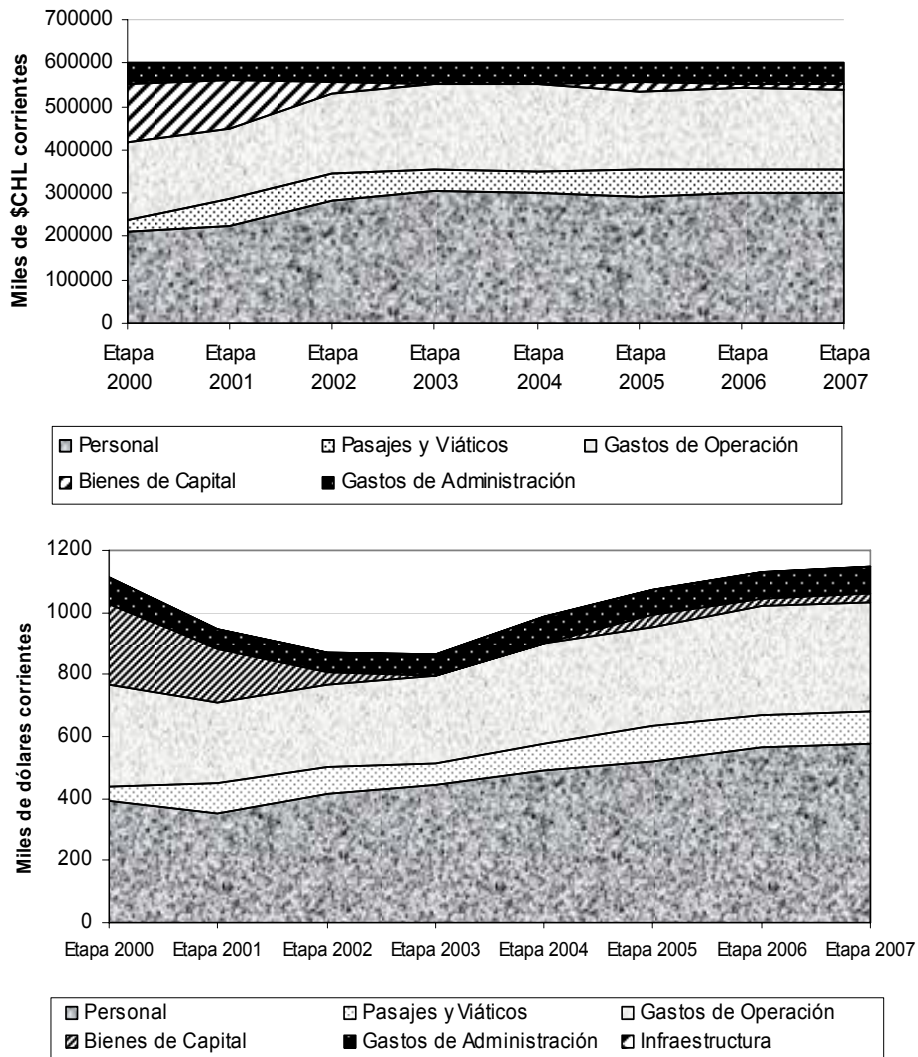
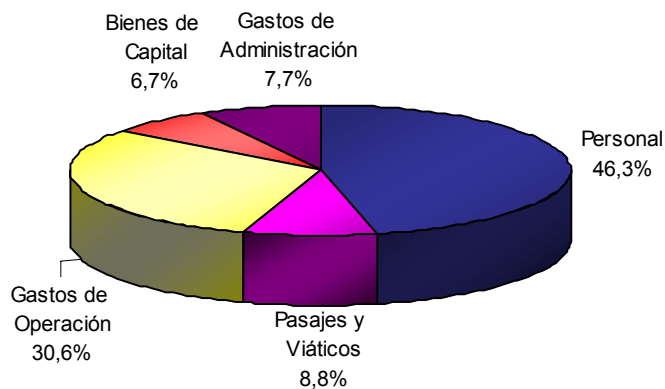


Gráfico 40: Participación por tipo de gasto en el total de Fondos FONDAP

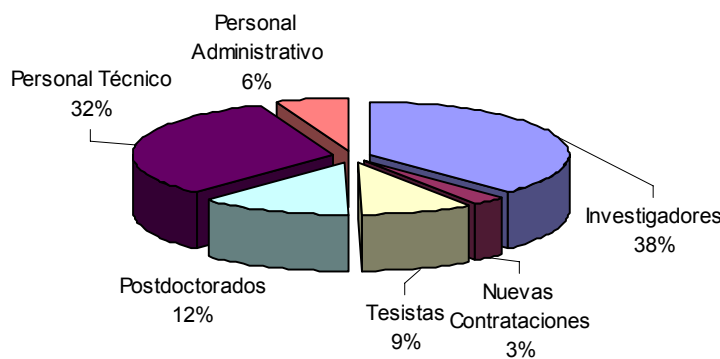


Los gastos de administración, gastos de operación y pasajes y viáticos se mantienen constantes a lo largo del tiempo, mientras que los gastos en personal crecen los dos primeros años y luego se mantienen estables en el nivel alcanzado. Por último, los gastos de Capital tienen un comportamiento inverso al de los gastos en personal: descienden los dos primeros años y luego se mantienen en el nivel inferior.

Mientras que los gastos en pesos chilenos son constantes, los valores en dólares varían de acuerdo a las fluctuaciones en el tipo de cambio. Esto se debe básicamente a que los montos otorgados por CONICYT son constantes y en pesos chilenos a lo largo de todo el Programa.

Del análisis de las participaciones surge que el gasto en personal representa más de 45% de los fondos recibidos por FONDAP, seguido por los gastos de operación que representan más de un 30%. A continuación se presenta un gráfico que desagrega el gasto en personal y que permitirá un análisis más detallado sobre el destino de los fondos, mostrando que el 17,5% de los fondos FONDAP son destinados a los investigadores, el 15% se gasta en personal técnico, el 5,5% es destinado a los postdoctorantes y sólo el 4% a tesistas. (Estos últimos porcentajes surgen de realizar el producto de los porcentajes del Gráfico 40 por el 46,3% de participación del gasto en personal sobre el total del presupuesto FONDAP).

Gráfico 41: Detalle del total de gasto en personal



## 2.9 Indicadores para el análisis de costos unitarios

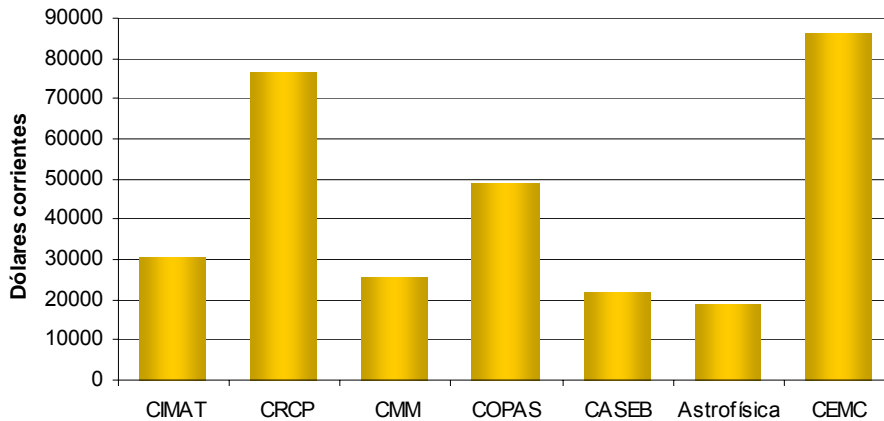
Para la realización de este análisis se consideraron nueve indicadores, listados a continuación:

1. Gastos totales (fondos contraparte más fondos CONICYT) por publicación realizada
2. Gastos totales (fondos CONICYT) por publicación realizada
3. Gastos en personal por publicación realizada
4. Gastos en investigadores por publicación realizada
5. Gastos en personal por publicación ISI realizada
6. Gastos en investigadores por publicación ISI realizada
7. Gastos en personal por publicación ISI en el 10% superior de impacto
8. Gastos en investigadores por publicación ISI en el 10% superior de impacto
9. Gastos en viajes por visitas al extranjero realizadas

Cabe mencionar que estos indicadores alcanzarán niveles que pueden diferir ampliamente entre los Centros. Las causas de estas diferencias pueden ser múltiples y por ello estos valores no son comparables. Como principal causa de las diferencias se plantea la disparidad entre las necesidades de gastos de las disciplinas y los tiempos necesarios para realizar una publicación. En síntesis, resulta de interés plantear los resultados de los indicadores para observar la situación particular de cada Centro y

concluir que los costos unitarios de cada uno de ellos son diferentes. Este resultado debe servir como una herramienta para la toma de decisiones por parte del Programa y no como un elemento de comparación de eficiencia entre los Centros FONDAP.

**Gráfico 42: Gastos totales por publicación** (En este gráfico se incluye el total del presupuesto del Centro, tanto de fondos provenientes de CONICYT como de contraparte)



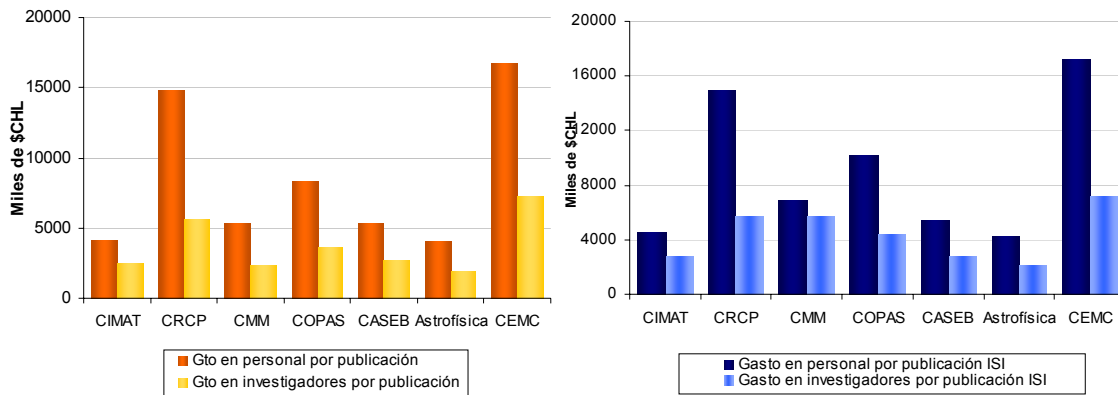
**Tabla 5: Gastos totales por publicación en miles de pesos Chilenos corrientes**

	Gasto por publicación
CIMAT	18.033,49
CRCP	44.712,07
CMM	16.380,03
COPAS	29.104,52
CASEB	12.895,72
Astrofísica	11.210,26
CEMC	42.197,78

Mientras en Chile se gastan menos de 100.000 dólares por publicación, en EE.UU. en promedio se gastan 250.000 dólares. Las estadísticas indican que en EE.UU. se realizan 3,97 publicaciones por cada millón de dólares que se asigna a Investigación y desarrollo.

En el caso de Chile, resulta interesante analizar la diferencia entre el gasto asignado según el Centro y la disciplina de la que se trate. Los Centros que muestran mayor gasto por publicación son el CEMC y el CRCP, posiblemente los costos de insumos por publicación en estos Centros sea más elevada que en los demás. Adicionalmente se debe considerar que se divide el presupuesto por el total de publicaciones realizadas y otro factor que puede incidir, además de los costos asociados a la disciplina, es el tiempo que requiere cada publicación. En aquellas disciplinas en las que la cantidad de publicaciones sea mayor, el gasto promedio o costo unitario por publicación será posiblemente inferior.

Gráfico 43: Gastos por publicación



Años que se consideran en cada Centro según datos disponibles:  
 CIMAT: 2000-2007  
 CRCP: 2000-2007  
 CMM: 2000-2007  
 COPAS: 2002-2007  
 CASEB: 2002-2007  
 Astrofísica: 2002-2007  
 CEMC: 2002-2007 publicaciones totales y 2003-2007 publicaciones ISI

Tabla 6: Gastos por publicación expresados en dólares corrientes

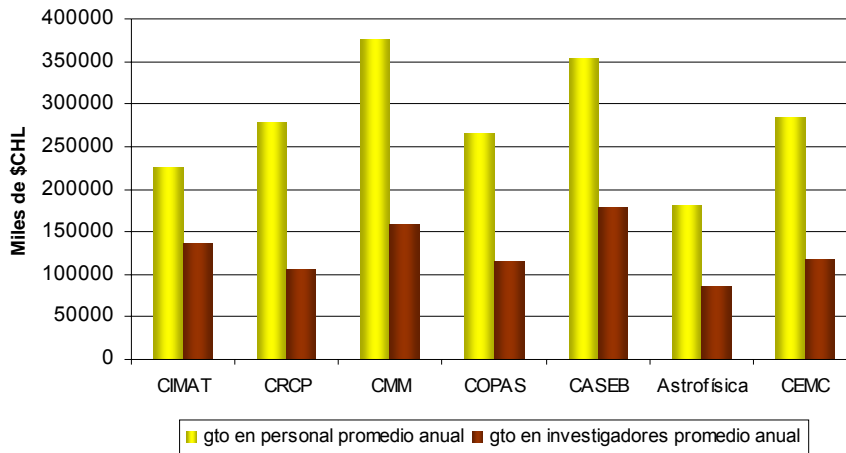
	Gatos totales por publicación (fondo CONICYT)	Gasto en personal por publicación	Gasto en investigadores por publicación	Gasto en personal por publicación ISI	Gasto en investigadores por publicación ISI
CIMAT	18.566,18	7.094,59	4.272,70	7.768,58	4.678,61
CRCP	54.213,24	25.064,00	9.632,63	25.402,70	9.762,80
CMM	15.437,45	9.187,52	3.905,67	11.791,35	5.012,58
COPAS	31.639,86	14.208,35	6.106,80	17.265,84	7.420,92
CASEB	15.263,45	9.095,59	4.598,46	9.258,42	4.680,78
Astrofísica	10.546,62	6.908,97	3.279,70	7.342,37	3.485,44
CEMC	51.019,08	29.173,78	12.734,34	30.057,83	12.477,08

La primera barra de Gráfico 43, que indica el gasto total por publicación, permite concluir que los Centros que presentan mayores valores promedio (CEMC, CRCP y COPAS) han realizado menor cantidad de publicaciones. Se puede arribar fácilmente a esta conclusión debido a que todos los Centros recibieron igual monto total anual 600.000 miles de \$CHL. Debe considerarse que un factor que podría explicar parte de la diferencia en los gastos es la diferencia de disciplinas en la que se trabaja en cada uno de los Centros. Esto hace que la necesidad de instrumental y el tiempo de cada publicación sean diferentes, generando así diferencias en los costos unitarios por publicación.

En el caso de gasto en personal por publicación y los gastos en investigadores por publicación, son los mismos Centros los que presentan los valores más altos. Sin embargo, en estos casos se debe analizar el monto que cada uno de los Centros destinó a este tipo de gastos, evaluando así si el valor del indicador es elevado por una menor cantidad de publicaciones (en relación a las realizadas en los demás Centros) o si se explica por una asignación mayor de gasto en estos conceptos.

Para realizar este análisis se exponen a continuación los gastos promedio anuales por componente (gasto en personal y gasto en investigadores).

Gráfico 44: Gastos promedio anual en personal y en investigación

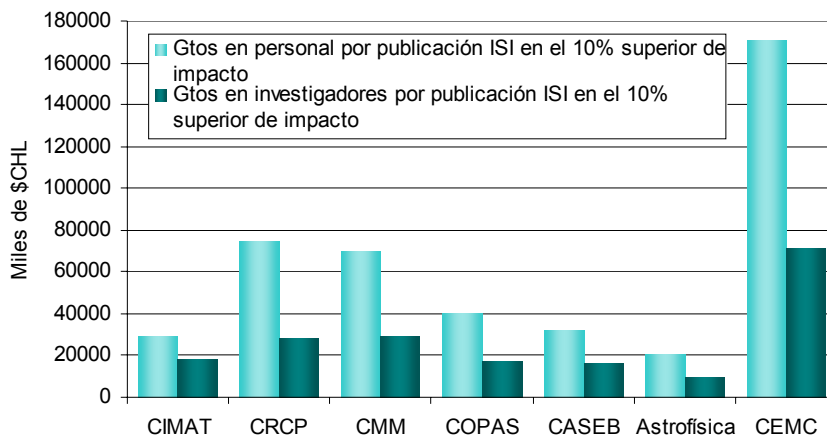


Los Centros que más presupuesto asignan a personal e investigadores en promedio por año son el CMM y el CASEB. Al analizar el promedio de gastos por publicación, estos Centros muestran valores similares a los de los demás Centros, superando sólo a CIMAT y a Astrofísica.

El CIMAT, el CRCP, el COPAS y el CEMC asignan presupuestos bastante similares, pero al analizar el valor de los indicadores de gasto promedio por publicación, el CIMAT y el COPAS muestran un menor gasto en relación a los otros dos Centros. Por último el Centro de Astrofísica es el que menos presupuesto asigna a personal y a investigadores, mostrando así valores de los indicadores que lo posicionan dentro del grupo de menores gastos.

En cuanto a los gastos por publicaciones ISI, los resultados parecen ser muy similares a los observados para las publicaciones totales. Este resultado se explica porque en general la mayoría de las publicaciones de los Centros son publicaciones ISI.

Gráfico 45: Gastos por publicación ISI en el 10% superior de impacto



Años que se consideran en cada Centro según datos disponibles:

- CIMAT: 2000-2007
- CRCP: 2000-2007
- CMM: 2000-2007
- COPAS: 2002-2007
- CASEB: 2002-2007
- Astrofísica: 2002-2007
- CEMC: 2003-2007

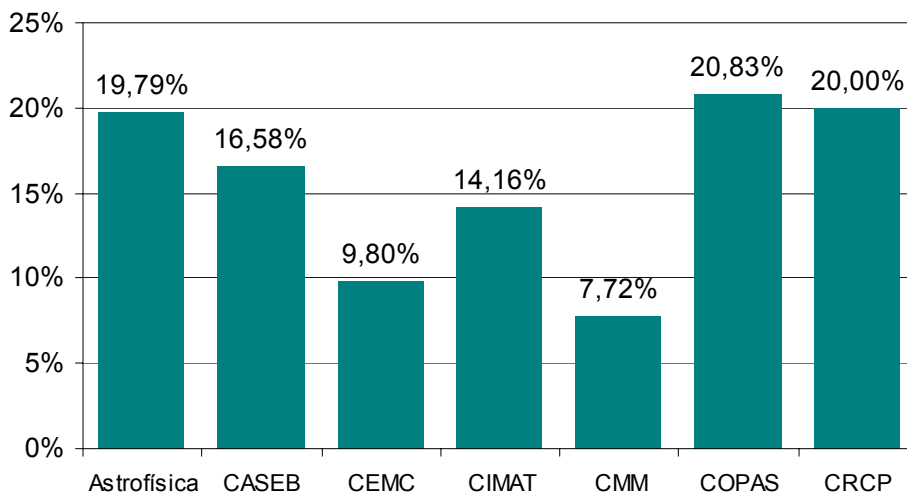
Tabla 7: Valores expresados en dólares corrientes

	Gasto en personal por publicación ISI en el 10% superior de impacto	Gasto en investigadores por publicación ISI en el 10% superior de impacto
CIMAT	50.119,86	30.184,58
CRCP	125.319,99	48.163,14
CMM	119.010,42	50.592,05
COPAS	68.200,07	29.312,62
CASEB	54.849,14	27.730,09
Astrofísica	34.908,47	16.571,12
CEMC	297.572,52	123.523,08

Para el caso de las publicaciones ISI en el 10% superior de impacto, los resultados difieren más significativamente en relación a los indicadores analizados anteriormente. Si bien los Centros que muestran indicadores más bajos continúan siendo Astrofísica, CASEB y CIMAT, los resultados del COPAS, el CMM y el CRCP no se alejan tanto de éstos; el CEMC es el único que muestra niveles de gasto por publicación ISI en el 10% superior de impacto mucho mayores a los de los demás Centros.

Para analizar con más claridad este indicador y entender por qué algunos Centros reducen su indicador, en términos relativos a los demás Centros, al considerar las publicaciones ISI en el 10% superior de impacto, se presenta el Gráfico 46 que indica el porcentaje de publicaciones ISI en el 10% superior de impacto en relación al total de publicaciones ISI del Centro.

Gráfico 46: Porcentaje de publicaciones ISI en el 10% superior de impacto en relación al total de publicaciones ISI del Centro



Años que se consideran en cada Centro según datos disponibles: cada uno según período de funcionamiento.

Se observa claramente que los tres Centros que mejoran su posición relativa son los que presentan mayor proporción de publicaciones ISI en el 10% superior de impacto. El CEMC y el CMM son los que menos porcentaje de publicaciones presenta en esta categoría. Nuevamente, puede haber diferencias en la cantidad de publicaciones o el porcentaje de publicaciones ISI en el 10% superior de impacto que se expliquen porque los Centros trabajan en disciplinas diferentes. Estas participaciones de las publicaciones ISI en el 10% superior de impacto permiten comprender mejor los resultados del indicador presentado previamente.

### **2.10 Observaciones relacionadas con el análisis de presupuesto**

Para finalizar la sección se plantean tres aspectos que el equipo consultor entiende que son claves al momento de pensar en la continuidad del Programa y el modo de implementar un nuevo financiamiento. Estos son:

1. Considerar la evolución de los precios (tasa de inflación) y el deterioro en el valor real de los fondos otorgados.
2. Tener en cuenta la evolución del tipo de cambio entre el peso chileno y el dólar, principalmente cuando se financia a disciplinas que requieren de insumos del exterior o cuando se quiere promover la integración con el resto del mundo lo que implica realizar gastos fuera de Chile.
3. Generar mecanismos que permitan distinguir entre disciplinas, asignando montos diferentes según los gastos en los que cada disciplina debe incurrir y las necesidades de infraestructura, capital y personal que existen en cada una de ellas.

### 3. Resultados de la evaluación individual de los Centros FONDAP y de sus Investigadores

#### Perfil por cada Centro

#### 3.1 Centro de Astrofísica

##### 3.1.1. Historia y características generales del Centro

El Centro de Astrofísica comenzó sus operaciones el 1 de Abril de 2002. Está albergado institucionalmente en la Universidad de Chile (Departamento de Astronomía en Cerro Calán), y tiene como organizaciones asociadas al Departamento de Astronomía de la Pontificia Universidad Católica y al Departamento de Física de la Universidad de Concepción.

El Director del Centro es Guido Garay y la Subdirectora María Teresa Ruiz González, ambos del Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile.

Tabla 1: Investigadores principales del Centro

<b>Investigadores Principales (Líderes de Grupo)</b>
Garay Brignardello, Guido Alejandro (Director)
Ruiz González, María Teresa (Subdirectora)
Geisler, Douglas
Gieren, Wolfgang
Infante, Leopoldo
Maza, José
Minniti, Dante

El Centro busca cimentar las bases para el desarrollo de la astrofísica chilena, enfocada especialmente al estudio de problemas científicos que emergerán con la nueva generación de instrumentos que están siendo construidos en el país, en particular ALMA (*Atacama Large Millimeter Array*). Este arreglo, el más grande del mundo, producirá alguno de los descubrimientos más interesantes en astronomía en los próximos 10 a 20 años. Será el mejor instrumento para detectar protogalaxias a muy altos corrimientos de rojo en el universo temprano, así como también los discos protoplanetarios y protoestrellas en nubes moleculares cercanas que están formando estrellas. Con una resolución angular mayor que la del telescopio Hubble y una sensibilidad 10 veces mayor que cualquier otro instrumento actualmente en existencia, será el arreglo milimétrico más grande y poderoso en el mundo. El objetivo principal del Centro es transformar la naturaleza de la Astrofísica chilena caracterizada por esfuerzos de investigación individuales en un esfuerzo coordinado y de colaboración en la ciencia y la educación.

El progreso hacia los objetivos científicos principales del Centro está siendo alcanzado mediante la unión de esfuerzos de los individuos que estudian diferentes aspectos de los orígenes en astrofísica, bajo el alero del Centro para el provechoso y muy necesario intercambio de diferentes visiones e ideas.

Existen seis áreas principales de la astrofísica que están siendo cultivadas por los miembros del Centro:

- Nacimiento y evolución de las estructuras en el universo.
- Cuásares y núcleos galácticos activos.
- La escala de distancia extragaláctica.
- Formación de estrellas.
- Estudios de enanas café y sistemas planetarios.
- Poblaciones estelares en el universo local.

Todas ellas tienen un objetivo integrador, el estudio de los orígenes de objetos celestes, y una ventana común para el progreso futuro: las observaciones en longitudes de onda sub-milimétricas con ALMA. El avance en el conocimiento en cualquiera de estas áreas, tendrá un impacto inmediato en el entendimiento de las otras. Cada una de las áreas es liderada por un investigador principal que es responsable por el avance apropiado para lograr los objetivos esperados en su área de investigación.

Se espera que el Centro se convierta, en un plazo de 10 años, en una institución reconocida a nivel mundial por proveer entrenamiento a estudiantes de doctorado del más alto nivel de excelencia y ejecutar investigación de frontera en astrofísica.

Desde la visión del Director, investigadores principales, investigadores asociados y postdoctorantes que forman parte del Centro, más que distinguir una serie de hitos específicos, ellos consideran que la propia creación del Centro de Astrofísica es un hito destacado en sí mismo, por lograr articular a tres instituciones que antes del FONDAP estaban dedicadas a un mismo campo científico pero sin colaborar e incluso en franca competencia entre sí.

*“Este Centro surge entonces de esa necesidad, de que vimos que separados no íbamos a lograr sobrepasar el límite, y tener una excelencia reconocida internacionalmente (...) y hacer el mejor uso de los instrumentos que hay en Chile, que cada día van llegando nuevos y nuevos, y formar los mejores astrofísicos para que puedan hacer uso de estos instrumentos (...) cada institución tenía distintas habilidades, investigadores en diferentes áreas (formación de estrellas, galaxias, etc.) La idea de la alianza era juntar esos esfuerzos y no competir entre ellos”. (Director del Centro)*

*“El hito es habernos juntado para hacer un proyecto en común, antes el contacto era bien poco, cada uno por su lado, en su lugar de trabajo (...) era importante formar grupos de investigación más potentes... cada uno éramos una isla y los colaboradores estaban en Europa, Estados Unidos o en otras partes... no trabajábamos mucho en red acá en Chile... yo creo que una de las cosas que fue interesante fue sentarnos alrededor de una mesa y dar el primer paso, soñar un proyecto común...” (Investigadores principales Universidad de Chile y Universidad Católica)*

*“Antes del Centro no había colaboración entre las universidades, había competencia por proyectos principalmente. Es la primera vez que logran juntarse y superar la rivalidad generando colaboración entre las tres instituciones. Esto se traduce en una mejor producción científica, elevar estándares. Romper este tipo de barreras es fundamental para la producción científica”. (Investigadores principales Universidad de Concepción)*

### 3.1.2. Procesos de gestión del Centro

#### A. Ubicación y relación con la Universidad

El Centro depende administrativamente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile. Según lo señalado por la dirección del Centro, la universidad les deja autonomía en decisiones de inversión y sobre todo en los temas internos del Centro, como es por ejemplo, las líneas de investigación, la colaboración con externos, etc.

La dependencia del Centro pasa por el tema de la administración porque están bajo el alero de la Universidad y por tanto deben someterse a las normas (burocráticas muchas veces) de gestión pública. Desde un punto de vista presupuestario, FONDAP transfiere los recursos a la Universidad de Chile y ésta a su vez traspasa automáticamente el 30% a la Universidad Católica y el 20% a la Universidad de Concepción, cada una de las cuales se rige internamente por sus propios procesos administrativos.

Para las autoridades de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, el contar con este Centro FONDAF se percibe como una gran oportunidad, por el hecho de poder contar con un monto importante y estable de financiamiento externo de larga duración, para asegurar el funcionamiento de equipos de investigación que trabajan en temas científicos de punta.

Desde la Facultad, la relación con el Centro es llevada por una Unidad de Proyectos que es la encargada de hacer el seguimiento individualizado de todos los proyectos que cuentan con un monto importante de financiamiento externo (siendo éste uno entre muchos otros proyectos en curso). Esta gestión es fundamentalmente referida a asuntos administrativos, sin haberse presentado nunca mayores problemas en el traspaso de recursos, entrega de informes, etc. El único limitante es que la Universidad de Chile tiene status de administración pública (caso distinto al de las otras dos universidades), lo que implica ciertos trámites y procedimientos burocráticos que a veces retrasan los procesos, especialmente en el caso de los viáticos para algunos postdoctorantes cuando deben viajar a hacer observaciones.

*“Hay poco espacio para trabajar de forma fluida, es muy rígido, sobre todo en el tema del rendimiento de cuentas, los viáticos no alcanzan y menos para los estudiantes. Esto en el caso de la Universidad de Chile en particular. El problema de la Universidad de Chile es que es estatal y se rige por las normas de la contraloría. Para los viáticos hay montos fijos que se asignan según la zona donde se vaya.” (Postdoctorantes)*

#### B. Estructura y organización

La estructura organizacional del Centro no ha cambiado mucho desde el 2001. Jerárquicamente, el Centro de Astrofísica está encabezado por un Director y luego una Subdirectora. Existe luego un Comité de Investigación que al momento de aprobación del proyecto estaba integrado por los investigadores responsables de cinco áreas de investigación, a las cuales luego se agregaría una sexta, las cuales han sido mencionadas con anterioridad.

Los investigadores responsables son financiados en parte por FONDAF y realizan además docencia en cada una de sus universidades, en calidad de profesores titulares. Se trata de investigadores que resaltan por sus conocimientos y trayectoria en investigación. Las modificaciones en la estructura del Centro han sido en general leves y tienen relación con los cambios de orientación de las áreas de investigación, buscando realzar temas científicos que están a la vanguardia. Existe además un staff de investigadores asociados, que son más jóvenes que los principales, y son atraídos casi exclusivamente con fondos del FONDAF.

En el desarrollo de la labor investigativa suele haber entrecruzamientos entre las distintas áreas, habiendo varios investigadores que participan en más de una. Desde la dirección del Centro se considera que ha aumentado notablemente la sinergia y colaboración producto del apoyo FONDAF.

*“Desde que nos juntamos en el 2001, la sinergia ha aumentado por un factor de 4 (...) ha habido posibilidad de colaborar, antes con la Católica no nos hablábamos, pero ahora realmente hacemos las cosas en conjunto”. (Director Centro)*

El Centro cuenta con un Consejo Asesor, formado por expertos internacionales en su área, que se reúne una vez al año y da su visión y recomendaciones respecto de la administración y los avances alcanzados en investigación. Son personas del ámbito científico de muy alto nivel, Directores de otras instituciones de prestigio mundial (como Alma y Eso, entre otros). El consejo cumple un rol de validación externa de las grandes líneas de lo que realiza el Centro, pero sin incidir en los detalles más específicos de su gestión. En general su visión ha sido positiva y con pocas críticas a lo realizado.

*“A mí lo que me gusta de un consejo asesor es que sea lo más crítico posible, de ver qué se está haciendo mal y cosas por el estilo... desafortunadamente el consejo nunca nos ha hecho críticas fuertes”. (Director Centro)*

El Centro cuenta con una Misión y una Visión, que están publicadas en su sitio Web:

La **misión** del Centro es cimentar las bases para el desarrollo de la astrofísica en el siglo XXI a través de la investigación de sus miembros y de la educación de las nuevas generaciones de astrónomos. En particular, los miembros del Centro están identificando y estableciendo los nuevos problemas a ser enfrentados con la nueva generación de instrumentos que serán construidos en Chile, en particular con ALMA. Este arreglo, el más grande del mundo, producirá alguno de los más excitantes descubrimientos en astronomía en los siguientes 10 - 20 años. Será el mejor instrumento para detectar protogalaxias a muy altos corrimientos de rojo en el Universo temprano, así como también los discos protoplanetarios y protoestrellas en nubes moleculares cercanas que están formando estrellas. Con una resolución angular mayor que la del telescopio Hubble y una sensibilidad 10 veces mayor que cualquier otro instrumento actualmente en existencia, será el arreglo milimétrico más grande y poderoso en el mundo.

La **visión**, por su parte, es que el Centro se convierta, en un plazo de 10 años, en una institución reconocida a nivel mundial por proveer entrenamiento a estudiantes de doctorado del más alto nivel de excelencia y ejecutar investigación de frontera en astrofísica.

### C. Sello y cultura organizacional

El principal sello del Centro de Astrofísica según su Director y algunos investigadores asociados es el haber superado las barreras antes existentes entre las universidades, aprender a trabajar en conjunto de manera colaborativa y desarrollar una fuerte mística de trabajo en equipo.

*“Yo creo que es eso, de que por fin hemos vencido la barrera de trabajar en forma separada en instituciones y hacerlo en conjunto, pero justamente cada uno aportando de sus habilidades (...) ése es el sello, somos miembros de un Centro con objetivos finales que antes no los teníamos, queremos llegar a cumplir esos objetivos, entonces el sello es echarle para delante porque eso es lo importante(...) hay una motivación por ser parte de un conjunto, un equipo”.(Director del Centro)*

*“Que se junten tres universidades por algo en común, eso no existía antes, tener proyectos en común, la unión los ha potenciado, es más que la suma de las partes. Desde afuera esta unión de fuerzas es bien vista y da una buena impresión. Superar rivalidad entre universidades y unirse”. (Investigador asociado)*

Otros elementos mencionados que distinguen al Centro en cuanto a su estilo de trabajo interno, según los investigadores principales y asociados, son:

- La excelencia, reflejada en el alto nivel y calidad de las publicaciones,
- La motivación y las ganas de desarrollar investigación en astronomía al más alto nivel posible, formando recursos humanos altamente calificados para ello, y
- La asociación con el extranjero, que permite a los miembros del Centro viajar a especializarse a otros países y contactarse con profesionales de punta para hacer ciencia de calidad.

A estos elementos, en el caso específico de los investigadores principales y asociados de la Universidad de Concepción (que funcionan de manera estable en dicha ciudad y no en Santiago), se agrega el ambiente cálido y acogedor, que hace que desde su punto de vista ese equipo en particular cuente con una muy buena “calidad humana” además de la propiamente profesional.

Cabe señalar que, a pesar de las percepciones de la dirección e investigadores de mayor nivel jerárquico, los estudiantes doctorantes insertos en el Centro de Astrofísica señalan no reconocer a éste como una entidad en sí misma, sino que se sienten pertenecientes al programa de doctorado de su universidad respectiva, viendo al FONDAP sólo como una fuente de financiamiento de sus estudios.

*“No hay un Centro como algo distinguible físicamente. En realidad, más que Centro debiera llamarse “colaboración para el desarrollo de la astronomía en Chile”, “...eso es el FONDAP, es la colaboración para potenciar el desarrollo de la astronomía en Chile, pero cuando vas a buscar el Centro, no vas a encontrar el Centro realmente, porque no hay un... es una colaboración, un conglomerado de investigadores que dialogan mucho más fluidamente, contratan recursos humanos con estos dineros y potencian el desarrollo de la astronomía en Chile y que hacen cosas que antes no se hacían”. (Estudiantes de Doctorado)*

Los estudiantes de doctorado consideran que es una ventaja poder tener acceso a contacto directo con redes de investigadores de punta a nivel internacional y tener flexibilidad para poder participar en proyectos diversos y alternativas, pero no adjudican este acceso a contactos científicos a la existencia del FONDAP, sino a los propios contactos que los investigadores de las universidades participantes generan. FONDAP se ve sólo como una importante fuente de recursos y apoyo en infraestructura, pero “el Centro FONDAP” no es reconocido como tal, sino los programas de las universidades que forman parte de él.

#### *D. Política de RRHH*

Para el reclutamiento de los investigadores y estudiantes, el Centro cuenta con dos comités: uno de recursos humanos (para reclutar académicos) y otro de educación (para formación de post-grado).

El reclutamiento para académicos tiene que ver con las áreas que quieran desarrollar y las habilidades que requieran de las personas a reclutar. Se hace un llamado en una página *web* internacional, donde postula gente de Chile y el extranjero. Se juntan con gente de las otras universidades y ahí deciden según las características de los postulantes, en base a criterios netamente profesionales.

En el ámbito del comité de educación, éste toma decisiones respecto de atraer gente, la asignación de becas, la administración de recursos en cuanto a la formación, de becas, tesis, cómo ir creando los programas de doctorado, etc. En esta línea, uno de los principales logros del Centro fue crear un programa de doctorado en astronomía en la PUC y otro en la U. de Concepción, y lograr además que el de la U. de Chile se hiciera autónomo. Para las becas y tesistas, se hace un ranking de las personas de cada universidad que postulan y ahí se decide a quien le dan los recursos que vienen del FONDAP. El FONDAP entrega recursos para esto, para pregrado, postgrado, etc. La decisión en general pasa por un concurso y se decide en función de este ranking. Para los postdoctorantes también se hace por concurso y, en general, llegan extranjeros.

Con respecto a las posibilidades de proyección de los investigadores a su interior, el Director del Centro señala que “en general se mantiene la gente, los que se han ido son extranjeros y por ofertas que reciben de afuera”.

Ahora bien, el Centro como tal no es identificado como un espacio de carrera científica por los investigadores y postdoctorantes, sino más bien las universidades que forman parte de él. Pero la competencia con instituciones extranjeras es fuerte y generalmente éstas ofrecen condiciones monetarias más ventajosas, por lo que la principal diferencia está dada por la calidad de estudiantes que reciben las universidades miembros y por la calidad de los investigadores principales y asociados.

Los investigadores del Centro van informando anualmente acerca de su desempeño, partiendo desde los niveles jerárquicos más bajos hacia los más altos. Así, los investigadores asociados reportan una vez al año sus logros a los jefes de líneas de investigación y éstos a su vez al Director del Centro, quien luego reporta a CONICYT. Este proceso, en todo caso, más que de evaluación es de monitoreo y retroalimentación informal, sin haber un sistema de incentivos o sanciones asociados al desempeño de cada investigador.

*“Cada año cada investigador manda un reporte a su jefe de área, el que hace un resumen y lo manda al Director del Centro que es el que maneja las*

*estadísticas. Estas estadísticas son presentadas entre ellos, pero no es una evaluación, sólo un monitoreo". (Investigador asociado)*

*"Cada año yo tengo que rendir cuentas a CONICYT, pero antes de eso ellos (académicos e investigadores) me tienen que rendir cuentas a mí... lo que hacemos, nos reunimos y cada investigador de área dice lo que ha hecho, qué está haciendo, lo que ha publicado, lo que está investigando, cosas así (...) yo lo hago personalmente (revisión de estadísticas y resultados)..." (Director del Centro)*

Finalmente, cabe señalar que no existe una política específica de capacitación o perfeccionamiento a investigadores, pues se entiende que éste se hace a través de los postdoctorantes. Hay perfeccionamiento entre los no académicos, los demás no lo demandan. El perfeccionamiento para los académicos se haría a través de los estudiantes, a través de la discusión diaria con ellos y sus nuevas ideas.

#### *E. Gestión financiera*

Desde la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, la gestión y el traspaso de recursos al Centro es responsabilidad de la Unidad de proyectos. Pero más allá de los aspectos procedimentales administrativos (que incluyen el pago de un *overhead* del 5%), es el propio el Centro el que toma sus decisiones en cuanto a la gestión científica.

Como hay otras instituciones involucradas además de la Universidad de Chile, se decidió al inicio del proyecto que el 20% de las platas se van a Concepción, 30% a la Católica y la U. de Chile se queda con el 50%, sin embargo, el reporte final se hace desde ésta última y las otras dos universidades le rinden cuenta.

Este arreglo de gestión financiera se eligió porque es más fácil de operar. Para las otras dos instituciones las platas son privadas por lo cual tienen menos problemas de gestión, pero en la U. de Chile ha sido más difícil por regirse por los procedimientos de la administración pública.

*"La administración de los fondos es muy difícil y muy complicada (...) los fondos llegan a la universidad y hay que respetar ciertas reglas y normas, las reglas de administración del país y CONICYT, más las internas de la universidad, al ser gestión pública tenemos que cumplir con las normas del país respecto a esto, y que hay muchísima burocracia". (Director del Centro)*

Con respecto a la obtención de recursos adicionales provenientes de otras fuentes, ya sean nacionales o internacionales, hay importantes redes de cooperación. No hay acuerdos formales, pero la colaboración existe en todo sentido. Cada investigador y académico tiene ya sus redes, además de las que cada institución por su cuenta maneja. Lo importante de destacar aquí, en todo caso, es que el apalancamiento de recursos no depende del Centro FONDAP como tal, sino de las redes personales e institucionales preexistentes.

#### *F. Relación con el exterior*

Hay colaboración y trabajo en conjunto con científicos extranjeros, lo que se puede apreciar en los artículos donde escriben en conjunto autores de diferentes países.

*"Si tú ves un artículo, ves que hay por lo menos como diez autores, de India, China, Estados Unidos, de donde sea... entonces, las redes en astronomía ya existen". (Director del Centro)*

En cambio, la colaboración con otros Centros FONDAP es completamente inexistente, debido fundamentalmente a que no hay puntos de intersección entre los campos de interés científico respectivos.

### 3.1.3. Relación del Centro con el Programa FONDAP

El principal apoyo proveniente de FONDAP, que se reconoce como tal desde los distintos actores que conforman el Centro, se refiere a los recursos transferidos, que les han permitido traer gente de afuera, formar estudiantes, manejar infraestructura, viajar, etc. Aparte de este apoyo (que es sin duda fundamental), no se menciona ninguno otro de manera destacada.

El Director del Centro se encarga de llenar los formularios e informes anuales que se piden desde CONICYT, pero opina que son muy burocráticos y se pide mucha información que él personalmente considera irrelevante.

El Director del Centro opina que un elemento que ha facilitado la relación con FONDAP ha sido la persona de la nueva Directora, con la cual claramente se ha vuelto más fluido y expedito el vínculo. En cambio, el principal obstáculo es el hecho de que la administración tenga que pasar por la Universidad y no sea un trato directo entre el Centro y CONICYT. Los investigadores principales coinciden con esta opinión.

*“La Universidad de Chile recibe más o menos el mismo porcentaje de platas del Estado que la Universidad de Concepción o la Católica, y todo lo demás lo tiene que gestionar, que son los proyectos que vienen de Alemania, de la China, de donde sea... o venta por servicios... pero toda esa plata que entra a la universidad por un acto de magia se transforma en fondos estatales y funciona con las mismas reglas que tiene el Estado. Y las platas del Estado que entran a la Universidad Católica o de Concepción, por una magia inversa se transforman en fondos privados, entonces tienen una manera de administrarlo que es mucho menos difícil...” (Investigadores principales)*

### 3.1.4. El Centro en su conjunto: análisis por objetivos

En esta sección se presenta un análisis de la evolución del Centro, considerando el cumplimiento de cada uno de los cinco objetivos planteados por el Programa FONDAP, se combinan en este caso aspectos cualitativos y cuantitativos.

#### Objetivo 1: Fomentar la investigación asociativa

##### Tabla de indicadores

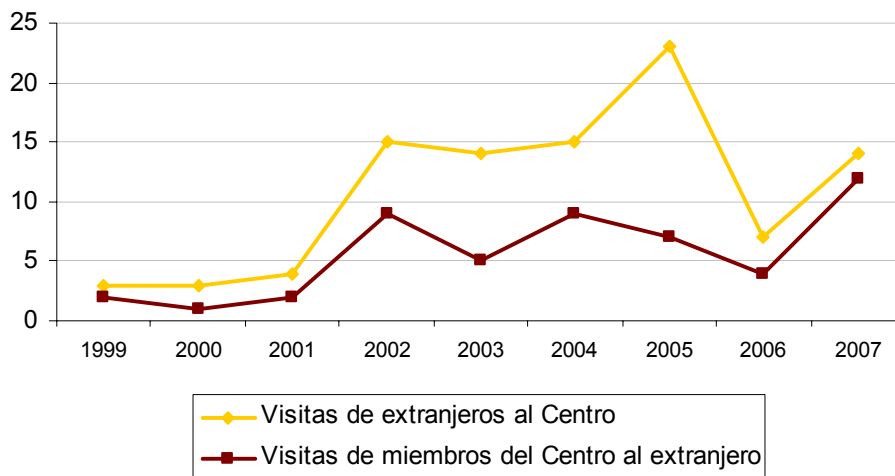
INDICADORES <sup>11</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro						Total	
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
<b>1</b>	<b>Fomentar la Investigación Asociativa</b>										
1.1	Número de publicaciones ISI en colaboración entre 2 o más líneas o programas del Centro				0	0	0	0	0	0	0
1.2	Porcentaje de publicaciones ISI en conjunto con otras instituciones o Centros nacionales o internacionales	40-59%	40-59%	40-59%	60-79%	60-79%	60-79%	60-79%	80-100%	80-100%	
1.3	Número de convenios de colaboración científica con organizaciones nacionales o										8

<sup>11</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

INDICADORES <sup>11</sup>		Línea de base			Período de Vigencia del Centro						Total
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
	internacionales										
1.4	Número de visitas de extranjeros al Centro (para 1999-2001 visitantes a la Unidad académica relacionado con el Centro en forma directa)	3	3	4	15	14	15	23	7	14	98
1.5	Número de visitas de miembros del Centro a instituciones en el extranjero	2	1	2	9	5	9	7	4	12	51
1.6	Número de redes de investigación nacionales o internacionales en las que participa el Centro										20

Como se observa en la tabla anterior, el Centro no realiza publicaciones en colaboración entre 2 ó más líneas o programas del Centro, sin embargo la mayoría de las publicaciones ISI realizadas durante la vida del Centro han sido en conjunto con otras instituciones o Centros nacionales o internacionales, mostrando este indicador una tendencia creciente. Adicionalmente cabe mencionar que el Centro cuenta con 8 convenios de colaboración científica con organizaciones nacionales o internacionales y participa en 20 redes de investigaciones nacionales o internacionales.

Gráfico 1: Evolución de visitas de extranjeros al Centro y de investigadores del Centro al extranjero



Como puede observarse de la tabla y el gráfico, el intercambio de Investigadores entre el Centro y otras Instituciones del extranjero ha crecido con el paso del tiempo. También puede verse que ambas variables aumentan su número significativamente en el periodo del Centro (2002-2007), alcanzando las visitas de extranjeros al Centro un pico máximo en el año 2005 (23) y las visitas de miembros del Centro al extranjero en el año 2007 (12). Otra conclusión que puede obtenerse de los datos es que predominan a lo largo del periodo las visitas de extranjeros al Centro por sobre las que hacen sus miembros al exterior.

La indagación cualitativa confirma la tendencia positiva en cuanto a la investigación asociativa a nivel de investigadores principales, asociados y postdoctorantes.

*“El FONDAP ha sido fundamental en poder sumar fuerzas (...) bueno, nos juntamos todo un grupo y decidimos que íbamos a estar más de treinta noches en un telescopio de cuatro metros, teníamos acceso para hacer un tremendo mega proyecto, donde participamos gente de la Católica, de la Chile, de la Universidad de Yale, alguna gente de Holanda, todo un team internacional... se han hecho cosas muy lindas que es muy difícil que venga un astrónomo norteamericano y pida dos noches en los cuatro metros y nos cambie la cosa, porque es muy difícil que otro venga con cincuenta noches de telescopio”. De este proyecto han salido tesis, papers, etc. Al constituir un grupo más numeroso y fuerte, hemos podido invertir mucho tiempo en observación en proyectos clave”. (Investigadores principales)*

*“También está la serie de libros, todos con el sello del FONDAP pero con autores de distintas instituciones, ahí se ve como el FONDAP ha logrado contribuir a la unión de fuerzas y constitución de equipo (...) es una cuestión multi-institucional, pero al alero del FONDAP (...) sin el FONDAP habrían sido esfuerzos aislados y poco coherentes, porque la gracia de esta serie de libros es que se siguen, parte de algo general y después van desarrollando diferentes temas que se complementan entre ellos...” (Investigadores asociados y Postdoctorantes)*

## Objetivo 2: Realizar investigación de excelencia

INDICADORES <sup>12</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro							Total
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
<b>2</b>	<b>Desarrollar Investigación de Excelencia</b>										
2.1	Número de Publicaciones ISI del Centro <sup>13</sup>	25	37	40	68	94	87	114	67	112	644
2.2	Número de Publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	1	4	22	34	41	33	2	1	3	141
2.3	Impacto promedio de las publicaciones del Centro	2,969	3,055	5,734	4,764	5,393	6,434	5,410	5,179	5,073	
2.4	Número de Publicaciones ISI en el 50% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	21	33	40	68	91	84	113	66	110	626
2.5	Libros o Capítulos de libros escritos por miembros del Centro				64	80	53	47	39	-	283
2.6	Número de eventos científicos organizados o co-organizados por el Centro				13	10	10	10	8	5	56
2.7	Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros del Centro	10	8	12	24	31	31	40	53	65	274

Gráfico 2: Publicaciones ISI, publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>14</sup>

<sup>12</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información

<sup>13</sup> Las publicaciones ISI, el impacto promedio, las publicaciones en el 10% superior de impacto y las publicaciones en el 50% superior de impacto para el período de línea base, se calculan considerando las publicaciones de los investigadores principales que se consideran para el análisis global.

<sup>14</sup> En este gráfico no se consideran los años correspondientes a la línea de base, debido a que los valores absolutos de las publicaciones no son comparables. Esto se explica porque para el período Centro se incluyen las publicaciones de todos los investigadores que pertenecen a éste, mientras que para la línea base se incluyen sólo publicaciones de los investigadores principales.

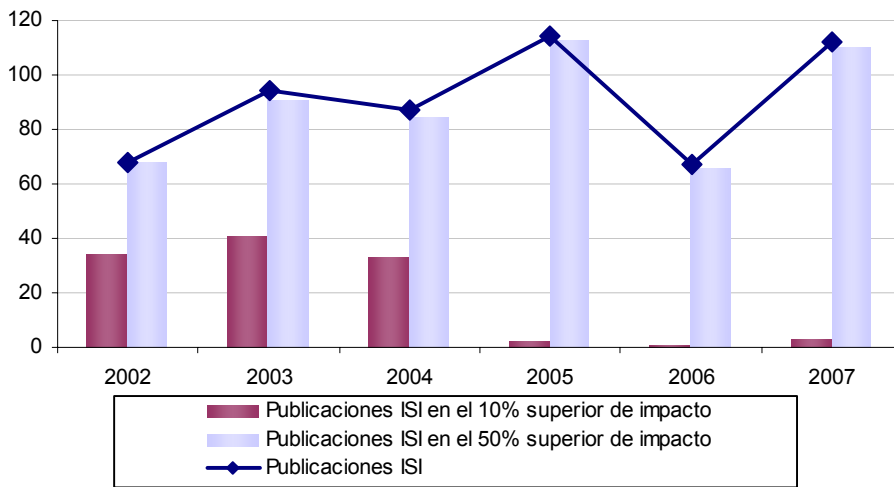


Gráfico 3: Porcentaje de publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>15</sup>

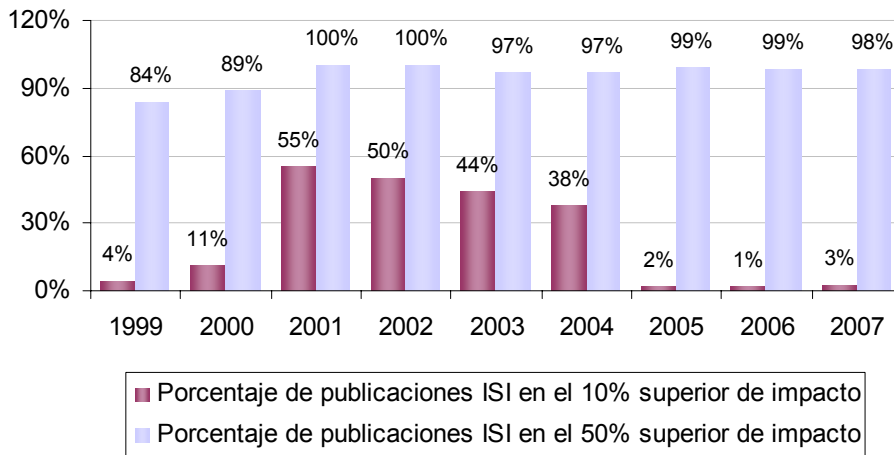
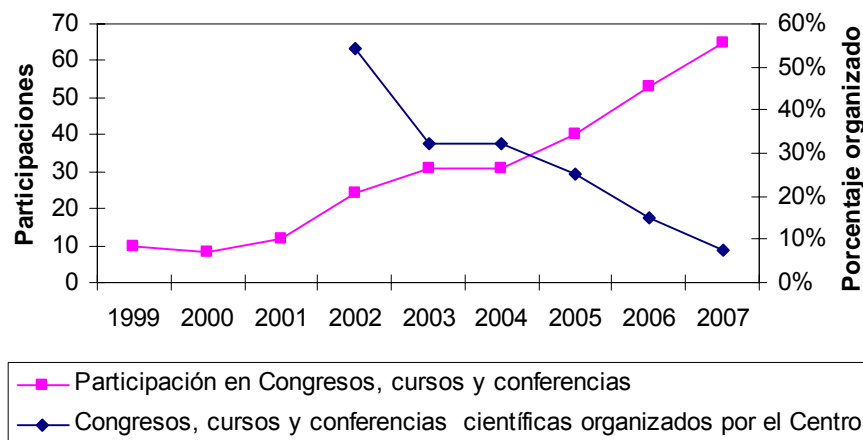


Gráfico 4: Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros del Centro y porcentaje de congresos, cursos y conferencias organizadas por el Centro



<sup>15</sup> La forma de cálculo de estas variables se especifica en la página A147 del Anexo 2.

De la tabla y los gráficos precedentes se puede concluir que la evolución de los indicadores referentes al desarrollo de investigación de excelencia es relativamente positiva. El número de publicaciones ISI es elevado en la mayoría de los años de funcionamiento del Centro. Las publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la disciplina caen en los últimos 3 años de funcionamiento del Centro, sin embargo casi el 100% de las publicaciones son publicadas en revistas dentro del 50% superior de impacto de la disciplina correspondiente. En el caso de los años previos al Centro (línea base) el porcentaje de publicaciones en el 50% superior de impacto es levemente inferior.

En relación a los congresos, cursos y conferencias se puede observar en el Gráfico 4 que la participación de miembros del Centro en este tipo de actividades crece continuamente, sin embargo el porcentaje de estos eventos que es organizado por el Centro parece mostrar una caída continua.

Por último se destaca la gran cantidad de libros o capítulos de libros que han sido escritos por miembros del Centro y el elevado nivel de impacto promedio alcanzado por las publicaciones ISI en todo el período, respecto a su disciplina.

### Análisis conjunto de investigadores principales

Gráfico 5: Citas promedio por publicación pre Centro y durante el funcionamiento del Centro–Tendencias

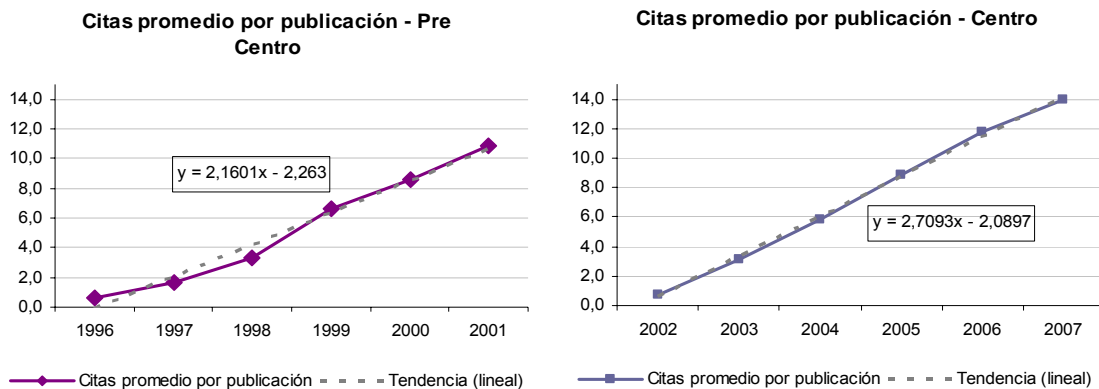
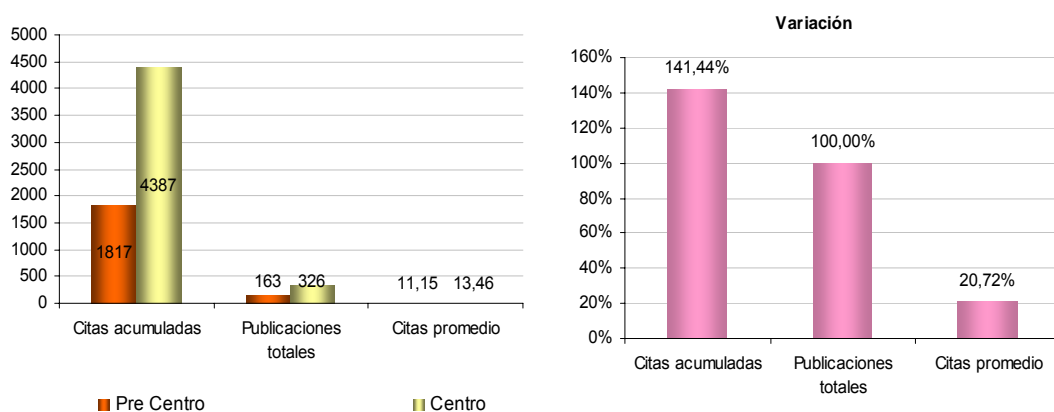


Gráfico 6: Citas totales, publicaciones totales, citas promedio y tasa de crecimiento – Período pre Centro y durante el funcionamiento del Centro



Como se observa en los dos gráficos anteriores, las citas por publicación en el período del Centro son mayores a las del período pre Centro. Mientras que en el período pre Centro las citas promedio por publicación crecen anualmente en 2,2 citas por publicación, en el período del Centro el crecimiento promedio anual es de 2,7 citas por publicación.

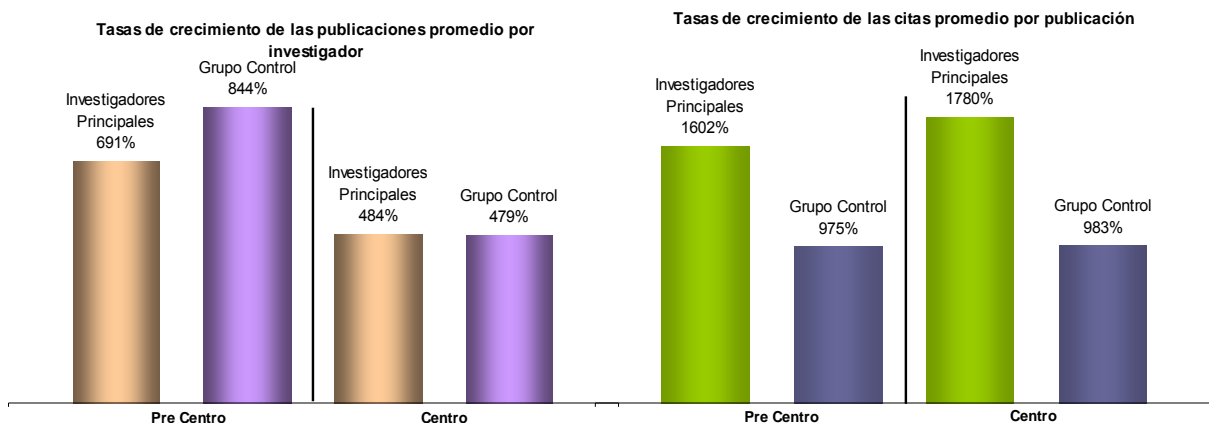
De la observación del Gráfico 6 se puede concluir que las publicaciones del Centro han sido de mejor calidad, tanto las publicaciones como las citas han crecido notablemente en el período de funcionamiento del Centro, pero dado que el crecimiento en las citas es mayor al crecimiento en las publicaciones se puede concluir que éstas últimas han sido citadas en promedio mayor cantidad de veces.

Nuevamente los indicadores cuantitativos permiten concluir que la formación del Centro ha sido positiva para cumplir con el objetivo de realizar investigación de excelencia.

En el caso del Centro de Astrofísica se presentaron varios inconvenientes al momento de construir el Grupo Control. Esto porque no existen en Chile suficientes investigadores en esta disciplina que cumplan con los requisitos impuestos para formar parte de este estudio. Por esta razón, este aspecto será abordado de manera diferente a la que se tratará en los otros Centros.

A continuación se presenta un gráfico con las tasas de crecimiento, en los períodos pre Centro y Centro, de las publicaciones acumuladas y de las citas promedio por investigador para el promedio de los investigadores principales y para el promedio del Grupo Control. Estas tasas fueron calculadas de la siguiente manera: para cada período (pre Centro y Centro) se acumularon los valores de ambas variables, luego se tomaron el primer y el último valor y se calculó la tasa de crecimiento “entre puntas”. Así, un valor de 691% implica que las publicaciones promedio por investigador para los Investigadores Principales entre el primer año y el último año del período pre Centro aumentaron un 691%.

Gráfico 7: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control



Incluso teniendo en mente 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 las correspondientes al promedio de 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. Esta diferencia se amplía en el período Centro. Es posible concluir entonces que, aunque el crecimiento del volumen de publicaciones de los investigadores principales disminuyó en el período Centro, su calidad fue mayor, tanto cuando se la compara con el período pre Centro como cuando se la compara con el grupo control.

Desde la indagación cualitativa, se percibe en general que esta es el área de mayor desarrollo en el Centro, lo que se comprueba con las publicaciones que ha tenido el proyecto. Las propuestas chilenas están al mismo nivel que las europeas en su calificación.

Un ámbito especialmente destacado por los investigadores de diferentes niveles jerárquicos y estudiantes de doctorado y postdoctorante es la capacidad del Centro para abrirse a nuevas temáticas científicas de punta que van apareciendo en el debate mundial especializado.

*“Por ejemplo la investigación de planetas extrapolares, es un área donde hay mucha sinergia y que parte después del FONDAP, sin el FONDAP estaría cada investigador trabajando por su cuenta.” (Investigadores asociados y postdoctorantes)*

También la dirección del Centro destaca este punto.

*“En el 2001 no existía para nada en Chile investigación de planetas, que es hoy día una cuestión muy candente (...) hoy por hoy tenemos un grupo que está haciendo investigación en planetas interpolares, que es muy reconocido (...) eso es lo que FONDAP ha hecho, o sea, “esto es un área de astrofísica que podríamos potenciar para que se desarrolle porque tenemos los instrumentos, tenemos las cosas”, esa es la labor de nosotros”. (Director del Centro)*

Los estudiantes de doctorado creen que es fundamental la seguridad de contar con el FONDAP para su labor, apoyo que se visibiliza después en la cantidad de proyectos e investigaciones. Otro punto es que todos los estudiantes ingresan ya con FONDAP, por lo tanto les resulta difícil ponerse en el lugar de que no existiese ese apoyo. Pero sí reconocen que se ha avanzado bastante en los últimos años, en la cantidad de investigación y de profesionales.

### Objetivo 3: Formar capital humano avanzado

INDICADORES <sup>16</sup>	Línea de base			Periodo de Vigencia del Centro							Total
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
<b>3</b>	<b>Formar Capital Humano Avanzado</b>										
3.1	Número de postdoctorantes				9	12	16	18	30	23	108
3.2	Postdoctorantes NUEVAS INCORPORACIONES*				3	6	1	1	7	7	25
3.3	Estudiantes de doctorado NUEVAS INCORPORACIONES		1	1	1	4	3	5	2	1	18
3.4	Número de tesis de doctorado completadas	0	0	0	1	0	2	2	0	0	5
3.5	Estudiantes de Magister NUEVAS INCORPORACIONES			2	1	8	0	2	8	4	25
3.6	Número de tesis de magister completadas	1	2	2	2	1	7	2	0	6	23
3.7	Número de tesis de pregrado completadas	0	0	0	1	1	2	8	1	0	13

<sup>16</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

\* Para obtener el dato de nuevas incorporaciones se consideró el año en el que el postdoctorante, doctorando o estudiante de magister inició su tesis.

Gráfico 8: Incorporaciones de postdoctorantes y estudiantes de distintos niveles académicos

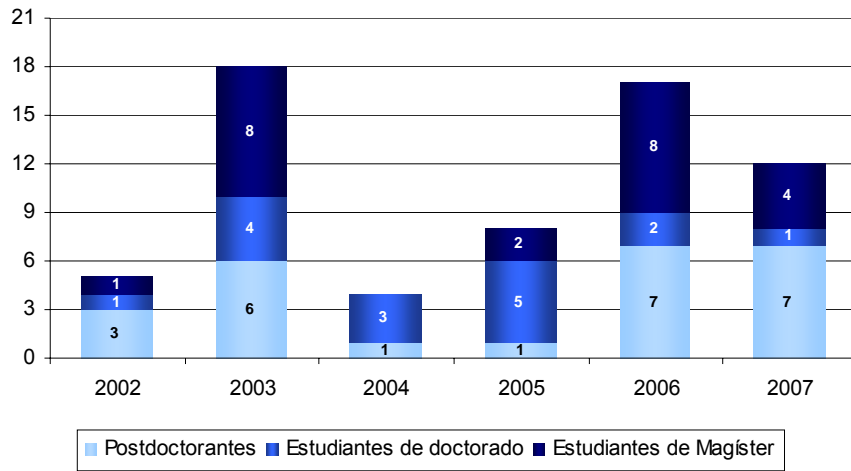


Gráfico 9: Cantidad de tesis según nivel académico

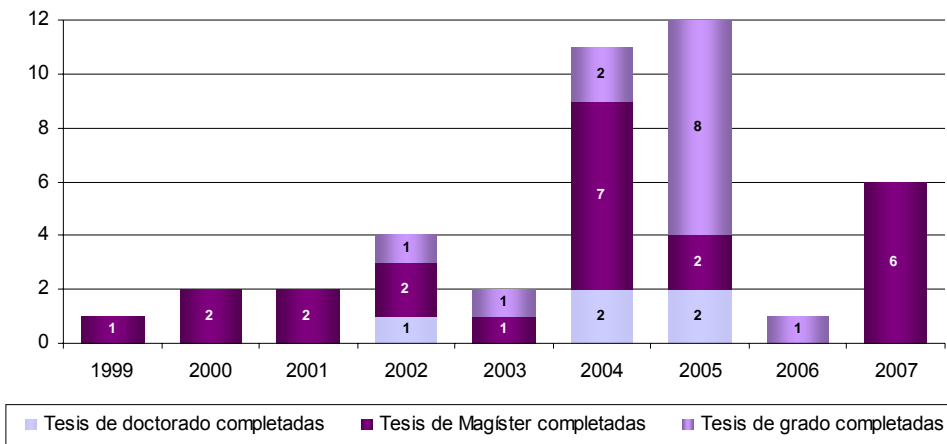
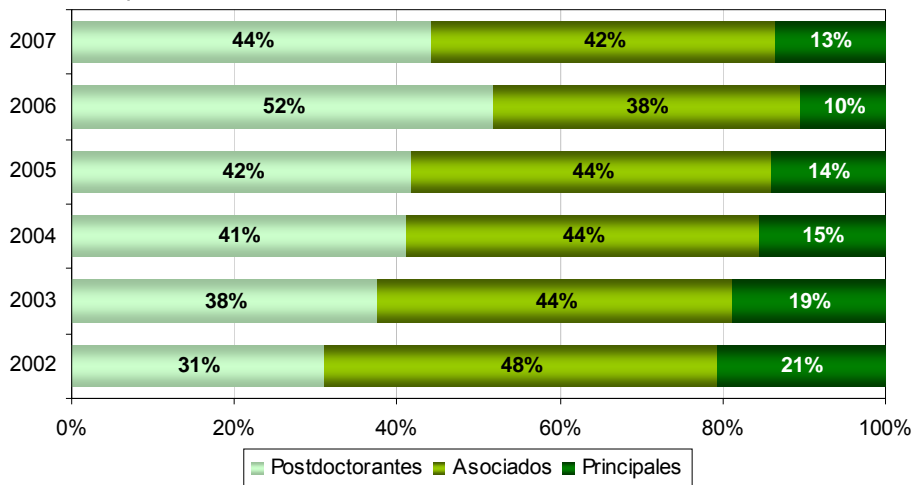


Gráfico 10: Proporción de investigadores principales, asociados y postdoctorantes que se desempeñaron en el Centro por año



De la observación de los gráficos y la tabla precedentes se puede concluir que tanto el número de estudiantes de magíster, como de doctorado y el número de postdoctorantes han mostrado valores muy variados a lo largo de la existencia del Centro; sin embargo, en todos los años de funcionamiento del Centro se han incorporado nuevos investigadores en todos los niveles. Este comportamiento permite afirmar que el Centro considera el objetivo de formación de recursos humanos como un aspecto importante dentro de su labor.

Con respecto a las graduaciones (número de tesis de diferente grado finalizadas en un determinado año) puede advertirse, en general, la predominancia de tesis de magíster, seguidas por las tesis de grado. A lo largo de la vida del Centro sólo se han finalizado 5 tesis de doctorado.

En cuanto a la proporción de investigadores en los niveles más elevados (principales, asociados y postdoctorantes) se observa una reducción en las proporciones de investigadores principales y asociados en los últimos años, incrementándose la participación de los postdoctorantes. Este resultado se debe principalmente a que la cantidad de postdoctorantes ha aumentado mientras que la cantidad de investigadores principales y asociados se mantiene bastante estable.

Las entrevistas cualitativas realizadas permiten complementar estos indicadores con un aporte más global del FONDAP, al contribuir a la organización de escuelas de astrofísica en el país. Hay cuatro escuelas de astrofísica avanzada en Chile con tópicos nuevos para los estudiantes. También ha organizado la visita de profesores. Estos cursos están abiertos a las distintas escuelas porque el FONDAP no tiene un sólo Centro físico, más bien en las distintas instituciones.

#### **Objetivo 4: Proyectar y difundir al medio externo**

En relación a este objetivo, el principal hito mencionado en todas las entrevistas es la serie de libros de divulgación de astronomía que ha publicado el Centro con el sello de FONDAP para el público en general interesado en estos temas.

*“Cuando partió este proyecto yo creo que muy poca gente pensó que hacer divulgación científica era importante, pero año a año fuimos recibiendo mensajes e impresiones, y bueno, los últimos cuatro años hemos puesto una parte de nuestro esfuerzo en hacer divulgación científica y en este minuto yo soy como el encargado del área de difusión y divulgación... el año pasado y este año pusimos una colección de cuatro libritos de divulgación... se acaba de ganar un premio la colección de libritos, pero hasta donde sé en Septiembre se habían vendido cerca de seis mil copias de la suma de los cuatro libros, que para el mercado de los libros chilenos es un éxito, casi una hazaña”.(Investigadores principales)*

Además de las publicaciones, FONDAP les ha permitido acercarse a la sociedad a través de los libros, las charlas y conferencias, visitas a observatorio, página Web, etc. Estos serían beneficios para la sociedad también.

*“... a veces no somos buenos comunicadores respecto del trabajo que hacemos, cómo lo hacemos, qué impacto tiene... y el FONDAP nos ha permitido acercarnos un poquito a la sociedad a través de actividades que no están limitadas solo a los libros, charlas, charlas públicas, visitas al observatorio... hay una página que se desarrolló que es muy linda y ganó un premio... que son todas iniciativas que se han desarrollado al alero del FONDAP, entonces, dejando de lado la investigación básica que es un poquito árida de justificar, están todo estos beneficios que alcanzan a toda la sociedad”.(Investigadores asociados y postdoctorantes)*

En el caso de Concepción, se ocupa el observatorio para difundir la astronomía. Se abre al público general una vez al mes, y una o dos veces a la semana para estudiantes de colegios. También tienen una persona especialista en educación que está intentando desarrollar programas de astronomía en los colegios. Es primera vez que se da este tipo de difusión en forma sistemática.

#### **Objetivo 5: Contribuir al desarrollo del país**

Sobre la contribución al desarrollo del país, la mayoría de los entrevistados coinciden en que este es el área de impacto más indirecta del Centro, fundamentalmente por las características de una ciencia como la astronomía, que corresponde al ámbito de la ciencia “pura” o “no aplicada”. Esto dificulta, por ejemplo, la transferencia o aplicación de conocimientos al ámbito económico-productivo.

Desde el Decanato de la Facultad se piensa que la Astronomía podría generar un nicho de trabajo para ingenieros en el norte en un radio-observatorio, pero existe poca demanda aún, puesto que la tecnología la traen de afuera. Para lograr dar este salto, el Director del Centro piensa que el país debiera invertir más en tecnología y en su desarrollo. Los investigadores principales, por su parte, creen que el Centro al menos ya ha dado los primeros pasos en esa dirección.

*“hay un componente en la astronomía que es la del desarrollo tecnológico (...) le va poniendo desafíos al desarrollo que viene detrás, hasta el momento hemos estado más bien enfocados hacia el desarrollo de la ciencia astronómica, pero de un tiempo a esta parte nos hemos venido a preocupar más del aprovechamiento de la ciencia astronómica para el desarrollo de la tecnología del país”. (Investigadores principales)*

Los investigadores asociados visualizan que el auge de la comunidad astronómica nacional por sí sólo genera un efecto que incentiva a la formación de capital humano nacional en otras áreas adyacentes (por ejemplo, formación de ingenieros especializados)

*“Objetivamente, la astronomía genera tecnología, tecnología de punta... instalar un telescopio acá, van a necesitar ingenieros, van a haber ingenieros japoneses seguramente, europeos, pero van a haber ingenieros chilenos, van a haber... gente que trabaje en los observatorios, montón de gente no necesariamente astrónomos. Y que insisto, si Chile se hubiese quedado sin este capital humano, no hubiese tenido tanto auge la astronomía externa hacia Chile”. (Investigadores asociados y Postdoctorantes)*

En el caso particular de los investigadores y estudiantes de doctorado de la Universidad de Concepción, se observa una visión aún más clara de las posibles vinculaciones entre la formación académica de los astrónomos y su potencial inserción en otras áreas no netamente científicas del mercado laboral.

*“Los astrónomos tienen un manejo computacional que les permitiría insertarse en la empresa o en otras áreas productivas. En Europa se insertan fácilmente en la industria, en la física, etc.” (Investigadores principales y asociados, Concepción)*

En esta línea, están invirtiendo en radioastronomía, es más fácil crear ese tipo de tecnología que sería parecida a las telecomunicaciones. Quieren fomentar el aprendizaje de este tipo de instrumentación, también al nivel de pregrado, la idea es que de aquí a 5 ó 10 años más los estudiantes no sólo puedan vincularse más con la empresa, si no que además sean capaces de crear instrumentación. Antes no había esa necesidad porque como Chile es uno de los mejores lugares para esta ciencia, estaban los mejores instrumentos traídos de afuera.

### 3.1.5. Síntesis de los principales resultados a nivel del Centro

A modo de resumen, la sinergia y colaboración, el hecho de juntar fuerzas para trabajar por un objetivo en común, es uno de los aspectos más valorados, junto con la formación de estudiantes y también el reconocimiento extranjero, al posicionar a Chile al nivel mundial en astronomía.

Del análisis cuantitativo surge que el Centro ha sido eficiente en el logro de los tres primeros objetivos del Programa FONDAP, mostrando importantes mejoras en el desarrollo de investigación de excelencia y formación de Recursos Humanos avanzados, posiblemente en cuanto al fomento de investigación asociativa quede mucho para avanzar aún.

La inyección de recursos frescos de larga duración que ha implicado el FONDAP se ha traducido en una inmensa productividad, lo que se relaciona con la posibilidad de aglutinar gente, atraer postdoctorantes, doctorados, visitas, etc.

*“Como muestra de estos resultados,(.....) es que han resultado dos núcleos milenio. Nos damos cuenta que unidos somos bastante potentes como grupo (...) para mí los pasos que hemos ido dando, todos tienen que ver con eso, con la sinergia, la capacidad de poder trabajar juntos, de ponernos metas en conjunto...” También los programas de doctorado que surgen todos después del FONDAP”. (Investigadores principales).*

Adicionalmente, y sin haber estado planeado desde un principio, FONDAP ha constituido la semilla de un laboratorio de instrumentación astronómica y ha tenido importantes logros con la divulgación con los libros, en ciencia, la formación de científicos, la publicación y los descubrimientos en astronomía. También en docencia con los programas de doctorado, los programas de licenciatura y los alumnos.

Por último, sumando todos estos logros, Chile ha tomado una posición importante a nivel mundial que antes no se tenía, lo que permite la contratación de más astrónomos profesionales.

*“Esto se ve en el cambio en la relación número de noches disponibles vs. número de noches perdidas. Antes casi no se pedían noches de observación, hoy en día casi no hay noches perdidas, de hecho hay una sobredemanda. Es que Chile tiene ventajas comparativas que hay que aprovechar. Por un lado los cielos y por otro el acceso a telescopios. Eso podría permitirnos tener un buen nivel que sea competitivo”. (Estudiante de doctorado)*

### 3.1.6. Sustentabilidad y proyecciones

#### G. Sustentabilidad del Centro

Hay consenso unánime en que sin el apoyo de FONDAP el trabajo conjunto de las tres universidades no hubiera tenido sustentabilidad, sería muy difícil sostener las becas, la formación, etc.

Desde el Decanato se considera que el Centro es muy efectivo en lograr financiamiento de fuentes extranjeras, lo que en algún modo podría amortiguar el potencial impacto de la pérdida del financiamiento FONDAP.

Para los investigadores principales, en un escenario hipotético sin el FONDAP, se vería perjudicado sobre todo el tema de cómo solventar a los estudiantes de postgrado. Gracias al FONDAP se ha podido formar a profesionales en el extranjero y el desafío ahora es ver qué se va a hacer con este producto que se está logrando (capital humano avanzado).

Los investigadores asociados y postdoctorantes manifiestan su temor ante la hipotética finalización del FONDAP.

*“Yo creo que la vida se nos pondría bastante difícil (...) estas escuelas de astrofísica, a mi me resulta muy difícil imaginar que podríamos seguir haciendo algo así sin la asistencia del FONDAP porque simplemente no tendríamos los recursos para financiar... yo diría que más de la mitad del financiamiento de esas escuelas provino directamente del FONDAP.....lo mismo los post-doc, se reducirían cuarenta, cincuenta por ciento... la contratación de puestos de trabajo también se reduciría, la tasa de contrataciones que uno esperaría que llegue a una tasa de jubilaciones se... bajaría... lamentablemente todas estas cosas son oxígeno que las universidades no proveen... sería el aborto del desarrollo embrionario de todo esto...” (Investigadores asociados y postdoctorantes)*

#### H. Proyecciones a futuro

Planteándose con un horizonte futuro, a la dirección del Centro le gustaría que éste fuera un Centro independiente de las universidades, donde el Estado financiara directamente un Centro de astrofísica de punta, para de esa forma llegar a ser líderes mundiales. Ahora bien, más allá de esta visión ideal, lo concreto en el mediano plazo es ver si se va a seguir contando con el FONDAP para poder mantener la formación e investigación, pues la tecnología avanza muy rápido y deben estar al día para poder trabajar con esos instrumentos de punta y sofisticados.

Los investigadores principales se imaginan un Centro que de aquí a 5 años sigue su crecimiento en capital humano, profesores, estudiantes, con más ramificaciones también. Se verán también los frutos de Alma, el telescopio que se construye en San Pedro, el más grande del mundo.

Necesitarán asociarse más con una contraparte técnica especializada, la ciencia básica ya está cubierta, pero el desafío será asociarse con otras disciplinas como la ingeniería y los técnicos. Es necesario también formar este capital técnico avanzado que se haga cargo de la mantención y operación de los instrumentos extranjeros. El gran desafío a futuro es lograr la incorporación de la tecnología a las instituciones. Para poder aprovechar estos instrumentos, se requerirá asociación con otras disciplinas (por ejemplo la ingeniería, técnicos en computación, etc.). Esto requerirá de mayor inversión, para la incorporación de profesionales de otras disciplinas que sepan manejar estos instrumentos y también para la incorporación de mayor tecnología en las instituciones.

Para los investigadores asociados y postdoctorantes, el desarrollo tecnológico seguirá en aumento y habrá que adaptar la forma de funcionar en los proyectos para enfrentar estos desafíos. Organizarse de distinta manera para sacar provecho de los instrumentos de punta. Ha crecido el número de estudiantes, esto provocará una presión al sistema, por el tema laboral. El FONDAP es fundamental en este punto, para facilitar el ingreso de los profesionales a la comunidad.

Para los estudiantes de doctorado, la mantención del apoyo de FONDAP sería una oportunidad muy grande para las generaciones que no fueron fundadoras del Centro, porque los fundadores ya cuentan con financiamiento de mayor envergadura. Así se permitiría la renovación de la generación y el recambio de los liderazgos. El Centro podría ser un ente físico con estructura básica donde se prepare investigadores nuevos, aunque sea con contratos finitos en el tiempo (aprox. cinco años de preparación).

Por último, en Concepción están invirtiendo en radioastronomía, pues consideran que es más fácil crear ese tipo de tecnología que sería parecida a las telecomunicaciones. Quieren fomentar el aprendizaje de este tipo de instrumentación, también al nivel de pregrado, la idea es que de aquí a 5 o 10 años más no sólo puedan vincularse más con la empresa, si no que además sean capaces de crear instrumentación. La idea es que sean chilenos los que operen las grandes máquinas de punta que vienen en los próximos años, eso creará mucho empleo.

### 3.1.7. Sugerencias para el Programa FONDAP

Desde el punto de vista del diseño de una política nacional de apoyo a Centros de excelencia, una recomendación planteada desde el Decanato de la Facultad sería distinguir entre un FONDAP en ciencia y un FONDAP en tecnología, con criterios de evaluación distintos. Esto permitiría cubrir las necesidades de desarrollo de ciencia básica (como astronomía) pero también abrir un mecanismo para fomentar ciencia aplicada a necesidades del mundo productivo.

La dirección del Centro sugiere dar una mayor flexibilidad en la administración de los recursos, para salarios, viáticos y atraer postdoctorantes, otorgando más libertad y flexibilidad en cada ítem. Si no pasara la administración a través de la universidad, quizás sería más flexible, lo que implicaría tal vez abrirse a la posibilidad de postulaciones directas de grupos de investigadores reconocidos en un determinado ámbito del conocimiento científico.

Aquí hay discrepancias con los investigadores principales, quienes consideran que la universidad es indispensable, es el marco donde funciona todo esto y debiese ser considerada.

*“Se da poco valor a la universidad, se ha perdido prestigio por la institución y por la gente que piensa y hace ciencia e investigación, sólo importa el mercado, vender, hacer negocio. Si no estuviera inserto en la universidad el impacto sería mínimo (...) yo creo que necesitamos Centros de investigación en los lugares donde todo el mundo está pensando, que son las universidades (...) cómo no se vuelve a valorar la generación de conocimiento que produce la universidad y en ese ámbito es donde se forman los mejores profesionales...” (Investigadores principales)*

### 3.2 Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB)

#### 3.2.1. Historia y características generales del Centro

El Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad, CASEB, es un Centro de excelencia en investigación avanzada y educación dedicado a generar y transferir conocimiento ecológico para entender la biodiversidad desde una perspectiva funcional y ecosistémica, a fin de conservarla para propiciar un desarrollo sustentable en Chile. Está ubicado en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile y comenzó sus actividades en el año 2001. A través de su trabajo busca alcanzar una estrecha integración entre los científicos que forman parte del Centro y, en conjunto con colaboradores internacionales, se abordan temas de funcionamiento, conservación, manejo y disrupción de la Biodiversidad. Analiza entonces la biodiversidad, entendida no sólo en cuanto a los patrones de distribución de las especies sino también a los procesos subyacentes que establecen si un determinado hábitat, bioma o ecosistema, será sustentable en el largo plazo, frente a impactos antropogénicos (contaminación, explotación de recursos, introducción de especies) o de origen natural (forzamientos climáticos, volcanismo, terremotos).

El CASEB cuenta con estaciones de investigación en las que se llevan a cabo permanentemente proyectos de investigación y se desarrollan actividades de formación de investigadores. Entre ellas encontramos la Estación Costera de Investigaciones Marinas (ECIM) y la Estación de Investigaciones Ecológicas Mediterráneas (EDIEM). También cuenta con la Estación Biológica Senda Darwin (EBS), ubicada en el noreste de la Isla Grande de Chiloé, Región de Los Lagos, de propiedad de Fundación Senda Darwin, organismo que trabaja asociado a CASEB. La EBS tiene por objetivo facilitar la investigación científica, la educación ambiental y la aplicación de conocimiento para la conservación de los bosques templados de Chile. En ella se llevan a cabo numerosos proyectos de investigación e importantes actividades de Extensión y Transferencia de conocimiento científico a las comunidades locales.

El Centro cuenta actualmente con 6 investigadores principales y 21 Investigadores Asociados.

Cuadro 1: Investigadores principales del Centro

<b>Investigadores Principales (Líderes de Grupo)</b>
Correa, Juan (Subdirector)
Armesto, Juan
Bozinovic, Francisco
Lima, Mauricio
Marquet, Pablo
Navarrete, Sergio
Fabián Jaksic (Investigador asociado desde 2007) Director

Además de los investigadores principales y asociados, hay otros 46 investigadores trabajando en el CASEB, lo que hace que finalmente este Centro esté compuesto por 73 investigadores que participan en seis líneas de investigación independientes y colaborativas, todas enfocadas al entendimiento de la biodiversidad y de los procesos que determinan su funcionamiento y sustentabilidad. Estos investigadores, trabajando en asociación con pos-doctorantes y estudiantes de doctorado, abordan la biodiversidad en Chile desde una perspectiva funcional a través de siete programas de investigación interconectados:

Cuadro 2. Programas de investigación e investigadores

Programa	Investigador Principal	Investigadores Asociados
Programa 1: <i>Bases individuales de la biodiversidad: patrones, procesos y mecanismos en el tiempo y el espacio.</i>	Dr. Bozinovic, Francisco	Dr. Castro, Sergio Dr. Ebensperger, Luis Dr. Gianoli, Ernesto Dr. Pérez, Fernanda Dr. Sabat, Pablo
Programa 2: <i>Función de la biodiversidad y funcionamiento de los ensamblajes animales: el enfoque poblacional y comunitario</i>	Dr. Lima, Mauricio	Dr. Arim, Matías Dr. Castro, Sergio Dr. Jaksic, Fabián Dr. Ojeda, Patricio Dr. Palma, Álvaro Dr. Palma, Eduardo
Programa 3: <i>Integrando las funciones de la biodiversidad desde los genes a los ecosistemas: enfoques experimentales y modelísticos en ecosistemas semiáridos y templados de Chile.</i>	Dr. Armesto, Juan	Dr. Díaz, Francisca Dr. Fariña, José Miguel Dr. Pérez, Fernanda Dr. Smith, Cecilia
Programa 4: <i>Conservación y biocomplejidad.</i>	Dr. Marquet, Pablo	Dr. Fariña, José Miguel Dr. Faugeron, Sylvain Dr. Latorre, Claudio Dr. Palma, Eduardo
Programa 5: <i>Poblaciones marinas: provisión de larvas, reclutamiento, y el efecto de factores climáticos</i>	Discontinuado, por baja productividad	
Programa 6: <i>Mantención de la diversidad, el acoplamiento bentónico-pelágico, y las dimensiones humanas de ecosistemas costeros.</i>	Dr. Navarrete, Sergio	Dr. Broitman, Bernardo Dr. Castilla, Juan Carlos Dr. Faugeron, Sylvain Dr. Fernández, Miriam Dr. Gelcich, Stefan
Programa 7: <i>Cambios en biodiversidad, estructura y función de las comunidades marinas costeras asociadas con alteraciones de origen antropogénico.</i>	Dr. Correa, Juan	Dr. Faugeron, Sylvain Dr. Gelcich, Stefan Dr. González, Bernardo Dr. Santelices, Bernabé

Además, el CASEB cuenta con Equipos Transversales de investigación, entre los que se encuentran:

- El Niño
- Bioinvasores
- Diversidad Molecular

Al hablar de la historia del CASEB, los entrevistados identifican dos etapas. La primera comienza cuando CONICYT financia dos programas, uno en matemáticas y otro en biología marina, liderados por Eric

Goles y Juan Carlos Castilla, respectivamente. Este último programa no llegó a buen término, reformulándose la iniciativa y comenzando el FONDAP como hoy se le conoce. Con el FONDAP funcionando, la operación de los Centros pasó de estar en CONICYT a estar en manos de, por lo general, una Universidad. De este modo, el CASEB involucra en sus inicios a prácticamente todo el departamento de Ecología de la facultad.

*“Esto fue el año 2002... Llega Jaksic, Armesto.....la mitad venia del FONDAP de biología marina anterior y el resto del departamento...de ahí se da origen a los 6 programas que hoy están operando”. (Investigadores principales CASEB)*

Respecto al liderazgo al interior del Centro, los investigadores principales señalan que se da origen a una reflexión pensando en quién debiera llevar la conducción del Centro y, tomando en cuenta aspectos como el grado de productividad de los investigadores y características personales, se elige a Fabián Jaksic como el potencial líder de esta iniciativa, quien posteriormente, y hasta el día de hoy ejerce como Director del Centro, sin ser, además, investigador principal como sí ocurre en los otros Centros financiados por FONDAP. Al respecto, el Director señala lo siguiente:

*“...la idea es darle tiraje a la chimenea...este es el único Centro donde voluntariamente los investigadores dejan de ser principales para dar paso a otros más jóvenes....yo ya hice mi carrera, no me aprobelemo con este tema”. (Director Centro)*

En opinión del actual Decano de la facultad, Rafael Vicuña, el surgimiento del CASEB se dio como un proceso natural de reflexión e interacción entre profesores que al conocer este nuevo instrumento deciden participar. Señala que los factores que inciden en esto son fundamentalmente dos:

- El liderazgo de Fabián Jaksic y la coordinación entre los docentes que, si bien no todos pertenecen al CASEB, sí la gran mayoría.
- El positivo funcionamiento que el departamento de Ecología ha tenido a lo largo de su historia tanto en el aspecto científico como en cuanto a su gestión administrativa.

*“El departamento de ecología siempre ha funcionado muy bien como tal en aspectos científicos y administrativos... Por un lado está la mayor proximidad y coordinación que hay entre los profesores, sumado a un liderazgo como el de Fabián Jaksic.... Me pareció algo muy esperable que pudiera surgir un programa allí, en el departamento de ecología”. (Decano Facultad de Ciencias Biológicas de PUC)*

Finalmente, es importante señalar que el desarrollo de estos programas y el del Centro en su conjunto son relevantes porque la biodiversidad y ecosistemas de Chile han recibido y seguirán recibiendo los impactos de un crecimiento económico acelerado. Es a partir de esta constatación que el CASEB realiza investigación avanzada en estos aspectos dentro del marco del desarrollo sustentable. Se plantea como visión:

*“Generar y transferir conocimiento ecológico relevante para la comprensión de la biodiversidad desde una perspectiva funcional e integradora, de modo de poder manejar y conservar el patrimonio biológico chileno con miras a un desarrollo sustentable”.*

### **3.2.2. Procesos de gestión del Centro**

#### **A. Ubicación y relación con la Universidad**

El CASEB está albergado dentro de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile, lugar en el que se encuentra desde que comenzó a funcionar. En general los distintos estamentos se refieren a la relación con la universidad como fluida y sin mayores inconvenientes. Existe

consenso en señalar que existe una autonomía importante respecto a la toma de decisiones en distintos ámbitos relacionados con el quehacer del Centro, como por ejemplo respecto a las líneas de investigación y las decisiones presupuestarias, entre otros.

Para el Decano de la Facultad existe una muy buena relación con los dos Centros FONDAP que trabajan al alero de la misma facultad<sup>17</sup>, destacando que al día de hoy se ha logrado establecer un sistema de gestión profesionalizado, otorgándole autonomía a los Centros en su funcionamiento y en la ejecución presupuestaria.

*“Ha habido mucha autonomía de parte de los profesores para la investigación, decidir sus actividades y ejecutar sus presupuestos... los dineros se manejan acá, la universidad decidió hace tiempo profesionalizar ese asunto, considerando que 2/3 del presupuesto de la facultad son recursos que captamos de proyectos, actuamos más bien bajo la lógica de hacer preguntas si algo nos parece raro”. (Decano Facultad de Ciencias Biológicas de PUC)*

En el caso de los investigadores asociados, éstos en su mayoría señalan que existe una buena relación con la Universidad, destacando que, como la mayoría de los profesores del departamento están incorporados en el CASEB, la relación con autoridades de la Universidad es fluida y facilitadora para el trabajo que ellos deben llevar a cabo.

*“La mayoría de los profesores del departamento están incorporados en el CASEB y eso te permite tener de alguna manera acceso a varios recursos y hacer cosas que no podrías hacer a través de FONDECYT por ejemplo, opciones de estadía, de participación afuera...creo que la relación es muy fluida y te da un espacio de recursos distinto, distintas opciones...fluida y facilitadora”. (Investigador Asociado)*

También es interesante mencionar que los investigadores destacan cómo en este último tiempo se ha ido produciendo un paulatino acercamiento con otras facultades. Si bien es cierto reconocen que esta relación es aun más puntual que sistemática, señalan que es importante destacar que hoy se están produciendo estos acercamientos que antes no existían.

*“Con otras facultades, con medicina se da relación pero son más puntuales que una relación más fluida. En este Campus hay muchas carreras más humanistas, no como en San Joaquín”.*

*“Nosotros ahora tenemos relaciones más fluidas con psicología y sociología.... Se ha ido abriendo con el tiempo”. (Investigadores Asociados)*

En el caso de los investigadores principales del Centro, éstos indican que, en términos generales, la relación con la Universidad es buena, aunque reconocen que ha pasado por buenos y malos momentos. Los entrevistados evalúan la relación con la Universidad en función de los liderazgos del decano y Director del CASEB. El principal inconveniente que ellos aprecian es una suerte de “doble dependencia” de su quehacer (la Universidad y CONICYT), sobretodo referido a temas presupuestarios y exigencias administrativas..

Junto con lo anterior, los investigadores principales señalan que los obstáculos administrativos tienen directa correspondencia con el tipo de relación que se establece con la Universidad, la cual los entrevistados califican como la “lógica de la desconfianza” en cuanto a revisiones presupuestarias se refiere. En efecto, esta lógica de desconfianza permea también la relación que se establece con CONICYT, quienes, en opinión de los entrevistados, centran su

---

<sup>17</sup> Además de CASEB, en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica, está también el Centro de Regulación Celular y Patología (CRCP), bajo la dirección del DR. Nivaldo Inestrosa.

atención en el cómo se gasta el dinero, fiscalizando más el proceso que los resultados concretos del CASEB. Señalan, además, que el hecho de tener distintos sistemas de control presupuestario (Universidad-CONICYT) no hace más que generar trabas y pérdida de tiempo en los investigadores. Como una alternativa de solución a este tema, ellos consideran que la Universidad debiese acoplarse a la revisión presupuestaria de CONICYT, sin embargo esto no ha ocurrido.

Los entrevistados consideran que a fin de revertir esta lógica de desconfianza, debiese haber un entendimiento mayor de lo que implica hacer ciencia en el ámbito de la ecología. En efecto, las investigaciones que realizan los ecólogos exigen mucho terreno y por lo tanto gastos de bencina, viáticos, etc. que son altos en comparación con otros Centros FONDAF que pertenecen a la Universidad.

#### *B. Estructura y organización*

El CASEB es dirigido desde que comenzó a funcionar por el Dr. Fabián Jaksic, quien conjuntamente con el Subdirector Juan Correa y los seis Investigadores Principales, conforman el **Consejo Técnico** del Centro. Este Consejo es asesorado por otro Consejo, de carácter internacional, conformado por S. Chown, S. Larsen, y M. Valero, todos científicos de reconocida trayectoria en el quehacer del CASEB. El Consejo Asesor Internacional tiene como misión prestar asesoría técnica experta al Centro en los temas que son su objeto de estudio y en la gestión del conocimiento que en este se genera.

Los seis Investigadores Principales (entre los cuales se cuenta al Subdirector) tienen a su cargo cada uno de los seis programas que ya fueron señalados en el cuadro 2; los mismos trabajan de forma individual y colaborativa. En cada programa trabajan, además de los Investigadores Principales e investigadores asociados, distintos estudiantes de post doctorado, de doctorado, estudiantes de pregrado y otros colaboradores, los cuales son dirigidos por los seis investigadores mencionados. Es importante señalar que los investigadores asociados pueden trabajar, y en la práctica así ocurre, en más de un programa a la vez. Debe señalarse también que el Centro cuenta con alrededor de diez personas que cumplen con labores administrativas y de secretaría.

Un punto importante de abordar en este apartado de la estructura y organización, tiene que ver con cómo es percibido desde el Centro el funcionamiento del Comité Asesor Internacional. Esta percepción no es del todo positiva como sí se da en otros Centros, señalando que el Comité Asesor Internacional no ha dado resultados en el CASEB. Entre las razones para indicar esto se señala que, en términos financieros, desmotiva el hecho de que sea el mismo Centro quien deba financiar la venida de los asesores internacionales. *“Yo no creo en eso, entonces hago lo mínimo porque a mí me cuesta 5 mil dólares que unas personas vengan aquí 3 días y tengo que traer a 4... Con 20 mil dólares se hace otra cosa y más en estos tiempos donde uno se comunica por correo electrónico desde su escritorio”*

Sí se destaca un aspecto positivo que es la difusión que han hecho algunos asesores hacia el exterior, aumentando en alguna medida el prestigio del Centro a nivel internacional, *“hemos tenido varios asesores internacionales que han salido afuera a decir hay un lugar en Chile que hace cosas a este nivel y que puede ser un buen socio. Esas han sido nuestras mejores inversiones”*.

La idea expresada por el Director del Centro encuentra eco entre los investigadores principales. A juicio de los entrevistados, el Consejo Asesor es un componente que nunca ha funcionado, si bien en un comienzo concretaron reuniones, el resultado de éstas no llegaban a buen puerto porque, entre otras cosas, CONICYT no respondía ante los comentarios que se generaban en los informes, sobre temas que eran de su competencia; finalmente la relación no se hizo sostenible debido a que nunca estuvo claro cuál era el rol que este Consejo debiese cumplir.

Los entrevistados reflexionan acerca del objetivo que perseguía CONICYT con este Consejo Asesor y lo vinculan con asegurar el contacto con otros investigadores a nivel internacional, lo cual no es necesario en el caso de Ecología ya que intrínsecamente el ejercicio de esta área científica los obliga a estar en

contacto con otros investigadores extranjeros, por lo que la existencia de este consejo, al menos en esos términos, no hubiese sido del todo necesaria.

*“El área de ecología como tal vez oceanografía son áreas con mucho contacto internacional, hay mucha red internacional y creo que uno de los objetivos que planteaba CONICYT tenía que ver con establecer redes, conexiones internacionales y la verdad es que no estamos faltos de redes internacionales, todos nosotros tenemos co autorías con investigadores extranjeros”.  
(Investigadores principales)*

Finalmente, puede señalarse que, organizacionalmente, desde la dirección del Centro se destaca la autonomía que tiene cada programa dirigido por cada uno de los distintos investigadores principales. En este sentido, no hay una relación de supervisión entre Director y cada una de estas líneas investigativas. Son unidades independientes, con un estilo propio y que va de acuerdo al estilo de liderazgo que cada Investigador Principal le imprima. En este sentido, se señala que hay autonomía de cada programa para contratar a los investigadores y el personal que le parezca pertinente. La relación que se establece entre los investigadores en general es horizontal, si bien el Director ejerce completamente el rol que le compete junto con las funciones atribuibles al cargo.

### C. Sello y cultura organizacional

Existe consenso entre los distintos estamentos del Centro en señalar que el principal sello que caracteriza al CASEB tiene que ver con la investigación de excelencia y el hecho de estar asociados a un postgrado exitoso. Contribuye a lo anterior el que sea un Centro conformado por un grupo de ecólogos prestigiosos que desarrollan investigación de calidad y además que estos aspectos sean reconocidos no sólo a nivel nacional sino también internacional.

*“CASEB está asociado a investigación de punta en Chile, los grandes programas de investigación son súper visibles”.*

*“El perfil es fuerte sobre todo a nivel regional...latinoamericano...también a nivel más internacional”.*

*“La gente cuando postula y tú pones en tu currículum vitae que trabajas en CASEB ya es un antecedente importante, te conocen”. (Investigadores asociados y estudiantes de doctorado)*

Otro de los sellos que reconocen los entrevistados es la cultura de cooperación entre los investigadores, el darse cuenta y estar informados respecto de lo que hacen los otros, aspectos que no estarían presentes de no existir la investigación asociativa que se da en CASEB. Destacan además el mayor número de mujeres que hoy integran los doctorados y que se han integrado como postdoctorantes, aspecto que si bien es positivo y se ha dado de manera más bien natural, no asegura que en el futuro esta igualdad de género se replique al interior de la dirección del CASEB y en la planta docente de la facultad.

*“La cantidad de mujeres que han entrado en los últimos 5 años... tenemos más mujeres que hombres, ha sido inesperado...nadie dice ahora que eso se va a reflejar luego en la gente que tiene los trabajos en las universidades”.  
(Investigadores principales)*

Dentro de los investigadores asociados, coinciden en destacar, además de lo ya señalado, la relación existente con la Fundación Senda de Darwin, lo que en su opinión refleja los intereses de vincularse con la comunidad local.

*“El vínculo que existe entre CASEB y la Fundación Senda Darwin...una ONG...hay interés de vincularse con la comunidad local de la isla de Chiloé. El*

*hecho de que un Centro de excelencia esté vinculado con una estación biológica es algo distintivo...ese apoyo y ese vínculo han fortalecido a ambas entidades”.*

Además de lo anterior, y dentro de los aspectos que, en opinión de los Investigadores Principales, aún no se han consolidado, está el área de conservación y el ejercicio de investigación científica aplicada. Ante esta última, surgen ciertas apreciaciones contrapuestas en los entrevistados, ya que si bien algunos mencionan la necesidad de contar con ciencia aplicada, para otros, lo necesariamente importante es continuar ligados a la academia y a la investigación básica. Las siguientes opiniones grafican este hecho:

*“Hay aspectos que no se han consolidado, yo creo que no hemos llegado a un sello en conservación o ciencia más aplicada....más bien lo que ha pasado, ha habido una figuración colectiva como grupo diverso de investigadores en el área de ecología, la visión de conservación en Chile es poca, seguimos muy ligados a la parte académica.... no existe una visión de empezar a pensar en instrumentos que permitieran ramificaciones”.*

*“Estamos en el negocio de hacer ciencia básica y en el mejor de los casos en tener impacto probable en políticas públicas de manejo ambiental, de conservación, de manejo de plagas”.*

*“En conservación hemos hecho cuestiones súper interesantes, son temas en los cuales he derivado por hacer ciencia útil para el país, es parte del compromiso y hay que hacerlo pero no es algo en que todo el Centro figure, no es una visión del Centro”.*

Respecto a la cultura organizacional del Centro, existe un consenso en señalar que se da un buen clima laboral, con un permanente diálogo entre los distintos estamentos y con una política “puertas abiertas” y conversación fluida entre los investigadores y estudiantes. No obstante esto, algunos investigadores que trabajaban en la facultad previo al inicio del FONDAP indican que en el departamento hubo muchos conflictos y hacen mención a una separación entre “marinos y terrestres”, peleas que ellos mismos catalogan como históricas que hoy han dado paso a que exista un mecanismo de resolución de conflictos que todos comparten, el cual se caracteriza por conversar y plantear distintos puntos de vista buscando el bien común del Centro. Hay consenso también en indicar que el estilo de liderazgo que ejerce el Director contribuye en gran medida a este clima de trabajo.

*“Antes de FONDAP en este departamento hubo mucho conflicto y mucha separación entre marinos y terrestres, peleas históricas.... pasa en todos los grupos humanos donde se genera una masa crítica en que emergen varios caciques y con recursos limitantes...en ese contexto, esa misma lógica de enfrentamiento empieza la necesidad de generar canales viables de enfrentar conflictos”.*

*“Hay un mecanismo de resolución de conflicto porque en el fondo todos somos parte de una historia común....me puedo enojar con alguien después nos abrazamos.... uno puede conversar, decirse las cosas, uno sabe que esa vía siempre está, pase lo que pase habrá ese canal”. (Investigadores principales)*

Respecto a la toma de decisiones, la gran mayoría de éstas son tomadas por el Consejo Técnico, por ejemplo el ascenso de investigadores asociados a principales: “Como comité técnico nos hemos reunido y se tratan estos temas... cuando Mauricio y Sergio pasaron a principal todas esas cosas son discutidas en el comité técnico”. No obstante esto, al no llegar a acuerdo dentro de este Comité, es el Director quien toma la decisión. Al respecto, Fabián Jaksic señala: “yo promuevo la participación en la toma de decisiones y las relaciones horizontales, sin embargo, todos saben que yo soy el Director”.

Por su parte, los investigadores asociados y estudiantes de post doctorado confirman lo anterior señalando que el clima de trabajo que se da dentro del CASEB es agradable y muy enriquecedor en términos profesionales, ya que se dan espacios de interacción con profesionales que desarrollan distintas líneas de investigación, lo que potencia la investigación asociativa e impide que se generen “feudos” en la misma Universidad. Catalogan la relación entre los investigadores como horizontal e identifican como el gran problema el hecho que muchas veces el tiempo para reunirse no es suficiente.

*“Por mi experiencia las puertas en general están súper abiertas no hay demasiado jerarquía en ese sentido entre principales, asociados o postdoctorantes el tema es cómo encontrarlos, falta tiempo de juntarnos pero la disposición las puertas completamente abiertas solo que pasan muy ocupados”.*

*“La interacción entre todos es parte de la formación también, más que los cursos y mallas”.*

*“El paraguas CASEB te da espacio a la flexibilidad, en las universidades se suelen generar feudos pero al estar bajo el paraguas del CASEB hay mucha interacción, líneas de investigación que hacen link, te rompe el feudalismo, la biodiversidad te da muchas líneas de investigación”. (Postdoctorante)*

Los estudiantes de post doctorado destacan también que la misma interacción y flexibilidad propia del Centro permite que los estudiantes adquieran un sello propio, pudiendo distinguirse de sus profesores, hecho que no sucede en otras Universidades extranjeras que han conocido, donde los alumnos pretenden ser formados de modo de parecerse lo más posible a sus profesores tutores: *“Al cruzar varias disciplinas muchos de los estudiantes no suelen formarse como clones de sus mismos profesores y eso es un plus”.*

Respecto a las opiniones vertidas por los estudiantes de doctorado, es posible destacar dos impresiones que pueden resultar particularmente interesantes a la hora de conocer no sólo el clima laboral del CASEB, sino también algunas prácticas que hablan del cómo se forman estos estudiantes: por una parte señalan que el clima de trabajo es bastante agradable y que ellos tienen acceso directo a interactuar con investigadores principales y asociados, lo cual enriquece el conocimiento académico y desarrollo de las investigaciones que emprenden.

*“Los profesores principales están realmente a tu alcance”; “El flujo de profesores de afuera, eso también enriquece muchísimo”. (Estudiantes de doctorado)*

Por otra parte, los entrevistados reconocen también la excelencia académica y el alto grado de exigencia en los planes de estudio, lejos de constituir una queja, los doctorantes agradecen la exigencia y crítica que contribuye a su perfeccionamiento profesional.

*“Lo complicado es que esto es difícil, uno tiene que acostumbrarse a que te destrocen las presentaciones a veces, pero ese entrenamiento es de por vida, en ningún congreso que yo he ido me han criticado tanto como acá”.*

*“Si quieres estar entre tiburones no puedes sangrar, es esa la formación que nos dan, la forma de preparación es súper estricta y yo destaco del CASEB la excelencia, los profesores están muy disponibles, es cierto que te pueden destrozarte los proyectos que tu presentas pero al rato ya están los profesores tomándose un café contigo, existe la confianza, la forma de criticar y es una crítica constructiva”.(Estudiantes de doctorado)*

Todos los entrevistados, sin excepción, valoran el doctorado y las oportunidades de desarrollo profesional que les ha brindado. Destacan además las opciones de vinculación con el extranjero, fundamental para

potenciar el desarrollo de sus líneas de investigación. Señalan que el nivel que ha alcanzado el CASEB es tanto o más superior que otros Centros de investigación a nivel internacional.

*D. Política de RRHH*

Según la información que se pudo recabar en el trabajo de terreno, no existe un consenso en los distintos estamentos respecto a las políticas que tiene el Centro para, por ejemplo, evaluar desempeño o generar promociones entre estamentos. En opinión del Director, tanto los investigadores como los post doctorados conocen los criterios de evaluación, que son principalmente el número de publicaciones y la cantidad de doctores que ellos mismos forman. Los investigadores principales, por su parte, reconocen que existe un sistema de evaluación, el que, sin embargo, es muy cualitativo y poco preciso a la hora de evaluar el peso de cada investigador dentro de un equipo.

*“Seguimos con la lógica de evaluación individual... no se han encontrado las formas en que a la gente se le evalúe en su justo peso cuando tú formas parte de un equipo....sigue siendo una cosa muy cualitativa de la percepción de unos cuantos personajes que son designados como hombres sabios en el proceso de evaluación”.*

*“El estilo de liderazgo práctico del Director del CASEB ha permitido llevar una estadística exhaustiva del número de papers e indicadores que permiten evaluar al Centro; gracias a esto, han potenciado y también discontinuado programas, como también se ha dado paso a que investigadores asociados tengan un pequeño subprograma”. (Investigadores principales)*

Señalan también que todos los años se da espacio a una negociación con los investigadores principales, la que en ocasiones, ha dado lugar a que investigadores asociados pasen a ser principales, como en el caso de Sergio Navarrete.

En el caso de los investigadores asociados y estudiantes de postdoctorado, hay distintas visiones respecto al sistema de evaluación de desempeño y a las perspectivas laborales que ellos tienen al interior del Centro. A algunos les interesa “hacer carrera” dentro del Centro, sin embargo, es bastante difícil ya que, según señalan, las restricciones presupuestarias de CONICYT impiden generar nuevos cargos. Esta situación es manifestada en su mayoría por postdoctorantes, quienes además mencionan estar en una situación de desventaja ya que su rol dentro del CASEB es más bien transitorio, lo que genera inestabilidad laboral.

En el caso de los investigadores asociados, no manifiestan interés por llegar a ser investigadores principales, “lo que es importante es que el Centro tiene un presupuesto fijo y hay pocas posibilidades de aumentarlo, es una restricción presupuestaria que viene de CONICYT”.

*“No me interesa ser investigador principal en mi caso me siento feliz como asociado, me da mucha libertad y se han dado casos de reemplazo por jubilación, pero no está en el corto plazo la idea de ser investigador principal”. (Investigador Asociado)*

Desde el punto de vista de los estudiantes de post doctorado, no está claro cuáles son los mecanismos para ascender a investigador asociado. En efecto algunos mencionan que el hecho de no tener un cargo fijo dentro del Centro es impedimento para seguir ascendiendo, mientras otros afirman que no lo es.

*“Yo soy postdoc y es poco probable que suba a asociado porque no tengo un cargo en la universidad , lo más probable es que no sea por mi capacidad sino que porque no tengo un cargo fijo... ahora no sé cómo lo hacen ellos para tener el investigador asociado, yo entiendo que al profesor le ponen el timbre de asociado y el postdoc en mi caso nunca voy a poder llegar ahí a no ser de que*

*se abra un cargo y yo postule y ahí pueda saltar entonces mi perspectiva es que me quedo con el postdoc y después, que hago?”. (Postdoctorante)*

Es consenso entre los entrevistados, sobretodo a nivel de investigadores asociados y Postdoctorantes, que sería muy conveniente conocer de manera formal cuáles son las vías o mecanismos formales que existen para, por una parte, evaluar desempeño, y por la otra ir “subiendo” en el organigrama, en caso de ser esta última la intención, ya que, como vimos, no todos tiene esta expectativa.

#### *E. Gestión financiera*

Como todos los Centros FONDAF, el CASEB posee su propio financiamiento y tiene autonomía para invertir sus recursos. Para ejercer las labores administrativas y financieras, hay personal dedicado a estas gestiones, aunque es el propio Director el que, en gran medida supervisa estos procesos.

Tal como hemos señalado anteriormente el Centro tiene autonomía en el gasto de los recursos que se le asigna, lo mismo ocurre al interior de cada línea de investigación, siendo cada uno de los investigadores principales los que deciden cómo se reparte ese dinero. Eso dependerá de con cuánta gente trabaja en el laboratorio, cuántos co-investigadores tengan, las necesidades en equipamiento e insumos que tengan, etc. Por su parte, a la hora de comprar equipos comunes o decidir sobre infraestructura en la cual invertir, las decisiones se toman a nivel de Consejo del Centro.

Respecto a la suficiencia de los recursos con que se cuenta, el equipo directivo está muy consciente que el dinero que tiene para realizar sus labores es insuficiente, señalando que claramente el estancamiento de los fondos FONDAF (mantener el mismo presupuesto durante todo el período de funcionamiento) ha perjudicado al CASEB quien ve limitadas sus posibilidades de seguir haciendo ciencia en las áreas de su interés. En relación a este tema, el Director nos señala:

*“Inicialmente la idea era que diese una cantidad de recursos suficiente como para que los investigadores no tuvieran que desgastarse haciendo propuestas.... Hoy eso no pasa y estamos ocupando mucho tiempo en hacer proyectos para generar recursos propios; actualmente nos encontramos en un plateau de productividad y estamos topando en plata”. (Director del Centro)*

Al respecto, una de las estrategias que utilizan para poder aumentar su financiamiento, es que los estudiantes de post doctorado que entran al Centro postulan a distintas becas de financiamiento, liberando de esa forma dineros para poder financiar a otros estudiantes o invertir en lo que se estime conveniente.

#### *F. Relación con el exterior*

Entre el año 2002 y el 2008, el CASEB ha establecido importantes convenios de colaboración a nivel internacional. Estos convenios se han generado principalmente a partir de las redes individuales del Director y de los Investigadores Principales y a partir de los contactos que se han ido estableciendo desde el Comité Asesor Internacional, participación en Congresos y otros. Dentro de estas destacan los siguientes convenios, que han sido son muy valorados por los investigadores del Centro, en todos sus estamentos:

- Convenio de Cooperación (2002) con la Universidad de Connecticut, EEUU
- Convenio de Cooperación (2003) con 10 países europeos en Genómica Marina, bajo el programa VI de la Unión Europea.
- Laboratorio Internacional Asociado, convenio de Cooperación (2003) con CNRS-Station Biologique de Roscoff, Francia
- Convenio de Cooperación (2004) con Nature Conservancy, EEUU
- Convenio de doble grado para doctorado en Ecología (2005) con la Université de Paris VI, Francia

- Convenio de Cooperación (2008) con Centre of Excellence for Invasion Biology, Stellenbosch University, Sud África
- Convenio de Cooperación (2008) con Norwegian Institute for Water Research, Noruega

Entre otras cosas, esto ha repercutido en un importante aumento de vinculaciones con otras Universidades que ha incrementado el intercambio de estudiantes provenientes de todo el mundo. Además, gracias a estas vinculaciones los estudiantes también pueden ir a cursos en el extranjero, colaborar en investigaciones internacionales e incluso ser tutorados por investigadores desde el extranjero, lo cual es visto como un gran plus por parte de los estudiantes.

En relación a este tema el Director del CASEB señala que la internacionalización del Centro es un tema muy importante para ellos e incluso considera que el FONDAP debiera plantearlo como un sexto objetivo. Durante estos años de funcionamiento han ido aumentando constantemente los graduados extranjeros, señalando que, de los Centros FONDAP, el CASEB es el más internacional.

Institucionalmente, el CASEB no posee mayores vínculos con otros Centros FONDAP, no existiendo contacto ni un trabajo sistemático con ellos. Esto más allá del conocimiento personal que puedan tener de algunos investigadores que trabajen en otros Centros.

### **3.2.3. Relación del Centro con el Programa FONDAP**

En general, la relación del CASEB con el programa FONDAP en CONICYT se evalúa como muy buena y caracterizada por un ánimo de facilitar el trabajo del Centro, más que obstaculizarlo. Dentro de esta vinculación, en todos los estamentos consultados por este tema, destaca como un gran facilitador de la relación entre el Centro y el Programa FONDAP el trabajo colaborativo y la disposición que han mostrado la Coordinadora y la Directora de la iniciativa para facilitar una buena gestión.

A pesar de lo anterior, desde los investigadores principales surge la opinión que la estructura administrativa de FONDAP central no da a basto para generar una relación que pudiera ser incluso más fluida y enriquecedora. Dan como argumento para esta afirmación el hecho que el personal es poco para todas las tareas asociadas a administrar fondos de investigación de 7 Centros de excelencia y que por lo tanto en ocasiones se ven sobrepasados.

Un elemento destacado por el Director del Centro, y que se le atribuye al trabajo que realiza el equipo central del FONDAP, es que le parece muy positivo que las evaluaciones la realicen extranjeros ya que en su opinión han hecho muy buenos aportes a CASEB y al FONDAP en general, los que, a partir de las observaciones realizadas, han podido implementar cambios en ciertas prácticas.

### **3.2.4. El Centro en su conjunto: análisis por objetivos**

En esta sección se presenta un análisis de la evolución del Centro, considerando el cumplimiento de cada uno de los cinco objetivos planteados por el Programa FONDAP, se combinan en este caso aspectos cualitativos y cuantitativos.

#### **Objetivo 1: Fomentar la investigación asociativa**

Este primer objetivo es reconocido por todos los entrevistados como uno de los que ha arrojado mayores resultados a partir del trabajo efectuado en el CASEB. Tanto investigadores principales, como asociados y los postdoctorantes coinciden en señalar que uno de los principales aportes del programa FONDAP ha sido el consolidar grupos de investigación asociativa, desarrollando proyectos a largo plazo y potenciando la interacción con otros Centros a nivel internacional. Hay un consenso también en señalar que este aumento en la investigación asociativa era muy difícil que se diera sin la apertura del programa FONDAP ya que antes de éste la mayoría de los instrumentos que fomentaban la investigación científica eran más bien individuales.

Este factor es señalado entonces como un elemento distintivo,

*“FONDAP de cierta manera obliga a asociarse, lo cual es una gran fortaleza para construir conocimiento científico”. (Investigador principal)*

Por otra parte, señalan que el hecho de estar insertos en Centros de investigación permite a los investigadores plantarse con más propiedad ante autoridades Universitarias y negociar equipamiento y aumento de planta profesional.

A continuación presentamos la tabla de indicadores elaborada para este primer objetivo y dos gráficos que dan cuenta de cómo han evolucionado los indicadores cuantitativos relacionados con este objetivo:

INDICADORES <sup>18</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	
<b>1</b>	<b>Fomentar la Investigación Asociativa</b>										
1.1	Número de publicaciones ISI en colaboración entre 2 ó más líneas o programas del Centro				9	9	9	16	10	17	70
1.2	Porcentaje aproximado de publicaciones en conjunto con otras instituciones o Centros nacionales o internacionales	0-19%	0-19%	0-19%	40-59%	40-59%	60-79%	60-79%	80-100%	80-100%	
1.3	Número de convenios de colaboración científica con organizaciones nacionales o internacionales										25
1.4	Número de visitas de extranjeros al Centro (para 1999-2001 visitantes a la Unidad académica relacionado con el Centro en forma directa, datos aproximados)	15	12	14	16	36	20	32	8	26	179
1.5	Número de visitas de miembros del Centro a instituciones en el extranjero	12	13	11	20	24	42	22	8	25	177

<sup>18</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

Gráfico 1: Evolución de visitas de extranjeros al Centro y de investigadores del Centro al extranjero

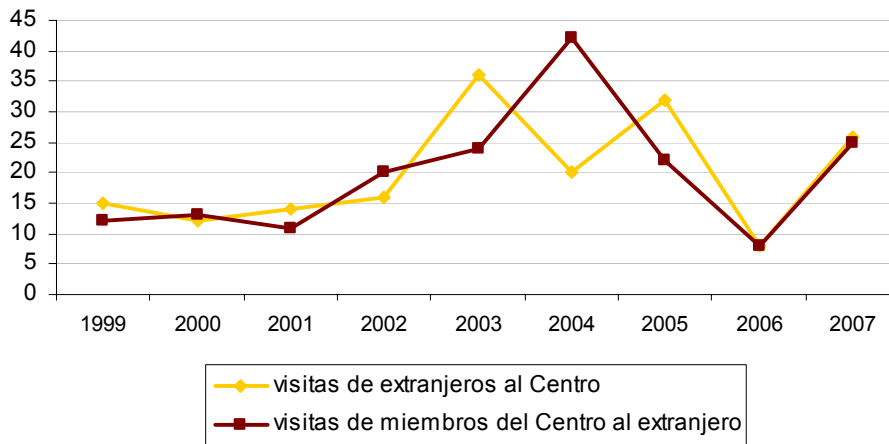
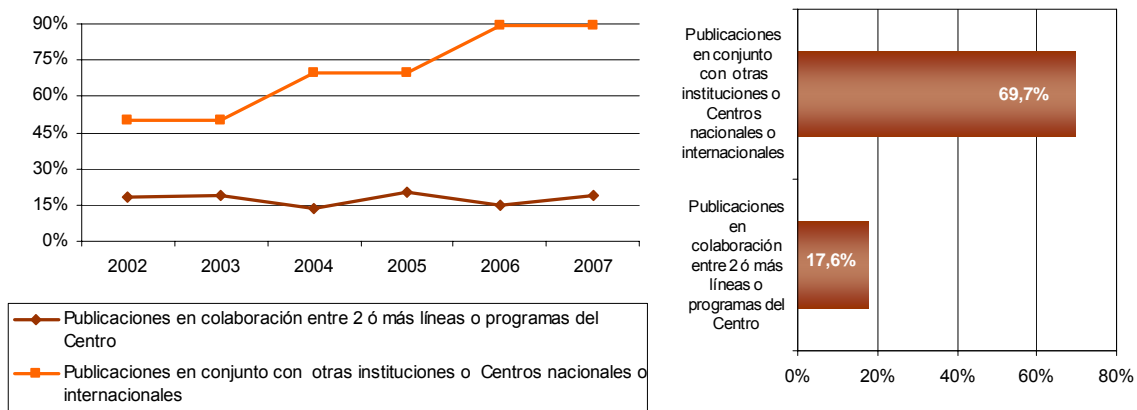


Gráfico 2: Evolución de las publicaciones realizadas con otras líneas o programas de investigación y con instituciones nacionales o internacionales<sup>19</sup>, participación sobre el total de publicaciones



Del análisis de los gráficos y la tabla precedentes, se puede concluir que el Centro ha logrado un muy buen desempeño y demuestra un cumplimiento muy satisfactorio en lo que se refiere al objetivo de fomentar la investigación asociativa.

Se destaca un buen equilibrio entre las visitas de miembros extranjeros al Centro y las visitas de miembros del Centro al exterior. El Gráfico 1 señala la evolución de estas dos variables, mostrando una tendencia de crecimiento positiva en ambas con picos máximos para el número de visitas de extranjeros al Centro en el año 2003 (36) y para el de salidas al exterior de sus miembros en el año 2004 (42), ambos durante el período del Centro.

Con respecto a las publicaciones en colaboración con 2 ó más líneas de investigación, éstas han representado entre un 15 y un 20% de las publicaciones totales del Centro, alcanzando un promedio del 17,6% considerando toda la vida del Centro. El porcentaje de publicaciones en conjunto con otras instituciones nacionales o internacionales es superior y muestra crecimiento a lo largo de la vida del Centro, en promedio alcanza un porcentaje del 69,7% sobre el total de publicaciones.

<sup>19</sup> El porcentaje de publicaciones realizadas en conjunto con otras instituciones nacionales o internacionales es un valor medio del intervalo indicado en el indicador 1.2 de la tabla precedente.

La idea de destacar este objetivo como uno de los más importantes (junto al segundo y tercero, lo que será analizado más adelante) es ratificada por el Decano de la Facultad quien coincide en señalar que el gran aporte de FONDAP es que se ha cumplido el objetivo de lograr asociatividad y colaboración entre investigadores.

*“En el caso de Ecología, el nivel de colaboración se da en mayor medida entre investigadores del CASEB e investigadores extranjeros que entre investigadores de la misma Universidad... la mitad de papers de la PUC son realizados junto a investigadores extranjeros, mientras que un 3% se realizan en colaboración inter facultades”.*

*“Los FONDAP funcionan como equipos de trabajo, de todas maneras...creo que las colaboraciones nacen principalmente desde iniciativa de investigadores”.*  
(Rafael Vicuña, Decano Facultad)

## Objetivo 2: Realizar investigación de excelencia

Tal como ocurre en el caso del primer objetivo, en el caso de propiciar la realización de investigación de excelencia, existe un consenso entre los entrevistados en señalarlo como uno de los más desarrollados. Incluso, en el caso del CASEB, se le reconoce como uno de los sellos más determinantes a la hora de calificarlo. Los Postdoctorantes y los estudiantes de doctorado no dudan en señalarlo como un Centro que se caracteriza por la excelencia del trabajo que se lleva a cabo en él y por los niveles de exigencia académica que imprimen los profesores.

Estas afirmaciones se ven reflejadas en los siguientes datos cuantitativos.

INDICADORES <sup>20</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	
<b>2</b>	<b>Desarrollar Investigación de Excelencia</b>										
2.1	Número de Publicaciones ISI del Centro (ver nota al pie)*	34	37	38	48	45	67	77	65	89	500
2.2	Número de Publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	4	3	5	10	5	10	8	13	20	78
2.3	Impacto promedio de las publicaciones del Centro	1,710	1,805	1,476	4,593	1,958	2,455	2,825	2,691	2,638	
2.4	Número de Publicaciones ISI en el 50% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	21	20	25	34	37	52	51	56	61	357
2.5	Libros o Capítulos de libros escritos por miembros del Centro				5	16	10	17	13	26	87
2.6	Número de eventos científicos organizados o co-organizados por el Centro	1	2	1	3	1	6	3	0	10	27

<sup>20</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información

\* El número de publicaciones consignado corresponde a las publicaciones que el Centro reporta a CONICYT luego de extraer aquellas publicaciones realizadas por autores del Centro, pero no correspondientes al programa.

INDICADORES <sup>20</sup>		Línea de base			Período de Vigencia del Centro						
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
2.7	Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros del Centro	37	18	23	67	106	169	113	21	159	713
2.8	Premios en reconocimiento a los logros científicos					5	2	1	3	4	15

Gráfico 3: Publicaciones ISI, publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>21</sup>

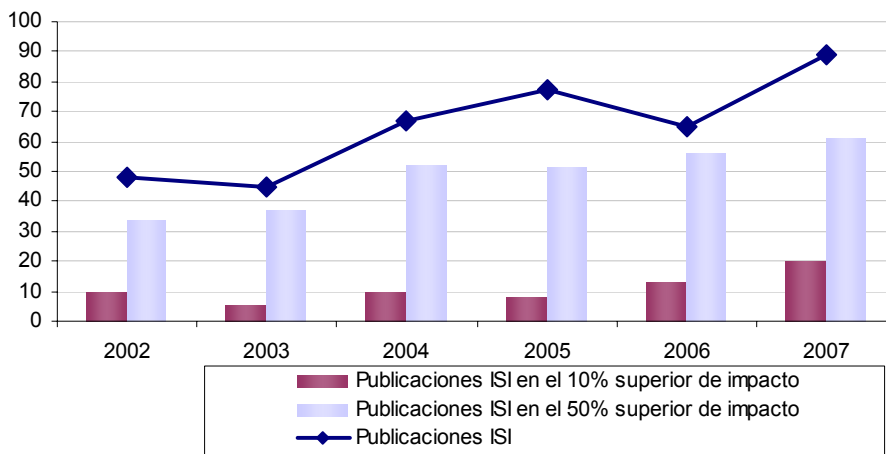
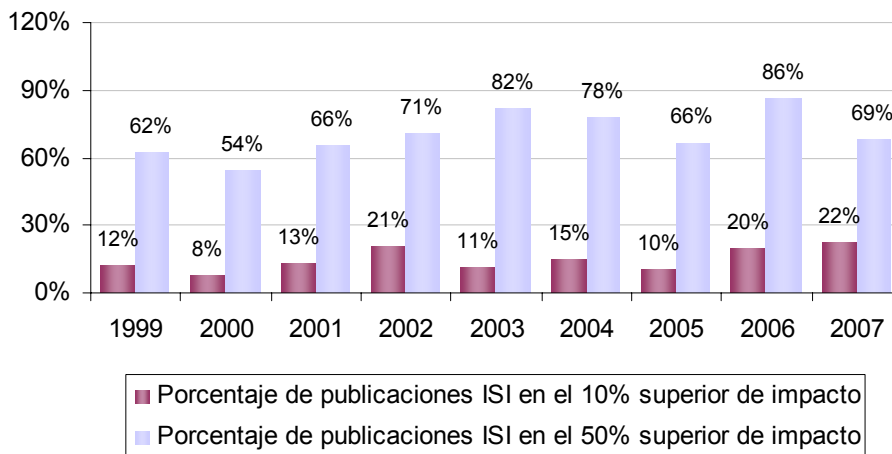


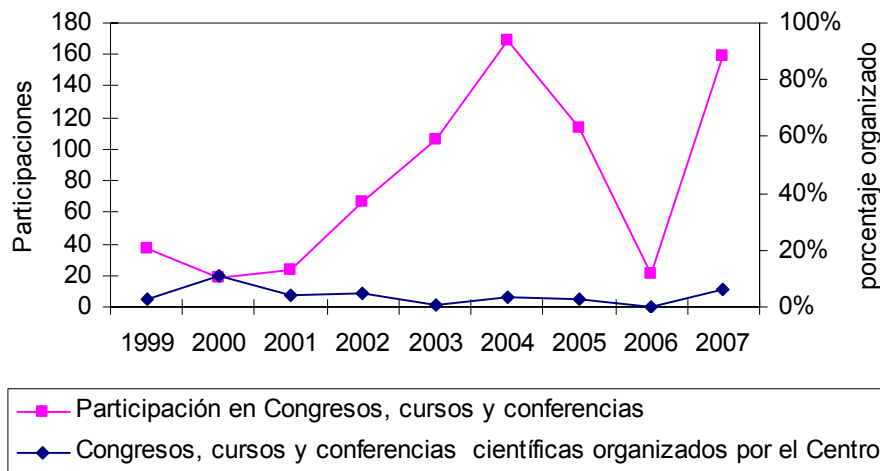
Gráfico 4: Porcentaje de publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>22</sup>



<sup>21</sup> En este gráfico no se consideran los años correspondientes a la línea de base, debido a que los valores absolutos de las publicaciones no son comparables. Esto se explica porque para el período Centro se incluyen las publicaciones de todos los investigadores que pertenecen a éste, mientras que para la línea base se incluyen sólo publicaciones de los investigadores principales.

<sup>22</sup> La forma de cálculo de estas variables se especifica en la página A147 del Anexo 2.

**Gráfico 5: Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros del Centro y porcentaje de congresos, cursos y conferencias organizadas por el Centro**



De la tabla y los gráficos precedentes se puede concluir que la evolución de los indicadores referentes al desarrollo de investigación de excelencia es muy positiva. El número de publicaciones ISI es elevado en la mayoría de los años de funcionamiento del Centro. Las publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la disciplina han mostrado una tendencia creciente, alcanzando un total de 66 (promedio de 11 anuales) y máximo de 20 en el año 2007 y un mínimo de 5 en el año 2003. Con respecto a las publicaciones en revistas dentro del 50% superior de impacto de la disciplina correspondiente, éstas siguen la misma evolución que las publicaciones ISI totales y representan más del 60% de las mismas. En los años correspondientes a la línea base (período previo al Centro) se observan valores levemente inferiores en los indicadores.

En relación a los congresos, cursos y conferencias se puede observar en el Gráfico 5 que la participación de miembros del Centro en este tipo de actividades crece continuamente, excepto en el año 2006 en el que se observa una fuerte caída, sin embargo el porcentaje de estos eventos que es organizado por el Centro parece no supera el 20% en ningún año.

Por último se destaca la gran cantidad de libros o capítulos de libros que han sido escritos por miembros del Centro, el elevado nivel de impacto promedio alcanzado por las publicaciones ISI en todo el período y los premios en reconocimiento a los logros científicos que ha obtenido el Centro desde sus comienzos.

Análisis conjunto de investigadores principales

Gráfico 6: Citas promedio por publicación pre Centro y durante el funcionamiento del Centro–Tendencias

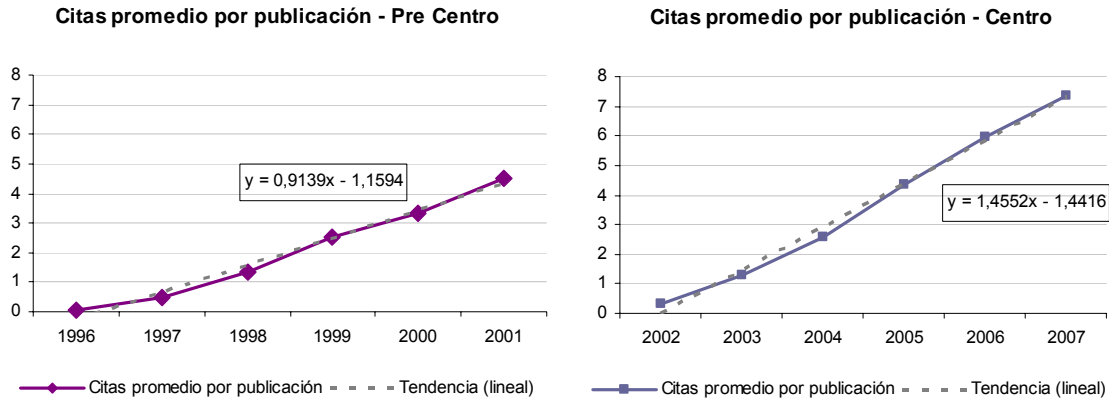
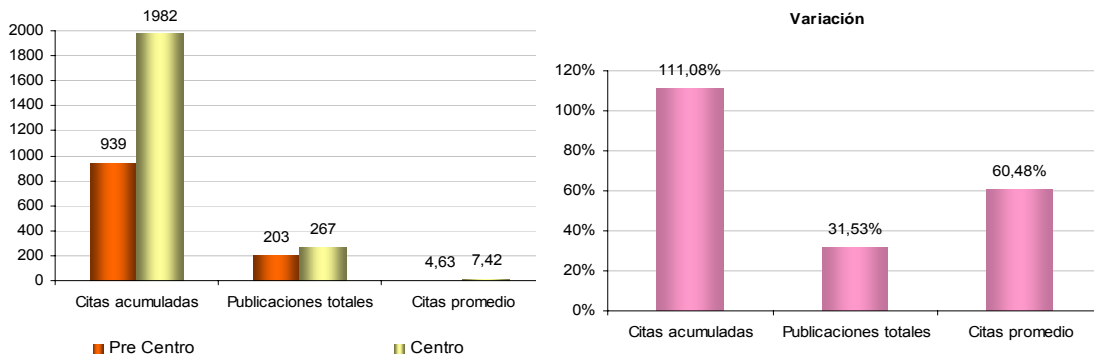


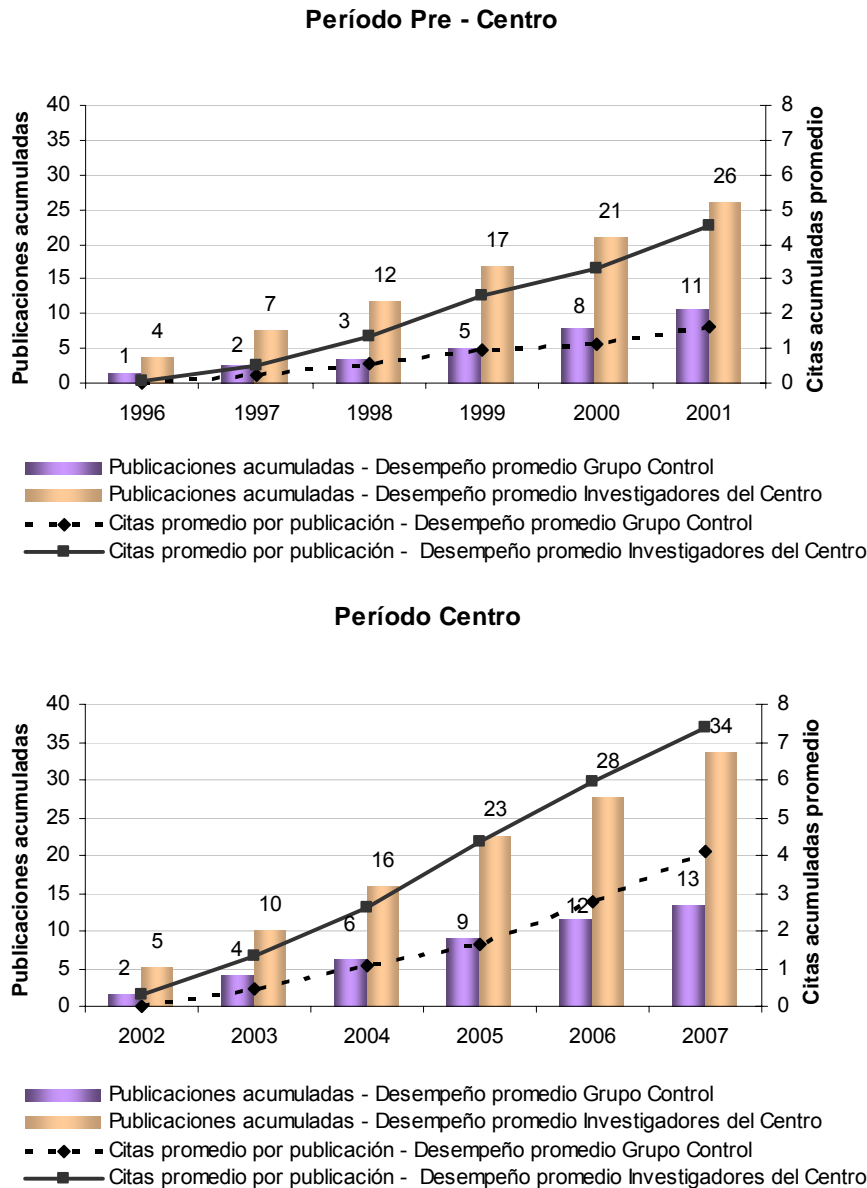
Gráfico 7: Citas totales, publicaciones totales, citas promedio y tasa de crecimiento – Período pre Centro y durante el funcionamiento del Centro



Como se observa en los dos gráficos anteriores, las citas por publicación en el período del Centro son mayores a las del período pre Centro. Mientras que en el período pre Centro las citas promedio por publicación crecen anualmente en 0,91 citas por publicación, en el período del Centro el crecimiento promedio anual es de 1,45 citas por publicación.

De la observación del Gráfico 7 se puede concluir que las publicaciones del Centro han sido de mejor calidad, tanto las publicaciones como las citas han crecido notablemente en el período de funcionamiento del Centro, pero dado que el crecimiento en las citas es mucho mayor al crecimiento en las publicaciones se puede concluir que éstas últimas han sido citadas en promedio mayor cantidad de veces.

Gráfico 8: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control



Los presentes gráficos permiten comparar, tanto para el periodo previo al Centro como para el periodo posterior a la puesta en marcha del Centro, el desempeño del promedio de investigadores principales del Centro FONDAP CASEB contra el del investigador promedio que surge a partir del grupo control confeccionado para este Centro.

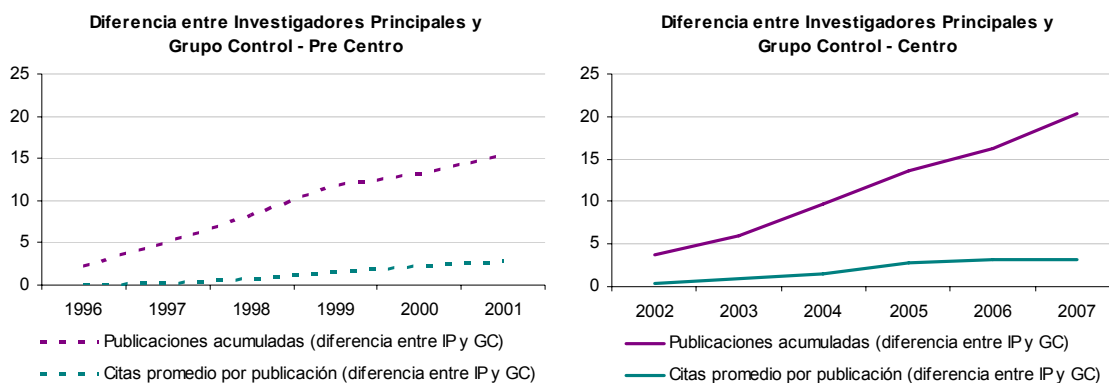
Para el periodo previo a la puesta en marcha del Centro se evidencia que tanto el volumen de publicaciones del promedio de investigadores principales del Centro FONDAP así como las veces que éstas fueron citadas son mayores a las que se observan en el desempeño promedio del grupo control.

Para el periodo posterior a la creación del Centro FONDAP CASEB se evidencia, al igual que en el periodo previo, que tanto el volumen de publicaciones como las veces que éstas fueron citadas fue mayor para el promedio de investigadores principales del Centro FONDAP. Esta diferencia en el período del Centro aparece como más significativa que el período pre Centro y se acentúa a través del tiempo. De este modo puede evidenciarse que tras la creación del Centro el desempeño conjunto de los

investigadores demostró una considerable mejoría, la cual al ser comparada con el desempeño del grupo control se muestra como significativa.

Para clarificar estos puntos, se presentan a continuación 2 gráficos, el primero correspondiente al período previo al Centro y el segundo correspondiente al período Centro. En ambos se muestran las diferencias observadas entre el promedio de investigadores del Centro y el promedio del Grupo Control para las dos variables consideradas anteriormente, el volumen acumulado de publicaciones y el promedio de citas por publicación acumulado. Como puede deducirse de estos gráficos, los Investigadores Principales presentan un mejor desempeño en comparación al Grupo Control, esto se verifica en los dos períodos de tiempo considerados (reflejándose esto en una diferencia positiva). Además, esta superioridad se ve levemente reforzada en el período Centro.

Gráfico 9: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control – Diferencias



### Objetivo 3: Formar capital humano avanzado

Este tercer objetivo también es identificado como uno de los tres donde más logros es posible encontrar. En varias ocasiones se le vincula con una contribución directa para propiciar el desarrollo de la ciencia en el país. En el caso del CASEB, se le vincula directamente con la exigencia en términos de formación que se realiza a los estudiantes. Paulatinamente ha ido aumentando el número de estudiantes extranjeros que eligen venir a hacer sus estudios de doctorado y post doctorado al CASEB, fundamentalmente por el prestigio con el que cuenta el Centro a nivel internacional.

Este es uno de los objetivos que el propio Director define como central en el quehacer del Centro, aumentando, por ejemplo, el número de doctores graduados desde 17 en el período comprendido entre el año 1991 y 2001 (previo al inicio del FONDAP) a 71 si se extiende este período hasta el año 2008.

Dentro de las metas que el Centro proyecta para el año 2011, hay al menos dos que tienen que ver directamente con este tema:

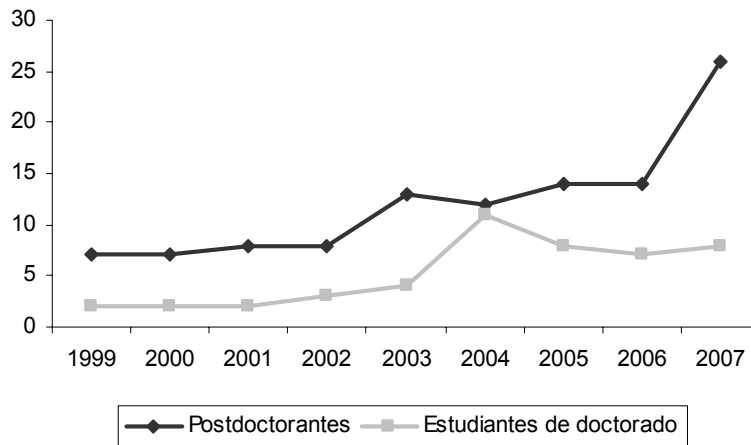
- Graduar 40 doctores en el período comprendido entre el año 2007 y el 2011. Actualmente ya van 38.
- Tener 20 doctorantes extranjeros en este mismo período. Hoy ya se cuentan 11.

Estas afirmaciones se ven reflejadas en los siguientes datos cuantitativos.

**CAPÍTULO 3 - Resultados de la evaluación individual de los Centros y de sus investigadores**  
**CASEB**

INDICADORES <sup>23</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	
<b>3</b>	<b>Formar Capital Humano Avanzado</b>										
3.1	Número de postdoctorantes	7	7	8	8	13	12	14	14	26	109
3.2	Número de postdoctorantes NUEVAS INCORPORACIONES (ver nota al pie) ♦			1	10	8	5	11	11	11	57
3.3	Número de estudiantes tesis de doctorado	2	2	2	3	4	11	8	7	8	47
3.4	Número de tesis de doctorado completadas				2	2	11	10	6	11	42
3.5	Estudiantes de Magíster NUEVAS INCORPORACIONES				1	0	3	1	3	1	9
3.6	Número de tesis de magíster completadas				0	0	1	0	0	1	2
3.7	Número de tesis de pregrado completadas				1	6	13	9	3	5	37

**Gráfico 10: Cantidad de postdoctorantes y estudiantes de doctorado**



<sup>23</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

\* Para obtener el dato de nuevas incorporaciones se consideró el año en el que el postdoctorante, doctorando o estudiante de magíster inició su tesis.

Gráfico 11: Incorporaciones de postdoctorantes y estudiantes de magíster

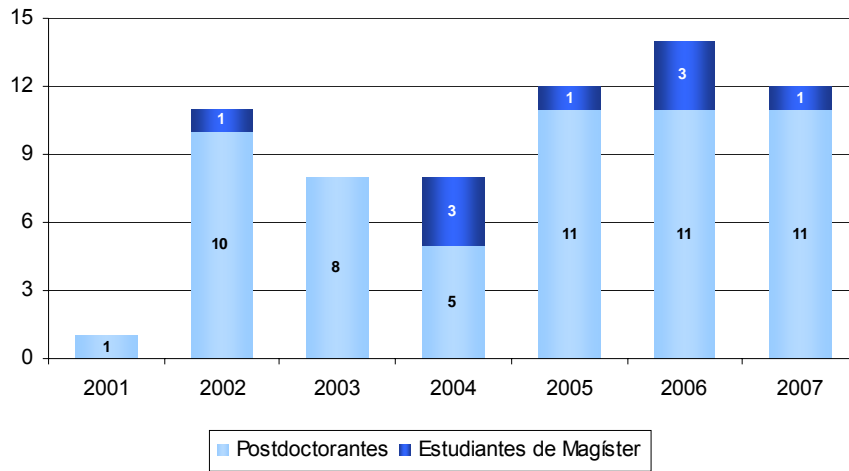


Gráfico 12: Cantidad de tesis según nivel académico

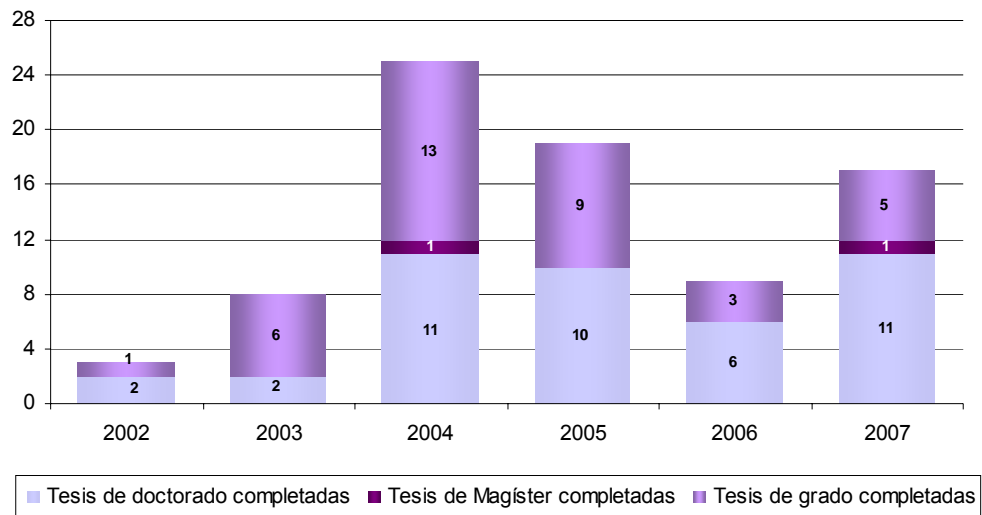
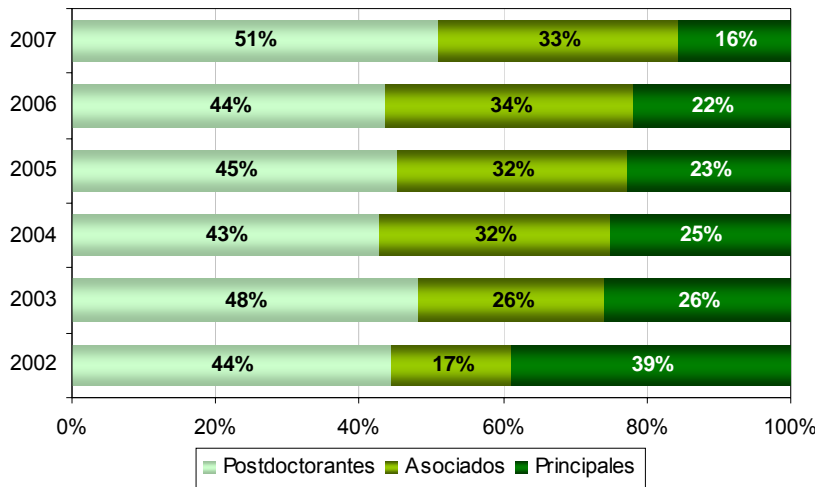


Gráfico 13: Proporción de investigadores principales, asociados y postdoctorantes que se desempeñaron en el Centro por año



De la observación de los gráficos y la tabla precedentes se puede concluir que el número de postdoctorantes ha mostrado una tendencia creciente a lo largo de la vida del Centro alcanzando su nivel máximo en el año 2007, mientras que la cantidad de estudiantes de doctorado ha sido más estable, incrementándose notablemente en el año 2003 y manteniendo valores más elevados en los últimos años que en los primeros.

El número de estudiantes de magíster y el número de postdoctorantes han mostrado una tendencia creciente a lo largo de la existencia del Centro, sin embargo la incorporación de nuevos postdoctorantes ha sido muy superior a la incorporación de estudiantes de Magíster.

Con respecto a las graduaciones (número de tesis de diferente grado finalizadas en un determinado año) puede advertirse, en general, la predominancia de tesis de doctorado, seguidas por las tesis de grado.

En cuanto a la proporción de investigadores en los niveles más elevados (principales, asociados y postdoctorantes) se observa una reducción en las proporciones de investigadores principales en los últimos años, incrementándose la participación de los postdoctorantes y asociados. Este resultado se debe principalmente a que la cantidad de postdoctorantes ha aumentado mientras que la cantidad de investigadores principales se mantiene bastante estable, en este caso se debe destacar que hay investigadores principales que dejan de serlo y pasan a ocupar cargos de asociados, lo que explica el aumento en la participación de los asociados.

Los resultados obtenidos en los indicadores permiten afirmar que el Centro considera el objetivo de formación de recursos humanos como un aspecto importante dentro de su labor.

#### **Objetivo 4: proyectar y difundir al medio externo**

Es importante destacar que los entrevistados señalan que este no es un objetivo que se les haya planteado explícitamente en el momento de constitución del Centro; es decir, cuando se postuló al FONDAP para generar el CASEB, este objetivo no estaba dentro de las bases, sino que fue incorporado posteriormente. Por demás, se considera que para su cumplimiento los recursos con que se cuentan son insuficientes.

Los investigadores Principales indican que es uno de los objetivos visualizado como más débil en términos de logros concretos ya que fue algo que se incorporó cuando el Centro ya estaba funcionando y las principales responsabilidades ya estaban concentradas en los tres primeros objetivos. Señalan que no

hay indicadores claros respecto a cómo cumplir con este objetivo, ni tampoco recursos que sean destinados exclusivamente para él.

*“No se ha generado en CONICYT un proyecto competitivo para hacer difusión de las ciencias, no existe un incentivo para difundir nuestro trabajo”.  
(Investigadores principales)*

Para los Investigadores asociados, quienes concuerdan con los investigadores principales respecto a que este objetivo (y también el quinto) quedan en gran medida supeditados a los tres primeros, las estaciones biológicas, sobretodo aquella que está ubicada en Las Cruces, han cumplido un rol importante en cuanto a acercar la ciencia a la comunidad en general, particularmente a las escuelas. Sin embargo, son claros en señalar que no existe aquí una planificación en torno a este tema, sino que más bien responde a intereses particulares de algunos investigadores que toman contacto con escuelas u otras instituciones.

Es importante señalar también que, en gran medida debido a la falta de indicadores específicos para este objetivo, no es posible diferenciar con claridad las actividades que se realizan ya que también podrían ser consideradas como un aporte al desarrollo del país (quinto objetivo). En la presentación realizada por el CASEB en el encuentro de los 10 años de FONDAP realizado durante el año 2008, se destacan las siguientes instituciones en términos de difusión y establecimiento de redes con el medio:

Agencias Gubernamentales:

- CONAMA
- CONAF
- Subsecretaría de Pesca
- SAG

Organizaciones no gubernamentales:

- Fundación Senda Darwin
- NIVA
- The Nature Conservancy

Público en general:

- *En escuelas*
- *Difusión a través de Explora*

Empresas Privadas:

- *Price Waterhouse Cooper*
- *Ortúzar, Águila y Concha Abogados*
- *Arauco*

Adicionalmente se destaca la realización de publicaciones de divulgación que se muestran en la tabla a continuación:

INDICADORES <sup>24</sup>		Línea de base			Período de Vigencia del Centro						
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
4	Proyectar y difundir al medio externo										
4.1	Número de publicaciones de divulgación científica (libros, artículos de interés general en diarios, etc.)				6	6	10	7	2	5	36

Para los estudiantes de Doctorado, sin embargo, en este objetivo surgen numerosas reflexiones en los entrevistados. Si bien es difícil contar con una amplia difusión, es parte de un proceso que hoy encuentra ciertos puntos rescatables:

*“Antes era muy raro ver opiniones de académicos en la prensa dando una opinión sobre un tema ambiental contingente, ahora no es suficiente, pero no es menor”. (Estudiantes de doctorado)*

Hay consenso en mencionar que es un desafío seguir estimulando la difusión y proyección al medio externo, sobre todo considerando que los temas medioambientales hoy están mucho más posicionados en la opinión pública.

*“Es muy necesario que se difunda lo que hacemos acá, con lo que pasó con los cisnes uno se da cuenta...salieron 5 ó 6 versiones de científicos. No puede ser eso. Tenemos que ser profesionales serios, no puede ser que cada vez que pasa algo medioambiental aparezcan los científicos como independientes, debemos ser un solo grupo, más unidos”. (Estudiantes de doctorado)*

En opinión de algunos entrevistados son las nuevas generaciones de científicos quienes se ven más motivados en difundir y tender puentes con la sociedad y el sector privado. En efecto, los doctorantes son críticos en torno al estado actual de la gestión pública y empresa privada que no los visualiza como profesionales necesarios para contribuir en investigación o evaluar impactos medioambientales.

*“Es nuestra responsabilidad acercarnos a la sociedad”*

*“Las instituciones públicas no nos demandan, no ven la necesidad de contar con científicos”*

*“Falta también mostrarnos, existen cargos que están siendo ocupados por ingenieros, agrónomos y ¿uno qué sabe?...uno debiera estar ahí” (Estudiantes de doctorado).*

Los estudiantes, sin embargo, no se quedan sólo en manifestar su preocupación e interés por relacionarse más activamente con este tema, sino que proponen incluir dentro de la malla del doctorado algún curso o forma de acercarse a algunas instituciones públicas.

*“Yo creo que falta tener un curso o algo con créditos, requisitos para doctorarse, hacer algo aplicado, tener vínculo con la CONAMA, el SAG o CONAF por mencionar algunas porque todos los curso del doctorado son ciencia básica”*

<sup>24</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

*“Dentro de mi interés, en estas conversaciones con la almohada surge esto de que falta vinculación en otras áreas. Yo este año estoy postulando a un diplomado en políticas públicas, sí me interesa trabajar en CONAMA o SAG, a diferencia de otros, creo que puedo ser un aporte interesante” (Estudiantes de doctorado)*

A pesar de las visiones anteriores, desde estamentos que están al interior del CASEB, el Decano de la Facultad indica que, según su opinión, de los 5 objetivos que persigue FONDAP, la proyección y difusión al medio externo es uno de los más visibles, aunque está de acuerdo en señalar que aún constituye todo un desafío por seguir fortaleciendo. En acuerdo con los investigadores principales, señala que sería interesante contar con incentivos que tiendan a provocar un volcamiento más explícito del quehacer de los Centros hacia la sociedad.

*“Que a Fabián lo llamen para discutir un proyecto de ley, es parte del volcamiento a la sociedad...el posicionamiento que tiene CASEB hoy en Chile es fundamental eso es lo más nuevo diría yo y que no existía o que era difícil que existiera y porque además a los científicos no les parecía muy elegante esto de estar ayudando directamente a la empresa ahora es visto como algo bueno, calza muy bien con lo que esta empujando la Universidad...la tercera misión”.*

*“Ya pasamos por la etapa de fortalecer los nombres individuales estamos por buscar la mayor interacción posible....hagamos que la facultad sea más que la suma del aporte de cada uno....conversemos entre nosotros, vamos a los seminarios....hay que provocar que se encuentren y programas como FONDAP son fundamentales sino cada uno estaría sentado en su escritorio estudiando papers”. (Decano de la Facultad)*

#### **Objetivo 5: Contribuir al desarrollo del país**

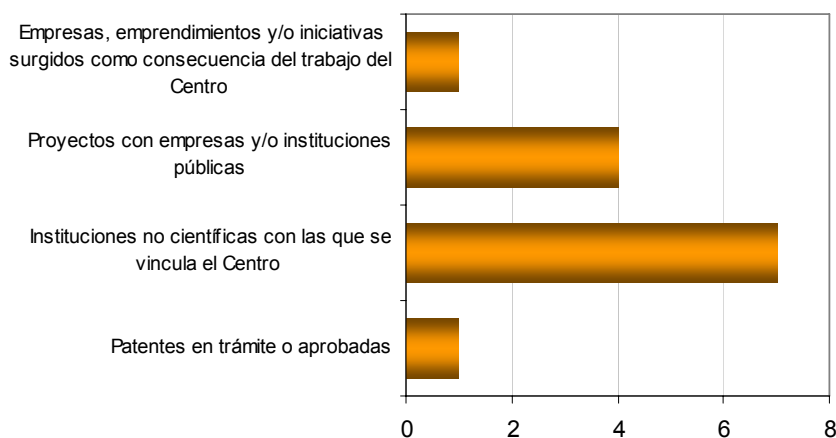
Tal como ocurre con el objetivo número 4, los entrevistados señalan que es un objetivo que no estaba considerado desde el principio sino que se incorporó una vez que el Centro ya estaba funcionando y trabajando fundamentalmente en torno a los tres primeros. Coinciden además en señalar que es un objetivo que requiere ser redefinido ya que es muy amplio y necesita ser precisado.

A nivel cuantitativo se pueden presentar los siguientes indicadores:

5	Contribuir al desarrollo del país <sup>25</sup>	
5.1	Número de patentes en trámite o aprobadas	1
5.2	Número de instituciones no científicas con las que se vincula el Centro	7
5.3	Número de proyectos con empresas y/o instituciones públicas	4
5.4	Empresas, emprendimientos y/o iniciativas surgidos como consecuencia del trabajo del Centro	1

<sup>25</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

Gráfico 14: Síntesis de indicadores de evaluación del objetivo de contribuir al desarrollo del país



Claramente el Centro aún tiene mucho por hacer en términos de este objetivo, pero el haber logrado el desarrollo de una patente, tener amplia vinculación con instituciones no científicas y realizar proyectos con empresas o instituciones públicas no deja de ser un indicador positivo.

En opinión de los investigadores asociados y postdoctorantes, ver el impacto en el desarrollo del país es una tarea compleja. Señalan que, junto con el objetivo anterior, estos son más difíciles de medir, evaluar y cumplir. Indican que tal vez una forma de potenciar estos últimos dos objetivos es que cada uno de ellos tenga cargos asociados, personas contratadas para llevar a cabo esa tarea y que definan con claridad indicadores para su medición.

En términos generales, la contribución al desarrollo del país se ve fundamentalmente desde dos vías: la vinculación con la empresa privada y el establecimiento de redes de colaboración con organismos públicos.

En el primer caso, el Director del Centro señala que la vinculación con la empresa privada es un tema delicado en el Centro, que ha generado mucha resistencia entre los investigadores los que, en términos generales, evitan vincularse pues sostienen que la iniciativa privada lo que hace es deteriorar los ecosistemas. Hasta ahora, CASEB se ha vinculado con algunas empresas, donde el tenor de las investigaciones es cómo conservar lo que va quedando, más que decir cómo evitar o disminuir los impactos que van a ocurrir en el ecosistema.

El Director del CASEB menciona que la única posibilidad de trabajo conjunto con la empresa privada es si ésta se convenciera y expresara firmemente el cuidado responsable de los ecosistemas en los cuales sitúa sus emprendimientos y contratara investigación que no sea dirigida, aspectos que hoy parecen bastante ideales de lograr.

Los investigadores principales vinculan el tema de asociarse con la empresa privada con las Unidades de Negocio, herramienta a la cual el CASEB postuló pero que no les fue concedida. Para los investigadores principales, un hecho claro es que no ha habido un proceso de planificación del Centro respecto a cómo acercarse y vincularse con las empresas privadas sino más bien esa idea surgió desde CONICYT y se agrega a todas las tareas que ya existen en el Centro. Indican que para tener más contacto con el mundo empresarial y más aplicabilidad en la ciencia, se hace necesario contar con más presupuesto a fin de financiar una planta profesional dedicada exclusivamente a este fin.

*“Sería interesante si nos incrementaran el presupuesto y pudiéramos generar redes y tener mucho más ciencia básica, eventualmente tener una oficina de gente que esté trabajando con nosotros y que esté agarrando todo lo que hacemos y dándole vuelta para ver cómo podemos generar innovación, cómo*

*podemos vincular esto con la empresa, cómo podemos usar todo lo que hacemos y generar políticas públicas, patentes.... pero nosotros mismos no tenemos tiempo para hacerlo". (Investigadores principales)*

Otro tema interesante que surge a partir de la conversación en torno a la generación de investigación aplicada y vinculación con el sector privado, es que se menciona que no todos los integrantes del CASEB se vinculan con proyectos de este sector, cuestionando además la intención del sector privado por financiar investigación aplicada.

*"El sector privado no hace mayores esfuerzos por reducir los impactos en la biodiversidad, no trabaja con científicos, más bien se conforma con el mínimo esfuerzo necesario para desarrollar sus proyectos". (Postdoctorante)*

Finalmente señalan que, si bien hay algunos investigadores que encuentran muy interesante establecer estos nexos, no es muy atractivo pues no se generan *papers* a partir de esta vinculación, siendo que éste es uno de los principales criterios de evaluación de desempeño.

Para el Decano de la facultad, es importante destacar la relación que ha establecido CASEB con empresas como Arauco, ya que esto permite acercar el conocimiento científico técnico aplicado al mundo privado y al desarrollo productivo del país, intentando que éste sea cada vez más sustentable y con un mayor respeto por la biodiversidad.

*"(Con respecto a) la proyección al medio externo...lo más novedoso es lo que han hecho con Arauco...Arauco es un gigante con todas sus ramificaciones...y descubrió algo genial, decir una institución del tamaño de esta empresa no puede estar desvinculada del conocimiento técnico científico. Al CASEB recurren por muchas cosas, se les pide no solamente que hagan estudios." (Decano de la facultad de Ciencias Biológicas, PUC)*

Resulta particularmente interesante enriquecer este apartado con la visión que viene desde el Gerente Corporativo de Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional de Arauco. Desde su visión respecto a los vínculos que establecen los Centros de investigación con el mundo privado, lamenta que no exista una política de acercamiento que permita encontrar líneas de interés común, señalando que en su parecer hoy existe una brecha bastante grande entre ciencia básica y aplicada.

*"Estos Centros de investigación no tengo claro que tan fuerte son las vinculaciones con el sector privado, más allá del requerimiento puntual, si existe una política de acercamiento hacia el sector privado para encontrar líneas de interés común".*

*"Da la impresión de que hay plata que puso el gobierno y hay unos tipos súper inteligentes que están encerrados en su burbuja, ese ha sido un problema histórico".*

*"El CASEB está más concebido básicamente para investigación básica de entendimiento de proceso, mientras no se junten los actores a conversar no se dará la posibilidad de dar un salto cuántico hacia la ciencia aplicada". (Gerente Corporativo de Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional de Arauco)*

Respecto a la segunda línea de contribución al país identificada por los entrevistados, es decir el establecimiento de redes de colaboración con organismos públicos, CASEB se ha vinculado con CONAMA, CONAF y SUBPESCA, entre otros. Esta relación se ha establecido no por medio de licitaciones, sino por contrato directo. Los resultados de estas vinculaciones no han sido muy positivos, en palabras del Director:

*“Trabajar con el Estado es complicado; no es algo que nos guste hacer... el Estado es malo para pagar, lento para procesar y rápido para exigir... es una relación complicada... hay casos... por ejemplo CONAF nos contrató para contribuir a un libro sobre un determinado parque nacional y nos apuraron muchísimo con unos plazos espantosos, finalmente el libro nunca salió”.  
(Director del Centro)*

El Director además opina que el Estado no cuenta con la experticia profesional suficiente como para evaluar los estudios que emanan del sector privado, por lo que éste termina haciendo el mínimo esfuerzo.

*“La contrapartida técnica del Estado es barata, el día que tú tengas como contrapartida técnica a doctores con postdoctorados evaluando los estudios tienes que tener una contrapartida buena del otro lado también pero hoy en día la gente que te revisa los informes no tiene idea”. (Director del Centro)*

También se destaca el hecho de que al existir programas como FONDAP han surgido nuevas ventanas de oportunidades. Además de los organismos públicos ya señalados, se destaca un ejemplo de vinculación con un Municipio rural en la Sexta Región, específicamente en Navidad, el que hoy se encuentra involucrando en el tema de la conservación marina, proponiendo un santuario marino en sus costas, lo que a juicio de los investigadores se ha podido lograr gracias a la vinculación con investigadores del CASEB.

### **3.2.5. Síntesis de los principales resultados**

Haciendo una síntesis de los principales logros del CASEB, se puede establecer que el Centro obtiene los mejores resultados en las dimensiones que siempre conceptualizó como sus objetivos centrales: el fomento de la investigación asociativa, la realización de investigación de excelencia y la formación de capital humano avanzado. En estas dimensiones, sobre todo sus indicadores cuantitativos son claros respecto a los logros alcanzados. Junto a lo anterior, existe consenso también en señalar que los objetivos de proyección y difusión al medio externo y contribución al desarrollo del país son los menos desarrollados fundamentalmente por dos razones: debido a que no existe un presupuesto destinado para el desarrollo de ellos y por la inexistencia de indicadores claros que permitan medirlos.

Junto a esto, se plantea la discusión aquí respecto a la esencia del Centro, respecto a si éste fue concebido sólo para desarrollo de ciencia básica (más relacionado con los 3 primeros) o debe necesariamente abrirse de manera más decidida a la ciencia aplicada y con mayor vinculación con el medio y el desarrollo del país.

Los entrevistados coinciden, respecto al logro de objetivos, en que la jerarquización es la siguiente:

1. Fomento de la investigación asociativa
2. Realización de investigación de excelencia
3. Formación de capital humano avanzado
4. Contribución al desarrollo del país
5. Proyección y difusión al medio externo

Existe coincidencia también en señalar que el objetivo de difusión al medio externo puede ser mucho más desarrollado en caso de existir personas que sean contratadas para eso y se encarguen de mostrar resultados al respecto. Es interesante constatar cómo, dentro de los estudiantes de doctorado, éste parece ser un tema mucho más sensible, solicitando incluso que la formación en este sentido sea parte de la malla del doctorado.

### 3.2.6. Sustentabilidad y proyecciones

#### A. Sustentabilidad del Centro

Entre los entrevistados hay coincidencia en señalar que sin el presupuesto FONDAP el Centro no podría seguir funcionando y desaparecería como tal. La conversación en gran medida se centra, por una parte en qué es lo que ocurriría con los investigadores que hoy se encuentran trabajando en el Centro y, por otra, en qué estrategias deberían tomarse de manera de poder anticiparse a un escenario como el que les plantea durante la entrevista.

En opinión del Director, en caso de desaparecer el financiamiento FONDAP, desaparecería también la investigación asociativa y la formación de capital humano. Además los investigadores postularían a los fondos disponibles, como FONDECYT, adjudicándose probablemente todos éstos debido a la experiencia y *expertise* adquirida en el Centro, dejando al resto de los investigadores sin financiamiento.

*“Si desaparece el financiamiento desaparece también no sólo el tema de investigación asociativa, también la formación de capital humano... lo otro que pasaría es que toda esta gente tendría que volcarse a otras instancias que financian investigación basada en la excelencia y evaluada competitivamente por lo cual volverían a postular en el sistema FONDECYT y tirarían para abajo todos los demás proyectos”. (Director del Centro)*

Los investigadores principales coinciden plenamente con la opinión del Dr. Jaksic, señalando que, ante un escenario en el cual el Centro no siga siendo financiado por FONDAP, terminarían compitiendo entre ellos por fondos posteriores, como los FONDECYT u otros que aparezcan. En su opinión, esto claramente perjudicaría a aquellos investigadores que estando en un nivel inferior, no podrían acceder a otros fondos ya que la competencia con investigadores de CASEB sería prácticamente imposible de superar.

*“Sería un retroceso...es difícil pensar yo creo en el momento que esto se cierra todos entran en el primer concurso post FONDAP será una carnicería porque el propio FONDAP generó esto.... el FONDAP potenció a este grupo y lo hizo más fuerte en términos curriculares”. (Investigadores principales)*

En el caso de los investigadores asociados y estudiantes de post doctorado, la conversación da un giro y se centra más bien en el establecimiento de estrategias ante este eventual escenario. Señalan que habría que cambiar la forma en que funciona el Centro, preocupándose mucho más de cómo captar financiamiento, constituir una Unidad de Negocios y ligarse al sector privado.

*“Yo creo que si se cortaran los fondos habría que hacer un cambio drástico de cómo funciona el Centro hoy en día, un golpe de timón y empezar enfocarse en otras cosas, empezar a pensar cómo traer plata, se trabajaría en otra dinámica”*

En relación a unidades de negocio, señalan que sería importante que el CASEB contara con una, sin embargo, indican que su funcionamiento debería ser autónomo, con nuevos cargos, contar con personal dedicado exclusivamente a establecer nexos con el sector privado, orientando parte de las actividades hacia proyectos de innovación privados. Incluso señalan que esto podría constituir un sexto objetivo, o al menos complementario con los dos últimos.

#### B. Proyecciones a futuro

Existe consenso en pensar que el Centro debiera continuar en la línea que ha llevado hasta ahora, aunque incorporando algunos aspectos que parecen relevantes para el quehacer del CASEB. En términos de metas por lograr el CASEB ha establecido, en materia de Investigación, que para el año 2011 deberán alcanzar un 25% en co-autorías e incrementar el impacto en un 20%, llegando así a 3,07.

En materia de educación y formación de capital humano se han propuesto graduar 40 doctores en el período comprendido entre el año 2007 y el 2011, tener 20 doctorantes extranjeros en este mismo período, y alcanzar la paridad de géneros entre doctorantes.

Otro objetivo tiene que ver con incrementar el número de instituciones en términos de actividades de extensión del CASEB, sean éstas de tipo público o privado, y, finalmente consolidar la internacionalización del Centro sobretodo en Latino América, aumentando el número de estudiantes extranjeros.

Por su parte los investigadores consideran que en cinco años más el Centro tenderá a complejizarse, quizás con más ciencia aplicada, más vinculación con la empresa, y no necesariamente producto de una solicitud directa sino más bien como un proceso natural de decantamiento del ejercicio científico. En términos estructurales los investigadores sugieren que CONICYT pueda aprovechar más el recurso humano que la misma institución fomenta, en este sentido tener más vinculación con instituciones públicas como CONAMA con quienes CASEB puede intercambiar ideas respecto del manejo de recursos naturales y otros temas afines.

Pensando en el futuro del Centro, hay quienes mencionan la necesidad de que el Centro se convierta en una unidad supra-universitaria y que no esté enfocada sólo a la Universidad Católica, sino que sea posible establecer más nexos con Universidades e institutos regionales. Ante esta sugerencia hay algunos que mencionan que efectivamente se establecen nexos y que en efecto, es supra-universitaria, sin embargo no se hace explícito. En esta misma línea, otras opiniones apuntan a la necesidad de potenciarse con otras facultades afines, como física, química, ingeniería y otras, pudiendo así aportar más diversidad al quehacer del Centro.

### **3.2.7. Sugerencias para el Programa FONDAP**

Según el tipo de entrevistado y su grado de responsabilidad y área de influencia, surgen distintas sugerencias respecto a cómo y qué cosas podrían hacerse para mejorar el Programa FONDAP.

Desde el Director del Centro las sugerencias son en relación al Estado y el poco conocimiento que éste tendría del mundo científico. Sugiere que desde CONICYT primero y luego desde cada Centro en particular deben llevarse a cabo acciones que tiendan a aumentar el conocimiento del Estado y los distintos ministerios y servicios respecto a la investigación científica. Junto a esto los Centros requieren de mayores incentivos, por ejemplo en relación al fomento de la asociatividad con regiones.

*“El estado no distingue quiénes son buenos investigadores y quiénes son más o menos... para el Estado somos todos un grupo parejo de científicos, yo veo una suerte de poca valoración hacia el mundo científico, lo que no agrada”. (Director del Centro)*

Por su parte, los investigadores creen que es posible lograr mayor convergencia de actores en áreas de investigación, responsabilidad que recae directamente en el Director del Centro; si bien se reconoce su liderazgo práctico se necesita que además tenga una visión más integral y de largo plazo en las distintas áreas que podrían potenciarse.

*“Más que el cambio de estructuras, se requiere nuevas visiones, que sin duda son aprendizajes de un proceso que recién viene comenzando”. (Investigador principal)*

En otra línea de sugerencias, hay investigadores que las centran en señalar que deben potenciarse los objetivos que hoy se encuentran más débiles, indicando que para esto se sugiere que las bases del FONDAP puedan explicitar claramente, no sólo la cantidad de tiempo que el Centro, a través de sus investigadores, debe destinar a esos temas, sino también el porcentaje de recursos económicos que

deben utilizarse. De esta manera, señala un investigador asociado, esos objetivos comenzarían a desarrollarse de manera más permanente, con indicadores y metas claras.

Los estudiantes de doctorado plantean sugerencias fundamentalmente en dos líneas. La primera tiene que ver con la necesidad que los Centros sean constantes en el tiempo y que permitan abrir espacios a la interacción con otros Centros científicos, sean éstos FONDAP o no, a fin de enriquecer las distintas líneas de investigación y visualizar otras nuevas.

Por otra parte, y fundamentalmente a raíz de la conversación generada en torno al objetivo que tiene que ver con la difusión al medio externo, señalan que un desafío importante para el programa FONDAP es el establecer nexos con la sociedad civil y el sector privado. Indican además que esto es una responsabilidad que recae en las nuevas generaciones, tomando en cuenta que, según lo señalado por ellos, a los actuales investigadores del CASEB no es algo que les interese o motive.

Para el Decano de la Facultad las sugerencias abordan aspectos internos, como la mayor comprensión del sentido de la tercera misión (volcamiento hacia la sociedad civil) dentro de la misma Universidad ya que, en su opinión, este aspecto no se restringe sólo a ayudar a la industria, sino que a la sociedad en su sentido más amplio. Respecto a la ciencia aplicada, si bien el entrevistado reconoce la importancia de ésta, hay mayor inclinación respecto de potenciar la relación ínter universitaria, es decir, generar un trabajo interdisciplinario con otras facultades.

En relación a aspectos externos, como la conexión entre ciencia e industria, el entrevistado reconoce la falta de organismos intermedios, como por ejemplo, Centros de transferencia tecnológica que existen en Estados Unidos y que potencian este vínculo, identificando aquí una sugerencia importante, que sin embargo no es sólo para el FONDAP y CONICYT, sino que también para las Universidades.

*“Otra cosa que ha contribuido a esta falta de conexión entre la ciencia y la industria es la falta de organismos intermedios, que grupos como FONDAP lo han ido llenando...en muchos países y en EE.UU. existen estos Centros de transferencia tecnológica, cuando ya tienes grupos de investigadores y con programas de oficinas de negocios se van creando los vínculos”. (Rafael Vicuña, Decano Facultad)*

Las sugerencias directas a CONICYT apuntan al aumento en el presupuesto que se entrega a los Centros, el que se ha mantenido estancado durante los últimos años. Además de esto, considera que se debe flexibilizar el tema de las adquisiciones de material, considerando que los avances tecnológicos hoy en día van muy rápido y que el CASEB requiere renovar sus equipos de investigación. Respecto del estancamiento del presupuesto, éste afecta por una parte el *overhead* que le deja el CASEB a la facultad y, por otra, hay un alto porcentaje de presupuesto que se destina a remuneraciones.

*“Y lo otro que en el caso específico de FONDAP por las características de ecología es que el porcentaje de presupuesto que se va a remuneraciones es cada vez más alto... como científico es obvio los problemas que produce cuando tú tienes estancado un presupuesto y tienes que indexar los salarios... ahora desde el punto de vista de decano te digo que desde el punto de vista del overhead da risa el overhead que le deja el CASEB a la facultad.... porque como el overhead es sobre los gastos de operación sin contar el recurso de incentivos y remuneraciones eso nos ha perjudicado mucho el estancamiento...piensen ustedes el financiamiento basal es otra la magnitud entonces FONDAP se quedó.... qué bueno que exista pero ya no tiene para nada el impacto que tenía al comienzo”. (Decano Facultad de Ciencias Biológicas PUC)*

Por último, en una visión más amplia, el entrevistado se refiere a los diversos instrumentos de financiamiento al campo científico, que no presentan armonía entre sí, aspecto que sugiere mejorar.

*“Nosotros tenemos muchos instrumentos.... FONDECYT, proyectos GENOMA, FONDEF, financiamiento BASAL, FONDAP, que en un ambiente en que hay dinero ojala hubiera más armonía entre todo esto.... me encanta las múltiples ventanillas la flexibilidad pero uno quisiera un poquito más de armonía....y es clarísimo que ha aparecido nuevos instrumentos, iniciativas que no necesariamente han estado coordinadas con los anteriores es una cosa demasiado obvia en un ambiente en el que hay recursos”.*

Finalmente, desde el punto de vista del Gerente Corporativo de Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional de Arauco, claramente las sugerencias apuntan a acercar las visiones de la academia con el mundo científico, lo que según su opinión generaría múltiples opciones de desarrollo tanto para la academia como para el sector privado, contribuyendo así al desarrollo del país.

*“Si se junta la academia y se ponen a hacer investigaciones en función de la necesidad de los privados aparte de ciencia, podemos tener desarrollo biotecnológico”.*

*“Por ejemplo, la católica está creando un Centro de cambio climático. Ya tuvieron reunión conmigo y a mí no me interesa la investigación que ellos proponen... me interesa por ejemplo si el cambio climático es verdad y una de las 4 fortalezas de este país es el tema forestal; a mí me interesaría saber en el lugar donde está planteado si va a llover más o menos, porque si llueve menos mis plantaciones demorarán en crecer.....mis ventajas competitivas respecto de otros países decaerán....si tú me dices eso, yo pongo biotecnología y manejo genético para crear clones resistentes al agua...somos un país chico, pobre, no podemos gastar plata en estudiar.... no sé si son tonteras...pero hay cosas que no tienen aplicabilidad.... no hay una visión estratégica en estos temas”.*  
(Gerente Corporativo de Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional de Arauco).

### 3.3 Centro de Estudios Moleculares de la Célula (CEMC)

#### 3.3.1. Historia y características generales del Centro

El Centro de Estudios Moleculares de la Célula nace en septiembre del año 2002, con el objetivo de estudiar, fundamentalmente, el tema de la "transducción de señales", que se define como el conjunto de mecanismos que operan en células eucariontes normales y anómalas para descifrar las señales que reciben del entorno. Todas las materias incluidas en este Centro se encuentran bajo investigación extremadamente activa a escala mundial e incluyen preguntas relevantes a la función neuronal, la acción hormonal, la fisiología muscular, el sistema cardiovascular y los mecanismos de muerte celular, envejecimiento y cáncer.

Cuadro 1: Investigadores principales del Centro

<b>Investigadores Principales (Líderes de grupo)</b>
Hidalgo, Cecilia (Directora)
Jaimovich, Enrique
Lavandero, Sergio
Quest, Andrew (Subdirector)
Devoto, Luigi
Stutzin, Andrés

Retrospectivamente, el CEMC surge de la inquietud de una serie de investigadores y académicos de la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Chile por trabajar asociadamente el tema de la "transducción de señales". En este marco, la idea inicial fue tomar este tema en común como sello del Centro y con referencia a él postular al programa FONDAP. En concreto, comienzan siendo cinco investigadores: Dr. Cecilia Hidalgo, Dr. Andrew Quest, Dr. Felipe Sierra, Dr. Enrique Jaimovich y Dr. Andrés Stutzin. De acuerdo a las bases de FONDAP, se requería de un sexto integrante, que resultó ser el Dr. Luigi Devoto que también tenía interés en este tema, pero desde un enfoque bastante distinto, más aplicado a la clínica, específicamente en temas de medicina reproductiva (particularmente en temas de fertilidad y contra fertilidad).

Según lo que se pudo recabar en la conversación con la dirección del Centro, el comenzar a trabajar asociativamente en el marco del CEMC fue un trabajo bastante arduo. En un comienzo fueron horas y horas explicándose unos a otros el trabajo que estaba realizando cada uno, a pesar de estar todos asentados en el ICBM de la U. Chile. Según lo relatado por estos mismos actores, esta labor se tornó aun más difícil cuando al final del primer año de existencia del Centro el Dr. Felipe Sierra, uno de sus iniciadores, lo tuvo que abandonar por razones personales. Es ahí cuando llega el Dr. Sergio Lavandero, quien proviene de la facultad de Ciencias Químicas y farmacéuticas de la U. Chile, hecho que amplió el rango de acción del Centro a esta Facultad.

Desde ese momento, el Centro ha trabajado en las líneas de investigación ya reseñadas teniendo contacto directo con facultades de Medicina, Biología, Bioquímica y Química y Farmacias de la Universidad de Chile. A lo largo de su trayectoria se señala que el Centro ha logrado constituirse en un referente en lo que a transducción de señales se refiere, a nivel tanto nacional como internacional. En este sentido, lo que se destaca es que se ha logrado organizar un grupo humano especializado, uno de los más calificados dentro de la Universidad de Chile, con una trayectoria en investigación, involucrados en la investigación de frontera en referencia a una idea común. Esto aparece como fundacional en la materia, teniendo resultados que podrían haber sido impensados para la Universidad de Chile.

Lo anterior se ve refrendado en la misión y objetivos que se plantea el Centro, los que están completamente en sintonía con lo antes descrito. Desde este punto de vista, han sido su carta de navegación desde el inicio de su participación en FONDAP.

*“Misión: Apoyar a grupos de investigadores para que realicen investigación de excelencia en forma conjunta y para que además contribuyan significativamente a la formación de estudiantes de postgrado”. (Estudiante de Doctorado).*

En este contexto, el CEMC se ha propuesto dos grandes objetivos a) realizar investigación competitiva internacionalmente, con proyectos tanto individuales como colaborativos en el área biomédica y clínica, y b) contribuir en forma efectiva a la formación de nuevos científicos en estas áreas<sup>26</sup>.

### **3.3.2. Procesos de gestión del Centro**

#### *A. Ubicación y relación con la Universidad*

El CEMC está albergado dentro de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, utilizando dependencias que históricamente han sido de esta Facultad. A pesar de estar albergado por esta facultad, el Centro posee su propio financiamiento y tiene autonomía para invertir sus recursos. Concretamente, el dinero está en la Universidad de Chile, en otra cuenta, pero el presupuesto es autónomo.

A pesar de lo anterior, reconocen que el hecho de pertenecer a esta institución muchas veces hace que todos los trámites administrativos que involucren traspaso de fondos monetarios sean muy engorrosos. Al ser la Universidad de Chile sujeto de observación de la Contraloría General de la República, acciones tales como compras de equipos o materiales, demoran mucho más que en cualquier otra institución, lo cual aparece como obstaculizador de la labor del Centro.

A juicio de la dirección, si el Centro pudiese contar con personalidad jurídica tendrían una autonomía más efectiva para el manejo de los fondos, saltándose las trabas burocráticas a las cuales están atados. La personalidad jurídica es vista como un anhelo y deseo importante para la dirección del Centro.

En términos contractuales, todos los investigadores son profesores de la Universidad de Chile, por lo tanto reciben un sueldo por parte de ésta y una remuneración complementaria por el Centro FONDAF. En su conjunto, los investigadores principales del Centro están vinculados y realizan docencia en las facultades de Medicina, Biología, Bioquímica y Química y Farmacias de la Universidad de Chile.

Coyunturalmente, el tema de la relación con la Universidad ha estado muy presente en el último tiempo debido a la construcción de un nuevo edificio para el Centro, la que se ha gestionado con la misma Facultad de Medicina. Según lo relatado por la dirección y los investigadores principales, se intentó conseguir fondos con la Rectoría de la Universidad para la construcción de estas nuevas instalaciones, lo cual no fue factible y, en su opinión, es expresión del poco compromiso que la alta dirección de la Universidad tiene con el Centro y de la poca claridad que existe respecto a la valoración que ella hace de la labor que en el CEMC se realiza.

Desde algunos de los investigadores principales se señala que esta relación mala que la Universidad tiene con el CEMC no es la misma que con otros FONDAF que alberga la Universidad. Específicamente con los que están ubicados en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Para los investigadores, los problemas que estos Centros tienen no se comparan en nada con los que ellos tienen, básicamente por la mayor cantidad de recursos con que cuenta esa Facultad y por la importancia que se le asigna desde la alta dirección.

*“Los problemas que tienen ellos son los problemas de la clase ABC1, los problemas que tenemos nosotros son de la clase D ó E” (Investigador principal CEMC)*

---

<sup>26</sup> Tanto la misión como los objetivos han sido extraídos de la presentación que hizo la Dra. Cecilia Hidalgo, en el marco de la celebración de los 10 años de existencia del Programa FONDAF.

Por su parte, la relación que el Centro tiene con la Facultad de Medicina, tiende a ser de mejor calidad que la que se ha establecido con la rectoría de la Universidad, en lo que ha ayudado el hecho de que Luis Michea, investigador asociado del Centro, sea también el encargado de Investigación de la Facultad. A pesar de esto, desde la dirección y de varios de los investigadores principales se señala que tampoco existe un compromiso tan concreto de la Facultad con el CEMC, lo que se encuentra refrendado en que han tenido que pasar muchos años para se apruebe el proyecto del nuevo edificio.

*“La Facultad nos ha apoyado con el asunto del Edificio, pero el hecho que no es una prioridad quemante para la facultad se refleja que estamos en el año seis y todavía no hay edificio, hay compromiso, pero no creo que de vida o muerte, creo yo, si fuese tan fuerte el compromiso...ya lo tendríamos” (Dirección CEMC)*

La Facultad, en términos de información, nunca ha pedido los informes ni *papers* que genera el CEMC, pero ellos voluntariamente y por un tema de *“buena educación”*, le entregan toda esta información a la Decana, para mantenerla al tanto de los resultados que se están obteniendo y mostrar la contribución que hacen a la Universidad.

#### B. Estructura y organización

El CEMC está compuesto por 6 laboratorios dirigidos por los Dres. Cecilia Hidalgo, Andrew Quest, Andrés Stutzin, Luigi Devoto, Enrique Jaimovich y Sergio Lavandero que estudian en forma individual y colaborativa mecanismos de transducción de señales relacionados a señales de calcio, cáncer, esteroidogénesis, muerte celular y enfermedades cardiovasculares. Cada grupo de investigación colabora con 2 o más de los 5 grupos restantes. En cada laboratorio trabajan distintos estudiantes de post doctorado, de doctorado, estudiante de pregrado y otros colaboradores, los cuales son dirigidos por los seis investigadores mencionados.

Están, además, afiliados al Centro los Dres. Claudio Hetz y Luis Michea en calidad de investigadores asociados. En la práctica son investigadores independientes, y transversales a todas las líneas de investigación; esto, en opinión de ellos mismos y de los investigadores principales, no les impide estar muy imbricados en el diario vivir del Centro y ser parte muy importante de él.

Los seis investigadores principales componen el Consejo Directivo del CEMC, el que está estructurado por el equipo directivo: la Dra. Cecilia Hidalgo, como Directora y el Dr. Andrew Quest, como Subdirector, y por los Consejeros quienes son los restantes investigadores principales. Además, en el último tiempo se ha instado a los dos investigadores asociados a que participen de esta instancia.

Este consejo se reúne una vez a la semana con el fin de discutir y deliberar respecto a los principales temas que atañen al CEMC. En este sentido, y a juicio de la misma Directora, la estructura del Centro no es piramidal. Si bien hay una dirección, ésta propone para que luego haya una discusión conjunta con el resto de los investigadores principales, punto que se profundizará en el apartado referente a clima organizacional y sello del Centro.

Además de los investigadores principales y asociados, al interior del CEMC hay co-investigadores, colaboradores, post-doctorantes y doctorandos. Revisemos algunas características de cada uno de estos estamentos:

- Co-investigadores: Son investigadores independientes, es decir para estar en esta categoría deben tener su propio FONDECYT, lo cual fue una decisión que tomó el Consejo Directivo. Trabajan líneas de investigación propias o algunas en conjunto con los investigadores principales. Cada uno de éstos elige quiénes son sus co-investigadores.
- Colaboradores: No reciben honorarios por parte del FONDAP. Dentro de estos colaboradores pueden ser redes internacionales con las cuales tienen firmados acuerdos institucionales o nexos personales de cada investigador principal. Dentro de los acuerdos institucionales está, por ejemplo, la colaboración con el Instituto Luis Pasteur de Montevideo, Uruguay.

- Postdoctorantes: Actualmente son 12, cada uno trabaja en los distintos laboratorios “principales”, de acuerdo a su tema de investigación. El Centro FONDAP financia actualmente 3 Postdoctorantes y el resto son otros que cuentan con financiamiento de FONDECYT para post doctorados por ejemplo, u otras becas y programas.
- Doctorados: Al igual que los post doctorados, cada uno trabaja en el laboratorio del investigador principal de acuerdo a su tema de investigación.

Organizativamente, desde la dirección del Centro se destaca la autonomía que tiene cada “Laboratorio” dirigido por cada uno de los distintos investigadores principales. En este sentido, no hay una relación de supervisión entre Director y cada uno de estas líneas investigativas. Son unidades independientes, con un estilo propio y que va de acuerdo a su tradición. Esta tradición va de la mano estrechamente con el trabajo que cada investigador principal lleva haciendo desde siempre. En este sentido, se señala que hay autonomía de cada laboratorio para contratar a los investigadores y el personal que le parezca pertinente y para imprimir su propio sello de trabajo.

Adicionalmente, el CEMC cuenta con un Consejo Asesor Internacional que presta asesoría técnica experta al Centro en los temas que son su objeto de estudio y en la gestión del conocimiento que en éste se genera. Existe una buena opinión respecto del aporte que este Comité Asesor ha hecho al Centro, sin embargo en el trabajo en terreno no se logró profundizar mayormente en estas apreciaciones. Este comité esta compuesto por los siguientes investigadores internacionales:

Asesor	Institución
Dra. Klip, Amira	University of Toronto, Canadá
Dr. McMaster, Chris	Dalhousie University, Canada
Dr. Munroe, David	National Cancer Institute, NIH, USA
Dr. Petersen, Ole	University of Liverpool, UK
Dr. Strauss, Jerome	University of Pennsylvania, USA

Por último, el Centro cuenta con alrededor de diez personas que cumplen con labores administrativas y de secretaría.

### C. *Sello y cultura organizacional*

A juicio del equipo directivo, existe un sello organizacional en el CEMC, el cual está estrechamente ligado a los objetivos que se han propuesto de un comienzo y que se han ido reforzando con el correr de los años. Estos son realizar ciencia de excelencia y formar capital humano de una alta calidad. Adicionalmente, lo que destacan es que lo que ellos realizan es ciencia básica, y ese es su orgullo, en tanto consideran que han puesto mucha dedicación a ella y es un tema que “saben hacer bien”. Desde el comienzo, el Centro se pensó como un polo de formación de capital humano y de contribución al desarrollo del país, entendido esto como que a través de la ciencia básica se puede colaborar en el avance de temas clínicos que sean relevantes para la realidad nacional, por ejemplo, focalizándose en las enfermedades que están entre las mayores causas de muerte en el país.

*“Queremos ser un polo de capital humano y formar a la nueva generación de investigadores biomédicos que se aboquen a los problemas de salud relevantes para el país...eso está puesto ahí (se refiere al proyecto del CEMC), desde el día uno” (Dirección del Centro)*

Los investigadores principales, en general, coinciden con los planteamientos antes expuestos y agregan el que el sello del CEMC se podría caracterizar por la idea de la “diseminación del conocimiento”, siendo el logo del Centro una metáfora de esta consigna<sup>27</sup>. Diseminar conocimiento de alta calidad para generar

<sup>27</sup> El logo del Centro es una flor que se disemina por el aire.

masa crítica de investigadores en los temas que centran la atención del Centro, destacando con esto como uno de sus principales aportes la formación de capital humano avanzado.

Este claro reconocimiento de un sello por parte de los fundadores del CEMC no se da para el caso de los estudiantes de doctorado y post doctorado. Ambos estamentos coinciden en que el sello del Centro no existe, o bien, es bastante difuso y tiende a depender de cada uno de los investigadores principales y los laboratorios que ellos llevan.

Lo anterior está fundamentado en la opinión compartida de que el sello se va creando en la interacción diaria y cotidiana de los Centros, la que se da en el caso del CEMC, principalmente, en cada laboratorio por separado, dado el aislamiento espacial en que se encuentra cada uno de ellos respecto de los demás. Para los actores reseñados, en este caso, la falta de un sello organizacional claro sería el correlato del aislamiento espacial en que se encuentran los distintos laboratorios.

*“Está esta cosa de una vez al año (se refiere a una convivencia que organiza el Centro), y que en el fondo uno se sienta a conversar con los mismos de siempre, pero lo que a mí me gustaría, yo extraño y siempre he anhelado es la interacción diaria” (Estudiante de Post-doctorado)*

*“Qué tú te enteres de el experimento que está haciendo y ver si tienes algo que decir respecto a eso, eso genera interacción, pero a edificios de distancia no se puede” (Postdoctorante)*

En este sentido, por más claridad que exista en el sello y la “marca registrada” que los investigadores principales quieran dar al Centro, sin espacios comunes que permitan la interacción y el intercambio de experiencias y conocimientos entre los investigadores de distintos estamentos, es muy difícil que estos puedan sentirse parte de una organización con un sello propio y conocido, y que vaya más allá del trabajo que se realiza en los laboratorios en particular.

Este es un tema que también es reconocido por la Dirección y que le preocupa, por ello señala que es tan importante para poder generar una cultura común y mayor comunicación entre las líneas investigativas, el contar con un edificio común. En este sentido, señala que la no existencia de este edificio común ha dificultado aun más la generación de una cultura común: el clima de trabajo, la tradición y la cultura es netamente de cada laboratorio, los que tienen su propio ritmo, su propias formas de trabajo, que van muy de la mano de cómo el investigador principal ha trabajado siempre, más allá de pertenecer ahora al FONDAP.

*“La gente del Centro ya tenía cierta trayectoria de investigación, y continúan con esa forma de interactuar con los estudiantes, con los co-investigadores. Cada uno sigue manejando su mundo de la misma forma, adaptándose a las necesidades del Centro. Pero la verdad es que cada uno maneja como siempre lo ha hecho. Lo que ha cambiado, es que ahora cada uno tiene más recursos y también hay asignaciones de tareas que antes yo solo no habría hecho, como por ejemplo dictar una serie de cursos transversales en la Universidad de Chile en el postgrado” (Dirección del Centro)*

A pesar de todo lo señalado anteriormente, algunos de los estudiantes de doctorado y los post doctorados entrevistados reconocen la existencia de ciertas instancias “formales” propias del Centro, donde se puede dar una suerte de interacción y que debieran ser potenciadas. Entre ellas se cuentan: el Congreso FONDAP que se realiza en Enero, donde se da una instancia de interacción o de al menos “Enterarse de lo que sucede en las otras áreas” y los Seminarios Semanales organizados por el Centro, los que son más constantes, pero que no cuentan con toda la convocatoria que sería ideal.

En términos de clima laboral, la dirección del Centro y los investigadores principales consideran que la interacción al interior del CEMC es muy constructiva, lo que es fomentado e intencionado por ellos. De todas maneras, en este positivo marco, se reconoce sin embargo que el clima laboral en concreto

depende mucho del laboratorio del cual se esté hablando y del estilo de liderazgo y formas de trabajo que impongan los investigadores principales en cada uno de ellos. Lo cual nuevamente encuentra su causa en la falta de espacios comunes que posibiliten la interacción entre profesionales de distintos laboratorios. Todas estas opiniones son compartidas por los post doctorandos, quienes señalan que es difícil hablar de un clima del Centro, dado que cada laboratorio tiene lógicas propias y que no necesariamente son compartidas por los demás, lo que se agrava con la mencionada falta de espacios comunes.

Por su parte, los estudiantes de doctorado señalan que las relaciones son cordiales y fluidas entre los distintos investigadores, incluso cuando no son del mismo laboratorio. Como anécdota, comentan que pueden pasear por los distintos laboratorios en caso de necesitar un equipo o un reactivo para realizar su trabajo, dadas las buenas relaciones que se han establecido con los demás doctorandos y post doctorandos. Todo esto se podría potenciar mucho si tuvieran un espacio común que generase mayor interacción. Los post doctorandos opinan de manera similar en este tema, aunque no son tan tajantes en lo que se refiere a las buenas relaciones interlaboratorios.

Respecto a la relación con los investigadores principales, establecen que en general depende del carácter de cada uno de ellos. Asimismo, señalan que la relación con cada tutor directo, del laboratorio donde trabajan parece ser más fluida que con el resto de los investigadores principales.

*“Yo que trabajo con el profesor Lavandero y con Claudio Hertz, que es asociado al FONDAP, tengo una buena relación con ellos, pero yo jamás hablo con Quest, con Jaimovich, por ejemplo...” (Estudiante doctorado).*

No obstante esto, sienten que si necesitaran hablar con otro de los investigadores principales por algún tema específico tendrían las puertas abiertas y serían bien recibidos.

Con respecto a la toma de decisiones al interior del Centro, en virtud a lo conversado con la dirección y los investigadores principales, se puede señalar que éstas se toman a nivel de Consejo, es decir, los directivos (Directora y Subdirector) en conjunto con los otros cuatro investigadores principales. En este marco, los dos primeros proponen y discuten entre ellos las posibles alternativas y luego se comparten estas ideas con el resto para tomar las decisiones. En el último tiempo se ha invitado a estos consejos a los dos investigadores asociados, para que también participen de esta instancia. Esta manera conjunta de tomar las decisiones, al menos entre los investigadores de mayor jerarquía, es considerada como positiva y un logro a nivel de la gestión del Centro.

*“Nosotros como científicos nos enseñan a ser independientes, entonces cuando uno tiene que asociarse no es tan fácil, pero el hecho de tener una reunión semanalmente, que se llegue a acuerdo, es algo muy bueno” (Subdirector CEMC)*

En este sentido, los investigadores principales y la dirección del Centro coinciden en que se han aprendido lecciones muy significativas con la formación del CEMC, sobretodo en lo que se refiere al trabajar con otras personas, lo cual no es obvio en el mundo de la ciencia. Concretamente, estas lecciones han estado relacionadas con el compartir metodologías, la formación y el trabajo de los estudiantes y la infraestructura y equipamiento que el FONDAP permite adquirir.

#### *D. Política de RRHH*

Según la información que se pudo recabar en el trabajo de terreno, no existe un mecanismo formal para el reclutamiento de investigadores, tesis, estudiantes de doctorado y postdoctorantes, llegando al CEMC básicamente por demanda espontánea. En el caso de los co-investigadores, cada uno de los investigadores principales decide con quién trabaja, el requisito es que sean investigadores independientes, es decir que tengan ganado un Fondecyt regular. Para este caso, si bien no hay un mecanismo formal y establecido para la selección, se consultan indicadores de impacto, número de publicaciones, etc. para evaluar la productividad científica y con esto la calidad del investigador.

Según lo que se pudo recabar en la entrevista con la dirección del Centro, para el caso de la evaluación de desempeño y los incentivos y sanciones asociadas a ellas, tampoco hay un mecanismo formal para determinarlas, sólo existen “sugerencias” que los investigadores pueden realizar a sus estudiantes de doctorado y a los postdoctorantes en términos de la cantidad y calidad de los trabajos que deberían desarrollar y de las publicaciones que éstos podrían generar.

Concordantemente con lo anterior, los estudiantes de doctorado señalan que el sistema de evaluación de desempeño es más bien tácito, informal. Para ellos, el resultado de estar estudiando un doctorado es algo que se verá más adelante, cuando obtengan su título y que es algo para sí mismos. Sin embargo, el trabajo de tesis lo ven como un trabajo más, donde cada día tienen que venir a trabajar, conversar con su jefe y cumplir. Por ende, saben que en ese día a día están siendo evaluados de todas formas y que “el que no lo hace bien, no sirve”.

Por otra parte, en lo que se refiere a la proyección de los investigadores al interior del Centro, los estudiantes de doctorado y los postdoctorantes señalan que la proyección al interior del Centro es complicada, ya que los puestos estables de éste están ocupados por los investigadores principales, estamento al que por curriculum asumen que no podrán llegar, al menos en el mediano plazo. De esta manera, entienden que están sólo de paso por el Centro –mientras terminan su doctorado o post doctorado- y que luego de ello deberán intentar ir a hacer una pasantía post doctoral al extranjero, o bien, postular a un cargo como académico en alguna universidad. Sin embargo, muchos ven el posicionarse como postdoctorante en un FONDAP como una solución temporal de ocupación para profesionales altamente calificados, pero luego de eso no hay claridad respecto de cual será su futuro. En este sentido, se les entrega ocupación por cinco años, pero luego de eso no hay una respuesta cierta ni un futuro claro.

*“(…) las platas FONDAP absorbieron el tener muchos estudiantes de doctorado sin plata, entonces ahora tienen plata... es aplazar el problema por cinco años, ¿y luego qué? (Postdoctorante)*

#### *E. Gestión financiera*

Como todos los Centros FONDAP, el CEMC posee su propio financiamiento y tiene autonomía para invertir sus recursos. Concretamente, el dinero está en la Universidad de Chile, en otra cuenta, lo que les permite un manejo presupuestario autónomo. Para ejercer las labores administrativas y financieras, se tiene contratada una persona que hace todas las gestiones con la facultad en término de las cuentas del Centro y que lleva la contabilidad de éste.

Respecto a la rendición de cuentas, ésta se realiza a CONICYT no a la Universidad, aunque esta última vise las rendiciones, lo que es necesario en tanto el dinero está en una cuenta que le pertenece. Aunque la decisión de cómo se invierten esos dineros es sólo del Centro.

En lo relativo a la asignación de recursos, lo que se hace concretamente es asignar un monto fijo a cada “Laboratorio” (Línea de Investigación) y cada uno de los investigadores principales ve cómo se reparte ese dinero. Eso dependerá de con cuánta gente trabaja en el laboratorio, cuántos co-investigadores tengan, las necesidades en equipamiento e insumos que tengan, etc. Por su parte, a la hora de comprar equipos comunes o decidir sobre infraestructura en la cual invertir, las decisiones se toman a nivel de Consejo del Centro.

En el ámbito de los factores obstaculizadores de la gestión financiera del Centro, uno de los principales que puede evidenciarse es la falta de una personalidad jurídica propia, lo que lleva a que su manejo contable se haga mucho más engorroso. Al depender de la Universidad de Chile, están sujetos a la observación de la Contraloría General de la República. En este sentido, y de acuerdo a lo que declara la Dirección y los investigadores principales del CEMC, es deseable absolutamente contar con esta personalidad para tener mayor libertad de manejo de fondos, lo que les permitiría no tener que estar sujetos a las trabas burocráticas antes descritas.

En este sentido, se comparan con el programa Milenio, donde los investigadores siguen siendo profesores de las distintas facultades de las Universidades donde se encuentran y los Centros cuentan con personalidad jurídica, lo que facilita su gestión. Asimismo, establecen que es factible esta solución más allá de la oposición que ha demostrado la alta dirección de la Universidad, la que está fundada en que se pierde jurisdicción sobre el Centro y en que los investigadores pueden comenzar a incumplir sus obligaciones académicas con la Universidad.

*“El gol ya se lo hicieron los Milenios, pero así fue, la gente de los institutos milenios ya tiene personalidad jurídica dentro de la Universidad de Chile, entonces se puede. Y no han perdido a los profesores....” (Dirección del Centro)*

Por último, respecto a la suficiencia de los recursos con que se cuenta, la dirección está muy consciente que el dinero que tienen para realizar sus labores es insuficiente, pero que dentro del contexto de la ciencia en Chile son privilegiados, lo que no quita que deban realizar maniobras para poder lograr financiar la investigación que se realiza en su interior.

En este marco, una de las estrategias que utilizan para poder aumentar su financiamiento es que los estudiantes de post doctorado entran al CEMC y, ya dentro, postulan a distintas becas de financiamiento, liberando de esa forma dineros para poder financiar a otros estudiantes o invertir en lo que se estime conveniente. Lo mismo sucede con otros investigadores que trabajan en el Centro, cada uno tiene su FONDECYT regular u otras becas, de manera de poder generar más recursos en conjunto.

#### *F. Relación con el exterior*

El Centro tiene una serie de colaboraciones con redes internacionales de carácter formal e informal. Dentro de éstas destacan el acuerdo que tienen con el Instituto Pasteur de Montevideo y las redes que poseen con la Universidad italiana de Ferrara. Esto además de otras vinculaciones a nivel de Universidades que tienen como objetivo el intercambio de estudiantes a lo largo y ancho de todo el mundo.

Por otra parte, están estas instancias más informales de redes personales de cada uno de los investigadores que logran conectar al Centro con gran parte del mundo. Estas colaboraciones se han establecido con otros científicos de Chile, Argentina, Estados Unidos, Canadá, el Reino Unido, Francia, Italia, Alemania, Suiza, Suecia, España, Dinamarca, Corea y Japón. A través de ellas, los estudiantes también pueden posicionarse internacionalmente, ir a cursos en el extranjero, colaborar en investigaciones internacionales, e incluso ser tutorados por investigadores desde el extranjero, lo cual es visto como un gran plus para los estudiantes.

Desde los investigadores principales, se considera que esta vinculación con el extranjero se ha dado en gran medida por estar en el Programa FONDAF, principalmente porque esto les ha permitido organizar cursos y seminarios donde han traído científicos de alto nivel, teniendo un impacto local muy grande.

Todos los vínculos reseñados, que han sido establecidos para fomentar el intercambio científico y de estudiantes son muy valorados por los investigadores del Centro, en todos sus estamentos.

Institucionalmente, el CEMC no posee mayores vínculos con otros Centros FONDAF, no existiendo contacto ni un trabajo sistemático con ellos. Esto más allá del conocimiento personal que puedan tener de algunos investigadores que trabajen en otros Centros. El Centro con el que sostienen un mayor contacto es el CRCP de la Pontificia Universidad Católica, básicamente por la cercanía temática que tienen.

#### **3.3.3. Relación del Centro con programa FONDAF**

La relación con la dirección del programa FONDAF en CONICYT se evalúa como muy buena, competente y por sobre todo flexible, tendiendo a facilitar el trabajo del Centro, más a que a obstaculizarlo. Esto ha ido en aumento en los últimos años, lo cual se ve expresado, por ejemplo, en el

hecho que en el último tiempo se haya permitido a los investigadores principales, exceptuando a la Directora, conseguir otros financiamientos, como por ejemplo FONDECYT.

En la opinión de la dirección y administración del Centro, un elemento que se destaca como un gran facilitador de la relación entre el Centro y el Programa FONDAP, es el buen trabajo y la disposición que han mostrado la Coordinadora y la Directora de la iniciativa, para facilitar la gestión del Centro.

Ejemplo de esto es lo que señala la administradora del CEMC respecto a la flexibilidad que ha mostrado CONICYT para cambiar ciertos puntos de la planificación cuando esto se amerite. Así, señala que sólo hay que justificar cuando se salen mucho de los márgenes del presupuesto para cada ítem, pero no pedir permiso cada vez que se desea hacer un gasto. Lo cual sin duda agiliza las gestiones que el Centro quiera llevar a cabo.

### 3.3.4. El Centro en su conjunto: análisis por objetivos

En esta sección se presenta un análisis de la evolución del Centro, considerando el cumplimiento de cada uno de los cinco objetivos planteados por el Programa FONDAP, combinándose en este caso aspectos cualitativos y cuantitativos.

#### Objetivo 1: Fomentar la investigación asociativa

INDICADORES <sup>28</sup>	Línea de base					Período de Vigencia del Centro				Total
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
<b>1</b>	<b>Fomentar la Investigación Asociativa</b>									
1.1				4	0	0	3	0	7	
1.2				12	12	18	13	8	63	
1.3									7	
1.4			5	5	9	25	6	3	53	
1.5			1	1	15	10	7	2	36	
1.6									47	

<sup>28</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

Gráfico 1: Evolución de visitas de extranjeros al Centro y de investigadores del Centro al extranjero

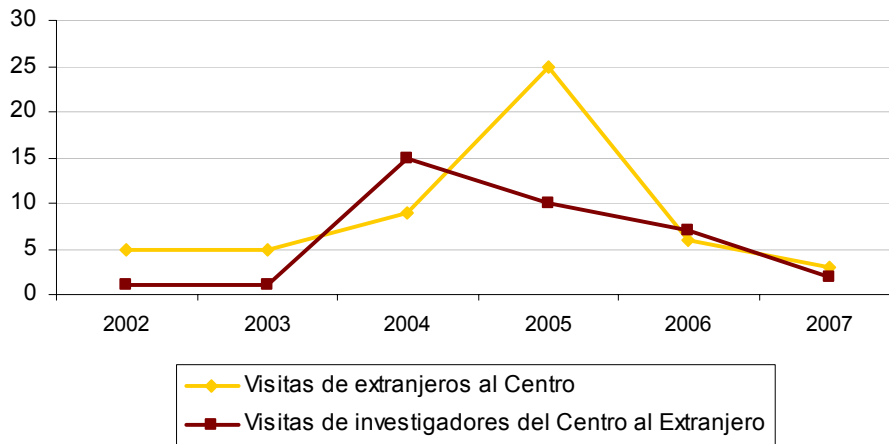
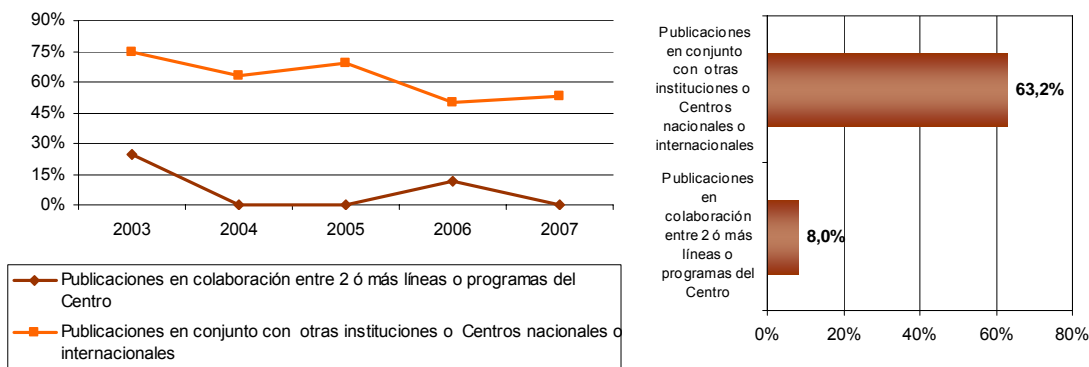


Gráfico 2: Evolución de las publicaciones realizadas con otras líneas o programas de investigación y con instituciones nacionales o internacionales<sup>29</sup>, participación sobre el total de publicaciones



Del análisis de los gráficos y la tabla precedentes, se puede concluir que el Centro ha logrado un buen desempeño y demuestra un cumplimiento satisfactorio en lo que se refiere al objetivo de fomentar la investigación asociativa.

Se observa que las visitas de miembros extranjeros al Centro han sido en general superiores a las visitas de miembros del Centro al exterior, el Gráfico 1 señala la evolución de estas dos variables, mostrando que las visitas por año no han sido estables.

Con respecto a las publicaciones en colaboración con 2 ó más líneas de investigación, éstas han representado entre un 0% y un 15% de las publicaciones totales del Centro, alcanzando un promedio del 8% considerando toda la vida del Centro. El porcentaje de publicaciones en conjunto con otras instituciones nacionales o internacionales es superior pero decrece a lo largo de la vida del Centro, en promedio alcanza un porcentaje del 63,2% sobre el total de publicaciones.

Desde la aproximación cualitativa, en esta dimensión los investigadores principales y la dirección del Centro, destacan los resultados obtenidos y sobretudo el gran logro que constituyó el haberse

<sup>29</sup> El porcentaje de publicaciones realizadas en conjunto con otras instituciones nacionales o internacionales es un valor medio del intervalo indicado en el indicador 1.2 de la tabla precedente.

conformado como un grupo de investigadores que están trabajando bajo un tema común, generando *masa crítica* en el tema de la transducción de señales, lo que les ha permitido obtener logros que de otra manera hubiesen sido impensables. Son alrededor de 170 personas las que se reúnen en el Centro, siendo sólo diez personas las de carácter administrativa, lo que catalogan como todo un éxito en términos de generar investigación asociativa, lo cual es visto como uno de los más grandes plus que ha aportado el Programa FONDAP.

Concretamente, el hecho de tener variadas líneas de investigación en el Centro acarrea como resultado que muchos de los estudiantes de doctorado tengan varios tutores en distintas líneas, esto se considera como uno de los valores agregados que otorga ser parte de un Centro FONDAP, en tanto se genera trabajo conjunto y comunicación entre los estudiantes de cada línea. Para los investigadores principales esto permite incorporar conocimientos y estrategias experimentales de distintos laboratorios.

Por otra parte, también se han establecido focos de interés común, los que aparecen como líneas de investigación que tocan a todos los grupos. Ejemplo de esto es el tema de muerte celular, sobre el cual todos los laboratorios trabajan paralelamente y desde sus propias perspectivas, enriqueciendo el conocimiento que se genera.

Otro tema que se podría identificar como un resultado positivo en esta línea es la creación de cursos de posgrado transversales en la Universidad de Chile. El Dr. Andrew Quest es uno de los que más ha fomentado esta iniciativa, trabajando con otros investigadores en las lecciones que se imparten y las estructuras de los cursos.

No obstante todos estos resultados que se vislumbran como positivos respecto a la asociatividad que genera el Centro FONDAP, algunos de los investigadores principales consideran que el Programa en un comienzo lo que buscó fue asociar “seis FONDECYT” individuales. Estrategia para ellos errada, en tanto un Centro no debería ser la suma de las partes simplemente, sino que ser algo más. Otorgar un plus. En este sentido, no es lo mismo una iniciativa asociativa que sólo juntar seis investigadores que trabajaban de forma separada. Es decir, para que realmente un programa logre ser efectivo debe ser un programa asociativo en sí mismo. Es decir, a un nivel no solamente agregado, sino que genere un valor agregado, para lo cual se necesitan recursos que financien líneas de investigación que sean del Centro mismo, no de las líneas individuales. O también, recursos para generar investigación entre Centros, no sólo colaboración de un investigador con otro.

## Objetivo 2: Realizar investigación de excelencia

INDICADORES <sup>30</sup>		Línea de base			Período de Vigencia del Centro					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
2	Desarrollar Investigación de Excelencia									
2.1	Número de Publicaciones ISI del Centro (ver nota al pie)♣	13	12	16	14	19	26	25	15	140
2.2	Número de Publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	3	5	0	2	0	4	4	0	14
2.3	Impacto promedio de las publicaciones del Centro	3,773	4,455	2,082	4,589	3,634	3,727	3,905	4,230	

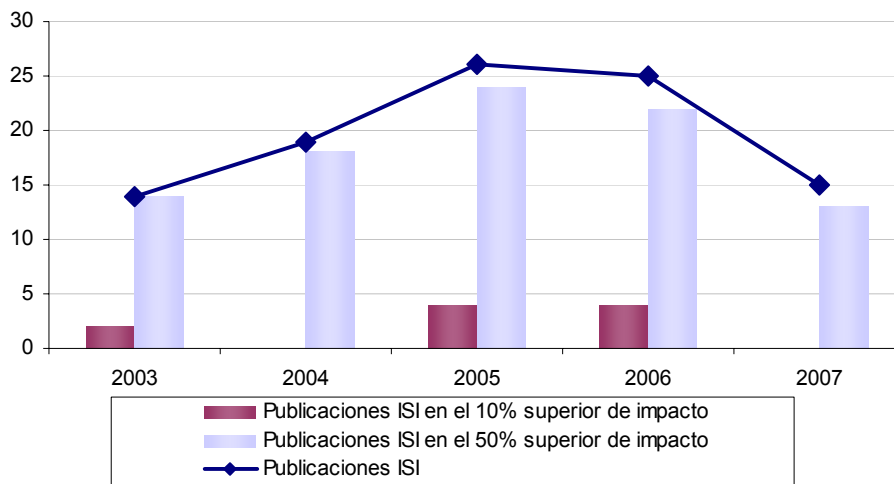
<sup>30</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información

♣ El número de publicaciones consignado corresponde a las publicaciones que el Centro reporta a CONICYT luego de extraer aquellas publicaciones realizadas por autores del Centro, pero no correspondientes al programa.

**CAPÍTULO 3 - Resultados de la evaluación individual de los Centros y de sus investigadores**  
CEMC

INDICADORES <sup>30</sup>		Línea de base			Período de Vigencia del Centro					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
2.4	Número de Publicaciones ISI en el 50% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	12	9	14	14	18	24	22	13	126
2.5	Libros o Capítulos de libros escritos por miembros del Centro			1	4	3	3	2	1	14
2.6	Número de eventos científicos organizados o co-organizados por el Centro			2	2	1	3	2	2	12
2.7	Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros del Centro			12	35	43	39	31	26	186
2.8	Premios en reconocimiento a los logros científicos	2			5			14		21

**Gráfico 3: Publicaciones ISI, publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>31</sup>**



<sup>31</sup> En este gráfico no se consideran los años correspondientes a la línea de base, debido a que los valores absolutos de las publicaciones no son comparables. Esto se explica porque para el período Centro se incluyen las publicaciones de todos los investigadores que pertenecen a éste, mientras que para la línea base se incluyen sólo publicaciones de los investigadores principales.

Gráfico 4: Porcentaje de publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>32</sup>

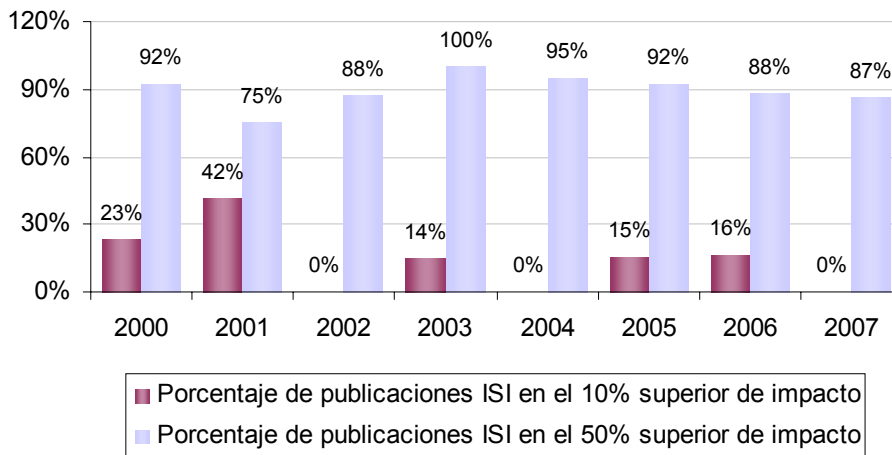
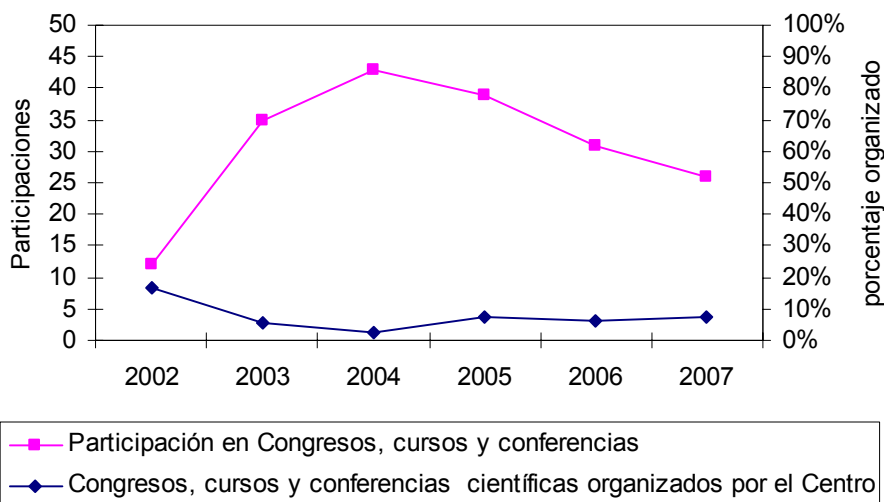


Gráfico 5: Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros del Centro y porcentaje de congresos, cursos y conferencias organizadas por el Centro



De la tabla y los gráficos precedentes se puede concluir que la evolución de los indicadores referentes al desarrollo de investigación de excelencia es relativamente buena. El número de publicaciones ISI es creciente hasta el año 2005, año en el que empieza a caer. Las publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la disciplina alcanzan un total de 10, con respecto a las publicaciones en revistas dentro del 50% superior de impacto de la disciplina correspondiente, éstas siguen la misma evolución que las publicaciones ISI totales y representan más del 85% de las mismas en el período del Centro, no se observan diferencias relevantes en el período previo al Centro, el valor mínimo es del 75%.

En relación a los congresos, cursos y conferencias se puede observar en la tabla y en el Gráfico 5 que la participación de miembros del Centro en este tipo de actividades creció notablemente en el año 2003 con la creación del Centro y luego se fue reduciendo levemente a lo largo del tiempo; los cursos organizados varían entre 1 y 3 por año.

<sup>32</sup> La forma de cálculo de estas variables se especifica en la página A147 del Anexo 2.

Análisis conjunto de investigadores principales

Gráfico 6: Citas promedio por publicación pre Centro y durante el funcionamiento del Centro–Tendencias

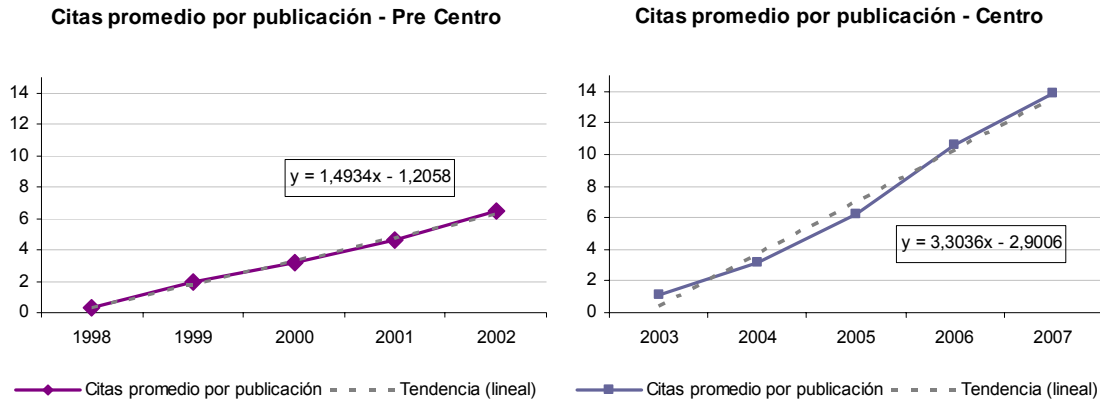
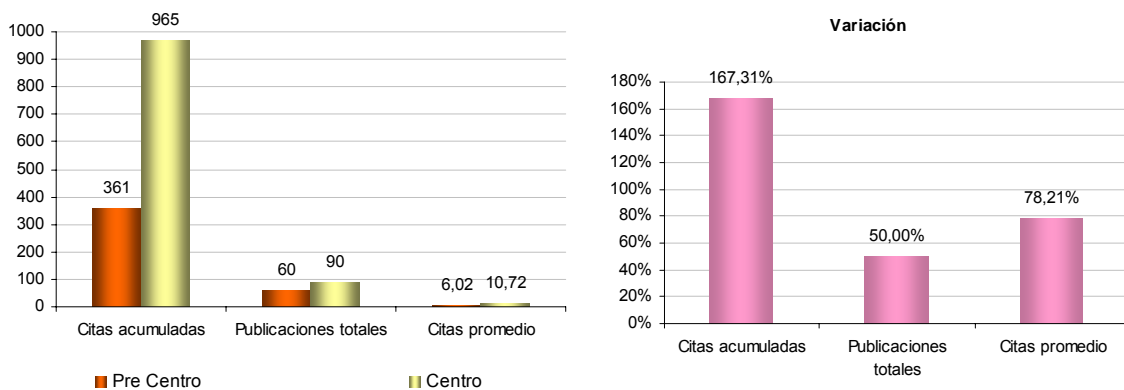


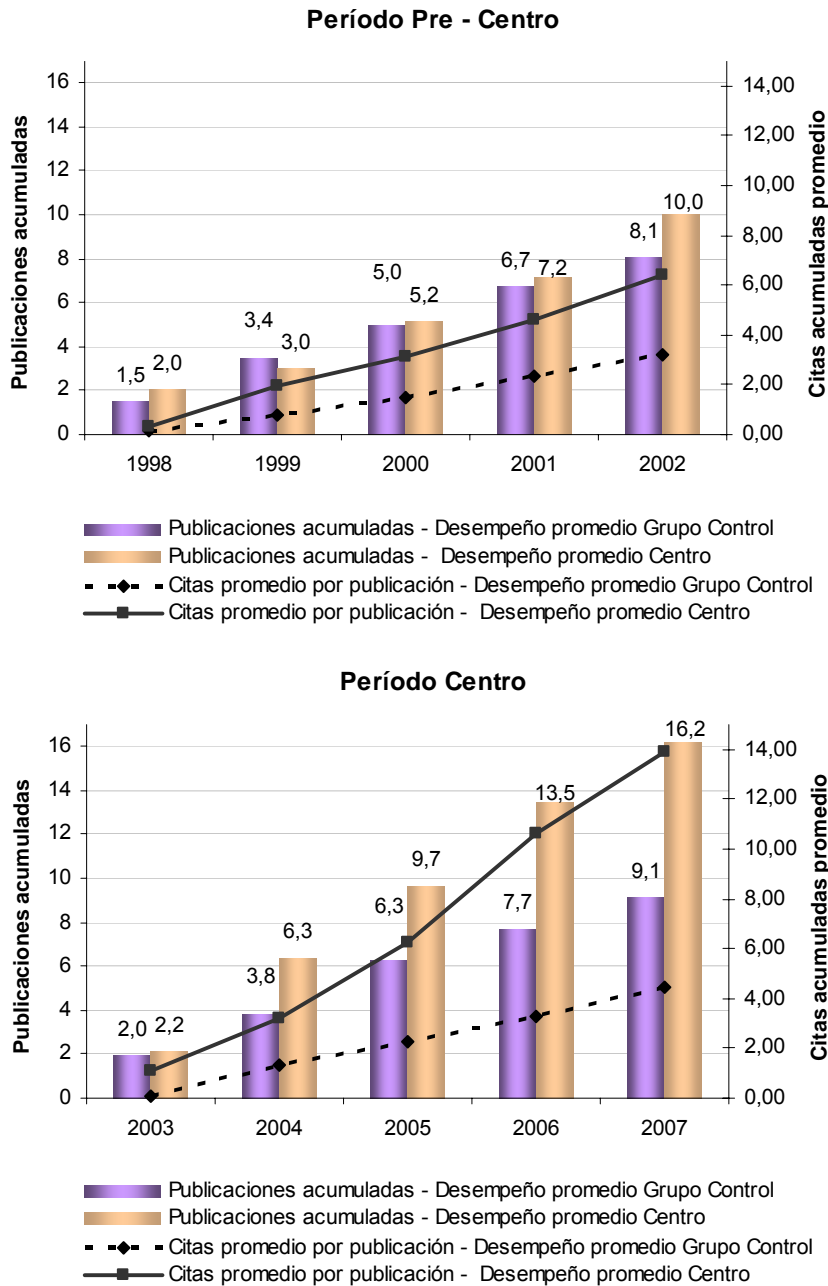
Gráfico 7: Citas totales, publicaciones totales, citas promedio y tasa de crecimiento – Período pre Centro y durante el funcionamiento del Centro



Como se observa en los dos gráficos anteriores, las citas por publicación en el período del Centro son mayores a las del período pre Centro. Mientras que en el período pre Centro las citas promedio por publicación crecen anualmente en 1,5 citas por publicación, en el período del Centro el crecimiento promedio anual es de 3,3 citas por publicación.

De la observación del Gráfico 7 se puede concluir que las publicaciones del Centro han sido de mejor calidad. Tanto las publicaciones como las citas han crecido notablemente en el período de funcionamiento del Centro, pero dado que el Crecimiento en las citas es mayor al crecimiento en las publicaciones se puede concluir que éstas últimas han sido citadas en promedio mayor cantidad de veces.

Gráfico 8: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control



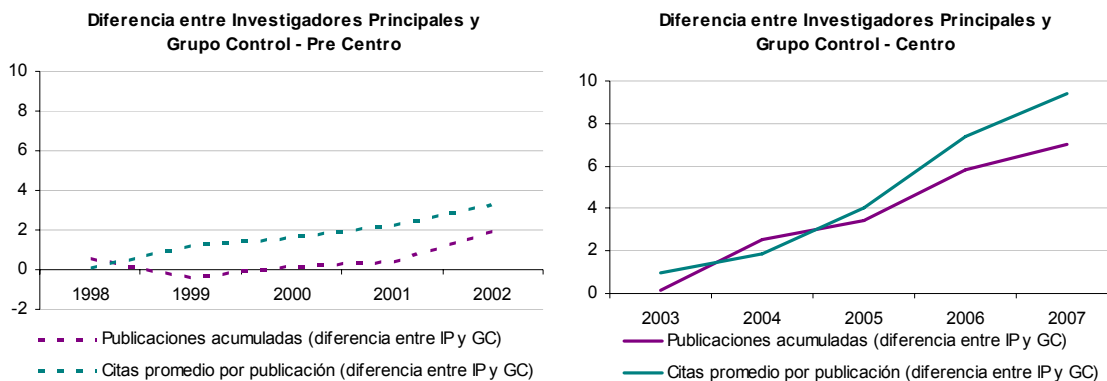
Los presentes gráficos permiten comparar, tanto para el periodo previo al Centro como para el periodo posterior a la puesta en marcha del Centro, el desempeño promedio de investigadores del Centro FONDAP CEMC contra el del desempeño promedio que surge a partir del grupo control confeccionado para este Centro.

Para el periodo previo a la puesta en marcha del Centro no se evidencian diferencias significativas entre el volumen de publicaciones que surge del desempeño promedio de los investigadores del Centro FONDAP y el número de publicaciones que surgen del desempeño promedio del grupo control, sin embargo, las veces que éstas fueron citadas son mayores para las publicaciones de los investigadores FONDAP que para las publicaciones observadas para el desempeño promedio del grupo control.

Para el periodo posterior a la creación del Centro FONDAP CEMC se evidencia que tanto el volumen de publicaciones como las veces que éstas fueron citadas fue mayor para el investigador principal promedio del Centro FONDAP. Esta diferencia pareció acentuarse a través del tiempo. De este modo puede evidenciarse que tras la creación del Centro el desempeño conjunto de los investigadores evidenció una considerable mejoría, la cual al ser comparada con el desempeño del grupo control se muestra como significativa.

Para clarificar estos puntos, se presentan a continuación 2 gráficos, el primero correspondiente al período previo al Centro y el segundo correspondiente al período Centro. En ambos se muestran las diferencias observadas entre el promedio de investigadores del Centro y el promedio del Grupo Control para las dos variables consideradas anteriormente, el volumen acumulado de publicaciones y el promedio de citas por publicación acumulado. Como se puede observar mediante la inspección del Gráfico 9, los Investigadores Principales presentan un mejor desempeño en comparación al Grupo Control en términos de ambas variables se ampliamente reforzada en el período Centro. De esto es posible inferir que el Centro ha tenido un impacto muy positivo tanto en la cantidad como en la calidad de las publicaciones de los investigadores.

**Gráfico 9: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control - Diferencias**



Para los investigadores principales y la dirección del Centro, y en base a los resultados objetivos obtenidos, la calidad de la investigación que se realiza es uno de los componentes principales que los validan como Centro de excelencia. Concretamente, el constituirse como CEMC los ha posicionado en revistas internacionales muy importantes, como por ejemplo *Neuroscience*, y les ha permitido aumentar progresivamente el factor de impacto de sus publicaciones. Ambos indicadores son evidencia de mejoras en la calidad de la investigación que se está realizando. Por otra parte, destacan que gracias al FONDAP han aumentado al doble el número de citaciones en revistas relevantes.

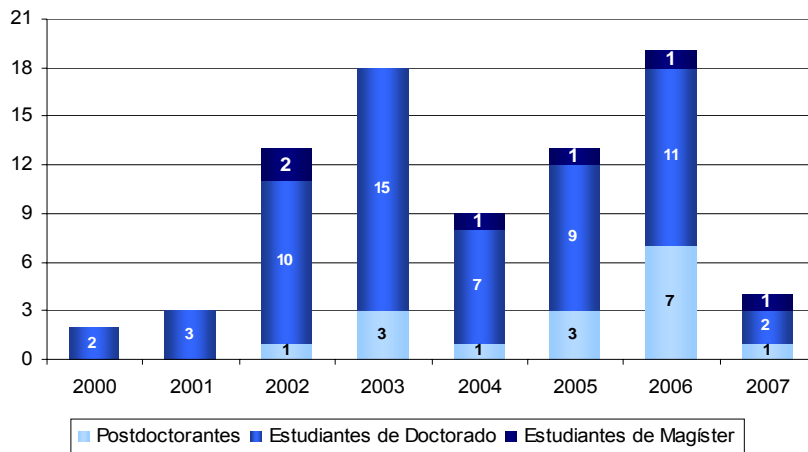
Adicionalmente, se señala que el constituirse como Centro les ha permitido conseguir equipamiento muy avanzado que ha hecho avanzar mucho en la investigación. Estos equipos centrales, *facilities* del Centro, les han permitido dar un “salto cuántico” en términos de aumento y calidad de la investigación. Ejemplos de equipos que han contribuido a hacer investigación de mejor calidad son la *facilities* de virus con que cuentan, el citómetro y el microscopio focal, entre otros.

Por su parte, para los estudiantes de doctorado y los post doctorandos, el resultado es claro: se hace investigación de muy buena calidad, lo cual se ve traducido en el número de publicaciones e indicadores de impacto. De esta manera, comparan la calidad de la investigación que se realiza en el Centro con la de Centros e investigadores internacionales, evaluándola como tan buena o mejor. Desde este punto de vista, ven como una ventaja estar en un Centro FONDAP por el nivel de publicaciones a los cuales pueden llegar, lo cual es muy importante a la hora de postular a un cargo a futuro.

**Objetivo 3: Formar capital humano avanzado**

INDICADORES <sup>33</sup>	Línea de base					Período de Vigencia del Centro				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	
3	Formar Capital Humano Avanzado									
3.1	Número de postdoctorantes				4	4	7	12	14	41
3.1	Número de postdoctorantes NUEVAS INCORPORACIONES (ver nota al pie)♦			1	3	1	3	7	1	16
3.2	Estudiantes de Doctorado NUEVAS INCORPORACIONES	2	3	10	15	7	9	11	2	59
3.3	Número de tesis de doctorado completadas				2	6	7	11	6	32
3.4	Estudiantes de Magíster NUEVAS INCORPORACIONES			2	0	1	1	1	1	6
3.5	Número de tesis de magíster completadas				3	0	0	0	1	4
3.6	Número de tesis de pregrado completadas				1	2	4	11	5	23

**Gráfico 10: Incorporaciones de postdoctorantes y estudiantes de doctorado y estudiantes de magíster**



<sup>33</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

♦ Para obtener el dato de nuevas incorporaciones se consideró el año en el que el postdoctorante, doctorando o estudiante de magíster inició su tesis.

Gráfico 11: Cantidad de tesis según nivel académico

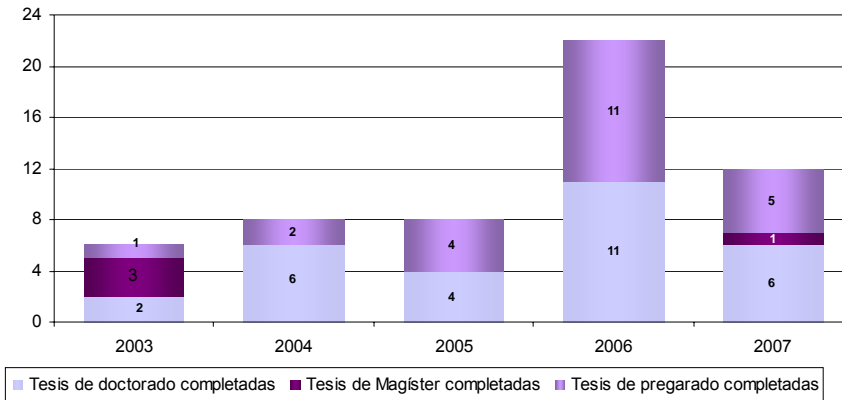
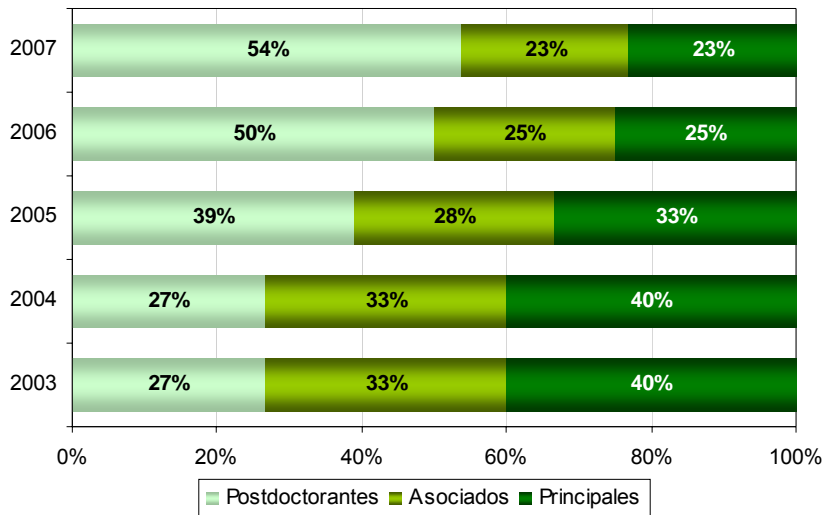


Gráfico 12: Proporción de investigadores principales, asociados y postdoctorantes que se desempeñaron en el Centro por año



El número de estudiantes de magister, de doctorado y postdoctorantes ha mostrado una tendencia creciente a lo largo de la existencia del Centro, sin embargo la incorporación de nuevos estudiantes de doctorado ha sido más constante y elevada que la incorporación en los otros dos niveles.

Con respecto a las graduaciones (número de tesis de diferente grado finalizadas en un determinado año) puede advertirse, en general, la predominancia de tesis de grado y las tesis de doctorado.

La cantidad de investigadores principales y asociados no se modifica en el período de vida del Centro, el cambio en la composición porcentual se debe al incremento en la cantidad de postdoctorantes.

El Centro posee una marcada orientación hacia la formación de post grado, concibiéndola como una de sus principales labores, lo cual es compartido por todos sus investigadores principales y por la dirección del Centro. La relevancia que se da a este tema se puede ver en la siguiente frase extraída de su sitio Web institucional:

*“Mediante el desarrollo y la puesta en práctica de una política tendiente a incorporar jóvenes científicos talentosos al Centro, se espera contribuir a crear una nueva generación de científicos biomédicos que no sólo mantenga sino que además expanda en el futuro la investigación biológica de alto impacto que se*

*requiere en el país para resolver los problemas de salud relevantes a nuestro medio” (Sitio Web institucional CEMC)*

Estas buenas intenciones, se han visto refrendadas con resultados muy potentes en esta área: cuantitativamente, ha aumentado la cantidad de doctorados que asciende al día de hoy al número de 81 estudiantes (lo cual corresponde a un 15% de los doctorandos de la Universidad de Chile) sólo contando a los que trabajan con los investigadores principales. Cada investigador asociado ha aportado también alrededor de 3 estudiantes cada uno.

Respecto a los estudiantes de post-doctorado y doctorados, en las entrevistas realizadas la dirección e investigadores principales declaran que éstos están bastante a gusto en el CEMC, en tanto es un lugar que les brinda grandes posibilidades para hacer conexiones con otros investigadores, tanto fuera como adentro de Chile, y recibir una excelente formación científica proveniente de los investigadores principales. Estos juicios son compartidos por los estudiantes de doctorado y los post doctorandos, quienes además destacan lo ventajoso que tiene trabajar en un Centro FONDAF, por el equipamiento, recursos e infraestructura con que se cuenta, los cuales son de una calidad muy superior respecto de los que se cuentan en otros laboratorios en que ellos han trabajado antes o en los que se desempeñan amigos o compañeros de universidad.

En términos de actividades específicas, instancias de formación como el Congreso FONDAF que se realiza una vez al año y los Seminarios Semanales organizados por el Centro, son bien valoradas por los estudiantes, en tanto contribuyen de buena manera a su desarrollo como científicos, cosa que se vio refrendada por el informe de continuidad realizado a los 5 años de ejecución del Programa.

*“El entrenamiento de los estudiantes y post doctorandos es eficientemente complementado por el excelente ambiente científico proporcionado por el CEMC, esto con la organización de los seminarios semanales que permiten la diseminación y las discusiones de los resultados de investigaciones en curso” (Informe de Continuidad CEMC)*

En lo relativo a la formación académica, los estudiantes de doctorado reconocen que se están formando dentro de uno de los mejores lugares en que lo podrían hacer en Chile. De todas maneras, señalan que esto se debe mayormente al nivel de los programas de doctorado, más que al Centro mismo, los cuales le dan las herramientas intelectuales para estar al mismo o mayor nivel que cualquier científico internacional. Todo lo anterior, declaran, les brindará la posibilidad cierta de proseguir estudios en prestigiosos Centros internacionales y de esa manera, la mayor parte de ellos, proyectan su futuro.

Todos los juicios aquí emitidos respecto de la importancia de esta línea al interior del Centro son compartidos por el Director de Investigación de la Facultad<sup>34</sup>, quien valora particularmente la cantidad y calidad de doctorados que se forman al interior del Centro. Para él los mayores resultados del operar del Centro se ven en esta línea.

#### **Objetivo 4: Proyectar y difundir al medio externo**

Para la dirección y los investigadores principales y asociados este no es un objetivo que se les haya planteado explícitamente en el momento de constitución del Centro. Por demás, se considera que para su cumplimiento los recursos con que se cuentan son insuficientes. Desde este punto de vista, señalan que les genera cierta molestia que se les exija tener logros en esta área si no cuentan con los recursos monetarios ni humanos para intencionar un trabajo sistemático en ella.

A pesar de estas dificultades, desde el CEMC se han intencionado algunas iniciativas. Entre ellas está la contratación de un periodista para que actualice los contenidos de la página Web y que está en constante proceso de mejora de este medio. Para ello el Centro debe desembolsar recursos extra, lo que implica

---

<sup>34</sup> La persona que ocupa este cargo es Luis Michea, quién además es investigador asociado del CEMC.

dejar de usar esos recursos en investigación, en otros estudiantes u otros investigadores, lo cual para su dirección “...es una decisión dolorosa”.

Desde este punto de vista, a la dirección del CEMC le resulta imposible no compararse con los Centros Milenio. Estos Centros poseen un fondo adicional para hacer difusión, además de contar con un programa radial en la emisora de la Universidad de Chile aparece como una herramienta de gran potencia para divulgar a la sociedad en general lo que se realiza en su interior.

En términos de logros, desde la dirección del Centro se señala que han logrado aparecer más en la prensa, mostrando el trabajo que se desarrolla en su interior y dando a conocer resultados de investigaciones que tienen cierto impacto en la opinión pública. En este contexto, mencionan y nos muestran una serie de artículos que han aparecido en el último tiempo, en algunos de los principales matutinos de nuestro país.

La tabla a continuación muestra la cantidad de publicaciones de divulgación científica realizadas.

INDICADORES <sup>35</sup>	Línea de base				Período de Vigencia del Centro					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	
4	Proyectar y difundir al medio externo									
4.1	Número de publicaciones de divulgación científica (libros, artículos de interés general en diarios, revistas, internet, etc.)									
				3	4	1	10	6	24	

Otro logro en materia de difusión al medio externo es la relación que se ha establecido con el Programa EXPLORA, mediante el cual realizan encuentros con alumnos de enseñanza media para discutir sobre diversos temas científicos. Concretamente, estos vienen a la Universidad y se les presentan temas que les sean de interés. En opinión de los investigadores, esta instancia es muy enriquecedora para ambas partes, en tanto se encuentran con alumnos con deseos de saber, que preguntan sobre cosas muy interesantes que los desafían a ellos mismos como científicos. Desde este punto de vista, valoran mucho la generación de conocimiento que se crea y el acercamiento con jóvenes que, el día de mañana, podrían también dedicarse a la ciencia.

Como desafío piensan que podrían darse más instancias de este tipo, sobre todo por el acercamiento que el CEMC tiene con los temas clínicos y de salud reproductiva, específicamente con la línea de trabajo del Dr. Luigi Devoto, temáticas que sería interesante tratar con los propios estudiantes y con otros actores del medio externo, como por ejemplo profesores.

#### Objetivo 5: Contribuir al desarrollo del país

Entre los distintos estamentos de investigadores existe coincidencia en que los principales aportes que el Centro hace al desarrollo del país están centrados en el trabajar en temas de salud relevantes para la realidad nacional y en el poseer conexiones concretas con el área clínica, lo que se da principalmente por el nexo con el Hospital Clínico de la Universidad de Chile. Para ellos este es el núcleo de la contribución al país, el que ha sido objetivo y parte de la misión del CEMC desde su primer día de constitución.

En esta dimensión, a juicio de la Dirección, ha sido muy importante el nexo con el doctor Luigi Devoto puesto que él, al ser clínico, le da un enfoque aplicado y una proyección al Centro como aporte al país, haciéndolo único.

*“Las proyecciones hacia la sociedad son evidentes, en el Centro juntamos a investigadores que trabajan en temas altamente relevantes hacia el país. Trabajamos temas relacionados con cáncer, problemas cardiovasculares, y con*

<sup>35</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

*eso cubrimos el 60% de las causas de muerte en el país” (Subdirector del Centro)*

Para la dirección del Centro y los investigadores principales, el profundizar y establecer nuevos nexos entre la investigación básica y el desarrollo de temas clínicos relacionados con las patologías propias de la sociedad chilena, es uno de los desafíos del CEMC en esta materia. En este sentido, su interés no está puesto en iniciativas como los Financiamientos BASALES y la vinculación hacia la empresa netamente privada. Creen que los que “*saben hacer*” ese tipo de investigación deben dedicarse a eso y que el CEMC debe seguir dedicándose a lo que sabe hacer bien. Desde este punto de vista, el sistema de financiamiento científico no debe imponer un estilo de investigación a los Centros, sino que debe dejar correr en paralelo los distintos tipos, de acuerdo a las capacidades e intereses de sus investigadores. Por ello, su objetivo seguirá siendo formar a los mejores profesionales, a una nueva generación de científicos que se preocupen por los temas de salud relevantes para la realidad nacional.

Coincidente es la opinión de los investigadores principales, quienes señalan que para hacer bien ambas cosas se necesita mucho tiempo y recursos, por lo que realizar estas mezclas no es lo mejor, puesto que se estima que el resultado no será todo lo bueno que sería si en el Centro se realiza solo ciencia de base o bien solo ciencia aplicada. Por ello deben correr por canales paralelos.

Que existan canales paralelos entre investigación con distintos fines no quiere decir que no se esté abierto a la interrelación. Es decir, la gente que es buena para hacer ciencia básica se dedique a ello y que otros se dediquen a la innovación, por ejemplo. Lo importante es intencionar la comunicación entre ellos, puesto que para hacer ciencia aplicada, es necesaria la ciencia básica.

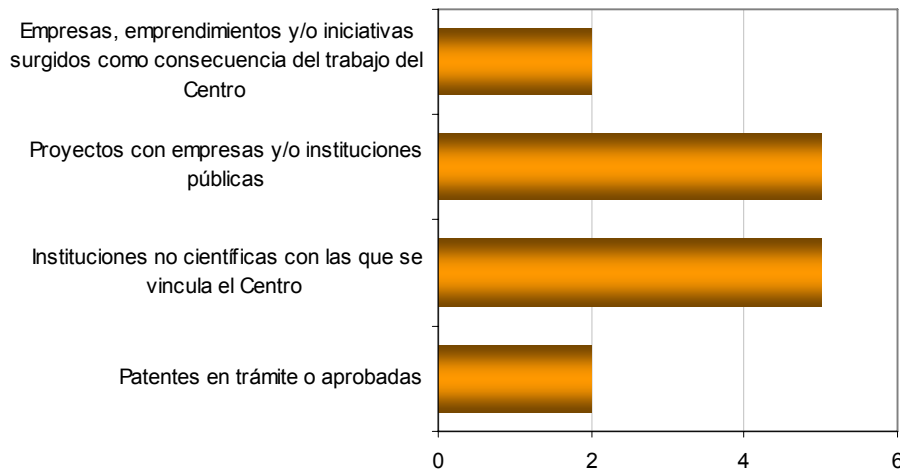
Por su parte, los estudiantes de doctorado señalan que el trabajo que están realizando ahora sólo verá sus frutos en mucho tiempo más, cuando la investigación que están haciendo se pueda aplicar más concretamente aún en temas clínicos. En el fondo, les cuesta visualizar el aporte concreto que con su trabajo cotidiano hacen al desarrollo país. Esto a pesar de que tienen claro que trabajan en temas que “algún día” podrán tener consecuencias importantes en el sentido aplicado.

A modo de resumen evaluativo se presentan una tabla y un gráfico con los indicadores sugeridos para medir este objetivo. Los resultados obtenidos se alinean con las opiniones de los investigadores.

5	Contribuir al desarrollo del país <sup>36</sup>	
5.1	Número de patentes en trámite o aprobadas	2
5.2	Número de instituciones no científicas con las que se vincula el Centro	5
5.3	Número de proyectos con empresas y/o instituciones públicas	5
5.4	Empresas, emprendimientos y/o iniciativas surgidos como consecuencia del trabajo del Centro	2

<sup>36</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

Gráfico 13: Indicadores del objetivo 5



### 3.3.5. Síntesis de los principales resultados

Haciendo una síntesis de los principales logros del CEMC, se puede establecer que el Centro obtiene los mejores resultados en las dimensiones que siempre conceptualizó como sus objetivos centrales: la realización de ciencia de excelencia a nivel internacional y la formación de recursos humanos. En estas dimensiones sus indicadores cuantitativos y cualitativos son un reflejo de lo positivo de los resultados, lo que es sabido y destacado por todos los estamentos de investigadores y reconocido por las autoridades universitarias tanto a nivel de Facultad como de Vicerrectoría de Investigación.

Por otra parte, se evidencian importantes resultados en la generación de investigación asociativa, lo que se ve refrendado en las co tutorías de tesis y co autorías de artículos y en el trabajo en líneas de investigación comunes, todo esto además del hecho mismo de lograr trabajar de manera colaborativa en un lugar en que hay más de 170 personas, en su inmensa mayoría científicos.

Por otra parte, también se ve un importante aporte del CEMC a la sociedad en su conjunto, concretamente por medio del trabajo en áreas de la salud relevantes para la realidad nacional (por ejemplo, en enfermedades que están entre las principales causas de muerte en el país) y en el poseer conexiones concretas con el área clínica.

Probablemente, una de las mayores deudas del Centro tiene que ver con el ámbito de la difusión al medio externo. Este hecho es fácilmente entendible si se considera que éste no fue un objetivo entendido en un principio por la dirección ni por los investigadores principales del Centro, además que no se contaba con recursos extras para realizarla.

### 3.3.6. Sustentabilidad y proyecciones

#### A. Sustentabilidad del Centro

Tanto para los investigadores principales como para la dirección del Centro, si se acaba el financiamiento, es imposible visualizar al CEMC-FONDAP como tal. Es por eso que ellos hablan de poder proyectarse sólo tres años más, porque si se corta el financiamiento es imposible verse más allá. Para estos actores, lo que pasaría sin el financiamiento FONDAP sería que cada uno de los investigadores debiese volver a sus proyectos de FONDECYT regular, lo cual acarrearía la imposibilidad de generar investigación colaborativa, volviendo a una política científica de carácter individual, lo que en sus palabras sería lamentable.

Para ellos el problema principal es que no hay otros interesados en financiar estas iniciativas de ciencia básica, esto particularmente pensando en la empresa privada, quien tiene una baja disposición a financiar este tipo de investigación, además de que tampoco estarían muy dispuestos a trabajar con un Centro que dependa de la Universidad de Chile, según expresa la Directora del CEMC, por motivos ideológicos.

Coincidente con lo anterior es la opinión que tienen los estudiantes de doctorado, ellos opinan que de aquí a cinco años, sólo se ve posible que el Centro siga existiendo con un nuevo financiamiento de este tipo. De esta manera, ven como un contrasentido el que se hayan creado estos Centros, con una gran capacidad de formar gente de muy alto nivel, para luego cortar el financiamiento. De esta forma, la posibilidad de autofinanciamiento se ve prácticamente como nula, dado que se trata de investigación básica, y la empresa privada no está generalmente interesada en ello. La interrupción del financiamiento FONDAPE, así, llevaría a desarmar *“este equipo que ha dado buenos resultados”*.

#### B. *Proyecciones a futuro*

Para los investigadores principales los desafíos a futuro para el Centro se podrían resumir en tres principales:

1. Lograr un mayor impacto en regiones, difundir el conocimiento, buscando oportunidades de interacción con Universidades en regiones.
2. Incorporar más gente joven, nuevos investigadores y lograr la incorporación de los que se han ido afuera.
3. Mantener los principios: en el fondo poder entregar a las nuevas generaciones el “testimonio”, es decir, el mismo sello del Centro hasta la actualidad y que estos nuevos investigadores encarnen este sello. Que el Centro exista más allá de las personas, que perdure su identidad más allá de estos seis investigadores que empezaron desde un comienzo.

Por su parte, para la dirección del Centro los principales desafíos en el corto plazo, además de los mencionados anteriormente, pasan por tener en Chile un bioterio con animales certificados para poder hacer la investigación de avanzada que nuestro país necesita. Actualmente, el CEMC está haciendo las gestiones para conseguir este lugar de crianza de animales. Además de esto, se proyecta que tendrán las *facilities* de virus que, gracias al acuerdo que se llegó con el Instituto Pasteur para contar una *facilities* de proteómica, les abriría enormes posibilidades para realizar ciencia de excelencia.

Para Luis Michea los desafíos y proyecciones del CEMC son diversos. En primera instancia, señala que idealmente le gustaría ver al CEMC como un Centro que se adapta a los distintos instrumentos e iniciativas que van surgiendo. Investigadores flexibles que logren adaptarse a los distintos objetivos de los programas, que puedan ser competentes tanto en la productividad, en la asociatividad, de manera individual, en innovación, etc.

Por otra parte, y marcando un contrapunto con las opiniones de los investigadores principales, señala que si bien desde el CEMC actual se tiene un enfoque totalmente ligado a la ciencia básica (debido a los perfiles de sus investigadores) dentro del mismo Centro y en la Universidad se están formando nuevos profesionales, los que tienen un enfoque distinto, mucho más aplicado, dirigidos a temas de salud o biotecnología, por ejemplo. En este marco, son ellos entonces, la nueva generación, los que deben hacerse cargo de estos nuevos problemas. Para él en el Centro ya no se deben formar “Doctores científicos profesionales” sino “Doctores científicos innovadores”. A pesar de esto, se debe recalcar que su idea no es tratar de cambiar a los científicos ya consolidados en esta área, sino crear nuevos profesionales que se hagan cargo de los nuevos desafíos.

En este sentido, un desafío que vislumbraría desde su cargo como Director de Investigación de la Facultad de Medicina es que el CEMC lograra ganarse un proyecto BASAL. Sin embargo, están conscientes que el Centro no es competitivo en materias de innovación.

Por último, los estudiantes de doctorado vislumbran que el gran desafío para el Centro es lograr construir un *“Centro de verdad”*, lo que implica, en primer lugar, un edificio común para todos. Esto ayudará a la

generación de mayor interacción, de discusión científica y colaboración, posibilitando la constitución de equipos de mejor calidad. Para esto será de vital importancia la construcción del nuevo edificio en que se ubicará el CEMC, como también la disposición de los investigadores de los distintos estamentos a colaborar y compartir estos espacios.

*“Los desafíos van de la mano de los sueños. Soñamos con un edificio grande, con salas de reuniones grandes, donde podemos discutir papers, donde tenemos un confocal, donde tenemos un citómetro, donde puede venir gente de afuera, donde tenemos la posibilidad de ir a mostrar nuestro trabajo afuera, donde podemos tener desarrollo de fármacos...o sea un Centro... si ya tenemos todo, tenemos el capital humano avanzado de alto nivel, entonces que no podamos tener un Centro real encuentro que está mal” (Estudiante de doctorado)*

### 3.3.7. Sugerencias para el Programa FONDAP

En base a toda la exposición precedente, hay una serie de elementos de recomendación para el Programa FONDAP que surgen desde los diferentes actores considerados, entre ellos se pueden destacar los que se mencionan a continuación.

En lo referente a la investigación asociativa, se señala por parte de los investigadores principales el hecho de que FONDAP, para potenciar efectivamente la asociatividad, debería financiar líneas de investigación transversales en los Centros (donde participen todas las líneas de investigación individuales) y también intencionar con recursos la asociatividad entre diferentes Centros.

Desde este estamento, también se recomienda el mantener los objetivos del programa FONDAP y no pretender dar un giro forzado hacia la empresa privada, por medio del fomento a la investigación aplicada. No es que no haya continuidad entre la ciencia básica y lo aplicado, el tema es que el paso no siempre se da naturalmente y necesita mucho tiempo y preparación. Por ello, los Centros que se dedican principalmente a lo básico y lo hacen bien, debiesen mantenerse en ese ámbito e interrelacionarse con otros que tengan la capacidad y el interés en lograr sacar productos relacionándose con el mundo privado.

Respecto de la difusión se recomienda, desde la dirección del CEMC y los investigadores principales, que FONDAP entregue recursos extra para realizarla, esto con el objeto de poder instalar un trabajo sistemático en la materia, sin poner en riesgo la calidad de la investigación que se realiza o la cantidad de doctorados y post doctorados que se puedan formar. Además, sería muy deseable que se pudiera contar con un medio de difusión masivo y estable que permita divulgar lo que se realiza en los Centros FONDAP, tal como el programa radial con que cuenta la Iniciativa Científica Milenio.

*“Se necesita más difusión del programa FONDAP, de todas maneras, tomar una actitud tan proactiva como la de los programas milenios” (Dirección del Centro).*

Desde este mismo actor, se destaca la necesidad de que los FONDAP puedan contar con personalidad jurídica, lo que les facilitaría en gran medida su gestión, al no tener que pasar por la burocracia propia de la Universidad de Chile.

Por último, una sugerencia que hacen los postdoctorantes, y que los atañe directamente, es que FONDAP tuviese la capacidad de contratar profesionales como investigadores de tiempo completo y no sólo como postdoctorantes, ni como académicos de la Universidad. Desde su perspectiva, el inyectar recursos a través de la Universidad para que trabajen en el FONDAP sería una muy buena iniciativa y oportunidad para ellos.

*“Qué tú puedas contratar un investigador para que trabaje en un Centro de excelencia, como el FONDAP, y no como académicos (...) Generar una institucionalidad de este tipo sería totalmente nuevo”. (Postdoctorante)*

### 3.4 Centro para la Investigación Interdisciplinaria Avanzada en Ciencia de los Materiales

(CIMAT)

#### 3.4.1. Historia y características generales del Centro

El Centro para la Investigación Interdisciplinaria Avanzada en Ciencias de los Materiales- CIMAT es un Centro de excelencia que tiene como misión el desarrollo de investigación científica y el entrenamiento de estudiantes de postgrado en el ámbito de los materiales, al más alto nivel de excelencia. Funciona como tal desde el año 1999, con el Dr. Fernando Lund como su Director, al alero de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, y congrega a físicos, ingenieros, químicos y biólogos. Las principales áreas de trabajo abordadas por el CIMAT son las siguientes:

- Materiales Bio-relacionados, con José Luis Arias como investigador principal.
- Mecánica de Materiales Complejos, con Francisco Melo y Rodrigo Soto como investigadores principales.
- Materiales Catalíticos y Poliméricos, con Raúl Quijada (subdirector del Centro) y Alejandro Toro Labbé como investigadores principales.
- Laboratorio de Cristalografía, con María Teresa Garland como responsable.

Las actividades del CIMAT proporcionan una base de I+D en materiales, para un desarrollo nacional sustentable. Los parámetros que enmarcan las actividades del Centro son la mantención y ampliación de los mercados del Cobre y del Molibdeno, el comportamiento de los materiales en los procesos mineros, el desarrollo de nuevos materiales para la industria del embalaje de productos de exportación así como la resolución de problemas energéticos, de medio ambiente y de la salud.

En lo referente a infraestructura, el Centro cuenta con más de 1000 metros cuadrados en oficinas, salas de conferencia y laboratorios que cuentan, entre otros, con equipamiento para realizar computación paralela, espectrometría de fotoelectrones y de resonancia de spin electrónico, microscopía electrónica y de fuerza atómica y túnel, difracción de rayos X, determinación de susceptibilidad magnética, análisis de propiedades reológicas y superficiales de materiales.

#### Cuadro 1: Investigadores principales del Centro

<b>Investigadores Principales (Líderes de Grupo)</b>
Lund, Fernando (Director)
Arias, José Luis
Melo, Francisco
Quijada, Raúl (Subdirector)
Soto, Rodrigo
Toro Labbé, Alejandro

Respecto a su formación, el Director del Centro, Dr. Fernando Lund, indica que la causa inmediata de su constitución fue el llamado a concurso de Centros FONDAF que efectuó CONICYT a fines del año 1998. Señala que, en esa época, el FONDAF implicaba el financiamiento y la entrega de fondos para el desarrollo de áreas prioritarias, áreas que fueron identificadas por CONICYT. Complementa esta información, indicando que en la Universidad de Chile ya se había establecido un grupo transversal, interdisciplinario que estudiaba las ciencias de los materiales, el que finalmente se estructura con el llamado FONDAF. Por su parte, los investigadores principales, destacan el esfuerzo por aunar lenguajes y sentidos entre los distintos integrantes del Centro, con sus particulares visiones y especialidades científicas.

*“En este Centro se gastó un tiempo no menor en escribir un diccionario de la jerga, porque una misma palabra para cada uno de nosotros, tiene distinto significado y eso es valorable”. (Investigadores principales CIMAT)*

Finalmente, en opinión de algunos estudiantes de doctorado, una característica importante del CIMAT es la excelencia del programa de doctorado, ya que posee el prestigio de la Universidad de Chile y a eso se le suma el estilo de trabajo dentro del CIMAT, que sobre todo destaca y es atractivo para ellos por la multidisciplinariedad de sus líneas de investigación.

### 3.4.2. Procesos de gestión del Centro

#### A. Ubicación y relación con la Universidad

El CIMAT está albergado dentro de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, lugar en el que se encuentra desde que comenzó a funcionar. Es importante señalar que hay dos investigadores principales que no son profesores titulares de la Universidad de Chile. Francisco Melo es docente de la Universidad de Santiago, donde se encuentra su laboratorio y equipo, por lo que debe establecer relaciones no solo con la Universidad de Chile, sino también con dicha Universidad. Además del Dr. Melo, Alejandro Toro Labbé es profesor titular de la Facultad de Química de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

En cuanto a la relación con la Universidad de Chile, el Director del Centro la define como compleja ya que en su opinión genera tensión el hecho de tener que manejar un presupuesto tan elevado como si fuese un departamento de la Universidad. Además destaca la existencia de trabas administrativas, propias de la administración pública bajo la cual se enmarca la Universidad de Chile, hecho que por ejemplo no ocurre en los Centros que se ubican en la PUC.

*“Es una relación compleja, el aspecto positivo es que hay infraestructura disponible, tenemos estudiantes cerca de nosotros, son un recurso importante. Desde el punto de vista de administración es complejo porque el presupuesto que maneja un Director FONDAP es similar o superior al que maneja un Director de departamento de la universidad, entonces, estoy subordinado al departamento de física, pero por otro lado manejo un presupuesto tal vez mayor lo que inevitablemente genera una tensión”.*

*“Sería muy importante que se estableciera algún tipo de administración externa a la universidad, ya que se generan muchas trabas, la Universidad de Chile es parte de la administración pública, con todo lo que eso conlleva”.*

En cuanto a la relación que se establece con la USACH, en el caso del equipo de Francisco Melo, la relación también se define como compleja, *“a veces es muy complejo, en el caso de la USACH los investigadores nos hemos hecho cargo de un montón de cosas” (investigador principal)*

En opinión de los investigadores principales que trabajan en la Universidad de Chile, éstos mencionan tener libertad de acción en relación a la Universidad, aunque de todos modos indican sentirse constreñidos a la administración pública de la casa de estudios, la cual entraba ciertos procesos. Destacan la creación a futuro de una nueva institucionalidad para los Centros, que pondría al CIMAT al mismo nivel administrativo que un Departamento de la Universidad.

*“La relación Centro con la facultad en la U de Chile es bastante buena, ayuda en lo que tiene que ayudar en administración tiene una oficina de gestión de grandes proyectos y actualmente la facultad se dio cuenta de que ya están creciendo varios Centros modernos y hace un par de meses se dio una nueva institucionalidad para los Centros y los Centros pueden postular a eso, el CIMAT aun no postula, eso significa que queda el Centro administrativamente a nivel de un departamento de la Universidad”*

*“Tenemos libertad para trabajar tranquilamente, los grandes problemas que tenemos son de burocracia que pasan en todas las Universidades, toda la estructura de la Universidad” (Investigadores principales)*

Finalmente es importante señalar que las trabas que señalan los investigadores se relacionan con temas administrativos y no sienten que exista un entorpecimiento a nivel técnico del trabajo que realizan. Señalan por ejemplo de las incomodidades y molestias que implica el tener que trabajar con el sistema Chile Compra y entienden que ese no es un tema que sea resorte de la universidad sino más del sistema público.

#### B. Estructura y organización

El CIMAT es dirigido desde que comenzó a funcionar por el Dr. Fernando Lund, quien conjuntamente con el Subdirector Raúl Quijada y los Investigadores Principales, conforman el Equipo Técnico que toma la gran mayoría de las decisiones que tienen que ver con el quehacer del CIMAT. Los seis Investigadores Principales, entre los cuales se cuenta al Director y Subdirector, se desenvuelven distribuidos en las 3 grandes áreas antes señaladas, trabajando de forma individual y colaborativa junto con los investigadores asociados, formando así equipos de naturaleza interdisciplinaria.

Este esfuerzo de trabajar interdisciplinariamente no ha sido fácil, ya que los investigadores principales del CIMAT provienen de tres distintas universidades, y además de distintas facultades, por lo que se han visto en la necesidad de aunar criterios de lenguaje y de visión científica, lo que ellos mismos señalan ha resultado ser un proceso complejo pero también muy interesante en términos de aprendizajes.

*“Hemos tenido que aunar lenguajes, por ejemplo, al hablar de matriz cada uno entendía una cosa distinta; lo otro fue llegar a coincidir en cuáles temas son los interesantes para investigar, dada la interdisciplinariedad, cada uno encontraba distintos temas interesantes de estudiar”. (Investigador principal)*

En cada área trabajan, además de los Principales e investigadores asociados, distintos estudiantes de post doctorado, de doctorado, de pregrado y otros colaboradores, los cuales son dirigidos por los investigadores mencionados. Debe señalarse también que el Centro cuenta con un equipo destinado a labores administrativas y de secretaría.

El Centro cuenta además con un Consejo Asesor Internacional, que tiene como misión prestar asesoría técnica experta al Centro en los temas que son su objeto de estudio, particularmente en temas relacionados con ciencia y tecnología de los materiales y sus aplicaciones. Un punto importante a abordar en este apartado de la estructura y organización, tiene que ver con cómo es percibido desde el Centro el funcionamiento del Comité Asesor Internacional.

En opinión del Dr. Lund, este consejo ha tenido una relevancia importante para el Centro ya que por lo general las observaciones que realizan son muy apreciadas por los investigadores. Los Investigadores principales, adhieren a la opinión del Director, señalando que valoran las críticas y la seriedad del trabajo y que han sido insumos para la toma de importantes decisiones.

*“Ese comité es de gente muy valiosa, nos han dicho la verdad a cada instante por más dolorosa que ella fuera y les hemos hecho caso”*

*“Nos orientó a tomar decisiones drásticas en cuanto a la conformación del Directorio del Centro, en realidad el tema de las decisiones nunca fue la calidad sino que siempre fue la pertinencia de las cosas y la coherencia del Centro” (Investigadores principales)*

Finalmente, puede señalarse que, organizacionalmente, el quehacer del Centro se caracteriza por una relación más bien horizontal entre sus miembros y por las distintas disciplinas que conviven en cada una

de las áreas de trabajo. Hay coincidencia en señalar que el Centro está ordenado desde el punto de vista de su estructura organizacional y que cada uno tiene claras sus funciones.

C. *Sello y cultura organizacional*

Existe una opinión consensuada entre los entrevistados respecto a cuál es el sello que caracteriza al CIMAT y lo diferencia de otros Centros. Este tiene que ver su interdisciplinariedad.

*“La gran diferencia entre este Centro y otros es que este es muy interdisciplinario”*

*“El CIMAT es un ejemplo de colaboración, en un grupo de astronomía son todos astrónomos, nosotros en cambio un químico trabaja con un físico, con un biólogo” (Investigadores principales)*

Por su parte los investigadores asociados y postdoctorantes reafirman esta opinión, planteando lo importante que es esta multidisciplinariedad de investigadores en el ejercicio del desarrollo científico. Destacan además la investigación de excelencia que ha alcanzado el CIMAT, llegando a niveles tan altos como otros Centros del mundo.

*“Multidisciplinariedad, el haber conocido a físicos, a químicos, jamás en la vida hubiera tenido posibilidad de trabajar con personas tan alejadas de lo que yo hago, que soy bióloga”*

*“Lo que hay acá no tiene que envidiarle a nadie de otras partes... las mismas facilidades que encuentras acá las vas a encontrar en otro lado, es bien competitivo” (Estudiantes de post doctorado)*

Respecto a la cultura organizacional existente en el Centro y a las relaciones laborales que en éste se dan, hay consenso en señalar que el ambiente de trabajo es muy grato y las relaciones son de carácter horizontal. Generalmente hay una política de puertas abiertas y no es complejo coordinar y llevar a cabo reuniones. Para los investigadores principales no existe verticalidad en las relaciones, se mantiene una reunión mensual con el Director del Centro donde todos los temas se conversan y son consensuados.

*“Con el Director tenemos reuniones mensuales donde nos reunimos en grupo y es donde se toman las decisiones, como en todo grupo se debate fuertemente algunas veces”*

*“Se hace una jornada anual, un pequeño retiro con estudiantes e investigadores” (Investigadores principales)*

A nivel de investigadores, principales y asociados, hay consenso en que las diferencias entre ellos sólo se reflejan en el manejo administrativo del Centro y las responsabilidades asociadas, pero no en las relaciones de trabajo, donde prima la horizontalidad.

Las opiniones vertidas por los estudiantes de doctorado vienen a ratificar lo que ya habían señalado los estamentos anteriores en relación al tipo de relaciones que se dan entre ellos.

*“Si hay alguien que tú piensas que te puede ayudar, tú vas directamente, tú conversas con él”*

*“El ambiente es distendido donde trabajamos, el acceso a profesores es directo, con los otros investigadores del mismo laboratorio también es muy buen ambiente de trabajo”*

*“Cuando ustedes hablan de investigadores principales y asociados la verdad es que nosotros no vemos esas diferencias, tú hablas con todos directamente”*

*“Es que ellos tienen organización jerárquica pero para la administración del Centro, las categorías o diferenciaciones entre investigadores principales y asociados no tiene nada que ver con la relación que se establece con los alumnos, es sólo un tema administrativo” (Estudiantes de doctorado)*

Respecto a la forma en que se toman las decisiones al interior del Centro, el Director indica que todas las decisiones las toma el grupo de 6 investigadores principales, por consenso, sin embargo señala que todos también saben que si no se llega a este consenso, es el Director quien decide, aunque esto ha ocurrido en pocas ocasiones.

*“Si llega un momento en que hay que tomar una decisión de por ejemplo enviar un presupuesto a CONICYT para mañana y no hay consenso, todo el mundo está de acuerdo en que es el Director el que decide”*

*“Nosotros hace un mes justamente discutimos el presupuesto del próximo año y hay un ambiente de camaradería, todas las discusiones que pueden ser bien ásperas se mantienen al interior del Centro porque primero nos apreciamos y segundo nos necesitamos”.*

*“Las decisiones de prioridad científica también las toma este grupo con apoyo del comité asesor externo”. (Director del Centro)*

#### D. Política de RRHH

Según la información que se pudo recabar en el trabajo de terreno, la manera según la cual se producen los cambios de investigadores de un estamento a otro es debido a acuerdos y conversaciones que se producen entre los investigadores principales. Sin ir más lejos los dos últimos investigadores que se incorporaron como principales eran antes asociados, fueron propuestos por otros que ya se encontraban en esa categoría y aceptados por la totalidad del grupo luego de una evaluación objetiva de su currículo y sus competencias para las tareas requeridas. No existe entonces un procedimiento como por ejemplo llamados a concursos sino que los nombres surgen del mismo equipo que ya está trabajando.

*“Se les invita dentro de las temáticas del Centro, hasta el momento todo investigador titular ha sido antes asociado”*

*“Ha habido casos en que se ha rechazado también a los investigadores, eso también ha pasado”*

*“Cualquier ingreso de investigador principal o asociado, es discutido, currículo en mano y con todo el análisis que ello requiere” (Investigadores principales)*

En lo que respecta a los investigadores asociados, y a su proyección su quehacer en el Centro, no todos comparten la idea de llegar a ser investigadores principales, más bien la proyección se da en la parte académica más que dentro del mismo Centro. Existe la idea que, en caso de trabajar como Investigador Principal, debe destinarse mucho tiempo a labores administrativas, restando tiempo para la investigación científica propiamente tal. Muchos declaran sentirse muy a gusto como investigadores asociados y que no está en sus planes futuros hacer gestiones para convertirse en Principales.

*“Ojalá que sigamos creciendo, la idea del basal es que se incorpore más gente nueva, yo lo veo esto como un semillero, la idea es que van quedando personas y van entrando más, y el semillero sigue creciendo”*

*“Tener un cargo como los de Fernando es más un peso que una ventaja en la carrera porque adquiere implicaciones administrativas fuertes entonces los que estamos como asociados tenemos el mejor de los mundos porque tenemos fondos para viajar, para equipos, etc. y no tenemos que preocuparnos por cuestiones administrativas”. (Investigadores asociados)*

Por otra parte, un tema importante para el Centro tiene que ver con cómo generar cercanía con estudiantes de pregrado, de modo de ir incrementando este “semillero” del cual se hablaba en el punto anterior. El CIMAT tiene un programa de ayudantías de investigación que permite a estudiantes de tercer o cuarto año trabajar en laboratorios e incluso llegar a publicar antes de terminar el pregrado.

*“El CIMAT tiene un programa de ayudantías de investigación, es un programa establecido para integrar a estudiantes de pregrado a los laboratorios, desde chicos (tercer o cuarto año.) De hecho ahí, pueden escoger un tema de tesis; también está la posibilidad de que un alumno antes de que termine su malla curricular publique un artículo, es muy positivo”. (Postdoctorantes)*

Finalmente, es interesante ver que, en cuanto a la proyección que tienen los estudiantes de doctorado entrevistados, no hay una tendencia clara. Algunos indican que la investigación y docencia es su norte, mientras que otros vislumbran buenos horizontes en la vinculación con la industria.

*“En mi caso hacer un postdoctorado y hacer una línea de docencia, es lo más claro que uno tiene”*

*“A mi me interesa la parte de la industria, me vine acá porque la beca se otorgaba acá y porque la U de Chile tiene prestigio, me interesa aplicar la química a la industria” (Estudiantes de doctorado)*

Tal como ha ocurrido en otros Centros que tienen naturalmente una vinculación mayor con la industria y el mundo privado, como el CMM por ejemplo, los estudiantes de doctorado ven como natural su desarrollo profesional hacia ese ámbito de trabajo, y no necesariamente vinculado sólo con el quehacer del Centro o el mundo académico.

#### *E. Gestión financiera*

El CIMAT, al igual que los otros Centros FONDAF, posee su propio financiamiento y tiene autonomía para invertir sus recursos. El Dr. Fernando Lund indica al respecto que *“hay total autonomía con la Universidad en el manejo presupuestario del CIMAT”*. Hay personal dedicado a ejercer las labores administrativas y financieras, aunque es el propio Director el que, en gran medida, supervisa estos procesos.

Tal como hemos señalado anteriormente el Centro tiene autonomía en el gasto de los recursos que se le asignan, lo mismo ocurre al interior de cada línea de investigación, siendo cada uno de los investigadores principales los que deciden cómo se reparte ese dinero. Por su parte, a la hora de comprar equipos comunes o decidir sobre infraestructura en la cual invertir, las decisiones se toman a nivel de Consejo del Centro.

En opinión de los entrevistados, los recursos que han sido transferidos a los Centros son el gran aporte de FONDAF a la ciencia, ya que en el caso del CIMAT ha permitido generar una importantísima inversión en equipamiento, sobretudo durante los dos primeros años de vida. Este equipamiento es esencial para generar los proyectos de investigación que el Centro realiza y, entre los estudiantes, esto es muy valorado; y, aunque consideran que en ocasiones no es suficiente, sí marca una diferencia con otros Centros a nivel internacional, tal como lo demuestran los siguientes comentarios.

*“Han invertido harto dinero en equipamiento de los laboratorios, se preocupan mucho de tener tecnología de punta”*

*“Yo estudié el pregrado en la facultad de ciencias y ahí tenía que esperar semanas para ocupar los equipos aquí no es de un día para otro, pero es más rápido” (Estudiantes de doctorado)*

Los investigadores principales refuerzan esta idea, señalando que “Gracias al FONDAP hemos conseguido montar laboratorio de primer nivel internacional, tengo un laboratorio donde gente de todas partes viene a pasar estadías de 3 meses”.

Respecto a la suficiencia de los recursos con que se cuenta, el Director es claro en indicar que éstos son insuficientes para lo que el Centro requiere. El hecho que el presupuesto se mantenga igual desde que comenzó a funcionar hace que no se pueda avanzar de acuerdo a lo que los contextos internacionales proponen. Un punto distintivo respecto a otros Centros tiene que ver con la cantidad de recursos que se destinan, o debiesen destinarse, a equipamiento y a su mantención, los que son un porcentaje elevado del total del presupuesto asignado por FONDAP.

#### *F. Relación con el exterior*

El CIMAT ha mantenido e intencionado permanentemente una vinculación con el exterior ya que se considera un hecho clave para la generación de capital humano avanzado. Al respecto, y tal como lo señalábamos anteriormente, los dos primeros años parte importante del presupuesto del CIMAT se ocupó en adquirir la instrumentación requerida para llevar a cabo la investigación de excelencia planificada. Este equipamiento de punta no sólo ha sido útil para los investigadores del Centro, sino que éste ha sido puesto al servicio de grupos nacionales y extranjeros.

*“Tenemos un trabajo en red importante local, en cuanto al uso de la instrumentación del Centro, vienen grupos de Argentina, de Venezuela también han venido y trabajan acá publican con nosotros, además entre 10 grupos nacionales externos al FONDAP utilizan nuestra instrumentación también”*

*“Tenemos un programa de intercambio de estudiantes, hace 4 años se firmó convenio con la Universidad de Chicago, vienen 5 estudiantes a pasar 10 semanas a nuestro laboratorio, van 5 estudiantes nuestros para allá ese programa es prácticamente entero financiado por la Universidad de Chicago”*

*“Tenemos un programa un poco más acotado con la Universidad de Santa Bárbara, se van dos estudiantes para cada lado”. (Director del Centro)*

Los estudiantes de doctorado entrevistados señalan que han tenido la posibilidad de vincularse con Universidades e investigadores extranjeros, ya sea recibiendo en sus laboratorios, o viajando hacia las Universidades con los que el CIMAT ha generado lazos de cooperación, lo que se ve reflejado en cómo se ha ido incrementando paulatinamente el número de estudiantes extranjeros que llegan al Centro.

*“En mi caso el programa me manda siempre a cursos de distintas facultades entonces he tenido contacto con harta gente pero es porque la malla me lo permite”*

*“Nosotros tenemos mucho contacto con Universidades de otros países, vamos a pasantías, congresos”*

*“En nuestro laboratorio siempre viene gente de afuera, sobretodo franceses que es donde estudio el Dr. Melo, nosotros viajamos también” (Estudiantes de Doctorado)*

Institucionalmente, el CIMAT no posee mayores vínculos con otros Centros FONDAP, no existiendo contacto ni un trabajo sistemático con ellos. Esto más allá del conocimiento personal que puedan tener de algunos investigadores que trabajen en otros Centros. En opinión de los Investigadores Principales esto

sucede básicamente porque cada Centro está ocupado con sus propias actividades y desarrollo científico. Además indican que realizar esta vinculación no es visto ni como una obligación, ni menos como una exigencia.

*“No tenemos relación con otros FONDAP, es que incluso al interior de Centros mismos pedirle a gente que colabore con más gente de las que puede colaborar, es un desastre, a veces sí vale la pena focalizarse y establecer un grupo, otras veces no, el tema es que estamos hipersaturados”.(Investigador principal)*

### 3.4.3. Relación del Centro con el Programa FONDAP

En general, la relación se evalúa positivamente y se caracteriza por un ánimo constructivo y un énfasis en solucionar los problemas que puedan aparecer. Dentro de esta vinculación, en todos los estamentos consultados por este tema destaca como un gran facilitador de la relación entre el Centro y el Programa FONDAP el trabajo colaborativo y la disposición que ha mostrado la Directora del Programa.

*“Con CONICYT tenemos muy buena relación sobre todo desde que María Elena Boissier está a cargo del programa FONDAP, cada vez que ha habido un problema está la voluntad para mejorarlo”. (Director del Centro)*

No obstante esta buena evaluación, también se identifican algunas áreas de mejoramiento. Dentro de las debilidades por ejemplo, surge el hecho de no contar con información certera de los financiamientos futuros, lo que hace que las estrategias de los Centros sean a corto plazo.

*“Hay poca sistematicidad en las agencias, en este caso, CONICYT o Mideplan donde tampoco los Centros o los científicos pueden elaborar estrategias de largo plazo porque uno no sabe lo que va a pasar. Por ejemplo, parece que el 2009 va a venir un nuevo concurso de inversión, pero eso lo sabemos hace un mes y no lo sabíamos hace dos meses, entonces uno no puede tomar una estrategia de largo plazo, sería súper bueno que uno supiera, cada 3 años va a haber un llamado a concurso tipo FONDAP, o cada año habrá un anillo, cada 5 uno de equipamiento.... entonces aquí no sabemos siquiera si el próximo año habrá llamado FONDAP, entonces todas las estrategias son a corto plazo y tú tienes que jugar a todo”*

*“Año a año uno tiene que sufrir para que te den el presupuesto correcto, no hay en Chile una cultura científica de parte de los actores de gobierno. Cada año hay que estar peleando y es extremadamente agotador, el presupuesto 2010 va a ser espantoso porque hay cambio de gobierno” (Investigadores principales)*

Los investigadores concuerdan en señalar este punto como muy importante ya que, debido a que tiene que estar postulando a todas las fuentes posibles por esta ausencia de calendarización de los fondos y por lo tanto la ausencia de planificación en los propios Centros, consideran que probablemente dejen fuera a muchos científicos que están empezando ya que señalan que es prácticamente imposible que puedan competir con alguno de los Centros financiados por FONDAP.

### 3.4.4. El Centro en su conjunto: análisis por objetivos

Antes de realizar un análisis objetivo por objetivo, nos parece importante constatar la opinión que tiene el Director respecto a los objetivos que hoy son parte de todos los Centros FONDAP. Señala que el momento en el cual se postuló a este fondo, sólo se exigían dos de los cinco objetivos que existen hoy, la investigación de excelencia y la formación de capital humano avanzado, y que los otros tres se han ido incorporando de a poco pero sin que se haya considerado la participación de los Centros.

*“En el concurso en el cual nosotros participamos había dos de estos cinco objetivos, era, investigación de excelencia y formación de capital humano avanzado, todo el resto, estaba ausente. Otra de las condiciones era que si se patentaba algún conocimiento desarrollado en un Centro FONDAP había que devolver toda la plata, eso es un tema porque si no está derogado, ahí hay un tema que no está resuelto, hasta donde yo sé.*

*Ahora, nosotros hemos incorporado estos objetivos que antes estaban ausentes, pero, ha sido un proceso. El impacto en el desarrollo externo sí lo internalizamos desde un principio por recomendaciones del comité asesor externo.” (Director del Centro)*

### Objetivo 1: Fomentar la investigación asociativa

Este primer objetivo es reconocido por todos los entrevistados como uno de los que ha arrojado mayores resultados a partir del trabajo efectuado en el CIMAT. Tanto investigadores principales, como asociados y postdoctorantes coinciden en señalar que uno de los principales aportes del Programa FONDAP ha sido el consolidar grupos de investigación asociativa, desarrollando proyectos a largo plazo y potenciando la interacción con otros Centros a nivel internacional.

Tal como sucede en otros Centros, se aprecia un consenso también en señalar que este aumento en la investigación asociativa era muy difícil que se diera sin la apertura del programa FONDAP ya que antes de éste la mayoría de los instrumentos que fomentaban la investigación científica eran más bien individuales.

Al interior del CIMAT, existe coincidencia también en señalar que el desarrollo de la investigación asociativa en este Centro ha sido probablemente más complejo que en otros debido, como ya se ha señalado anteriormente, a las distintas disciplinas de las cuales provienen los investigadores que trabajan en las distintas áreas.

A continuación presentamos la tabla de indicadores elaborada para este primer objetivo

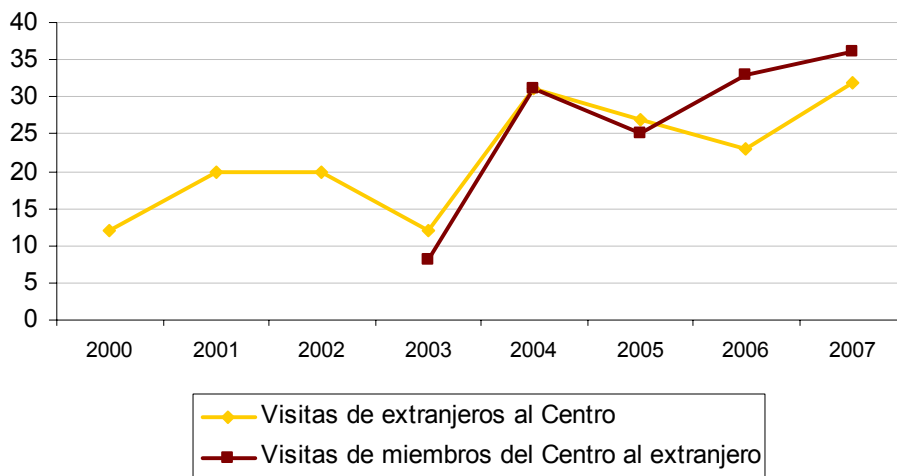
INDICADORES <sup>37</sup>	Línea de base						Período de Vigencia del Centro						Total
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
<b>1</b>	<b>Fomentar la Investigación Asociativa</b>												
1.1				4	1	1	2	2	3	1	2	16	
1.2	40- 59%	40- 59%	40- 59%	40- 59%	60- 79%	60- 79%	80- 100%	80- 100%	80- 100%	80- 100%	80- 100%	80- 100%	
1.3												4	

<sup>37</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

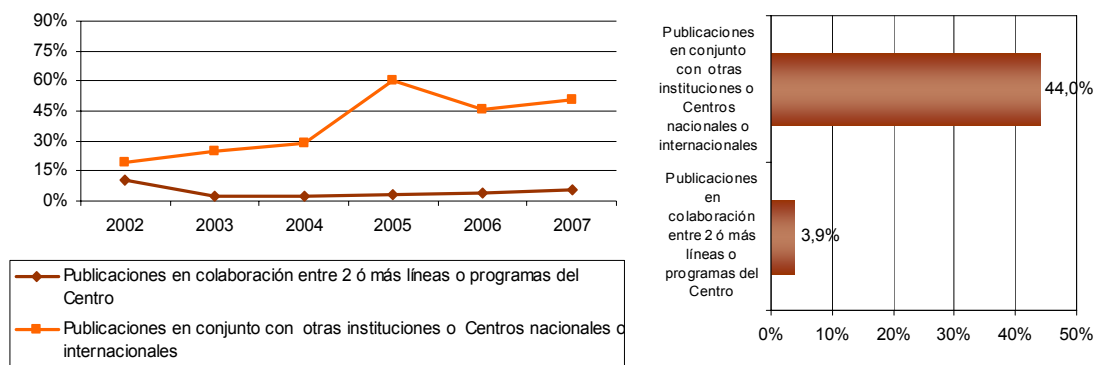
**CAPÍTULO 3 - Resultados de la evaluación individual de los Centros y de sus investigadores**  
**CIMAT**

INDICADORES <sup>37</sup>	Línea de base						Período de Vigencia del Centro						Total
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
internacionales													
1.4 Número de visitas de extranjeros al Centro (para 1999-2001 visitantes a la Unidad académica relacionado con el Centro en forma directa)				12	20	20	12	31	27	23	32	177	
1.5 Número de visitas de miembros del Centro a instituciones en el extranjero							8	31	25	33	36	133	
1.6 Número de redes de investigación nacionales o internacionales en las que participa el Centro (Listar en anexo)												18	

**Gráfico 1: Evolución de visitas de extranjeros al Centro y de investigadores del Centro al extranjero**



**Gráfico 2: Evolución de las publicaciones realizadas con otras líneas o programas de investigación y con instituciones nacionales o internacionales<sup>38</sup>, participación sobre el total de publicaciones**



Del análisis de los gráficos y la tabla precedentes, se puede concluir que el Centro ha logrado un muy buen desempeño y demuestra un cumplimiento muy satisfactorio en lo que se refiere al objetivo de fomentar la investigación asociativa.

Se destaca un buen equilibrio entre las visitas de miembros extranjeros al Centro y las visitas de miembros del Centro al exterior, el Gráfico 1 señala la evolución de estas dos variables, mostrando que las visitas por año no han sido estables.

Con respecto a las publicaciones en colaboración con 2 ó más líneas de investigación, éstas han representado entre un 0 y un 15% de las publicaciones totales del Centro, alcanzando un promedio del 3,9% considerando toda la vida del Centro, éste puede ser un aspecto que el Centro puede mejorar en el futuro. El porcentaje de publicaciones en conjunto con otras instituciones nacionales o internacionales es superior y muestra un crecimiento a lo largo de la vida del Centro, en promedio alcanza un porcentaje del 44% sobre el total de publicaciones.

## Objetivo 2: Realizar investigación de excelencia

Tal como ocurre en el caso del primer objetivo, en el caso de propiciar la realización de investigación de excelencia, existe un consenso entre los entrevistados en señalarlo como uno de los más desarrollados. Los Postdoctorantes y los estudiantes de doctorado no dudan en señalarlo como un Centro que se caracteriza por su excelencia académica que lo pone al nivel de Centros internacionales, lo que a su juicio lo ha llevado a ganar un reconocido prestigio que hace que atraiga cada vez más estudiantes extranjeros.

*“Sin duda FONDAP ha hecho que la gente converja y se junte en torno a temas amplios, se ha generado colaboración, sin duda hace 10 años atrás era impensable que alguien de la USACH se juntara con alguien de la Chile o la Católica a hacer investigación... sin el FONDAP estaríamos todavía en feudos”.*  
(Investigador principal)

<sup>38</sup> El porcentaje de publicaciones realizadas en conjunto con otras instituciones nacionales o internacionales es un valor medio del intervalo indicado en el indicador 1.2 de la tabla precedente.

**CAPÍTULO 3 - Resultados de la evaluación individual de los Centros y de sus investigadores**  
CIMAT

A continuación presentamos la tabla de indicadores elaborada para este objetivo:

INDICADORES <sup>39</sup>	Línea de base			Periodo de Vigencia del Centro									Total
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
2	<b>Desarrollar Investigación de Excelencia</b>												
2.1	Número de Publicaciones ISI del Centro (ver nota al pie)♣	13	13	27	34	37	46	59	51	55	56	62	453
2.2	Número de Publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	1	5	4	8	10	9	6	7	11	4	7	72
2.3	Impacto promedio de las publicaciones del Centro	1,815	4,277	2,665	2,010	1,872	2,511	1,765	1,902	2,884	2,143	2,453	
2.4	Número de Publicaciones ISI en el 50% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	13	12	22	25	33	35	39	38	46	41	45	349
2.5	Libros o Capítulos de libros escritos por miembros del Centro											2	2
2.6	Número de eventos científicos organizados o co-organizados por el Centro						7	5	3	4	15	2	36
2.7	Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros del Centro	10	10	10	10	15	15	20	49	23	30	52	244
2.8	Premios científicos	3			5			7			10		25

<sup>39</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información

\* El número de publicaciones consignado corresponde a las publicaciones que el Centro reporta a CONICYT luego de extraer aquellas publicaciones realizadas por autores del Centro, pero no correspondientes al programa.

Gráfico 3: Publicaciones ISI, publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>40</sup>

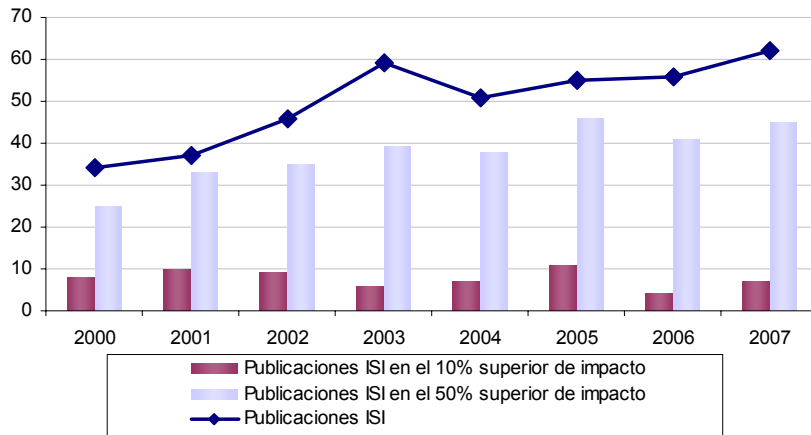
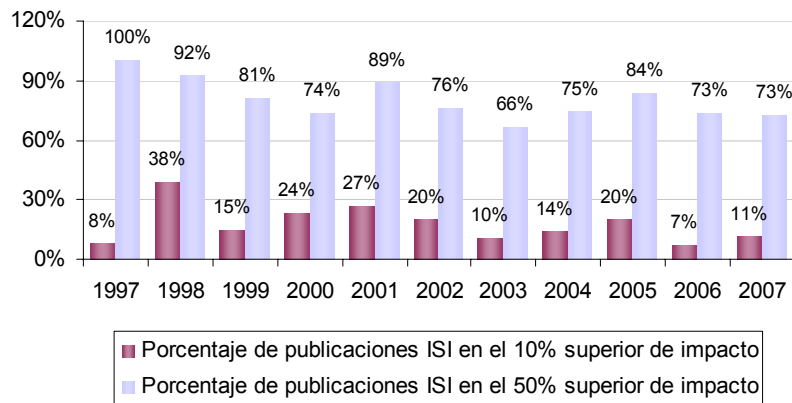


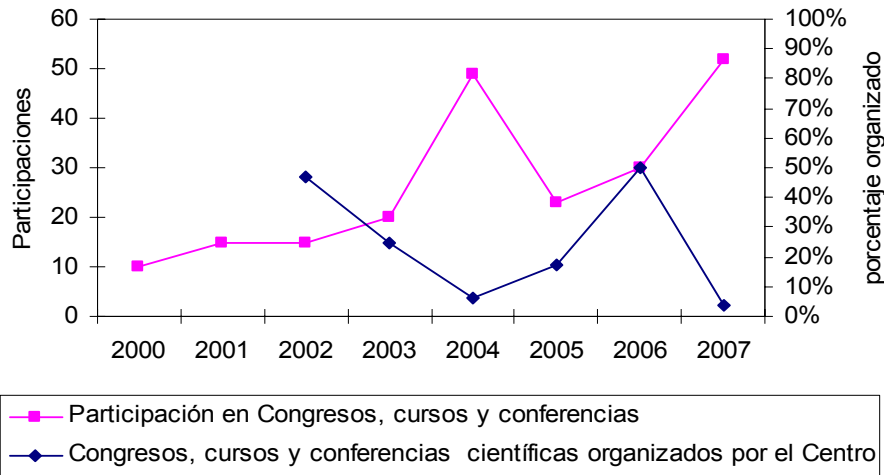
Gráfico 4: Porcentaje de publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>41</sup>



<sup>40</sup> En este gráfico no se consideran los años correspondientes a la línea de base, debido a que los valores absolutos de las publicaciones no son comparables. Esto se explica porque para el período Centro se incluyen las publicaciones de todos los investigadores que pertenecen a éste, mientras que para la línea base se incluyen sólo publicaciones de los investigadores principales.

<sup>41</sup> La forma de cálculo de estas variables se especifica en la página A147 del Anexo 2.

**Gráfico 5: Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros del Centro y porcentaje de congresos, cursos y conferencias organizadas por el Centro**

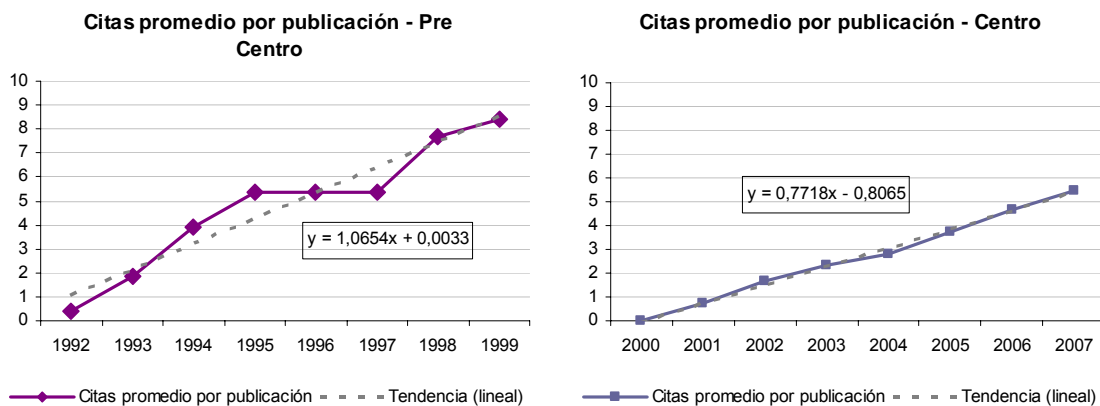


De la tabla y los gráficos precedentes se puede concluir que la evolución de los indicadores referentes al desarrollo de investigación de excelencia es positiva. El número de publicaciones ISI ha crecido durante los años de vida del Centro. Las publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la disciplina alcanzan un total de 72 alcanzando un máximo de 11 en el año 2005. Con respecto a las publicaciones en revistas dentro del 50% superior de impacto de la disciplina correspondiente, éstas siguen la misma evolución que las publicaciones ISI totales y se ubican entre el 65% y 80% de las publicaciones totales en la mayoría de los casos. A diferencia de lo observado en otros Centros, los porcentajes de publicaciones ISI en el 10% superior y en el 50% superior de impacto son superiores en los años pre Centro que en los años de funcionamiento del Centro.

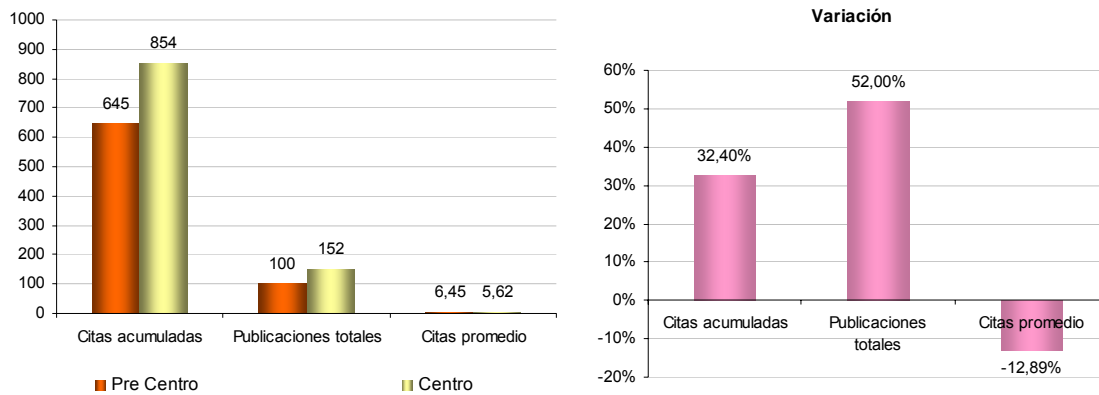
En relación a los congresos, cursos y conferencias se puede observar en el Gráfico 5 que la participación de miembros del Centro en este tipo de actividades no ha sido elevada, excepto en los años 2004 y 2007; la cantidad de eventos organizados tampoco parece ser muy elevada.

Por último se destaca que el Centro ha obtenido 22 premios en reconocimiento a logros científicos dentro de su período de funcionamiento y 3 en el período previo al inicio del mismo, demostrando así la calidad de los trabajos que realiza.

**Gráfico 6: Citas promedio por publicación pre Centro y durante el funcionamiento del Centro - tendencias**



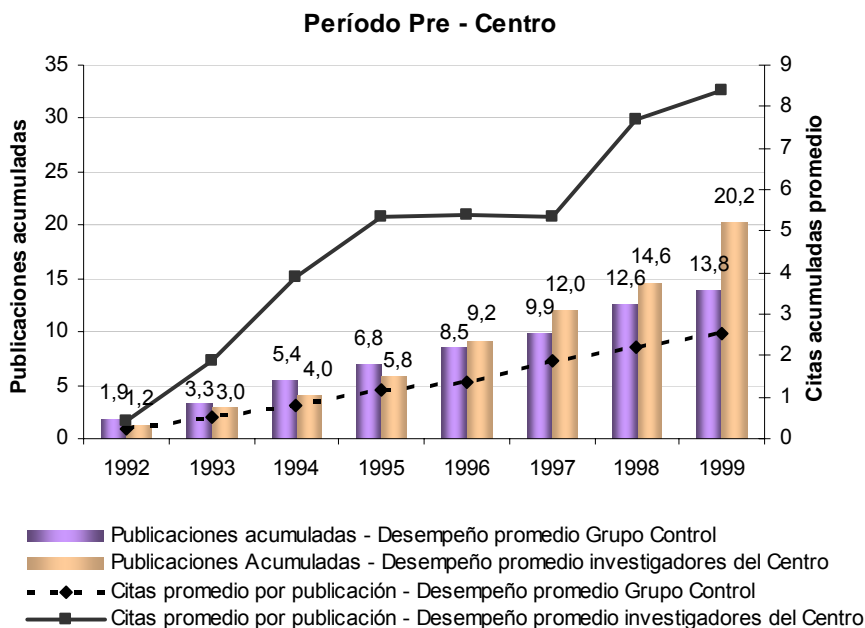
**Gráfico 7: Citas totales, publicaciones totales, citas promedio y tasa de crecimiento – Período pre Centro y durante el funcionamiento del Centro**

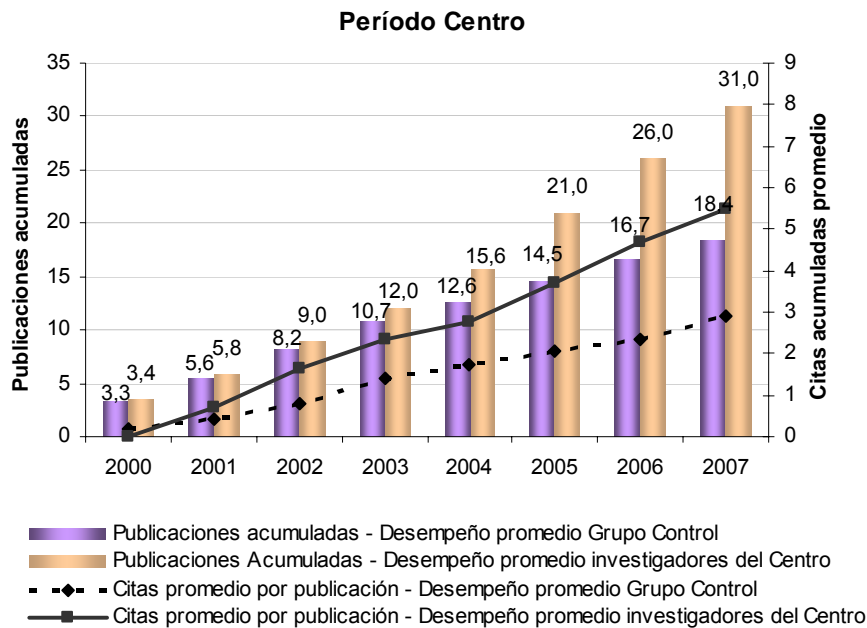


Como se observa en los dos gráficos anteriores, las citas por publicación en el período pre Centro son mayores a las del período del Centro. Además, en el período pre Centro, las citas promedio por publicación crecen anualmente en 1,07 citas por publicación, mientras que en el período del Centro el crecimiento promedio anual es de 0,77 citas por publicación.

De la observación del Gráfico 7 se puede concluir que las publicaciones del Centro no han superado la calidad de las publicaciones pre Centro, tanto las publicaciones como las citas han crecido en el período de funcionamiento del Centro, pero dado que el crecimiento en las publicaciones es mayor al crecimiento en las citas, las citas promedio por publicación han caído.

**Gráfico 8: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control**





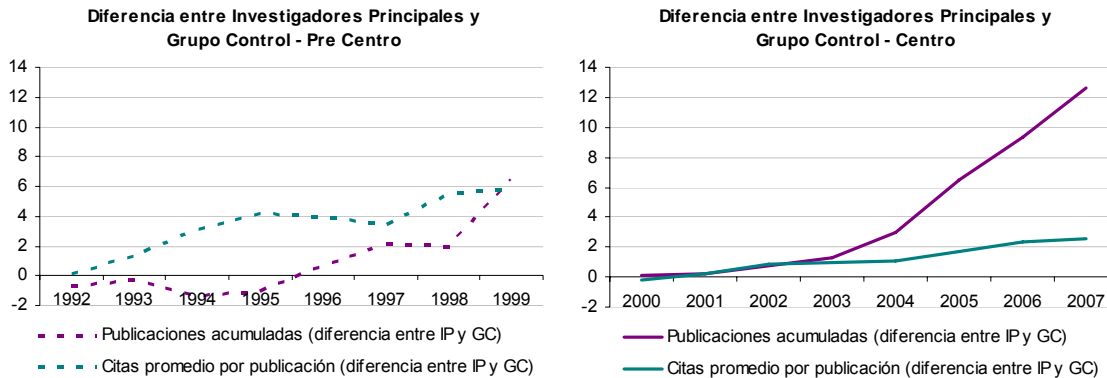
Los presentes gráficos permiten comparar, tanto para el periodo previo al Centro como para el periodo posterior a la puesta en marcha del Centro, el desempeño del promedio de investigadores principales del Centro FONDAF CIMAT contra el del investigador promedio que surge a partir del grupo control confeccionado para este Centro.

Para el periodo previo a la puesta en marcha del Centro se evidencia que el volumen de publicaciones del promedio de investigadores principales del Centro FONDAF ha sido inicialmente inferior al número de publicaciones que alcanza el grupo control y luego, a partir del año 1996, se observa la situación inversa. Respecto a las veces que éstas fueron citadas, el desempeño promedio de los investigadores del Centro supera siempre al desempeño promedio del grupo control.

Para el periodo posterior a la creación del Centro FONDAF CIMAT se evidencia que tanto el volumen de publicaciones como las veces que éstas fueron citadas fue mayor para el promedio de investigadores principales del Centro FONDAF. Esta diferencia en el período del Centro se incrementa notablemente. De este modo puede evidenciarse que tras la creación del Centro el desempeño conjunto de los investigadores evidenció una considerable mejoría.

Para clarificar estos puntos, se presentan a continuación 2 gráficos, el primero correspondiente al período previo al Centro y el segundo correspondiente al período Centro. En ambos se muestran las diferencias observadas entre el promedio de investigadores del Centro y el promedio del Grupo Control para las dos variables consideradas anteriormente, el volumen acumulado de publicaciones y el promedio de citas por publicación acumulado. Para el período Centro, la diferencia en las publicaciones acumuladas es leve, encontrándose momentos en los que esta diferencia es incluso negativa (implicando que las publicaciones acumuladas del Grupo Control son mayores a las correspondientes a los Investigadores Principales). Sin embargo, en el período Centro, esta brecha se amplía considerablemente. Con respecto a las citas promedio por publicación, se observa una diferencia mayor en el período pre Centro, indicando que la calidad de las publicaciones se torna más similar en el segundo período considerado. Sin embargo, cabe destacar que esta diferencia continúa siendo positiva, por lo que es posible aseverar que las publicaciones de los Investigadores Principales continúan siendo de mayor calidad que las publicaciones del Grupo Control.

Gráfico 9: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control – Diferencias



### Objetivo 3: Formar capital humano avanzado

Este tercer objetivo también es identificado como uno de los tres donde más logros es posible encontrar. En varias ocasiones se le vincula con una contribución directa para propiciar el desarrollo de la ciencia en el país. Para los investigadores principales, el principal producto de los FONDAP es la formación de capital humano avanzado, señalando además que sin conocer en profundidad los otros Centros, debiera ser este el principal resultado, no sólo en el CIMAT, sino que también en los otros seis.

Los investigadores principales vinculan además la formación de capital humano directamente con la necesidad que hoy existe de acercar la ciencia a la industria, señalando que, en su opinión, las industrias debieran tener científicos contratados de modo que acerquen a los Centros a los problemas reales que se encuentran en el mundo privado.

*“La gran contribución hoy día del FONDAP frente al sector productivo es la formación de recurso humano, creo que ha sido el gran esfuerzo, es necesario que este recurso humano vaya a la industria y empiece a investigar, de modo de traernos los problemas reales”. (Investigador principal)*

Un indicador del prestigio que ha alcanzado el CIMAT en esta línea es el hecho de que paulatinamente se ha ido incrementando el número de estudiantes extranjeros que eligen venir a hacer sus estudios de doctorado y post doctorado al CIMAT, fundamentalmente por el prestigio con el que cuenta el Centro a nivel internacional.

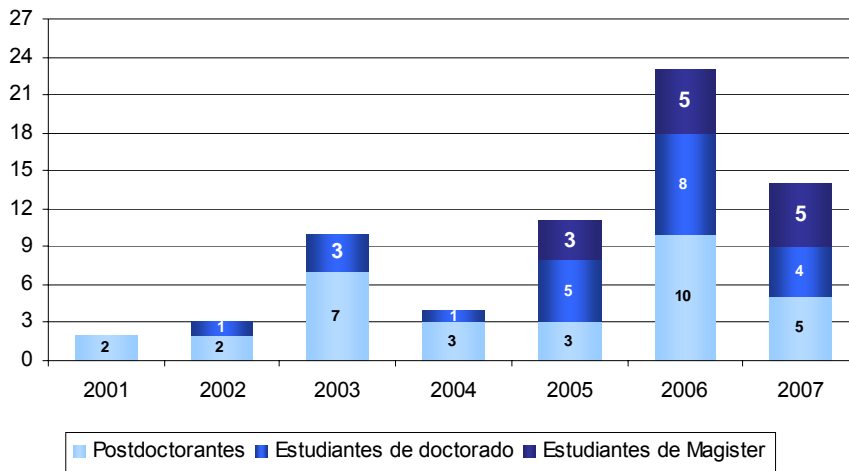
Otro factor importante que es destacado por los investigadores asociados tiene que ver con la capacidad que ha ido adquiriendo el Centro de generar las condiciones de investigación para que los alumnos con mayores capacidades decidan continuar estudiando en el Centro y no partir al extranjero, potenciando de esta manera los distintos equipos de trabajo.

*“Retener a personas que van recién saliendo, están haciendo su doctorado y que si no existiera FONDAP se nos irían, ésta es una muy buena opción de decir, quédate con nosotros, has un Postdoc y de a poquito por ahí surge la posibilidad de que te quedes en la Universidad, y así vamos aumentando la gente buena en la Universidad, si hay que ir recambiando”. (Investigador asociado)*

**CAPÍTULO 3 - Resultados de la evaluación individual de los Centros y de sus investigadores**  
**CIMAT**

INDICADORES <sup>42</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro								Total	
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
<b>3</b>	<b>Formar Capital Humano Avanzado</b>												
3.1	Número de postdoctorantes							5	5	7	7	24	
3.2	Número de postdoctorantes NUEVAS INCORPORACIONES (ver nota al pie) ♦				1	2	2	7	3	3	10	5	33
3.3	Estudiantes de doctorado NUEVAS INCORPORACIONES						1	3	1	5	8	4	22
3.4	Número de tesis de doctorado completadas						2	3	6	4	9	5	29
3.5	Estudiantes de Magister NUEVAS INCORPORACIONES									3	5	5	13
3.6	Número de tesis de magister completadas					1	2	3	2	2	0	6	16
3.7	Número de tesis de pregrado completadas					1	2	2	3	4	4	13	29

**Gráfico 10: Incorporaciones de postdoctorantes, estudiantes de doctorado y estudiantes de magíster**



<sup>42</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

♦ Para obtener el dato de nuevas incorporaciones se consideró el año en el que el postdoctorante, doctorando o estudiante de magíster inició su tesis.

Gráfico 11: Cantidad de tesis según nivel académico

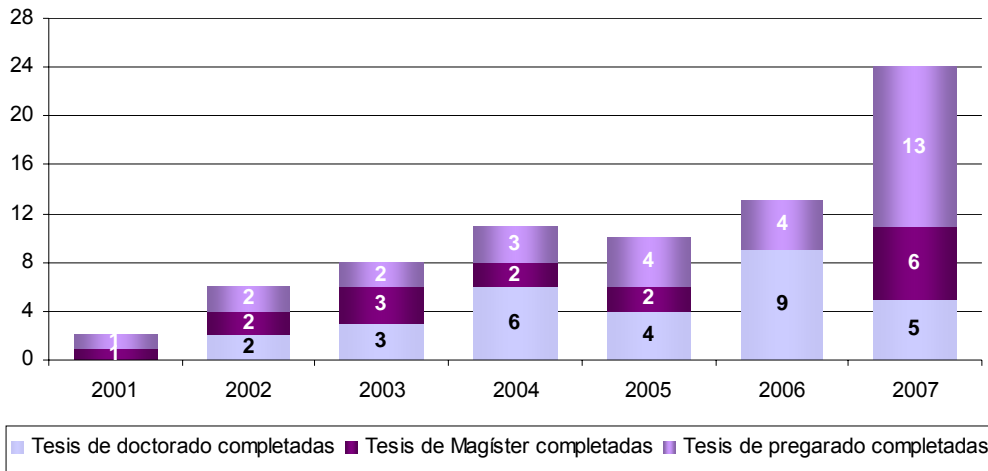
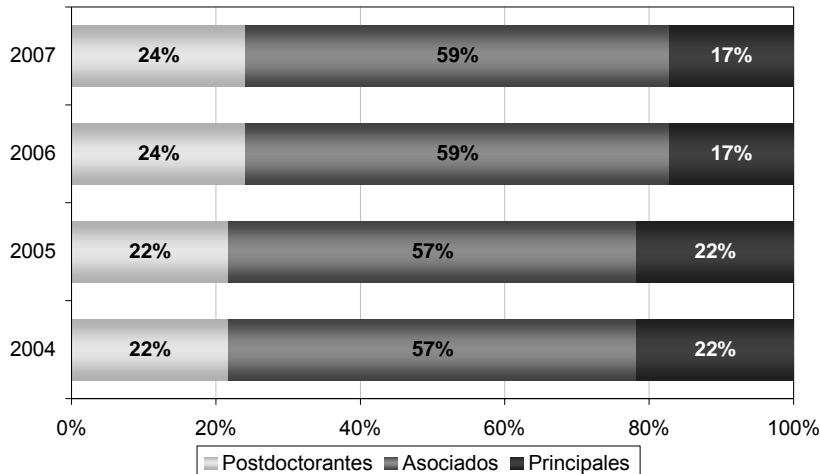


Gráfico 12: Proporción de investigadores principales, asociados y postdoctorantes que se desempeñaron en el Centro por año



El número de estudiantes de doctorado, estudiantes de magíster y postdoctorantes ha mostrado una tendencia creciente a lo largo de la existencia del Centro, sin embargo la incorporación de nuevos postdoctorantes y estudiantes de doctorado ha sido superior a la incorporación de estudiantes de Magíster.

Con respecto a las graduaciones (número de tesis de diferente grado finalizadas en un determinado año) puede advertirse, en general, la predominancia de tesis de grado, seguidas por las tesis de doctorado.

En cuanto a la proporción de investigadores en los niveles más elevados (principales, asociados y postdoctorantes) se observa una gran estabilidad, los porcentajes no varían casi a lo largo de la vida del Centro.

#### Objetivo 4: Proyectar y difundir al medio externo

En opinión del Director, y a pesar de no ser éste un objetivo considerado desde el comienzo del proyecto, ha sido en parte gracias a los comentarios y sugerencias del Comité Asesor Internacional que el CIMAT ha realizado gran actividad en difusión al medio externo, ámbito de acción que cada vez tiene mayor importancia dentro del Centro. El principal objetivo que tiene la difusión al medio externo es acercar la ciencia a la comunidad en general, acercarla sobretodo a los niños a través de sus escuelas y colegios. El Dr. Lund ilustra por medio de una actividad puntual, cómo se ha llevado en la práctica este trabajo.

*“Yo voy a cada rato a las conferencias de Icare y a las de Explora. El año 2005 fue el año dedicado a la física y ahí tuvimos una participación muy intensa, expusimos en Matucana 100, se hicieron una serie de experimentos muy simples, orientados a los niños, se hizo una exposición en el MIM que también fue itinerante”.*

Respecto a la vinculación que el CIMAT ha establecido con docentes, por ejemplo a través de capacitaciones o charlas, señala que no se ha realizado hasta ahora, pero el hecho de acercarse a los profesores desde su formación, se visualiza como una posibilidad futura de trabajo.

*“Capacitación a profesores no hemos hecho, pero es interesante incorporarlos de manera orgánica, como colegio de profesores, ahí tal vez habría que hacer un trabajo desde la formación del docente, en el pedagógico”. (Director del Centro)*

No obstante los trabajos y actividades realizados en esta materia de difusión al medio externo, en los Investigadores Principales existe una cierta autocrítica al respecto, ya que reconocen que no se han hecho todos los esfuerzos suficientes en la difusión al medio externo salvo el equipo de Francisco Melo que sí ha tenido aportes importantes. Al respecto señalan que sería necesario contar con personal adecuado para ello, que tenga las competencias para materializar las ideas o proyectos que se están trabajando y las transforme en material de difusión. Junto a lo anterior manifiestan su preocupación en cuanto a que debiese existir un presupuesto diferenciado para este tema, es decir, recursos que tengan que gastarse en extensión.

*“Quizás hemos sido descuidados en torno a este objetivo, Francisco Melo y su grupo han hecho experimentos en el MIM, lo mismo que en Explora”.*

*“Lo que hace falta ahí es personal dedicado a eso porque dentro de todas las cosas que nos piden no nos alcanza el tiempo. Hace falta gente intermedia que uno diga, tengo esta idea, y la persona lo hace”.*

*“Por ejemplo en este momento hay una periodista del CIMAT que está reestructurando la página web viendo las noticias para redactarlas de una manera más amigable, eso pronto va a aparecer”. (Investigadores principales)*

En el caso de los estudiantes de Doctorado, los entrevistados reconocen que se han hecho actividades para difundir al medio externo las investigaciones del CIMAT, sin embargo son también críticos en cuanto a que este esfuerzo no ha sido suficiente. Manifiestan claramente una motivación para abrir y difundir los conocimientos, están convencidos que realizar proyectos en colegios es una buena alternativa, la que tomaría mucho más fuerza si se incluyera dentro del plan del CIMAT.

*“Las ferias de Explora son buenas en ese sentido, acá todos hemos participado en algo, pero la gente que asiste a las ferias igual lo miran de lejos...claramente a mí me gustaría que la gente se enterase de todos estos temas”*

*“Yo creo que hay que hacer proyectos en colegios, ese es el mejor lugar, los cabros chicos son los que mejores preguntas tienen, hacer talleres en los colegios, enseñar la resistencia de materiales, romper tablas, doblar metales, etc.”*

*“A ninguno de nosotros nos molestaría que fuéramos a dar charlas a colegios, es como devolver la mano a la sociedad un poco”*

*“Si esto se incorporara al plan del CIMAT como una obligación, sería bueno” (Estudiantes de doctorado)*

### **Objetivo 5: Contribuir al desarrollo del país**

Entre los entrevistados existe coincidencia en señalar que este es un objetivo muy poco preciso, que no tiene indicadores que sean medibles y que, por lo tanto, debiera ser redefinido para que tenga un mayor sentido y puedan implementarse actividades que contribuyan con claridad a su cumplimiento. Un investigador principal señala por ejemplo que *“es un objetivo más bien ambiguo, puede incluir a todo el resto”*. Tal como ocurre en otros Centros, se considera también que debería haber personas en el Centro que se vincularan directamente con este objetivo y que contarán con un presupuesto para dicha tarea.

En opinión del Director, la contribución al desarrollo del país se aprecia necesariamente en la vinculación que se establece con la industria y el mundo privado en general. Al respecto, reconoce y destaca la importancia de contar con una Unidad de Negocios que permitió trabajar en la generación de patentes.

*“La unidad de negocios ha permitido profesionalizar todo este asunto en el sentido que la persona contratada tiene experiencia en la administración de conocimiento. Nuestra política durante varios años fue aprender a patentar, luego contratamos a un gerente de unidad de negocios que sabe bastante de gestión del conocimiento”.*

*“Muchos de nuestros colegas piensan que la contribución al desarrollo del país es la formación de capital humano, yo diría que es más bien el hecho de acercar los Centros a la industria, aunque es algo que no puede depender sólo de los Centros, sino que tiene que haber un interés mayor de la industria y aun apoyo mayor de CONICYT”. (Director del Centro)*

En acuerdo con la opinión del Dr. Lund, los investigadores asociados reconocen en la vinculación con la industria el principal aporte al desarrollo del país aunque coinciden en señalar que el sector privado no manifiesta mucho interés por acercarse a los Centros y que por lo tanto hay mucho trabajo que realizar en este ámbito.

Es interesante también recoger cómo, en su opinión, ha ido variando la forma en la cual se percibe este acercamiento al mundo privado, en cuanto a que la investigación básica que se lleva a cabo tenga un impacto en temas vinculados al desarrollo del país, y sea por tanto aplicable.

*“En nuestro caso lo aplicable no lo puedes dejar de lado, no es pecado para mi gusto pensar en que si eso sirve, se patenta y se aplica, lo que además te permite generar ingresos extras para el Centro”*

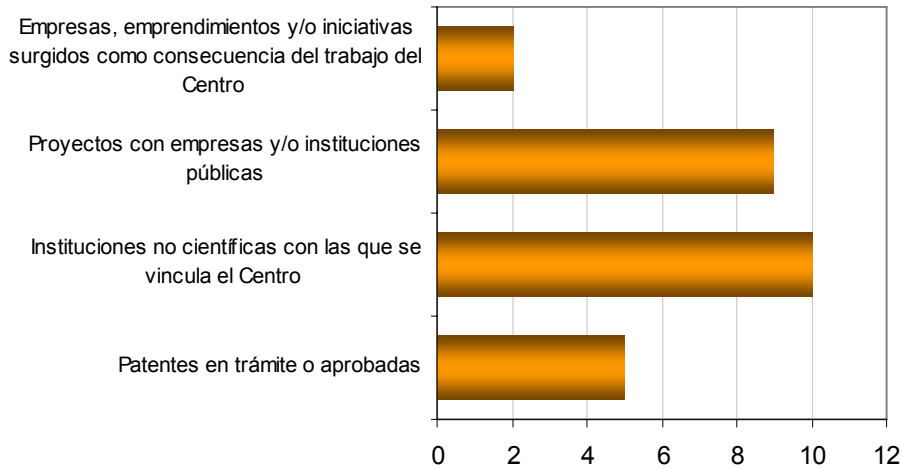
*“Hoy en día las patentes se ven de otra manera, antes no eran tan bien miradas. Hoy en día es algo positivo, significa que lograste algo con tu investigación básica”*

Finalmente, y en opinión de los Estudiantes de doctorado entrevistados, el hablar de desarrollo del país implica necesariamente juntarse a conversar con otros estamentos como el Estado y la industria. Algunos entrevistados opinan que su contribución pasa por el aumento de la masa crítica, mientras que otros opinan que el desarrollo de aplicaciones hacia la industria es la principal contribución al desarrollo del país.

En este último punto reconocen el rol tímido y cómodo de la industria, que sin duda debiese cambiar con el tiempo, siendo los mismos científicos quienes debiesen tomar un rol más activo para cambiar la realidad actual, apoyados por las agencias científicas como CONICYT.

5	Contribuir al desarrollo del país <sup>43</sup>	
5.1	Número de patentes en trámite o aprobadas	5
5.2	Número de instituciones no científicas con las que se vincula el Centro	10
5.3	Número de proyectos con empresas y/o instituciones públicas	9
5.4	Empresas, emprendimientos y/o iniciativas surgidos como consecuencia del trabajo del Centro	2

Gráfico 13: Indicadores del objetivo 5



Claramente el Centro aún tiene mucho por hacer en términos de este objetivo, pero el haber logrado el desarrollo de cinco patentes, tener vinculación con instituciones no científicas y realizar proyectos con empresas o instituciones públicas o formar empresas como consecuencia de la existencia del Centro no deja de ser un indicador positivo. Cabe mencionar que este Centro muestra indicadores elevados en relación con los demás Centros.

#### 3.4.5. Síntesis de los principales resultados

Haciendo una síntesis de los principales logros del CIMAT, se puede establecer que el Centro obtiene los mejores resultados en torno al fomento de la investigación asociativa y la formación de capital humano avanzado, los dos objetivos que, como señalaba el Dr. Lund, fueron los que estuvieron contemplados desde los orígenes del Centro. Junto a lo anterior, y respecto a los objetivos de Proyección y difusión al medio externo y Contribución al desarrollo del país, éstos se han trabajado fundamentalmente por iniciativas e interés individuales en el primer caso y por una natural relación con la industria en el segundo.

Tal como ocurre en otros Centros, existe coincidencia en señalar que el objetivo de difusión al medio externo puede ser mucho más desarrollado en caso de existir personas que sean contratadas para eso y se encarguen de mostrar resultados al respecto, es decir tomando una figura similar a la Unidad de Negocios, cuyo quehacer se vincula mucho más con la contribución al desarrollo del país.

#### 3.4.6. Sustentabilidad y proyecciones

##### A. *Sustentabilidad del Centro*

<sup>43</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

Entre los entrevistados hay coincidencia en señalar que sin el presupuesto FONDAP el Centro se vería gravemente afectado en su funcionamiento, pero que sin embargo podría continuar funcionando, aunque no se le podría exigir lo que hoy. De todos modos este posible escenario genera gran incertidumbre, siendo la generación de patentes y un vuelco más decidido hacia la industria y los privados una alternativa que se ve como viable para evitar que deje de funcionar en caso de quedarse sin presupuesto FONDAP.

*“La verdad no sabemos qué pasaría sin financiamiento, pero sí creo que es importante que existan estos fondos que permiten la investigación asociativa; es fundamental, sin esto no podríamos generar vinculación con empresas, con otras universidades, tener la unidad de negocios, etc”. (Director CIMAT)*

#### B. Proyecciones a futuro

Para el Director del Centro, la proyección del Centro se relaciona directamente con seguir en la línea que hasta ahora se ha trabajado en cuanto a seguir generando investigación asociativa y de excelencia, posicionando así al CIMAT dentro del contexto internacional respecto a Centros que trabajan en ciencia de los materiales.

Planteado el tema de las proyecciones a futuro del CIMAT, los investigadores principales entrevistados focalizan la conversación en el tránsito desde ciencia básica a aplicada que, a juicio de ellos, es algo que ha caracterizado al Centro durante los últimos años, sobretodo desde que comenzó a funcionar la Unidad de Negocios, la que llegó a formalizar este trabajo. En opinión del grupo, este proceso no tiene por qué darse de forma obligada, es decir, no debiera constituir una exigencia desde CONICYT, sino más bien, debe haber espacio para grupos que sigan desarrollando ciencia básica y otros que desarrollen ciencia aplicada, generando una sinergia entre ambas que contribuya al crecimiento y desarrollo del Centro. Este tema toma particularmente interés cuando se plantea cómo debiera evolucionar el Centro en esta materia dentro de los próximos diez años.

*“Hay confusión en que los Centros evolucionan en esta cadena, que por ejemplo hace 10 años hacíamos investigación pura, ahora investigación aplicada y en un tiempo más haremos aplicaciones, no, cada uno tiene sus capacidades su formación y entonces éste o cualquier otro Centro si partió haciendo investigación pura podrá hacer toda su vida investigación pura, y serán otros los que adquieran esa capacidad para hacer aplicaciones. De repente tiende a forzarse para que los Centros vayan evolucionando hasta que pierdan su capacidad....podemos tratar de evolucionar pero de repente vamos a evolucionar tanto que no sabremos hacerlo”. (Investigador principal)*

Desde el punto de vista de los estudiantes de doctorado, es importante el hecho de afianzar lazos con la industria, sin embargo dudan que esto suceda en el corto y mediano plazo ya que, en su opinión, es la industria la que debe cambiar su visión y apostar por el desarrollo científico más que por las ganancias económicas, lo cual es muy difícil.

*“Pero yo veo que ahí hay un conflicto de intereses porque la empresa quiere que los científicos hagan lo que ellos quieren nomás, .de hecho cuando los alumnos van a hacer sus prácticas en las mineras la presentación de la práctica es a puertas cerradas”. (Estudiante de doctorado)*

#### 3.4.7. Sugerencias para el Programa FONDAP

Tal como hemos visto anteriormente, el CIMAT es un Centro que debe invertir gran parte de su presupuesto en adquisición y mantención de los equipos que utilizan diariamente los investigadores. Una sugerencia del Director del Centro tiene que ver con este tema ya que, en su opinión, CONICYT debiera

permitir que se utilicen recursos para financiar la mantención de los equipos, lo que en su opinión aun no se ha flexibilizado.

*“FONDAP debiera permitir el máximo de flexibilidad en el gasto de los recursos y posteriormente evaluar por los resultados que cada Centro vaya obteniendo, no se puede comparar directamente entre Centros cuánto gasta cada uno por ejemplo en un ítem como mantención, la comparación debe hacerse en los resultados que se van obteniendo.”. (Director del Centro)*

Por otra parte, el Dr. Lund también hace referencia a un aspecto que debiera mantenerse porque ha caracterizado el quehacer del Centro y que reconoce como muy positivo en términos del trabajo que se ha llevado a cabo hasta ahora.

*“El FONDAP da la posibilidad de que se mantenga la libertad de investigación. Hay grupos que les interesa vincularse con la empresa privada y otros no, y eso está bien, no hay que perderlo. Si hubiera otro llamado a FONDAP ojala hubiese espacio para más Centros”. (Director del Centro)*

Desde el punto de vista de los Investigadores principales, las sugerencias apuntan a aumentar los fondos de manera de invertir fuertemente en equipamiento, que en el caso del CIMAT es muy necesario para fortalecer los laboratorios. Además sería interesante, según los entrevistados, generar redes dentro del país fortaleciendo también a Centros regionales, ya que consideran perjudicial la brecha que hoy existe en materia de desarrollo científico entre Santiago y demás regiones. Concretamente sugieren que, en caso de existir nuevos llamados para Centros FONDAP, éstos consideren dentro de su presupuesto la creación o el vínculo con Centros regionales, sub Centros regionales o laboratorios asociados en regiones, lo que eventualmente permitiría apalancar recursos indirectos que provienen de las regiones.

Otra sugerencia que va en la misma línea del establecimiento de redes dice relación con, a partir de la vinculación que ya se tiene con otros Centros de América Latina, poder constituir una gran red regional, aprovechando el conocimiento generado en el CIMAT.

*“Si los Centros en Chile son exitosos, otra política pública es que hay que ser regionales y aprovechar los otros Centros de otros países de América Latina y hacer un gran Centro regional”. (Investigador principal)*

Respecto de la relación de Centros con el sector productivo, los entrevistados mencionan que el sector productivo debiese ser más activo en buscar nuevas tecnologías o desarrollo en investigación, indicando que, en su opinión, no es una tarea que le competa al Estado incentivar económicamente. Señalan que debiera existir desde CONICYT, o el Ministerio de Economía una estrategia que apunte a acercar las necesidades del mundo productivo a la ciencia, haciendo hincapié que para que esto suceda se requiere necesariamente el interés del mundo privado.

*“Esto de crear Centros FONDAP al lado de cluster productivos, darle la responsabilidad al científico de identificar problemas productivos y resolverlos, no sé si eso sea muy lógico, más bien tiene que haber una demanda desde el sector productivo”*

*“FONDAP es ciencia básica, partió como eso, después empezó a meter la cola en el tema productivo...y en Chile el sector productivo no sale, hay un problema de majadería y contumacia de perseverar en el error de siempre, si se define como cluster el sector de producción de ave por ejemplo, si ellos tienen problemas, que lo financien ellos, no tiene por qué hacerlo el Estado” (Investigadores principales)*

Complementando lo anterior, investigadores asociados y postdoctorantes sugieren a FONDAP no forzar la relación con la industria, sino generar estrategias para que el mundo privado vea este tipo de Centros

como una alternativa a la cual recurrir. En este sentido, señalan que CONICYT debiese ser un puente que acerque industria y ciencia, aunque entendiendo que es un proceso a largo plazo debido a las complejidades que esto implica.

*“En los países del primer mundo la mayoría de los investigadores trabaja en la industria, no en la academia, contrario a lo que aquí ocurre, eso tiene que ver con las etapas de desarrollo, si los FONDAP se están moviendo para ese lado bienvenido, porque la academia está todavía encerrada y la industria demasiado tímida para ir haciendo preguntas al conocimiento científico técnico que existe en las universidades, y si necesita hacer preguntas seguro va a llamar a algún científico extranjero y posiblemente aquí encontraría uno mucho más barato, estamos en una situación precaria y en parte esto es cultural”.  
(Postdoctorante)*

*“Bienvenido que FONDAP potencie un acercamiento a la industria, pero también es peligroso que se les exija a los Centros ir en esa dirección, en los BASALES se les está exigiendo a los científicos acercarse a los industriales y prácticamente crear nosotros el problema a resolver, cuando debiera ser al revés”.  
(Investigador asociado)*

### **3.5 Centro de Modelamiento Matemático (CMM)**

#### **3.5.1. Historia y características generales del Centro**

El Centro de Modelamiento Matemático es un Centro de excelencia en investigación científica que tiene como misión crear nuevas matemáticas y usarlas para resolver problemas de otras ciencias, la industria y las políticas públicas. Su finalidad es desarrollar ciencia con los más altos estándares, los que guían asimismo sus actividades en investigación industrial y educación. Tiene como objetivo principal difundir el uso de estas contribuciones teóricas al sector industrial y desarrollar un ambiente de investigación científica y de intercambio entre una amplia variedad de académicos, estudiantes e ingenieros.

El Centro, que funciona como tal desde abril del año 2000 al alero de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, promueve el desarrollo de sus investigadores al crear un ambiente donde las nuevas matemáticas y las ideas puedan florecer. Se concentra en áreas donde exista una posibilidad real de convertirse en una referencia mundial, basándose en aquéllas donde sus miembros ya han alcanzado un alto nivel. El Centro acoge la interacción entre sus participantes, estimulando nuevos desarrollos que incorporen acercamientos diversos. El CMM también considera una importante colaboración con empresas locales, en conjunto con las cuales desarrolla varios de sus proyectos aplicados.

Desde sus comienzos el Centro se ha asociado con el Departamento de Ingeniería Matemática (DIM) de la Universidad de Chile para desarrollar tanto las áreas fundamentales como los proyectos aplicados. En el ámbito de las instituciones, las principales contrapartes son el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), la Universidad de Concepción (UDEC), y varios departamentos de la Universidad de Chile. Las principales contrapartes industriales iniciales incluyen a la Corporación Nacional del Cobre (CODELCO) y a Dassault Aviation.

En términos de su visión, el CMM busca ser un Centro de excelencia de clase mundial en investigación y formación avanzada en matemáticas aplicadas, reconocido internacionalmente como una plataforma para el modelamiento matemático industrial con alto impacto en innovación. El Centro de Modelamiento Matemático es hoy una de las cuatro unidades mixtas de investigación reconocidas en el mundo por el Centro Nacional de Investigación Científica de Francia (CNRS), una de las instituciones de mayor renombre a nivel mundial.

Los objetivos específicos que persigue el Centro son los siguientes:

- Crear un ambiente que promueva la discusión científica formal e informal entre investigadores, visitantes y estudiantes de pre y postgrado.
- Entregar los recursos y el ambiente científico que permitan incrementar la sinergia entre los participantes del Centro, y la búsqueda de áreas emergentes relacionadas con el modelamiento matemático, análisis, simulación y computación de sistemas complejos.
- Promover la ejecución de proyectos de investigación interdisciplinarios y programas de estudio en áreas como ingeniería de sistemas, ciencias del transporte, biotecnología, ciencia de los materiales, teoría económica y física no lineal.
- Contribuir al desarrollo de la industria chilena, mediante la transferencia de investigación y tecnología a los sectores público y privado.
- Organizar seminarios, entrenar a estudiantes graduados e ingenieros, desarrollar software y participar en proyectos de investigación en conjunto con ingenieros que trabajen en el sector industrial.

- Incrementar el número de investigadores que trabaja en matemáticas aplicadas y modelamiento, mediante programas de estudio de doctorado y posdoctorado, y contribuir al fortalecimiento de la formación de ingenieros y científicos en estas áreas.
- Consolidar al Centro como un lugar de interés científico internacionalmente reconocido, visitado por investigadores jóvenes, estudiantes graduados, candidatos posdoctorales y matemáticos de todo el mundo; además de colaborar en proyectos de corto y largo plazo.

Dentro de sus principales áreas y proyectos es posible identificar la Economía en Redes, el Medio Ambiente, la Minería, los recursos renovables, y otros más específicos como el diseño de Herramientas de Apoyo al Diagnóstico Médico y Procedimientos Quirúrgicos.

Cuadro 1: Investigadores principales del Centro

<b>Investigadores Principales (Líderes de Grupo)</b>
Conca, Carlos
Correa, Rafael (Investigador Asociado desde Sep. 2007)
Jofré, Alejandro (Subdirector)
Manasevich, Raúl
San Martín, Jaime (Director)

Además de los investigadores principales y asociados, el CMM cuenta actualmente con 11 investigadores asociados externos que pertenecen a distintas universidades del país, 31 ingenieros de proyecto, 8 doctores ingenieros, 7 postdoctorantes actualmente trabajando en el Centro y un equipo de apoyo compuesto por siete personas más, conformando así un gran equipo de trabajo.

Al hablar de la historia del CMM, es importante señalar que este comienza a gestarse en los 90 por medio de la iniciativa de algunos investigadores, muchos de ellos ex alumnos de la Universidad de Chile, los que, desde el sector privado demandan asesoría para resolver ciertos problemas. A partir de esto, se reconoce además la necesidad de crear una estructura diferente a la del departamento de ciencias físicas y matemáticas de la Universidad, de modo de poder abocarse a resolver cosas propias de la investigación, visitas, organización de congresos, etc., que escapaban a la labor propia del departamento de ingeniería.

Formalmente, es decir como programa financiado por FONDAP, el CMM se crea en el año 2000 y, en palabras de su Subdirector, Dr. Alejandro Jofré, desde sus inicios destaca por su vinculación con el sector privado, la cual no ha sido intencionada desde el Centro, sino más bien demandada desde el sector industrial.

*“En el año 2000 se crea el CMM. Los Centros tenían que tener vinculación con el sector industrial y nosotros ya teníamos experiencia porque nos habíamos ganado unos FONDEF en el área forestal y minería, esa es nuestra primera vinculación con la industria. La vinculación forestal partió porque con ingeniería forestal presentamos en forma conjunta el FONDEF y en el área minería CODELCO ya nos había preguntado varias veces, lo que derivó en algunas consultorías. Nunca en nuestra historia hemos sido nosotros los que nos acercamos, siempre ha sido desde la demanda....es que es muy difícil adelantarse uno puede tener la tecnología y las herramientas, pero los temas en si... es difícil adelantarse tanto”. (Subdirector del Centro)*

### 3.5.2. Procesos de gestión del Centro

#### A. Ubicación y relación con la Universidad

El CMM está albergado dentro de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, lugar en el que se encuentra desde que comenzó a funcionar. En palabras del Director del Centro, profesor Jaime San Martín, la relación que se establece con la Universidad es buena, si bien podría ser una relación quizás más "liviana" en términos de administración, lo que es un desafío considerando que se trata de administración de fondos estatales.

*"Es una buena relación, un sistema que lleva funcionando años, no hay sorpresas... podría ser una administración más liviana pero no tengo tan claro que esto se pueda dar por administrar dineros del estado". (Director del Centro)*

Un tema que es importante a juicio del entrevistado, tiene que ver con el tratamiento de los dineros captados por contratos con empresas privadas, los que deben tratarse como fondos públicos y por lo tanto, en su opinión, pone trabas a la misma Universidad.

Por otra parte, existe una independencia de la Universidad respecto al trabajo propiamente tal, hay autonomía respecto a las líneas de trabajo y al establecimiento de contratos con empresas privadas. Lo anterior también incide en una autonomía respecto a las decisiones financieras que competen al Centro, las que siempre han sido tomadas al interior de éste.

#### B. Estructura y organización

El CMM es dirigido actualmente por el Dr. Jaime San Martín, quien conjuntamente con el Subdirector Alejandro Jofré conforman la Dirección del Centro. Además de los recién nombrados, hay dos investigadores principales más, los que, en conjunto con los 21 investigadores asociados se desenvuelven en las distintas áreas de trabajo.

Respecto de la estructura organizacional el Dr. Jofré destaca que el grupo de académicos, sumando a los de la Universidad de Concepción, sea aproximadamente de 30, los que se desempeñan en ciencia básica, aplicada, o ambas. Estos investigadores arman equipos de trabajo que se desempeñan en laboratorios, donde el coordinador es por lo general el que capta los fondos, teniendo libertad plena para armar su equipo de trabajo e incorporar también, en caso de que se requiera, a investigadores de otras facultades de la Universidad. Además de los laboratorios se encuentran los proyectos puntuales que desarrolla el CMM con la industria pero que podría transitar a laboratorio en caso de que el impacto y los recursos lo permitan.

*"Hoy somos 30 los académicos que estamos acá más los que están en Concepción, los que nos movemos en torno a áreas de investigación. Este Centro tiene dos áreas: la investigación no necesariamente ligada a la aplicación y la aplicación. Después están los laboratorios que articulan las actividades de investigación aplicada. Hay nuevas áreas como aguas, que no es un laboratorio sino un proyecto, pero si toma amplitud el proyecto se puede transformar en laboratorio, dependiendo de actividad, impacto y financiamiento". (Subdirector del Centro)*

Respecto a la estructura del Centro, el Director señala que ésta tiene varios consejos. Un comité del día a día que se junta todos los lunes, uno más grande que, a juicio del entrevistado, es donde radica el poder del Centro y que está conformado por académicos de la Universidad de Concepción pero que lamentablemente no se reúne muy seguido, y finalmente un comité internacional, conformado por matemáticos importantes de distintas áreas. Este último cumple funciones particulares, como por ejemplo asesoría en la presentación del proyecto para conseguir un financiamiento BASAL. El análisis respecto a cómo funciona esta forma de organizarse es muy positiva y es evaluado de esta manera por todos los estamentos del Centro.

*“Una vez al año tratamos de reunirnos con el consejo asesor y hacemos una reunión y nos dan ciertos consejos de cómo mejorar nuestra estructura, nosotros creemos que el comité industrial nos va a ayudar también con eso... sería interesante conversar con los dos comités”. (Subdirector del Centro)*

Además de los ya mencionados, existe otro comité que actualmente se está formando, el comité industrial, conformado por un alto gerente de IBM y un economista, entre otros. El objetivo de este comité es brindar asesoría en temas de negocios, interesa avanzar en cómo sacar provecho de las investigaciones que se realizan, enfocado definitivamente hacia una investigación más aplicada.

Complementario a lo anterior, San Martín señala que el CMM tiene un buen posicionamiento en el sector privado, y en efecto, las oportunidades de negocio se dan porque las empresas las solicitan. Contribuye a esto una unidad de negocio, la que ha tenido una buena evaluación en cuanto a su funcionamiento.

*“Las oportunidades de negocio se dan porque las empresas se nos acercan, tenemos sobredemanda, en estos momentos no estamos buscando pega porque nos sobra la pega, de hecho queremos reducir”.*

*“La unidad de negocio es más del día a día, ha funcionado bien, se mete en la firma de los contratos por ejemplo. Generalmente las oportunidades de negocio las armamos nosotros, y cuando tenemos una idea más o menos aproximada de cuál podría ser el negocio, se las pasamos a ellos para que lo redondeen”.*

*“Más de la mitad de nuestro presupuesto es contrato con empresas o organismos internacionales...yo creo que FONDAP debiese ser medio indiferente ante esto, concentrarse en financiar ciencia básica”. (Director del Centro)*

Finalmente, es importante señalar que, en opinión de los entrevistados, la organización del Centro es horizontal, destacando que, a diferencia de las ciencias más experimentales, el hecho de que los matemáticos más destacados sean más jóvenes no hace de la estructura etérea una estructura de poder. Además indica que las categorías académicas son designadas por la Universidad, lo que a juicio del entrevistado es más conveniente para ellos. El Director del Centro no tiene grandes atribuciones, más que las de utilizar sus habilidades administrativas, de gestión.

*“Yo se que en otras ciencias no se da así, en las ciencias experimentales se da mucho el patrón de laboratorio que manda, en matemáticas no”.*

*“Las categorías las determina la universidad, por suerte, sino sería un círculo demasiado viciosos... el Director aquí no tiene ningún poder... solo convencer, eso es propio de los matemáticos. Sé que en otros mundos la cosa es más vertical pero solemos ser más horizontales, lo cual también genera cansancio, pero es parte de la pega”. (Director del Centro)*

### C. Sello y cultura organizacional

Existe coincidencia entre los entrevistados en señalar que el sello distintivo al interior del CMM es la excelencia de la investigación que se realiza, además del prestigio que éste ha alcanzado a nivel regional. El Dr. Jofré no duda en señalar que el CMM es el Centro más activo en matemáticas aplicada en Sudamérica: *“tú miras todos los índices y sale siempre primero”.*

El permanente intercambio con investigadores extranjeros, ya sea porque éstos visitan el CMM, o porque los doctorantes e investigadores tienen posibilidades de viajar a congresos y actividades académicas que potencian su trabajo, es otras de las características que dan un sello distintivo al CMM.

*“Se partió de una muy buena base en cuanto al capital humano que había , los investigadores del departamento de matemática tenían hartas conexiones y con esto del CMM se fortaleció y produjo que vengan los investigadores de punta en matemáticas a pasar estadías acá...esta muy bien conectado con el resto del mundo”.*

*“Ese tipo de intercambio no sería posible si no existiera el CMM, es un lugar de excelencia”. (Estudiantes de Doctorado)*

Esto es ratificado con la opinión de dos de las estudiantes extranjeras de Doctorado entrevistadas (Uruguay y Rumania), las que señalan que su vinculación con el CMM se produce por el reconocimiento internacional como un Centro de excelencia preferentemente en el área de matemáticas aplicadas.

*“Elegí Chile en primer lugar para trabajar con el profesor Carlos Conca...hay muchos profesores que han trabajado acá y que han estudiado en el extranjero como Carlos Conca que es conocido también en Rumania”.*

*“En Uruguay se conoce la matemática Chilena, yo quería estudiar matemáticas aplicadas y Chile es el mejor Centro de matemáticas a nivel regional, quería quedarme en la región”. (Estudiantes de Doctorado)*

Respecto al clima de trabajo, existe acuerdo también entre los entrevistados. Lo catalogan como grato, destacando que las relaciones que se establecen se sostienen en años de trabajo, ya que la mayoría de los investigadores ingresaron a la facultad como estudiantes.

*“Son relaciones de 25 a 30 años que tiene días buenos y malos pero, visto de afuera, este grupo es una maquina....un grupo que logra destacar”. (Director del Centro)*

Para los estudiantes de doctorado, éste se caracteriza por relaciones horizontales y directas, sin que existan diferencias ni grandes complicaciones para relacionarse con los investigadores principales o con el Director del Centro.

Eduardo Vera, encargado de la Unidad de Negocios del Centro, ratifica la opinión del Director indicando que el Centro se caracteriza por ser un grupo humano que tiene una trayectoria larga, con tradición y por tanto, puede haber muchas discusiones internas pero hacia afuera hay una visión de equipo, lo cual destaca como muy importante.

#### *D. Política de RRHH*

La política de reclutamiento del CMM es más bien reciente y al parecer no es un tema al que los entrevistados otorguen demasiada importancia, probablemente por la confianza que dicen tener en los procesos que se dan en torno a la contratación de nuevas personas. Es una política que fue en gran medida fomentada por el Programa de Financiamiento Basal de CONICYT. La opinión compartida de los entrevistados es que es abierta y transparente, funciona por concursos públicos donde llegan postulaciones de muchos países por lo que, a juicio de los entrevistados, se ha vuelto cada vez más competitivo y por lo tanto más difícil acceder a los cargos que se abren.

En general no hay mucho movimiento entre los investigadores y los más jóvenes refieren tener confianza en la objetividad y transparencia de los procesos que se realizan.

#### *E. Gestión financiera*

Respecto a la Gestión financiera del CMM, hay dos ideas que surgen de la entrevista con el Director que dan cuenta de cómo se administran los recursos en el Centro. Por una parte la autonomía en el gasto de

los recursos y por otra la gestión en torno a nuevos recursos que complementen el entregado por FONDAP.

En cuanto al primer punto, el Director del Centro señala que la decisión de gastos como por ejemplo compras de computadores, pasajes y otros, está a cargo de un comité, compuesto por los investigadores principales. Indica además que el Centro tiene total autonomía en estos gastos respecto de la Universidad, y dentro del Centro, del total del presupuesto, el 50 % o más que ingresa por otras vías, y respecto a esos fondos son los académicos quienes los administran directamente.

*“Como el 50% o más de nuestro presupuesto entra por otro lado, esos recursos son de administración directa de los académicos, es administración descentralizada, cada académico es un empresario, eso se logró”. (Director del Centro)*

Respecto al segundo punto, y en opinión del entrevistado, con una sola línea de financiamiento es imposible sostener el CMM. Este escenario, a su juicio, nos señala que es el mismo Centro quien debe buscar financiamiento, ya sea por la vía de negocios u otros y no esperar financiarse sólo con fondos públicos.

*“Ciertamente que con un solo fondo no puedes cubrirlo todo, pero eso de que es la misma plata de hace 10 años, no me gusta ver a los académicos llorando, es lo que es y punto, tienes que moverte por conseguir otros recursos”. (Director del Centro)*

### **3.5.3. Relación del Centro con Programa FONDAP**

En general, la relación del Centro con el programa FONDAP a nivel central se evalúa positivamente y sin mayores inconvenientes, agregando que sería muy bueno para el proceso de evaluación contar con un comité académico extranjero que examine el programa en su conjunto y no sólo los Centros por separado. También respecto a las evaluaciones que realiza CONICYT, existe la percepción que éstas debieran ser con ventanas de tiempo más amplias, al tercer, quinto, séptimo y último año.

*“No tengo muchas quejas de los procedimientos. Las evaluaciones siguen un camino súper adecuado, en general siempre hay un tiempo de respuesta correcto, las peticiones que hacemos al consejo demoran poco en ser contestadas, no hemos tenido grandes conflictos. No habría que pensar cambios desde el punto de vista administrativo, lo que le falta a FONDAP es un comité académico de peso que sea bien independiente de Chile, que evalúe el programa más que a cada Centro. Yo pondría académicos de peso pesado, que sean respetados por la comunidad nacional e independiente de esta....pero sobre todo para que apoye al FONDAP, en cuándo hacer un concurso, con qué énfasis”. (Director del Centro)*

### **3.5.4. El Centro en su conjunto: análisis por objetivos**

#### **Objetivo 1: Fomentar la investigación asociativa**

Este primer objetivo es reconocido por todos los entrevistados como uno de los que ha arrojado mayores resultados durante los años de trabajo. Hay coincidencia en señalar que este es un punto muy difícil de desarrollar en Chile si no hubiese sido por el aporte de FONDAP.

**CAPÍTULO 3 - Resultados de la evaluación individual de los Centros y de sus investigadores**  
CMM

INDICADORES <sup>44</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro									Total
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
<b>1</b>	<b>Fomentar la Investigación Asociativa</b>												
1.1	Número de publicaciones ISI en colaboración entre 2 ó más líneas o programas del Centro				4	1	1	2	2	3	1	2	16
1.2	Porcentaje de publicaciones ISI en conjunto con otras instituciones o Centros nacionales o internacionales	60-79%	60-79%	60-79%	80-100%	80-100%	80-100%	80-100%	60-79%	80-100%	80-100%	80-100%	
1.3	Número de convenios de colaboración científica con organizaciones nacionales o internacionales												20
1.4	Número de visitas de extranjeros al Centro (para 1999-2001 visitantes a la Unidad académica relacionado c/el Centro en forma directa)				41	60	52	42	47	49	96	114	501
1.5	Número de visitas de miembros del Centro a instituciones en el extranjero				41	58	57	41	47	45	117	51	457
1.6	Número de redes de investigación nacionales o internacionales en las que participa el Centro												500 (redes individuales)

<sup>44</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

Gráfico 1: Evolución de visitas de extranjeros al Centro y de investigadores del Centro al extranjero

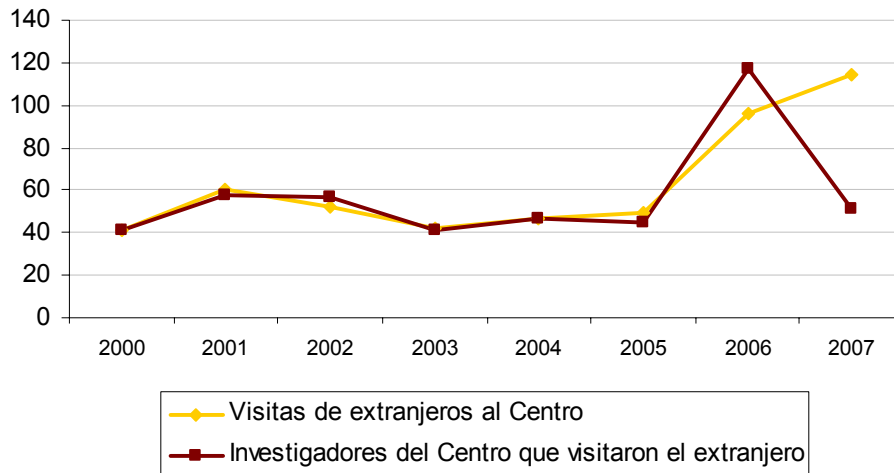
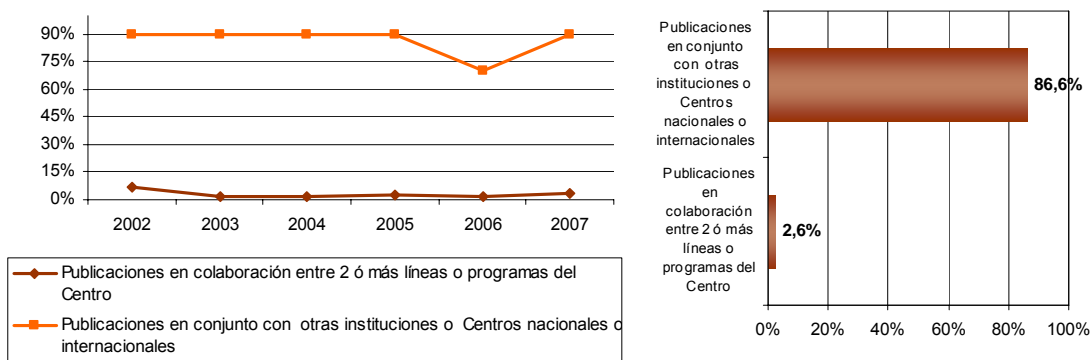


Gráfico 2: Evolución de las publicaciones realizadas con otras líneas o programas de investigación y con instituciones nacionales o internacionales<sup>45</sup>, participación sobre el total de publicaciones



El análisis de los gráficos y la tabla precedentes, permite destacar un equilibrio entre las visitas de miembros extranjeros al Centro y las visitas de miembros del Centro al exterior. El Gráfico 1 señala la evolución de estas dos variables, mostrando que las visitas por año han sido estables en ambas direcciones, modificándose los valores notablemente en los últimos dos años.

Con respecto a las publicaciones en colaboración con 2 ó más líneas de investigación, estas han representado como máximo un 10% de las publicaciones totales del Centro, alcanzando un promedio del 2,6% al considerarse toda la vida del Centro. El porcentaje de publicaciones en conjunto con otras instituciones nacionales o internacionales es alto y estable a lo largo de la vida del Centro, en promedio alcanza un porcentaje del 86,6% sobre el total de publicaciones.

## Objetivo 2: Realizar investigación de excelencia

Tal como ocurre con el primer objetivo, en el caso de propiciar la realización de investigación de excelencia, existe un consenso entre los entrevistados en señalarlo también como uno de los más desarrollados, aunque coinciden también en que es complejo diferenciarlo del primero. Reconocen en este aspecto un factor central por el cual cada vez más estudiantes extranjeros postulan al CMM y gracias al cual el Centro es reconocido internacionalmente.

<sup>45</sup> El porcentaje de publicaciones realizadas en conjunto con otras instituciones nacionales o internacionales es un valor medio del intervalo indicado en el indicador 1.2 de la tabla precedente.

**CAPÍTULO 3 - Resultados de la evaluación individual de los Centros y de sus investigadores**  
**CMM**

INDICADORES <sup>46</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro									Total
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
<b>2</b>	<b>Desarrollar Investigación de Excelencia</b>												
2.1	Número de Publicaciones ISI del Centro <sup>47</sup>	7	14	13	41	42	58	58	54	62	74	45	468
2.2	Número de Publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	0	2	1	5	1	10	6	2	6	9	4	46
2.3	Impacto promedio de las publicaciones del Centro	0,723	0,631	0,610	0,792	0,691	0,913	0,834	0,787	1,137	1,176	1,094	
2.4	Número de Publicaciones ISI en el 50% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	5	10	5	27	30	38	47	32	49	56	36	335
2.5	Libros o Capítulos de libros escritos por miembros del Centro										3	3	6
2.6	Número de eventos científicos organizados o co-organizados por el Centro				2	4	2	6			8	13	35
2.7	Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros del Centro									47	34	55	137

<sup>46</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

Gráfico 3: Publicaciones ISI, publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>48</sup>

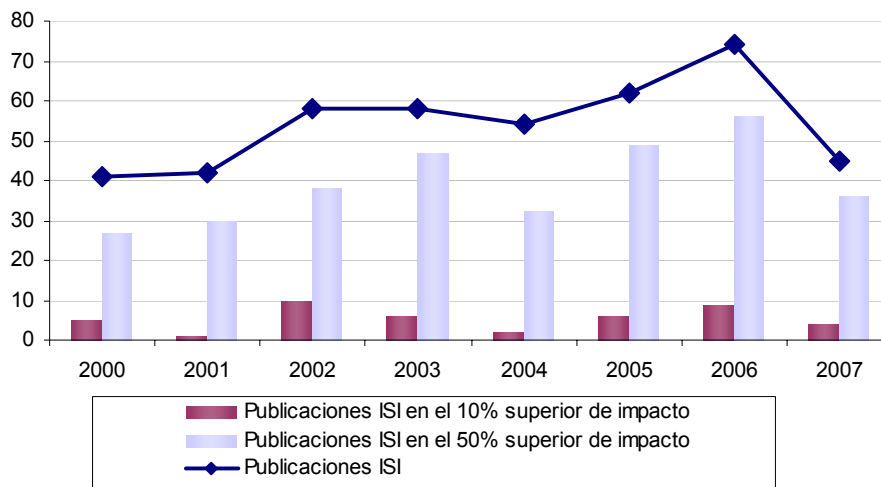
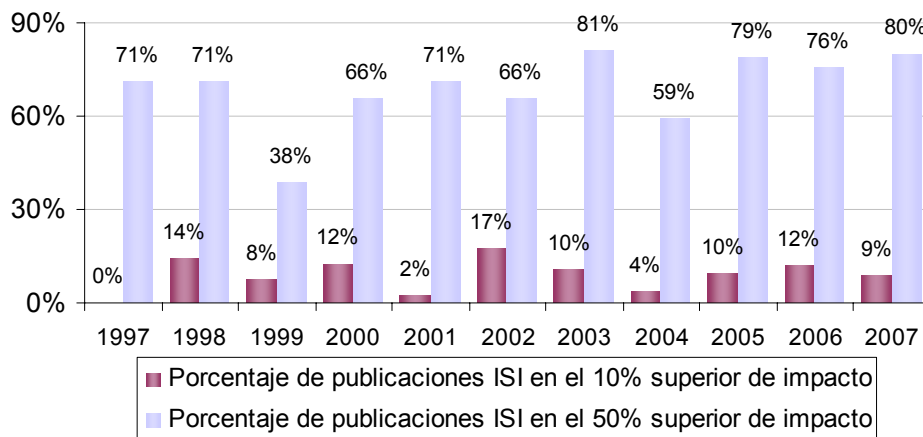


Gráfico 4: Porcentaje de publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>49</sup>



De la tabla y el gráfico precedentes se puede concluir que la evolución de los indicadores referentes al desarrollo de investigación de excelencia es estable, se observa una tendencia creciente, excepto en el año 2007 en el que caen las publicaciones ISI totales. El número de publicaciones ISI en el 10% superior de impacto muestra algunas fluctuaciones, alcanzando en algunos años valores de 9 ó 10 y, en otros, valores muy por debajo, con sólo 1 ó 2 publicaciones en esta categoría. Respecto a las publicaciones en el 50% superior de impacto, estas representan en general, entre un 60% y un 80% del total de publicaciones ISI del Centro. Dicho valor es elevado y muestra un buen desempeño.

En relación a los congresos, cursos y conferencias se puede observar en la tabla una gran participación de los miembros del Centro en este tipo de eventos durante los últimos tres años considerados. Además, se observa una tendencia creciente del número de aquellos eventos realizados por el Centro desde el periodo de inicio de este.

<sup>48</sup> En este gráfico no se consideran los años correspondientes a la línea de base, debido a que los valores absolutos de las publicaciones no son comparables. Esto se explica porque para el período Centro se incluyen las publicaciones de todos los investigadores que pertenecen a éste, mientras que para la línea base se incluyen sólo publicaciones de los investigadores principales

<sup>49</sup> La forma de cálculo de estas variables se especifica en la página A147 del Anexo 2.

Análisis conjunto de investigadores principales

Gráfico 5: Citas promedio por publicación pre Centro y durante el funcionamiento del Centro–Tendencias

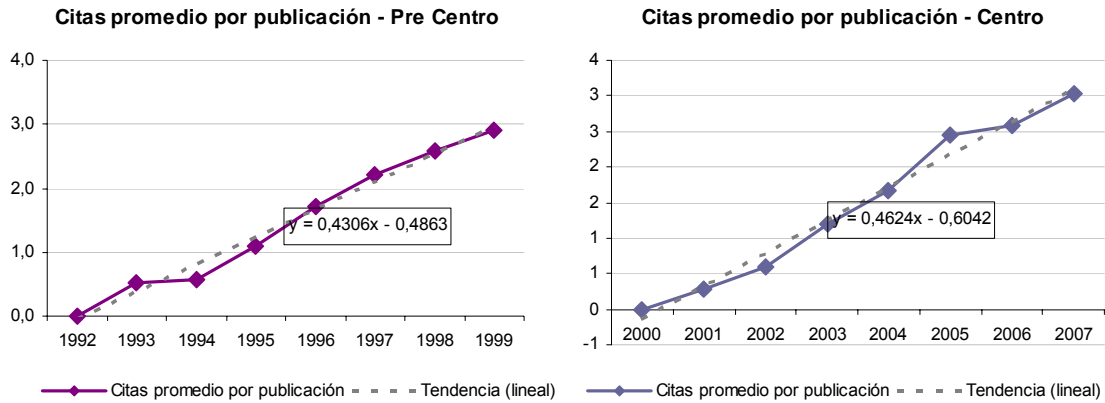
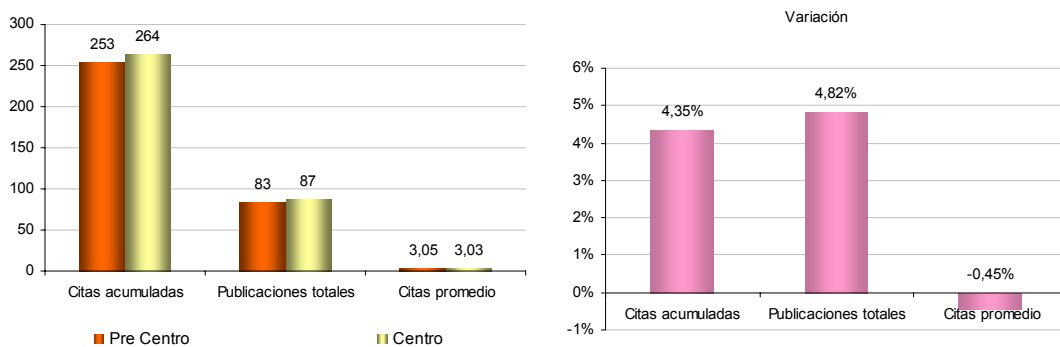


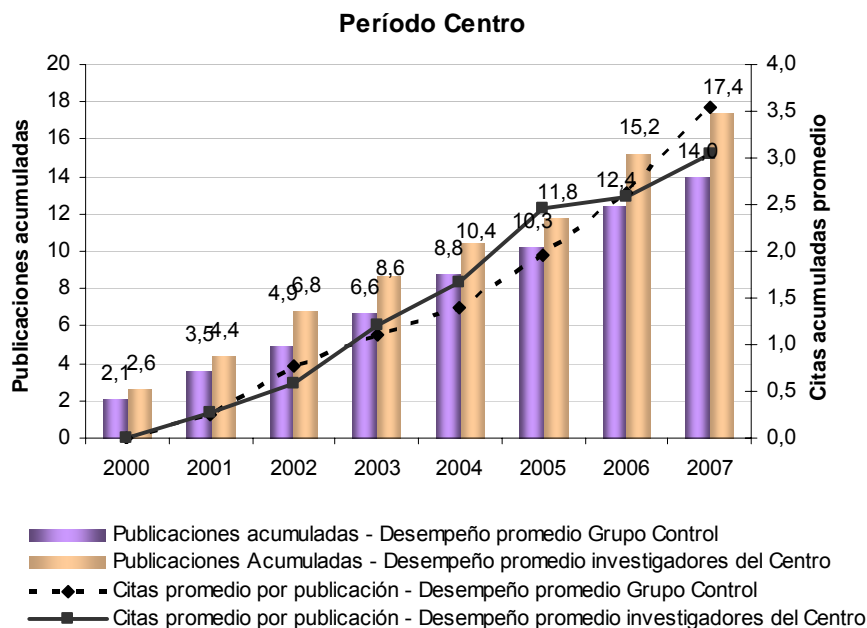
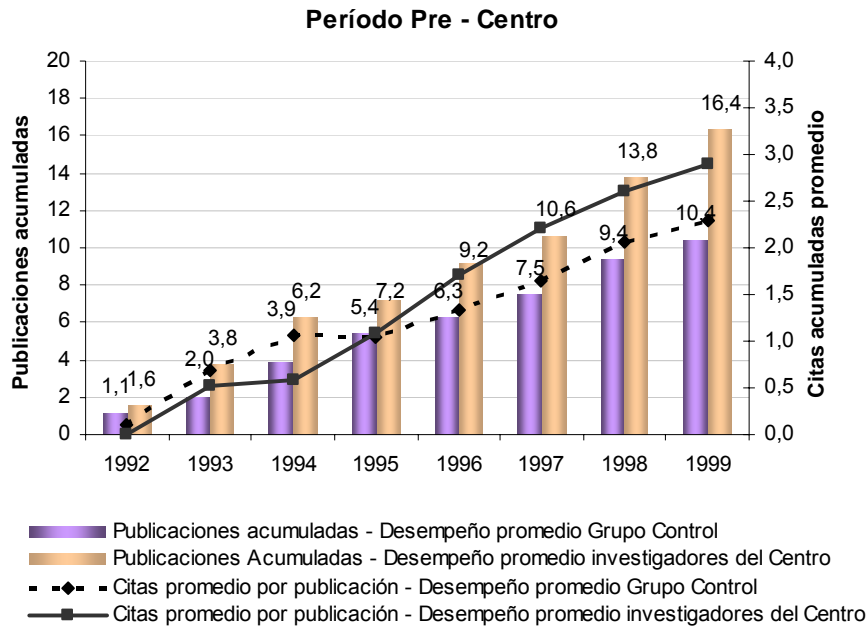
Gráfico 6: Citas totales, publicaciones totales, citas promedio y tasa de crecimiento – Período pre Centro y durante el funcionamiento del Centro



Como se observa en los dos gráficos anteriores, las citas por publicación en el período pre Centro son mayores a las del período del Centro. Sin embargo en el período pre Centro las citas promedio por publicación crecen anualmente en 0,43 citas por publicación y en el período del Centro el crecimiento promedio anual es levemente más elevado, alcanzando un promedio anual de 0,46 citas por publicación.

De la observación del Gráfico 5 se puede concluir que las publicaciones del Centro han sido citadas, en promedio, menos que las publicaciones del período pre Centro. De este resultado se puede inferir que las publicaciones no han mejorado la calidad como consecuencia de la existencia del Centro. Si bien las publicaciones y las citas han crecido en el período de funcionamiento del Centro, el crecimiento en las citas es inferior al crecimiento en las publicaciones.

Gráfico 7: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control



Los presentes gráficos permiten comparar, tanto para el periodo previo al Centro como para el periodo posterior a la puesta en marcha del Centro, el desempeño del promedio de investigadores principales del Centro FONDAF CMM contra el del investigador promedio que surge a partir del grupo control confeccionado para este Centro.

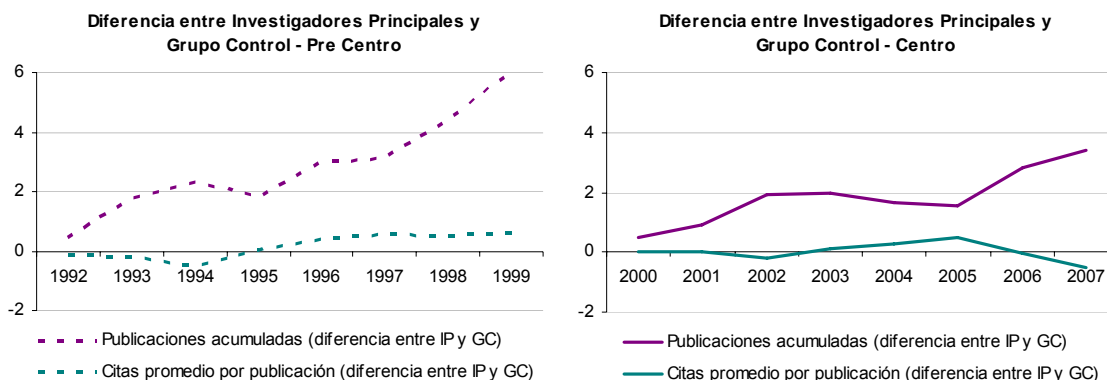
Para el periodo previo a la puesta en marcha del Centro se evidencia que el volumen de publicaciones del promedio de investigadores principales del Centro FONDAF es mayor al volumen de publicaciones que se observa en el desempeño promedio del grupo control. Con respecto a las citas el resultado parece

menos claro; las veces que las publicaciones del promedio de investigadores principales fueron citadas son mayores a las que se observan en el desempeño promedio del grupo control recién a partir del año 1995 (4to año).

Para el periodo posterior a la creación del Centro FONDAP CMM se evidencia un comportamiento muy similar al del período previo tanto en el volumen de publicaciones como en las veces que estas fueron citadas. Mientras que las publicaciones del promedio de los investigadores del Centro son siempre mayores a las que se observan en el grupo control, las citas de estas publicaciones recién superan a las citas acumuladas del grupo control a partir del año 2003 (4to año del período). La diferencia entre el desempeño promedio del grupo control y el desempeño promedio de los investigadores del Centro no parece significativa en el caso de los investigadores del CMM.

Para clarificar estos puntos, se presentan a continuación 2 gráficos, el primero correspondiente al período previo al Centro y el segundo correspondiente al período Centro. En ambos se muestran las diferencias observadas entre el promedio de investigadores del Centro y el promedio del Grupo Control para las dos variables consideradas anteriormente, el volumen acumulado de publicaciones y el promedio de citas por publicación acumulado. En lo que respecta a las citas por publicación, puede verse que en los dos períodos el desempeño de ambos grupos ha sido bastante similar (oscilando la diferencia siempre entorno a cero). Ahora bien, cuando se analizan las publicaciones acumuladas se observa que la diferencia en el período pre Centro es mayor, lo que indica que la brecha entre ambos grupos de investigadores disminuyó; el mejor desempeño relativo de los Investigadores Principales del CMM se ve disminuido en el período Centro.

Gráfico 8: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control – Diferencias



### Objetivo 3: Formar capital humano avanzado

A pesar de destacar de manera importante los dos objetivos anteriores, existe un cierto acuerdo entre los entrevistados en señalar que, donde se aprecia mayor concentración de resultados es en la formación de capital humano avanzado. De todos modos, los mismos indican que es difícil establecer una jerarquía entre los objetivos ya que están sumamente ligados entre sí.

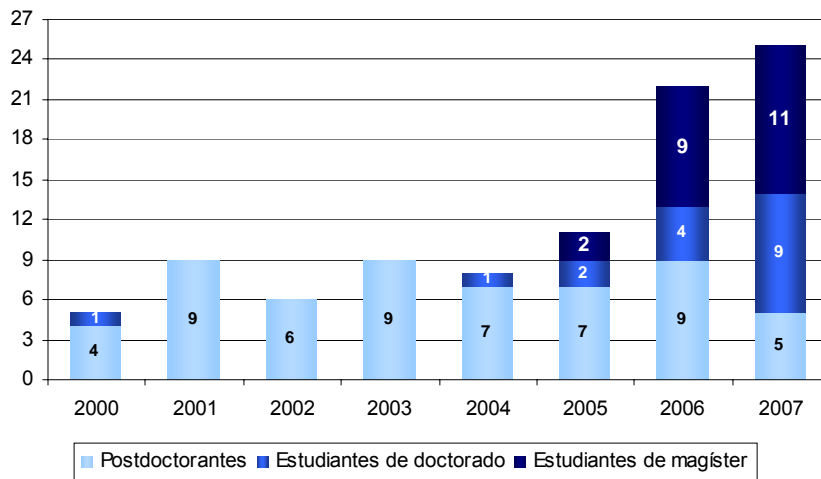
Para el Director del Centro, el alto número de extranjeros interesados en formación doctoral y post doctoral en matemáticas es una buena señal respecto a cómo se ve la formación en el Centro. Sin embargo, destaca el hecho que esto aún no toma fuerza entre estudiantes chilenos.

*“En estos momentos los postdoc son todos extranjeros...y, en cuanto a los estudiantes de doctorado, hay crecientemente más interesados extranjeros...la demanda por hacer estudios de doctorado en ciencias en el mundo es baja,*

*Chile no produce suficientes alumnos interesados en hacer doctorados en matemáticas". (Director del Centro)*

INDICADORES <sup>50</sup>		Línea de base			Período de Vigencia del Centro								Total
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
<b>3 Formar Capital Humano Avanzado</b>													
3.1	Número de postdoctorantes				5	8	10	12	13	14	10	11	83
3.2	Número de postdoctorantes NUEVAS INCORPORACIONES (ver nota al pie)♦			1	4	9	6	9	7	7	9	5	57
3.3	Número de estudiantes tesistas de doctorado											39	39
3.4	Estudiantes de doctorado NUEVAS INCORPORACIONES				1				1	2	4	9	17
3.5	Número de tesis de doctorado completadas				1	5	1	5	1	8	5	4	30
3.6	Estudiantes de Magister NUEVAS INCORPORACIONES									2	9	11	22
3.7	Número de tesis de magister completadas				7	13	12	13	12	16	12	12	97
3.8	Número de tesis de pregrado completadas						1	13	7	6	9	6	42

Gráfico 9: Incorporaciones de postdoctorantes y estudiantes de magister



<sup>50</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

\* Para obtener el dato de nuevas incorporaciones se consideró el año en el que el postdoctorante, doctorando o estudiante de magister inició su tesis.

Gráfico 10: Cantidad de tesis según nivel académico

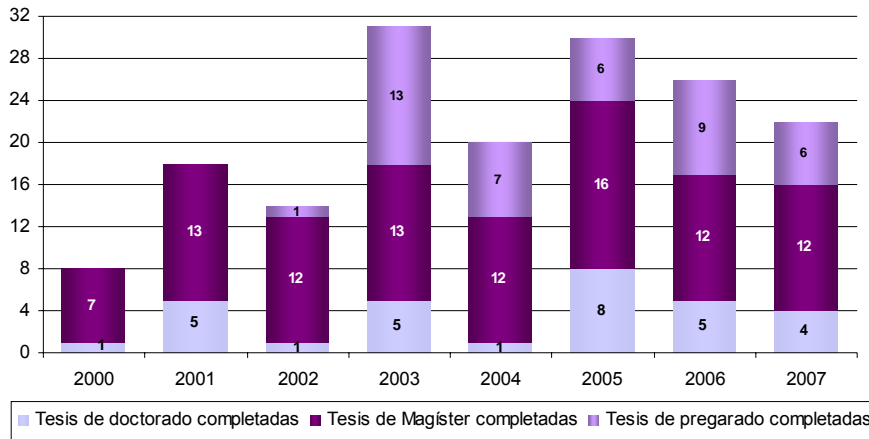
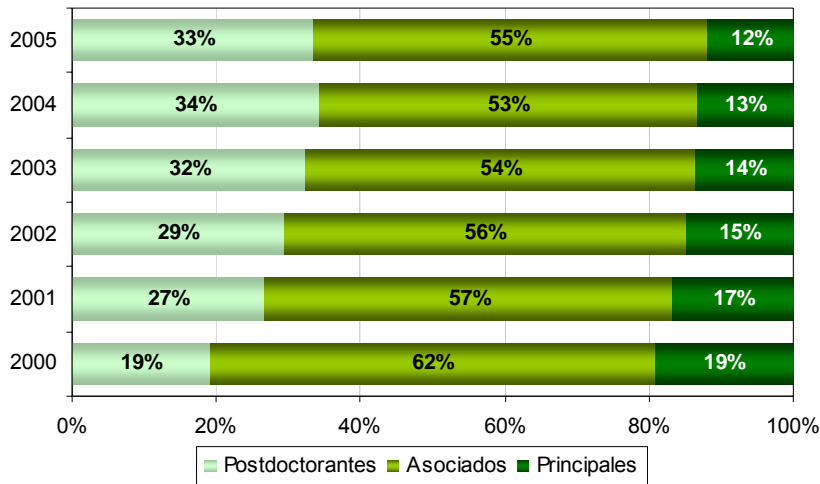


Gráfico 11: Proporción de investigadores principales, asociados y postdoctorantes que se desempeñaron en el Centro por año



De la observación de los gráficos y la tabla precedentes se puede concluir que el número de postdoctorantes ha mostrado una tendencia creciente a lo largo de toda la vida del Centro.

El número de estudiantes de magister y de doctorado que se incorporan al Centro comienza a ser significativo hacia el final del período, a partir del año 2005, incrementándose notablemente en los últimos dos años.

Con respecto a las graduaciones (número de tesis de diferente grado finalizadas en un determinado año) puede advertirse, en general, la predominancia de tesis de magister, seguidas por las tesis de pregrado que comienzan a ser significativas a partir del 2003. Por su parte, las tesis de doctorado completadas son bastante estables y no muestran variaciones significativas a lo largo del periodo considerado.

En cuanto a la proporción de investigadores en los niveles más elevados (principales, asociados y postdoctorantes) se observa una leve reducción en las proporciones de investigadores principales y asociados en los últimos años, incrementándose la participación de los postdoctorantes. Este resultado se debe principalmente a que la cantidad de postdoctorantes ha aumentado mientras que la cantidad de investigadores principales y asociados se mantiene bastante estable.

#### Objetivo 4: Proyectar y difundir al medio externo

Respecto a la proyección y difusión al medio externo, en el CMM ésta se vincula directamente con el trabajo con educación en general y establecimientos educacionales en particular, incluso hay un investigador del equipo que tiene como misión trabajar en el desarrollo de ese vínculo. Patricio Felmer reconoce que en un principio fue muy complejo instalar el tema en el Centro y que se le considerara como un tema importante. Señala que las vinculaciones que se generaban eran a propósito de intereses particulares más que algo intencionado desde el Centro. No obstante lo anterior, Felmer entiende que es un tema importante conceptualmente y se pretende trabajar en proyectos que tengan impacto a nivel nacional. Actualmente trabaja con un equipo de 5 personas en este tema, y su trabajo se divide fundamentalmente en dos grandes áreas: la primera destinada al trabajo con docentes de matemáticas y la segunda más vinculada con la tecnología asociada a la información y la enseñanza.

En el marco del trabajo con profesores, han sido invitados por ejemplo por el MINEDUC para trabajar en la actualización de los perfiles y competencias que requieren los profesores para enseñar matemáticas, y también han participado en la elaboración de algunas preguntas para la PSU. Han tenido impacto también trabajando con universidades, por ejemplo la UMCE, como formadores de profesores, intentando instaurar nuevas formas de transferir los conocimientos a los alumnos.

Respecto al uso de la tecnología como un medio para generar aprendizajes en los niños, Felmer ha estado trabajando junto a Aplaplac en el diseño de programas educativos y también han trabajado elaborando videojuegos para alumnos entre 8vo básico y 2do medio destinados a mostrar las matemáticas desde un nuevo esquema de relación con los niños.

*“Para hacer este trabajo tiene que ser alguien que realmente le guste la educación... si es por hacer charlas, se pueden hacer, pero no es suficiente. El tema es acercar la ciencia sobretudo a las escuelas públicas”. (Patricio Felmer, Investigador Asociado)*

Desde el punto de vista de los estudiantes de Doctorado, los entrevistados están al tanto de la existencia de un área del CMM dedicada a la difusión y trabajo con establecimientos educacionales, sin embargo no conocen el detalle de sus acciones. Todos coinciden en que es un área que se podría potenciar mucho más.

*“Hay cosas que se han hecho, la gente del núcleo milenio tienen un ítem que los obliga a hacer extensión, han ido a colegios a difundir, lanzaron un DVD que se va a repartir a los colegios, han ido a colegios a contar lo que es el genoma, etc. Eso es algo que se podría hacer acá también”. (Estudiantes de Doctorado)*

Para el Director del Centro, en términos de extensión el CMM no logra tener tanto impacto aún. Si bien es cierto se realiza una actividad que destaca como lo es el campeonato escolar de matemáticas, esta es una actividad puntual que varía de forma cada año de acuerdo a los recursos disponibles. En efecto, este año no pudieron conseguir mucho presupuesto por lo que el campeonato se concentró más que nada en la RM. En opinión del entrevistado es el MINEDUC quien debiera financiar estas iniciativas, no el FONDAP.

*“Nosotros co-organizamos con un profesor de la Usach un campeonato escolar de matemáticas, pero este año no pudimos conseguir mucho presupuesto por lo que estamos casi concentrados en la Región Metropolitana, el año pasado estaba Antofagasta, Iquique, Concepción... este año no pudimos financiar”. (Director del Centro)*

INDICADORES <sup>51</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro								Total	
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
<b>4</b>	<b>Proyectar y difundir al medio externo</b>												
4.1	Número de eventos de difusión organizados o co-organizados por el Centro				0	0	0	0	3	4	6	5	18
4.2	Número de publicaciones de divulgación científica (libros, artículos de interés general en diarios, revistas, internet, etc.)				69	72	85	82	80	72	97	62	619

### Objetivo 5: Contribuir al desarrollo del país

En este aspecto, el Director es claro en señalar que la principal contribución al desarrollo del país tiene que ver con el vínculo que ha establecido el CMM con la empresa privada, donde, en su opinión se diferencia de los otros Centros FONDAP. Destaca a este nivel la formación y trabajo llevado a cabo por la Unidad de Negocios, atribuyéndole un rol central en la concreción de negocios que los investigadores muchas veces dejan a nivel de ideas.

*“Los otros Centros no tienen contribución directa a la economía del país, si al desarrollo de éste.... nosotros si tenemos mayor contribución a la economía del país... facturamos”. (Director del Centro)*

*“Lo fundamental es que estos proyectos industriales le permiten a la gente trabajar en temas de frontera y en situaciones profesionales, reales, de la industria tecnológica”. (Gerente Unidad de Negocios)*

Muy vinculado a lo anterior, se señala que el hecho que muchos de sus alumnos estén optando por continuar su desarrollo profesional en la industria es una muestra clara de cómo el CMM aporta con capital humano de excelencia en el desarrollo económico.

Tal es la importancia que el Centro atribuye a esta vinculación, que para el Subdirector es este último objetivo el que más énfasis ha tenido por parte del CMM, entendiendo como contribución al desarrollo del país la vinculación con la industria, hecho que se da naturalmente sin que exista aquí conflictos en cuanto a si está bien o no hacer ciencia aplicada. En el CMM no se concibe el trabajo si no tiene una aplicabilidad directa.

Además de lo anterior, también resalta cómo se mantienen contactos con el mundo público, a través de su participación en la Comisión de Energía Nuclear.

*“Estamos vinculados con el ámbito público, soy miembro de la comisión que esta evaluando la posibilidad de energía nuclear en Chile, estoy en ese comité que somos 8 personas...soy asesor del ministro de energía.... hace cinco años me tocó dirigir el grupo que hizo la tarifación para la subtel y la gente que trabaja con educación también esta íntimamente relacionada con el ámbito público”. (Subdirector del Centro)*

<sup>51</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

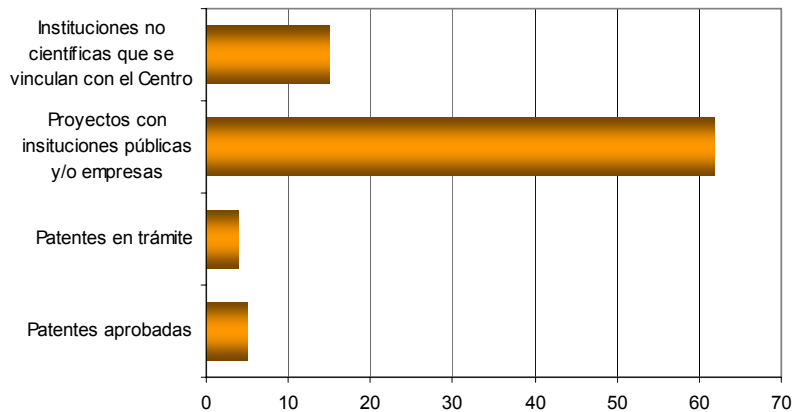
Para los estudiantes de Doctorado, una de las contribuciones principales del CMM es incentivar esta vinculación con la industria a través de la ciencia aplicada, aunque señalan que también es posible optar por hacer ciencia básica sin que ello implique ningún tipo de complicación. Coinciden en señalar que es un tránsito natural de la ciencia pasar del estudio básico a las aplicaciones; nunca se han cuestionado al respecto y por lo demás el CMM les entrega libertad para optar entre una u otra, o bien combinarlas.

*“El CMM ha jugado bien con las dos variables, hay un equilibrio, depende de los intereses de cada uno”*

*“Uno se mueve entre una cosa y otra, en matemática para mi la línea es muy difusa entre ciencia básica y aplicada”. (Estudiante de Doctorado)*

INDICADORES <sup>52</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro								Total	
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
<b>5</b>	<b>Contribuir al desarrollo del país</b>												
5.1	Número de patentes en trámite o aprobadas	5 aprobadas y 4 en trámite											
5.2	Número de instituciones no científicas con las que se vincula el Centro (Listar en anexo)												15
5.3	Número de proyectos con empresas y/o instituciones públicas				11		29			22		62	

Gráfico 12: síntesis de indicadores de evaluación del objetivo de contribuir al desarrollo del país



El Centro aún tiene mucho por hacer en términos de este objetivo, pero cabe mencionar que cuenta con indicadores elevados en relación con los demás Centros y muestra muy buena performance en cuanto a la cantidad de proyectos realizados con instituciones públicas y/o empresas. De los 7 Centros es el único con una cantidad de proyectos elevada.

<sup>52</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

### 3.5.5. Síntesis de los principales resultados

En opinión del Director, los principales aportes del Centro se dan en la investigación asociativa y la formación de capital humano avanzado, destacando que, a partir del trabajo en ellos se impacta de manera importante en el desarrollo productivo del país a partir de las vinculaciones y negocios que se han establecido con la industria y con el mundo privado en general.

Junto con lo anterior, existe coincidencia también en la Dirección del Centro, en señalar que en general los objetivos no son del todo claros, ni fáciles de medir y que, por lo tanto, sería muy interesante participar en una reformulación de ellos. En esta línea, el Director agrega que considerando todos los objetivos declarados por FONDAP, en su opinión constituyen demasiada carga para un solo programa.

En otra línea de resultados, y en opinión del Subdirector, se considera importante destacar dos consecuencias que ha tenido el financiamiento FONDAP. Por una parte, ha permitido mejorar sustancialmente las condiciones económicas de quienes se dedican a la ciencia matemática, considerando los incentivos como fundamentales para reducir el nivel de rotación, lo que permite trabajar con mayor tranquilidad, planificación y formar equipos de trabajo que perduren en el tiempo.

Por otra parte, el financiamiento de FONDAP hace que el Centro sea sustentable a través del tiempo, permitiendo mayor libertad a la hora de investigar. El financiamiento permite mantener un staff de ingenieros especializados que participan de proyectos específicos.

*“El financiamiento de FONDAP nos permite tener una buena base, respirar tranquilos para tomar ciertos riesgos. Por ejemplo, a veces viene una empresa y nos presenta un problema... nosotros les planteamos tres opciones y a ellos les interesa sólo dos, pero hay un tercero que a nosotros nos interesa porque tiene consecuencias en crear una nueva matemática... entonces ahí los dos ponemos financiamiento, el proyecto es exitoso y además sale una nueva línea de matemática. Sin FONDAP no podríamos tomar ese riesgo, estaríamos atados a lo que la empresa esta pidiendo y a la metodología que sólo ellos deciden”.*

*“Lo otro es que este Centro tiene un grupo de ingenieros que no tienen todo el tiempo proyectos, dado su especificidad hay 2 ó 3 meses que se quedan sin financiamiento, entonces son financiados por FONDAP y eso nos permite tener capital sino, se irían, son muy buenos, realmente se han ido especializando y son capaces de aplicar algoritmos difíciles” (Subdirector del Centro)*

### 3.5.6. Sustentabilidad y proyecciones

#### A. Sustentabilidad del Centro

El hecho que cerca del 50% del presupuesto que hoy maneja el CMM venga de fuentes distintas al FONDAP incide en considerar que esta fuente de financiamiento público no es fundamental para que el Centro siga funcionando de la manera en que lo ha hecho hasta ahora. Entrevistado el Director respecto a esta materia, menciona que ya no postularán a FONDAP, debido a que se adjudicaron fondos del Programa de Financiamiento Basal, por lo que el tema de la sustentabilidad del Centro estaría en parte asegurado.

*“Nosotros estamos financiados con BASAL ya, lo más probable es que no nos presentemos a FONDAP”. (Director del Centro)*

#### B. Proyecciones a futuro

Respecto a las expectativas sobre la proyección del Centro a mediano plazo, éstas se dirigen a que el CMM pueda sostener las alianzas y redes generadas hasta ahora, independientemente de los cambios

que puedan ocurrir. Por ejemplo, en el caso de CODELCO se ha establecido una importante relación de trabajo y se espera que esta no se vea afectada con el cambio de gobierno. En relación a esto, el Centro está trabajando en la constitución de un Comité Industrial que se espera permita tener una visión más estratégica de proyectos o vinculaciones nacionales e internacionales, sin depender de vaivenes políticos o de otra índole.

*“Nos interesa que sea un Centro que sea lo más permanente posible, que no dependa de cambios políticos porque, por ejemplo, tenemos muy buenas relaciones con CODELCO, pero CODELCO es del Estado entonces en un cambio de gobierno su plana mayor cambia.... para eso es necesario un comité industrial como el que estamos proyectando, nos interesa que vea lo que pasa en el mundo, es una cosa más estratégica de desarrollo”. (Subdirector del Centro)*

Finalmente, los estudiantes de doctorado señalan que les interesa un Centro que asuma su rol y se posicione en América Latina como líder en investigación científica en el área de las matemáticas aplicadas.

*“Que tenga más contacto con la región, con América Latina, pensando un poco por ejemplo que el IMPA de Río de Janeiro atrae muchísima gente de la región, el IMPA es más puro se dedica más a sistemas dinámico... Quizás el lugar del CMM sería proyectarse como líder en el área de matemáticas aplicadas”. (Estudiante de Doctorado)*

### 3.5.7. Sugerencias para el Programa FONDAP

A partir de las opiniones de los entrevistados y acorde, principalmente, a lo señalado tanto por el Director como el Subdirector del Centro, existe la sugerencia hacia el FONDAP que tiene que ver con no intentar concentrar todos los esfuerzos y objetivos en un solo programa, el que finalmente pudiera no proporcionar los resultados esperados al ser estos un gran número, muy diversos y exigentes.

*“Tienes que poner recursos en fomentar la ciencia casi “porque si”, como aspecto básico, cultural, y después tienes que, alrededor de estos Centros de investigación propiciar el desarrollo económico, generar aplicaciones... Pedirle a un solo fondo que haga todo eso es ridículo, no tiene sentido”. (Director del Centro)*

El Subdirector complementa esta idea señalando que si se toma en cuenta la diversidad de Centros que se proyectan en el país, debería contarse con financiamiento diferenciado, según se trabaje en ciencia básica o aplicada, y hacer comparación con pares internacionales. Agrega que el financiamiento y por lo tanto los Centros, deberían diferenciarse por impacto en investigación y en la industria.

*“No es bueno que todos los Centros hagan aplicaciones industriales, me parece que el Centro FONDAP no tenía ese énfasis que tiene el BASAL en la aplicación... de hecho hay gente de FONDAP que dice que no tiene ninguna posibilidad de postular a BASAL, entonces yo encuentro que es bueno tener fondos distintos, para ciencia básica y aplicada”. (Subdirector del Centro)*

En otro ámbito, el Subdirector señala también que en relación a las trabas administrativas con las que se encuentran los Centros, sería muy bueno que éstos tomaran la figura legal de una corporación, manteniendo relación con la Universidad pero con mayor autonomía desde el punto de vista administrativo. En su opinión esto podría agilizar mucho el trabajo y orientaría mejor la inversión de recursos.

*“Lo otro es que este Centro está en la Universidad de Chile y eso tiene varias trabas administrativas, sería muy distinto si esto fuera una Corporación.... los*

*institutos milenios por ejemplo son corporaciones y son bastante más simples de administrar. Los FONDAP debieran seguir asociados a la universidad, pero con la libertad que entrega el hecho de ser corporaciones”.*

Finalmente, el encargado de la Unidad de Negocios, Eduardo Vera sugiere, a fin de que los Centros se impregnen de una mirada de largo plazo y no sólo dependan del financiamiento FONDAP, que los fondos obliguen a los Centros a invertir en sustentabilidad futura.

### **3.6 3.6 Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental (COPAS)**

#### **3.6.1. Historia y características generales del Centro**

El Centro Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur – Oriental COPAS de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción fue creado en el año 2002 en respuesta a una necesidad del país de reforzar y consolidar la capacidad de realizar investigación de excelencia en ciencias marinas.

Su antecesor fue el proyecto FONDAP HUMBOLDT que duró aproximadamente 3 años. Allí se juntaron científicos que ya estaban en el país para luego comenzar a atraer gente que trabajaba afuera. En 2001 postularon a FONDAP con la gente nueva y ajustaron ciertos elementos para mejorar la propuesta con evaluadores nacionales e internacionales. En 2002 comienza a funcionar como Centro FONDAP con 12 investigadores (6 principales y 6 asociados). La mitad de ellos ya había participado en el proyecto FONDAP anterior, pero el grupo se consolidó en 2002 con el surgimiento del Centro como tal.

La primera parte de la existencia del Centro fue orientada a investigación descriptiva, a acumular información. La segunda, más actual, va dirigida a identificar los mecanismos y procesos que son acatados por los distintos grupos de investigación. Se trata de observar cuáles son los mecanismos subyacentes a la información que se recogieron en la primera etapa.

Actualmente el COPAS está dedicado a la investigación científica de la circulación, ecología, ciclos biogeoquímicos y paleoceanografía del Pacífico Sur-Oriental. Su objetivo es comprender la variabilidad climática y oceanográfica presente y pasada en la región, sus impactos sobre los ecosistemas y la productividad regional. Esta investigación se realiza en forma multi e interdisciplinaria y abarca diversas escalas espaciales y temporales. Además, se basa en observaciones directas, análisis retrospectivos, trabajo experimental y enfoques de modelamiento y se lleva a cabo a través de seis programas de investigación.

El Centro estimula la colaboración nacional e internacional, liderando la exploración de esta vasta, remota y poco conocida, pero climáticamente importante, región del planeta.

El Centro COPAS está comprometido con el fortalecimiento y la consolidación de la educación de postgrado en ciencias oceánicas en la Universidad de Concepción, otorgando oportunidades de entrenamiento avanzado a jóvenes científicos interesados en desarrollar investigación en oceanografía y áreas relacionadas. Resulta de particular relevancia el programa conjunto entre la Universidad de Concepción y el Instituto Oceanográfico de *Woods Hole* (WHOI), financiado por Fundación Andes y creado con el propósito de mejorar la educación de postgrado y la investigación oceanográfica avanzada. Durante su existencia este programa ha financiado la contratación de nuevos académicos, los intercambios científicos con WHOI, las actividades del Instituto Austral de Verano (IASI), cursos internacionales de postgrado en oceanografía, adquisición de equipos y mejoras en infraestructura.

También tiene por tarea educar, informar e interactuar con el público en general y con los responsables de las políticas públicas acerca de los recursos del océano y de los temas relativos al impacto de los cambios climáticos sobre los ecosistemas del Pacífico Sur-Oriental.

#### **Misión**

El Centro realiza investigación científica sobre la circulación, ecología, ciclos biogeoquímicos y paleoceanografía del Pacífico Sur-Oriental. La misión es enseñar y comunicar el conocimiento integrado de los océanos, inspirando su conservación para el beneficio de la sociedad chilena y del medio ambiente.

### Objetivos generales

Mejorar el conocimiento científico actual y crear nuevo conocimiento multidisciplinario sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos del Pacífico Sur-Oriental.

Consolidar y mantener un equipo de excelencia dedicado a la investigación oceanográfica interdisciplinaria, que cuente con reconocimiento científico a nivel nacional e internacional.

Crear un ambiente científico propicio que motive a estudiantes nacionales e internacionales a formar parte del Centro COPAS, permitiendo a jóvenes científicos un desarrollo sobresaliente de sus carreras.

Impulsar el desarrollo de proyectos de investigación interdisciplinarios, oceánicos y climáticos, fomentando la colaboración internacional en la región del Pacífico Sur-Oriental.

Construir una sólida plataforma de información oceanográfica sobre el Pacífico Sur-Oriental que sirva de referencia y sea fuente principal de conocimiento, para legisladores y comunidad en general, con respecto a los océanos y al cambio climático.

Difundir los temas oceanográficos, tanto científicos como tecnológicos, fortaleciendo la conciencia pública.

Institucionalizar el Centro COPAS al interior de la Universidad de Concepción.

Para lograr estos objetivos cuenta con 6 **Programas de Investigación**:

1. Circulación y mezcla en el Pacífico Sur-Oriental
2. Comunidades microbianas y ciclos biogeoquímicos en la columna de agua
3. Dinámica del plancton y su rol en el ciclo del carbono en el Pacífico Sur-Oriental
4. Acoplamiento Pelágico-Bentónico en el Pacífico Sur-Oriental
5. Estructura de comunidades, metabolismos y biogeoquímica en el ambiente bentónico del Pacífico Sur-Oriental
6. Paleo-estudios en el Pacífico Sur-Oriental: un enfoque geoquímico y paleo-biológico conjunto

### Investigadores y miembros del Centro

Cuadro 1: Investigadores principales del Centro

<b>Investigadores Principales (Líderes de Grupo)</b>
Escribano, Rubén
González, Humberto
Lange, Carina (Directora)
Pantoja, Silvio (Subdirector)
Quiñones, Renato
Schneider, Wolfgang
Ulloa, Osvaldo

Con respecto a los principales hitos de la historia del Centro, la Directora señala que inicialmente un grupo de biólogos marinos de la Universidad de Concepción fueron invitados a participar en un proyecto con la Universidad Católica y luego se presentaron juntos al proyecto FONDAP actual. Al comienzo hubo tensiones en cómo iban a estructurar el Centro, sobre todo en relación a la Facultad y la Universidad. Había gente que quería que fuera independiente, pero finalmente se tomó una decisión racional porque *las bases del FONDAP pedían que hubiese un programa de doctorado acreditado y en esa época el*

*programa que había en la Universidad de Concepción era el “programa estrella”. “Por eso no habría sido astuto no asociar el Centro a ese programa”. (Directora del Centro).*

### **3.6.2. Procesos de gestión del Centro**

#### *A. Ubicación y relación con la Universidad*

El Centro está inserto en la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas y cuenta con el pleno apoyo del rector, se realizan reuniones con frecuencia y no hay problemas de accesibilidad, ni tampoco burocracia ni lentitud en tomar las decisiones.

Como el presupuesto disponible es escaso y gran parte de él se va en arriendo de días-crucero para observaciones, la Universidad ayuda a cubrir parte de los sueldos de estudiantes extranjeros y postdoctorantes. También entrega apoyo financiero para mantención de equipos, mejoramiento del laboratorio y otras cuestiones que hacen al funcionamiento del Centro y no se puede financiar con FONDAP. También ayuda con la construcción de un nuevo edificio independiente, donde estará ubicado el Centro en unos meses más.

Desde el punto de vista del Decanato, se piensa que mientras no cambie la estructura de la Universidad, no habría mayor problema para el funcionamiento del Centro. En la actualidad se le presta apoyo y facilidades en la disposición de equipos e infraestructura.

Finalmente, cabe destacar que el Centro cuenta con un Comité Asesor, conformado por miembros de alto nivel internacional que pertenecen a otros Centros (son Directores de otros Centros) y que se relacionan de alguna manera con COPAS. Son 5 personas y se reúnen una vez al año.

#### *B. Estructura y organización*

Existen 6 grupos de investigación, 6 temas, cada uno con un jefe de área y uno o dos miembros más. Cada grupo se propone estudiar un tema específico por un lapso de dos años aproximadamente. Se hace un programa que debe aprobar el Consejo Técnico y CONICYT y eso guía su labor. Estos grupos se conforman a partir de los tres grandes interrogantes que se plantea el Centro en su inicio. Cada grupo es especializado en su materia, por lo tanto el resto no puede involucrarse mucho en las decisiones de alguno de ellos, ya que no podrían decirle qué investigar al no contemplar todos los conocimientos.

Las bases FONDAP especifican quienes pueden ser investigadores asociados o principales, lo cual queda determinado por las publicaciones y la excelencia del investigador. Los investigadores principales forman el Consejo Técnico, son quienes deciden qué hacer con el financiamiento, las prioridades en investigación, discuten el quehacer del Centro; siempre tomando las decisiones por consenso.

El Consejo Técnico está formado por el Director, Subdirector, investigadores principales y el administrador.

#### *C. Sello y cultura organizacional*

El Centro tiene un sello claro dado por su reconocimiento internacional como referente interdisciplinario y pluridimensional en el campo de la oceanografía mundial.

*“Es reconocido internacionalmente. Lo ven como un grupo interdisciplinario y muy coordinado, a pesar de ser distintas las áreas que concentra, logran coordinarse y trabajar juntos. Sin FONDAP eso sería mucho más difícil de lograrse. El sello sería la pluridimensionalidad, que el todo es más que la suma de las partes, eso sería la riqueza que los hace visibles al exterior (...) capacidad de entablar relaciones nacionales e internacionales, y eso no es muy común.”. (Directora Centro)*

Los investigadores principales dicen que el Centro es el único de su tipo en Chile y Sudamérica y tiene una alta eficiencia, que se ve en las publicaciones. Falta aún consolidarse plenamente como un Centro con identidad propia, diferenciada de la Facultad, pero en esa dirección se avanzará con la pronta construcción del edificio propio.

Con respecto al clima de trabajo, los investigadores principales y asociados relatan dos conflictos importantes en la historia del Centro: uno, al principio, que tuvo que ver con qué mirada se le iba a dar al Centro y el segundo, generado tiempo después por incompatibilidades de caracteres personales. Actualmente, el grado de cohesión interna entre investigadores y estudiantes depende de la línea de trabajo; aquellas que comparten temas pueden llegar a relacionarse más.

La dirección juega un rol meramente administrativo, de “primero entre sus iguales”. Esto permite que los investigadores no tengan que preocuparse por temas de gestión. Es una estructura democrática, no jerárquica, donde existe rotación de cargos.

Cada grupo tiene una línea de investigación distinta, pero existe colaboración entre ellos y se facilitan informaciones. Se reconoce que sería bueno que hubiera mayor afianzamiento entre grupos, mayor relación. Pero este que ha sido un problema histórico producto de que siempre los fondos fueron concursables y debían competir por ellos, es una de las cosas que han mejorado con FONDAP.

#### D. Política de RRHH

Más que una política explícita de reclutamiento, el Centro atrae espontáneamente a estudiantes interesados en especializarse en sus líneas de investigación.

*“FONDAP es un plus para ellos, no tiene sentido cambiarse a otra institución que no sea el Centro, pues es la más fuerte en oceanografía en Chile. FONDAP les entrega las herramientas para hacer su labor. Varios han alcanzado desarrollo profesional que permite trabajar sin FONDAP o con él”.  
(Investigadores Principales)*

Asimismo, como no hay política de reclutamiento, el Centro tampoco es visualizado por los estudiantes de doctorado y postdoctorantes como un espacio para hacer carrera profesional, más bien se entiende como un lugar prestigioso de paso hacia otras posiciones, muchas veces a nivel internacional.

*“Algunos desean continuar en el Centro, pero reconocen dificultad de conseguir contrato. La idea sería que hubiese un recambio de la gente que está trabajando actualmente en el Centro, eso les permitiría entrar a gente más joven como ellos. Por esta dificultad el horizonte está puesto en emigrar, quizás con la idea de volver después y aplicar los conocimientos que aprenderían en otros lados. Para los extranjeros es una opción para proyectos o capacitación futura, pero como plataforma, no como puesto de trabajo fijo. La mayoría piensa irse fuera.”. (Estudiantes Doctorado)*

Por otra parte, el Centro realiza evaluaciones a nivel individual y colectivo (por grupos) y hay preocupación de que no haya flaquezas como ocurriría en otros Centros. Para evaluar los grupos, se comparan los programas que se habían planteado al principio con lo llevado a cabo en la práctica y si se presentan desvíos, estos deben ser justificados. Otra herramienta de monitoreo consiste en hacer una base de datos de las publicaciones individuales y grupales. De todas formas, lo anterior no es más que un registro de desempeño y, en general, no sirve para definir incentivos ni sanciones, salvo algunos pocos casos de llamados de atención realizados de forma privada.

*“La evaluación es vista como una de las carencias. Falta más evaluación individual para que puedan mejorar su labor, como algo orientador, sugerencias, evaluación de nivel, del tipo de publicaciones y en qué revistas publican, si están orientados a lo que demanda el Centro, etc. También los estímulos, todo*

*eso ayuda. En otras instituciones como la Católica o la Chile es más continua la evaluación. En la Universidad de Concepción los evaluarían cada 2 años o más.”. (Investigadores Asociados y Postdoctorantes)*

#### *E. Gestión financiera*

La administración de los fondos recibidos de FONDAP depende directamente de la Facultad, y dentro de ésta, del Comité Técnico, el cual se encarga de tomar las decisiones de gasto e inversión. El rector no les dice que hacer con los recursos, tampoco con los temas de investigación. Hay una dependencia porque están insertos en la universidad, pero nada más. El dinero les llega a través de la Dirección de Investigación de la Universidad, por eso hay rendición de cuentas hacia ellos.

El decanato maneja administrativamente las jornadas de los académicos y cuentan además con una oficina de administración y desarrollo encargada de las auditorías, pues para ellos es importante manejarse bien con sus compromisos y obligaciones tanto con la Universidad como con CONICYT.

Los fondos de FONDAP se transfieren a una cuenta que es manejada por la Dirección Financiera de la Universidad. El manejo de los dineros es compartido, por un lado el Centro decide en qué invertir y, por otro, la facultad funciona como contraparte. La Universidad tiene más un rol de *overheads*, que está establecido claramente en cuanto a los proyectos para terceros.

Los recursos recibidos se consideran escasos, fundamentalmente porque con ellos hay que cubrir las máquinas y equipos que se necesitan para poder investigar. Por ello, las actividades de difusión a veces deben ser financiadas también con otros fondos, por ejemplo vía programa Explora.

El Centro logró apalancar recursos a través de la obtención del Proyecto presentado al Programa de Financiamiento Basal. A esto se suman las postulaciones individuales o en grupos pequeños a otros fondos nacionales o internacionales, pero de una magnitud mucho menor.

#### *F. Relación con el exterior*

En relación a los lazos de colaboraciones y trabajo en conjunto con científicos extranjeros, COPAS tiene convenios con instituciones internacionales, los cuales se utilizan principalmente para formalizar el intercambio de estudiantes.

Los investigadores del Centro también participan en consorcios y pertenecen a redes internacionales de difusión.

Con respecto a los vínculos con otros Centros FONDAP, existe una relación especial entre el CEMC (Centro Estudio Molecular de la Célula) y algunos investigadores del COPAS que colaboran con ellos. También se han establecido algunos vínculos con el CMM (Centro de Modelamiento Matemático), con el cual se presentó un Proyecto Milenio en común, aunque este no fue aprobado finalmente.

La gran dificultad para establecer lazos más sólidos es que son Centros muy distintos entre sí, lo que hace difícil la sinergia. A veces han habido reuniones por temas de interés común, pero extra-científicos, relacionados con la gestión de recursos, administración e iniciativas de difusión.

### **3.6.3. Relación del Centro con el Programa FONDAP**

Con el nivel central, el vínculo del Centro es distante, quejándose de que muy pocas veces, en todos estos años, los han ido a visitar en terreno, por ejemplo. Los apoyos recibidos consisten fundamentalmente en los recursos transferidos, que han permitido la continuidad del proyecto durante todos estos años. El principal obstaculizador de la relación está dado porque CONICYT se comunica poco con ellos, no están los nexos y canales para realizarlo.

*“A mí nadie había ido antes a preguntarme, así como ustedes, por el Centro”.*  
(Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la UDEC)

### 3.6.4. El Centro en su conjunto: análisis por objetivos

#### Objetivo 1: Fomentar la investigación asociativa

INDICADORES <sup>53</sup>		Línea de base			Periodo de Vigencia del Centro						Total
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
1	Fomentar la Investigación Asociativa										
1.1	Número de publicaciones ISI en colaboración entre 2 ó más líneas o programas del Centro				1	2	10	3	4	10	30
1.2	Porcentaje de publicaciones en conjunto con otras instituciones o Centros nacionales o internacionales				0-19%	0-19%	20-39%	20-39%	20-39%	20-39%	
1.3	Número de convenios de colaboración científica con organizaciones nacionales o internacionales										12
1.4	Número de visitas de extranjeros al Centro (para 1999-2001 visitantes a la Unidad académica relacionado con el Centro en forma directa)				27	30	41	28	5	15	146
1.5	Número de visitas de miembros del Centro a instituciones en el extranjero				29	27	19	13	2	17	107
1.6	Número de redes de investigación nacionales o internacionales en las que participa el Centro										20

<sup>53</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

Gráfico 1: Evolución de visitas de extranjeros al Centro y de investigadores del Centro al extranjero

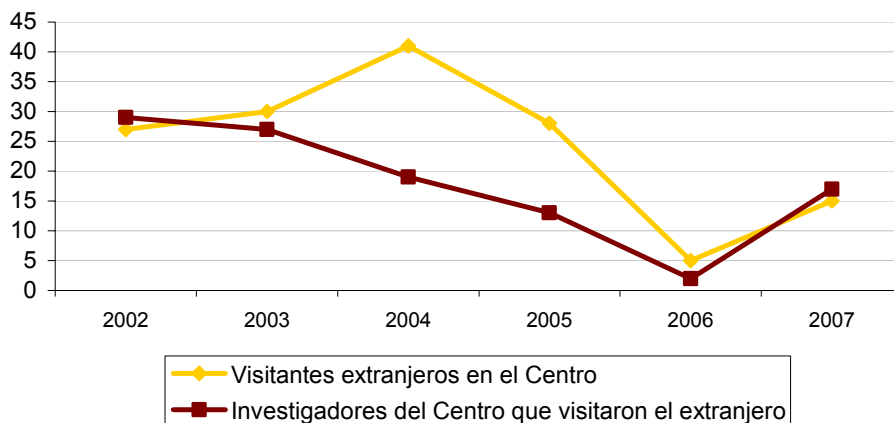
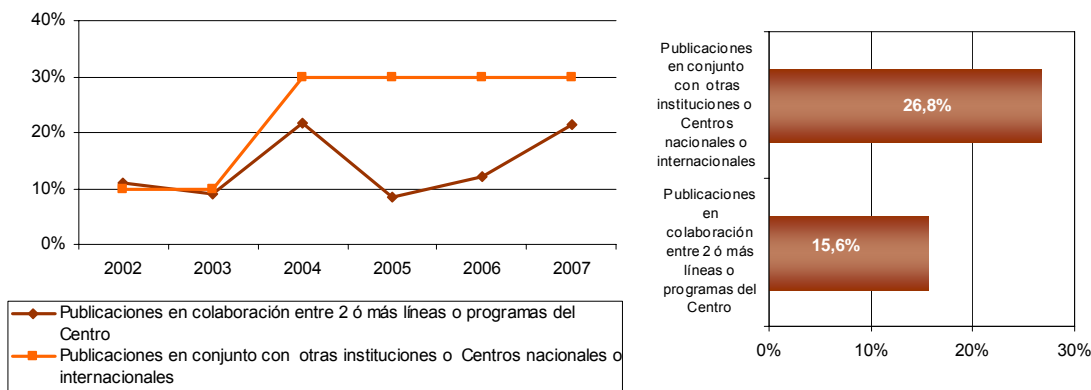


Gráfico 2: Evolución de las publicaciones realizadas con otras líneas o programas de investigación y con instituciones nacionales o internacionales<sup>54</sup>, participación sobre el total de publicaciones



Al analizar las visitas de miembros extranjeros al Centro y las visitas de miembros del Centro al exterior, se observa un comportamiento muy similar de las dos variables. El Gráfico 1 señala la evolución de estas dos variables, mostrando que las visitas por año no han sido estables.

Con respecto a las publicaciones en colaboración con 2 ó más líneas de investigación, estas han representado entre un 10% y un 25% de las publicaciones totales del Centro, alcanzando un promedio del 15,6% considerando toda la vida del Centro. El porcentaje de publicaciones en conjunto con otras instituciones nacionales o internacionales es levemente superior y constante desde el año 2004 al año 2007 y en promedio alcanza un porcentaje del 26,8% sobre el total de publicaciones.

En las entrevistas se confirman las tendencias observadas con respecto al aporte crucial de FONDAP a la posibilidad de trabajar a una mayor escala colaborativa entre distintos investigadores.

*“El poder pensar en largo plazo hizo que cambien las cosas, les permite dejar de anclarse en lo individual y pensar en asociarse con alumnos y otros investigadores, lo que les permite ampliar los temas, dejar de enfocarse en temas puntuales. El trabajo se hace multidisciplinario.” (Directora del Centro)*

<sup>54</sup> El porcentaje de publicaciones realizadas en conjunto con otras instituciones nacionales o internacionales es un valor medio del intervalo indicado en el indicador 1.2 de la tabla precedente.

*“La oceanografía es una ciencia multidisciplinaria, es difícil trabajar individualmente y eso se puede ver en las publicaciones donde se trabaja desde distintas áreas. Hay mucha especialización, por eso no se puede manejar todo individualmente. FONDAP permite juntar gente de distintas disciplinas, eso permite atacar preguntas más potentes y de mayor envergadura, las que individualmente no se podría abordar”. (Estudiantes de Doctorado)*

**Objetivo 2: Realizar investigación de excelencia**

INDICADORES <sup>55</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro							Total
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
2	Desarrollar Investigación de Excelencia										
2.1	Número de Publicaciones ISI del Centro (ver nota al pie)*	6	11	8	7	17	36	28	29	41	183
2.2	Número de Publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	1	1	1	1	5	7	8	11	8	43
2.3	Impacto promedio de las publicaciones del Centro	1,250	1,304	1,630	2,174	1,734	1,785	2,891	2,925	2,835	
2.4	Número de Publicaciones ISI en el 50% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	6	8	6	6	14	32	22	21	38	153
2.5	Libros o Capítulos de libros escritos por miembros del Centro				1	1	8	2		2	14
2.6	Número de eventos científicos organizados o co-organizados por el Centro (aproximado)				1	1	1	1	1	1	6
2.7	Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros del Centro				19	25	25	23	19	16	127

<sup>55</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

\* El número de publicaciones consignado corresponde a las publicaciones que el Centro reporta a CONICYT luego de extraer aquellas publicaciones realizadas por autores del Centro, pero no correspondientes al programa.

Gráfico 3: Publicaciones ISI, publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>56</sup>

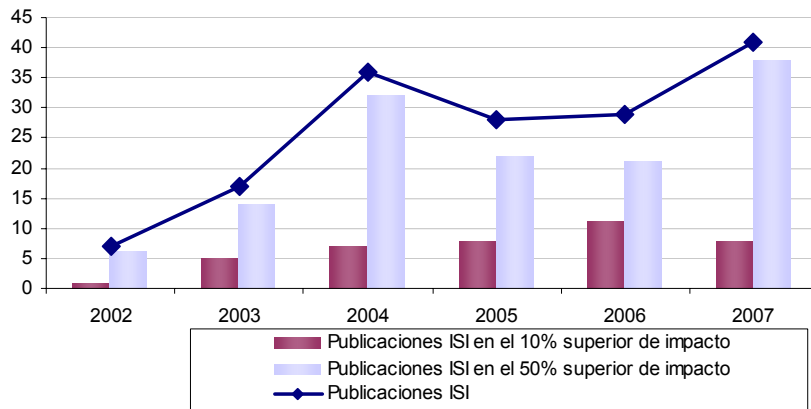
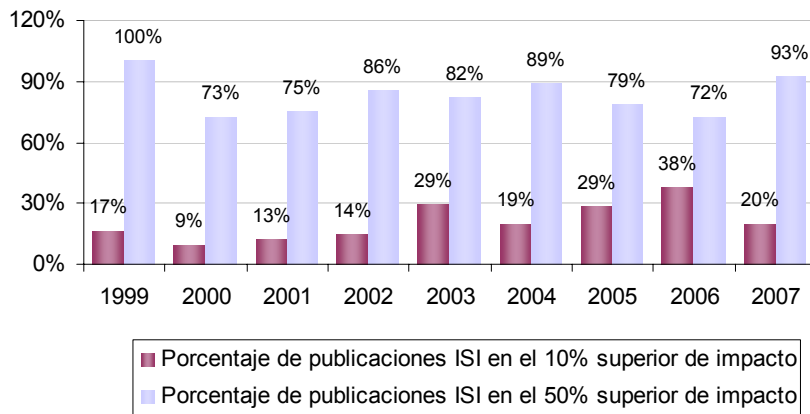


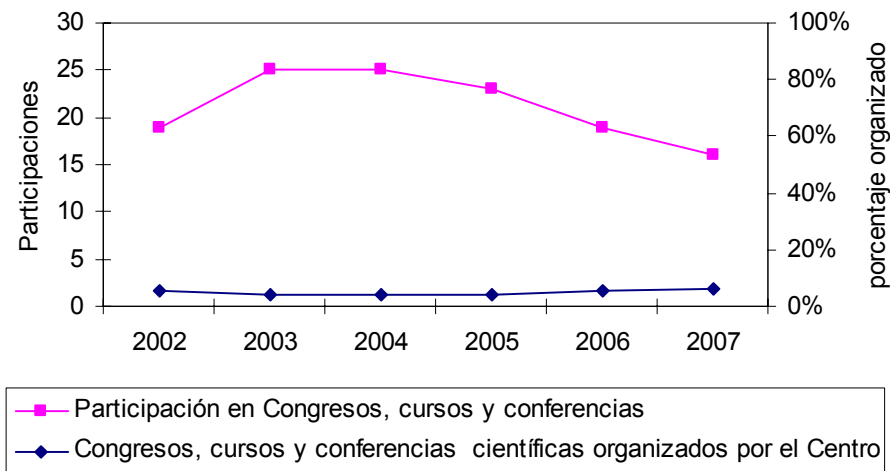
Gráfico 4: Porcentaje de publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>57</sup>



<sup>56</sup> En este gráfico no se consideran los años correspondientes a la línea de base, debido a que los valores absolutos de las publicaciones no son comparables. Esto se explica porque para el período Centro se incluyen las publicaciones de todos los investigadores que pertenecen a éste, mientras que para la línea base se incluyen sólo publicaciones de los investigadores principales.

<sup>57</sup> La forma de cálculo de estas variables se especifica en la página A147 del Anexo 2.

**Gráfico 5: Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros del Centro y porcentaje de congresos, cursos y conferencias organizadas por el Centro**



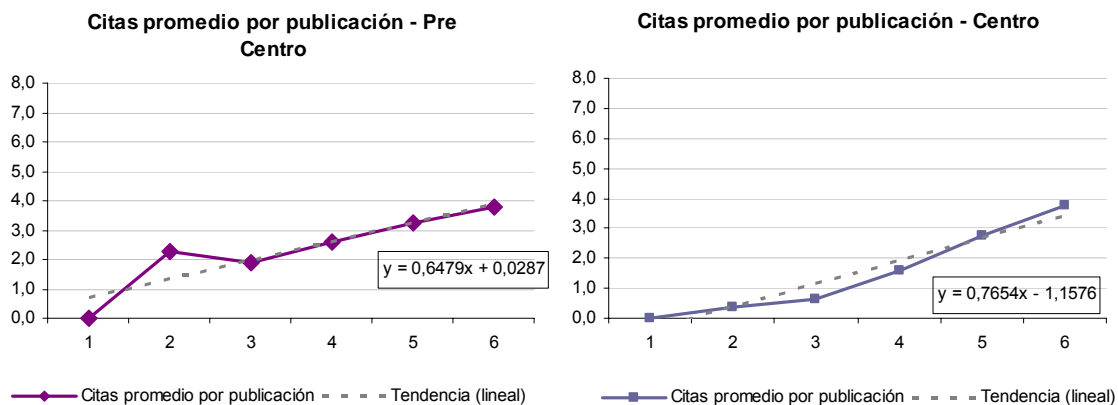
De la tabla y los gráficos precedentes se puede observar que el número de publicaciones ISI es elevado en la mayoría de los años de funcionamiento del Centro. Las publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la disciplina alcanzan un total de 43, logrando un máximo de 11 en el año 2006. Con respecto a las publicaciones en revistas dentro del 50% superior de impacto de la disciplina correspondiente, estas siguen la misma evolución que las publicaciones ISI totales y representan más del 70% de las mismas. En los años correspondientes a la línea base (período previo al Centro) no se observan diferencias con respecto al período del Centro en cuanto a publicaciones en el 50% superior de impacto, mientras que el porcentaje de las publicaciones en el 10% superior es levemente inferior.

En relación a los congresos, cursos y conferencias se puede observar en el Gráfico 5 que la participación de miembros del Centro en este tipo de actividades se ha reducido levemente en los últimos años. Además, el porcentaje de estos eventos que es organizado por el Centro parece no supera el 10% en ningún año.

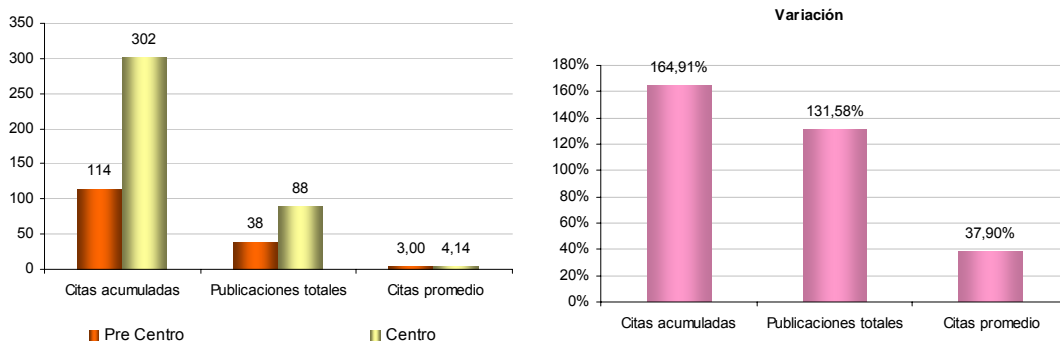
Por último cabe mencionar que el Centro ha publicado 14 libros o capítulos de libros.

**Análisis conjunto de investigadores principales**

**Gráfico 6: Citas promedio por publicación pre Centro y durante el funcionamiento del Centro - tendencias**



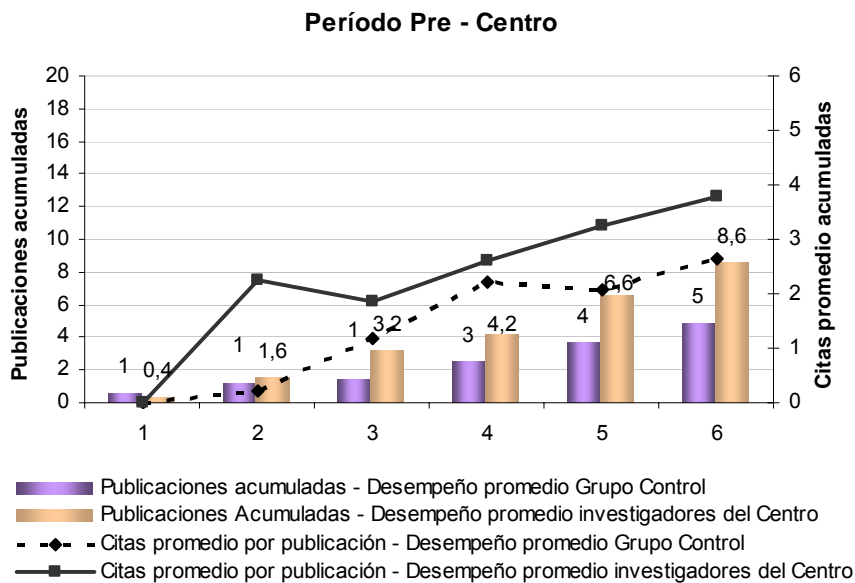
**Gráfico 7: citas totales, publicaciones totales, citas promedio y tasa de crecimiento – Período pre Centro y durante el funcionamiento del Centro**

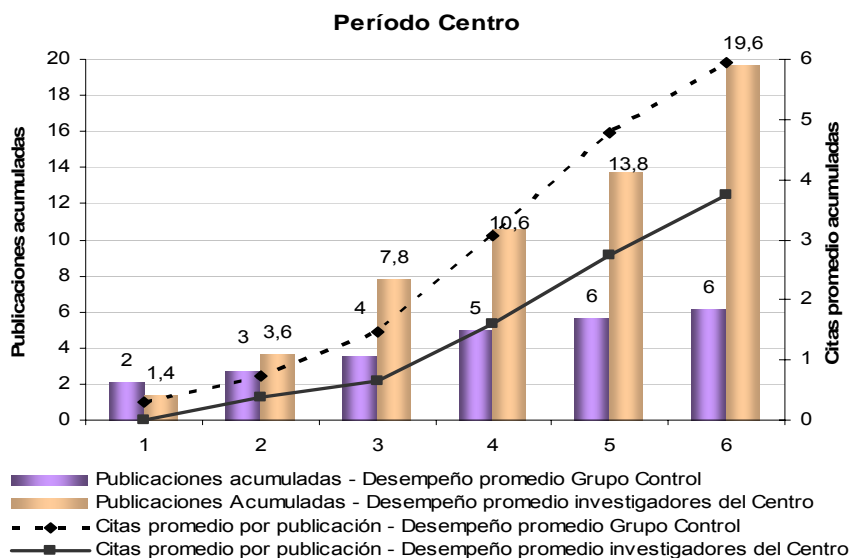


Como se observa en los dos gráficos anteriores, las citas por publicación en el período del Centro son mayores a las del período pre Centro. Adicionalmente, en el período pre Centro las citas promedio por publicación crecen anualmente en 0,99 citas por publicación, mientras que en el período del Centro el crecimiento promedio anual es de 1,48 citas por publicación.

De la observación del Gráfico 7 se puede concluir que tanto las publicaciones como las citas han crecido notablemente (más del 100%) en el período de funcionamiento del Centro. En suma a lo anterior, se observa que el crecimiento en las citas es mayor al crecimiento en las publicaciones, lo que implica que éstas últimas han sido citadas en promedio mayor cantidad de veces.

**Gráfico 8: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control**





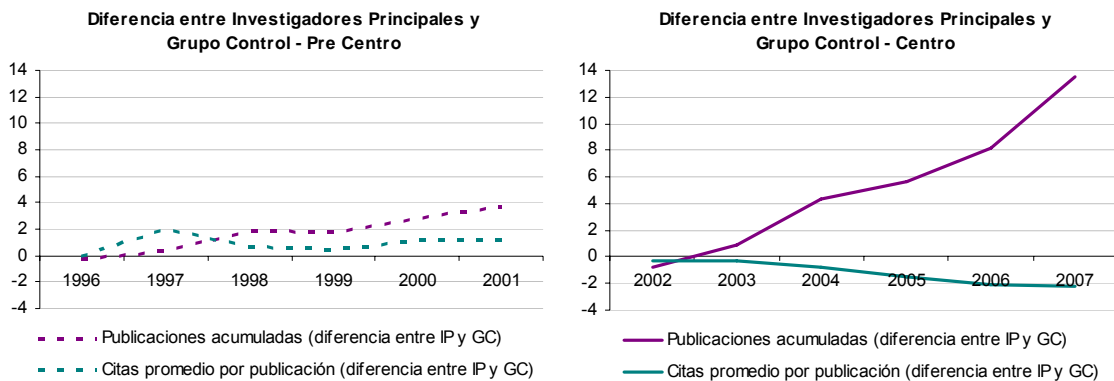
Los presentes gráficos permiten comparar, tanto para el periodo previo al Centro como para el periodo posterior a la puesta en marcha del Centro, el desempeño del promedio de investigadores principales del Centro FONDAP COPAS contra el del investigador promedio que surge a partir del grupo control confeccionado para este Centro.

Para el periodo previo a la puesta en marcha del Centro se evidencia que tanto el volumen de publicaciones del promedio de investigadores principales del Centro FONDAP como las veces que éstas fueron citadas son mayores a las que se observan en el desempeño promedio del grupo control.

Sin embargo, para el periodo posterior a la creación del Centro FONDAP COPAS se evidencia que, si bien el número de publicaciones acumuladas promedio para los investigadores del Centro es muy superior a las publicaciones promedio acumuladas que surgen del desempeño del grupo control promedio, el número de citas es inferior en el caso los investigadores del Centro.

Para clarificar estos puntos, se presentan a continuación dos gráficos, el primero correspondiente al período previo al Centro y el segundo correspondiente al período Centro. En ambos se muestran las diferencias observadas entre el promedio de investigadores del Centro y el promedio del Grupo Control para las dos variables consideradas anteriormente (volumen acumulado de publicaciones y promedio de citas por publicación acumulado). En el período pre Centro el desempeño de los Investigadores Principales, ya sea en términos de volumen de publicaciones como en términos de citas promedio por publicación, es levemente superior al de los investigadores del Grupo Control. En el período Centro, el comportamiento de estas variables es disímil. Mientras que la diferencia en las publicaciones acumuladas se acentúa, la diferencia en las citas promedio por publicación se vuelve negativa (indicando que las citas promedio por publicación para los Investigadores Principales son menores a las correspondientes al Grupo Control). Esto puede explicarse por el importante aumento que experimentaron las citas de las publicaciones del Grupo Control, mientras que las citas a las publicaciones de los Investigadores Principales mantuvieron su ritmo de crecimiento.

Gráfico 9: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control –  
Diferencias



**Objetivo 3: Formar capital humano avanzado**

INDICADORES <sup>58</sup>	Linea de base					Periodo de Vigencia del Centro					Total
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
<b>3</b>	<b>Formar Capital Humano Avanzado</b>										
3.1				4	4	3	4	7	4	26	
3.2			1	4		2	4	2	3	16	
3.3									20	20	
3.4				2	5	8	3	1	9	28	
3.5				4	1	1	7	3	6	22	
3.6									4	4	
3.7					1	1	1		1	4	
3.8				0	1	2	2	2	1	8	
3.9				1	13	7	6	12	6	45	

<sup>58</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

\* Para obtener el dato de nuevas incorporaciones se consideró el año en el que el postdoctorante, doctorando o estudiante de magíster inició su tesis.

Gráfico 10: Incorporaciones de postdoctorantes y estudiantes de doctorado y magíster

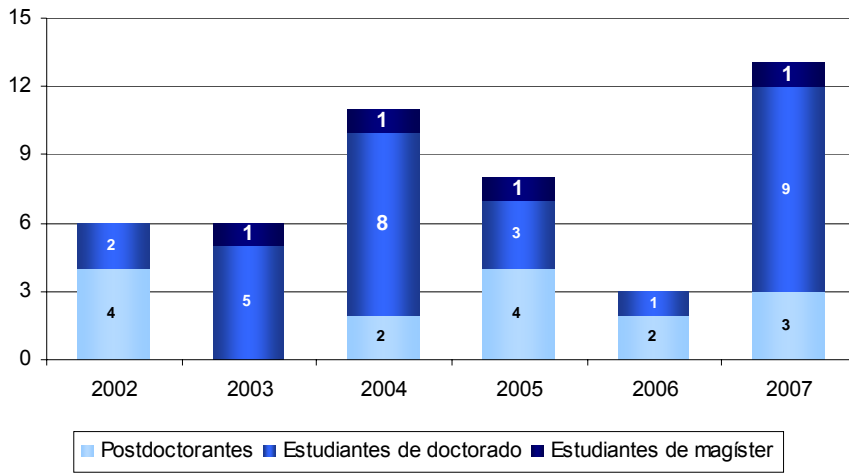
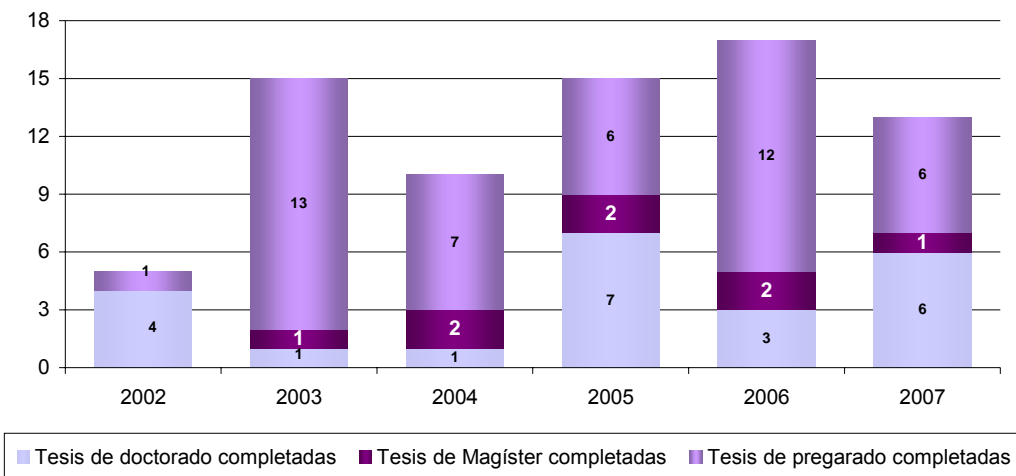
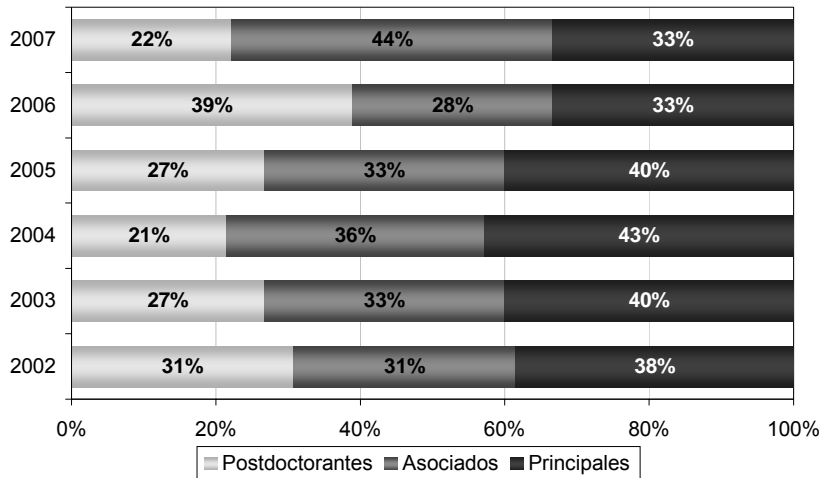


Gráfico 11: Cantidad de tesis según nivel académico



**Gráfico 12: Proporción de investigadores principales, asociados y postdoctorantes que se desempeñaron en el Centro por año**



De la observación de los gráficos y la tabla precedentes se puede concluir que el número de postdoctorantes y de estudiantes de doctorado han mostrado una tendencia creciente a lo largo de la existencia del Centro, sin embargo la incorporación de nuevos estudiantes de magíster ha sido más reducida.

Con respecto a las graduaciones (número de tesis de diferente grado finalizadas en un determinado año) puede advertirse, en general, la predominancia de tesis de grado, seguidas por las tesis de doctorado. La cantidad de tesis de magíster es bastante inferior a la cantidad observada en las demás categorías.

En cuanto a la proporción de investigadores en los niveles más elevados (principales, asociados y postdoctorantes), se observa una evolución estable entre los años 2002 y 2005. Esto cambia en los últimos dos años donde se reduce la participación de los principales y aumenta la de los postdoctorantes en 2006 y la de los asociados en 2007.

**Objetivo 4: Proyectar y difundir al medio externo**

INDICADORES <sup>59</sup>	Línea de base					Período de Vigencia del Centro					Total
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
4	Proyectar y difundir al medio externo										
4.1	Número de publicaciones de divulgación científica (libros, artículos de interés general en diarios, revistas, internet, etc) (Listar en el anexo)										
				17	16	49	19	26	26	153	

Este es un desafío que el Centro comenzó a abordar hace poco tiempo. Se considera que la proyección y difusión al medio externo es escasa por tratarse de investigadores concentrados fundamentalmente en los aspectos académicos del Centro. Sin embargo, se ha avanzado en esto y se han implementado medidas para encaminarse hacia el cumplimiento del objetivo; por ejemplo, los acuarios y proyectos Explora. En estas actividades se presenta la labor científica a los niños. También se pueden mencionar como medidas el Congreso Ciencias del Mar y algunos otros eventos nacionales e internacionales llevados a cabo.

<sup>59</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

Los investigadores del Centro reconocen que, al ser científicos, les cuesta más vincularse con el medio y hacer difusión, sin embargo, el contar con una plataforma los anima a participar más en esto. Existe actualmente un programa de difusión (con un coordinador y varios voluntarios) que organiza actividades nacionales como las visitas a acuarios en Dichato con colegios de la octava región, los llevan y los guían, son escuelas de escasos recursos y también de niños discapacitados. Esto lleva 6 años funcionando.

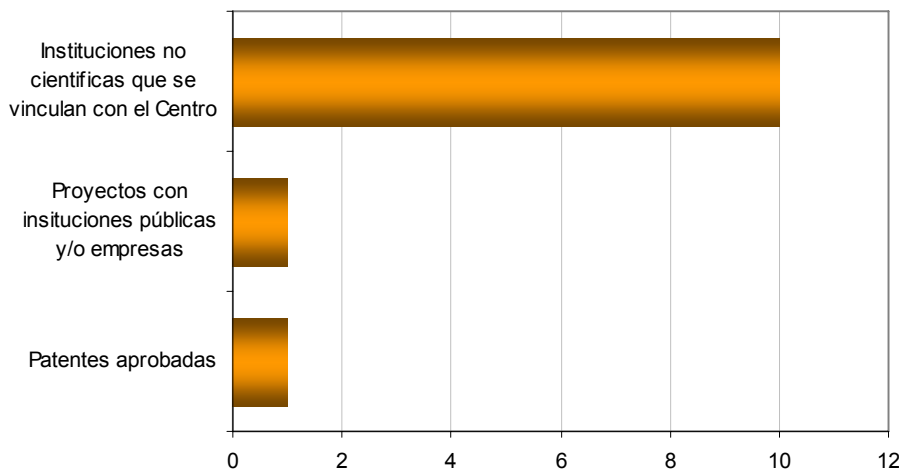
También ubican a colegios nacionales de bajos recursos en programas internacionales. COPAS pertenece a redes de difusión internacionales. Se les enseña computación, trabajo con bases de datos, con temperatura, etc.

Otro proyecto destacado es “Escuela a Bordo”, donde arriendan un yate y llevan a los colegios, los hacen medir temperatura, salinidad y otras actividades. En Santiago realizan la Feria del Cambio Climático y en Concepción operan a través del Instituto Austral de Verano, que ofrece cursos para estudiantes de Sudamérica, con profesores reconocidos de otras partes.

**Objetivo 5: Contribuir al desarrollo del país**

5	Contribuir al desarrollo del país <sup>60</sup>	
5.1	Número de patentes en trámite o aprobadas	1
5.2	Número de instituciones no científicas con las que se vincula el Centro	10
5.3	Número de proyectos con empresas y/o instituciones públicas	1
5.4	Empresas, emprendimientos y/o iniciativas surgidos como consecuencia del trabajo del Centro	0

**Gráfico 13: Resumen de indicadores para el objetivo de contribuir al desarrollo del país**



Según la Directora y los investigadores principales del Centro, el desafío actual de COPAS es que todos estos esfuerzos realizados en investigación pura, vayan al beneficio de la sociedad a través de las fuerzas productivas. En este aspecto, la Universidad ha podido avanzar en algunas disciplinas, como la forestal por ejemplo, pero en otras todavía está la idea de que hay que “convencerlos”.

A través del Proyecto BASAL que recientemente se adjudicaron, el Centro se plantea por primera vez abordar la ciencia más allá de los *papers*, como posibilitadora de cambios sociales futuros. El BASAL

<sup>60</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

buscará, en alianza con el sector productivo acuícola, desarrollar aplicaciones oceanográficas para favorecer el desarrollo económico sustentable de las regiones del sur de Chile, enfocándose en las áreas de Acuicultura, Pesquerías, Monitoreo y Predicción Oceanográfica.

La relación con la empresa, generando ciencia aplicada, es lo que se intentará desarrollar con mayor fuerza de aquí en adelante.

### 3.6.5. Síntesis de los principales resultados

En síntesis, el COPAS ha hecho una contribución significativa al juntar a investigadores reconocidos en su especialidad, incrementando su producción científica y apoyando la formación de estudiantes en un área científica en la cual Chile tiene ventajas comparativas naturales insoslayables.

El apoyo de FONDAP ha permitido el estudio a largo plazo mediante observaciones continuas. Un ejemplo de esto es la utilización del barco oceanográfico para observar, que ha posibilitado identificar tendencias como la del calentamiento del océano pacífico.

También son destacables los resultados en cuanto a la compra de materiales e instrumentos, actualización de laboratorios y atracción de estudiantes extranjeros.

Lo más importante, a juicio de la Directora y los investigadores principales y asociados, ha sido *“la libertad de no tener objetivos específicos o un proyecto particular, no tener esas restricciones...”* (Investigador principal). En la medida que hay resultados, no deben darle explicaciones a nadie. Esto permite arriesgarse en áreas nuevas y del interés de los investigadores. Hay libertad y flexibilidad, un resguardo para ellos que se transmite también a sus estudiantes (tesis).

### 3.6.6. Sustentabilidad y proyecciones

#### G. Sustentabilidad del Centro

La opinión unánime de todos los actores entrevistados es que una hipotética suspensión del financiamiento de FONDAP sería perder una inversión, las observaciones de tanto tiempo, la capacidad instalada, etc. y tendrían que buscar alternativas para seguir como científicos individuales, pero ya no como grupo.

*“Cortar el financiamiento no sería algo beneficioso para el país. Ha habido ciertos lineamientos de cómo mantener el Centro sin FONDAP, pero no hay nada claro aún, lo único que tienen claro es que no van a desaparecer. Tendrían que obtener financiamiento de distintas fuentes, no de una sola.”*  
(Investigadores principales)

#### H. Proyecciones a futuro

La primera etapa del Centro fue de generación de conocimiento. La segunda debiera estar dirigida a generar conocimiento aplicado que logre impactar en el desarrollo del país.

Este cambio de giro se vería potenciado por la construcción de un Centro físico que le de nueva imagen y asocie más a sus miembros.

Aún así, desde la perspectiva de los estudiantes postdoctorantes, “en 10 ó 15 años puede llegar a ser un Centro autosustentable, pero aún no lo es por lo que depende de la ayuda del Estado... si se mantienen los recursos se verán frutos de lo que están haciendo hoy, se verán resultados en otras áreas”. Esto significa que hay una percepción de riesgo asociada a la posible interrupción del financiamiento FONDAP.

### 3.6.7. Sugerencias para el Programa FONDAP

Tanto la dirección del Centro como el Decanato coinciden en la importancia de que las políticas de apoyo a Centros científicos de excelencia deben tener continuidad en el tiempo, independientemente de los cambios de gobierno. La forma de funcionamiento y las reglas del juego debieran ser estables, porque se trata de una política de Estado para el bien del país.

*“Es necesario hacer una política de Estado bien hecha, con recursos y así poder adaptarse a ciencia aplicada, pero hasta ahora las políticas parecen más ligadas a personas o partidos que a nivel nacional. Entonces, cambia la persona y cambian todas las condiciones.”. (Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la UDEC)*

*“En esta ciencia, Chile tiene una ventaja comparativa importante, es necesario tener una soberanía oceánica con conocimiento de punta. Si se quiere hacer ciencia de punta, es necesario tener una institucionalidad de punta, crear una estructura de ciencia basada en Milenio y FONDAP, con científicos contratados (no boleteando), que entregue seguridad, estructura. También que los evalúen con estatus especial, que los respeten. Pero que sea una evaluación rigurosa para que sólo estén los mejores.”. (Directora del Centro)*

El Decano piensa que debiera haber más comunicación, pues se sienten un poco huérfanos de los encargados de CONICYT de Santiago.

*“...que una vez al año alguien viniera a ver cómo estamos, no tanto como evaluación, si no como conexión.”. (Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la UDEC)*

Por último, también se recomienda que debiera resolverse el problema de discriminación en asignación de fondos. COPAS necesita maquinaria costosa (buques), y está limitado por eso, mientras otros Centros no tienen ese problema. Por un lado, entonces, COPAS se ve recargado más que otros Centros en su estructura de costos (los presupuestos no debieran ser los mismos para todos) y por otro lado, como no es reajutable, los fondos se achican porque igual tienen que subir sueldos y los buques salen más caros.

### **3.7 Centro de Regulación Celular y Patología (CRCP)**

#### **3.7.1. Historia y características generales del Centro**

El **Centro de Regulación Celular y Patología (CRCP)**, "Doctor Joaquín V. Luco" es una institución interdisciplinaria dedicada a la investigación científica de excelencia en el área de la biomedicina, trabajando tanto en el estudio de las bases moleculares de algunas enfermedades, como en el desarrollo de nuevas alternativas terapéuticas para su tratamiento.

Sus proyectos de investigación se abocan al estudio de diversos fenómenos moleculares y celulares que constituyen la base de enfermedades degenerativas que tienen alta incidencia en grupos poblacionales particulares; entre ellas, la enfermedad de Alzheimer, Cáncer, Hipertensión, Distrofia Muscular, Diabetes, Aterosclerosis y Autoinmunidad, teniendo por objetivo aportar al conocimiento que se tiene acerca de estas patologías, en la esperanza de ofrecer mejores expectativas de terapias que logren retardar, y eventualmente curar, su curso progresivo.

En términos históricos, el CRCP fue fundado en septiembre de 1999 por cinco investigadores pertenecientes al área biomédica y que habían ganado cátedras presidenciales. Con el financiamiento gubernamental del "Fondo Nacional de Áreas Prioritarias" (FONDAP), el Centro se crea como una institución interdisciplinaria dedicada a la investigación biomédica. Concretamente, estos investigadores fueron el Dr. Nibaldo C. Inestrosa, el Dr. Enrique Brandan, el Dr. Alfonso González, el Dr. Miguel Bronfman, y el Dr. Juan Pablo Huidobro-Toro. Todos ellos estaban muy bien posicionados en lo referente a su productividad científica y continúan en conjunto como investigadores principales del Centro.

Luego de la evaluación de los 5 años del Centro, se elabora un plan de continuidad que entre otras cosas propone el incorporar a dos investigadores de menor edad al quehacer del CRCP. Ellos son Juan Larraín y María Paz Marzolo, quienes se mostraban como figuras muy promisorias en sus líneas de investigación. Según lo establecido en el plan de continuidad, elaborado el año 2004, durante el año 2005 ambos se encontraron trabajando con dedicación parcial en el CRCP, con el objeto de que tuviesen tiempo para terminar sus respectivos proyectos FONDECYT, para que, desde inicios del año 2006, pudieran incorporarse con dedicación horaria completa. Además de ellos, también en el año 2005 se incorpora la investigadora Francisca Bronfman. Los tres investigadores mencionados se incorporan haciéndose cargo de sus propios laboratorios, en una categoría que se podría llamar investigadores principales/jóvenes. Luego de este proceso se llega a consolidar un total de ocho grandes líneas de investigación:

1. Vía WNT y enfermedad de Alzheimer
2. Protoglicanos y Factores de Crecimiento
3. Tráfico de proteínas. Polaridad y Cáncer
4. Rol de PPARs en Cáncer y Obesidad
5. Biología Celular de la Señal Neurotrófica
6. Función de receptores de la Familia del LDL-R
7. Desarrollo Embrionario y Regeneración
8. Mecanismos de los receptores purinérgicos

Cuadro 1: investigadores Principales del Centro

<b>Investigadores Principales (Líderes de Grupo)</b>
Inestrosa, Nivaldo C. (Director)
Brandán, Enrique (Subdirector)
González, Alfonso
Bronfman, Miguel
Bronfman, Francisca
Marzolo, María Paz
Larraín, Juan
Huidobro-Toro, Juan Pablo

Más allá de la inclusión de estos nuevos investigadores y la apertura al interior del CRCP de sus líneas de investigación, el planteamiento del Plan de continuidad fue un momento importante para el Centro, en tanto les permitió reflexionar y tomar acciones tendientes a mejorar su quehacer en lo referente a la renovación del Centro y a la optimización del personal académico; a dar mayor claridad a la asignación de los recursos para estudiantes de pre-grado y a una mejor definición del desarrollo profesional del personal de apoyo y, finalmente, en lo referente a mejorar la comunicación externa del Centro mediante acciones específicas dirigidas a la comunidad. Los resultados obtenidos en estos ámbitos de acción se podrán observar en detalle, más adelante en este informe.

De todas maneras, y como un primer acercamiento a los resultados que se vislumbran del trabajo que se realiza en el Centro, se puede mencionar el hecho de que en su sitio *Web* se destaque explícitamente sus resultados en lo que se refiere a productividad científica, vinculación con el exterior, la labor de formación que se realiza con alumnos de doctorado y post doctorado, y el compromiso de sus científicos por convertir sus investigaciones en transferencias tecnológicas, productos e innovaciones para la salud. Esto se ve refrendado en la visión, misión y los objetivos que se propone el Centro, los que aparecen explícitamente en su sitio *Web*. Todos instrumentos que ponen de manifiesto lo que el CRCP se propone conseguir y la manera en que se plantea hacerlo. En el siguiente cuadro podemos ver la misión, visión y objetivos del trabajo del Centro.

Cuadro 2: Misión, visión y objetivos del Centro

<b>Misión</b>
Realizar investigación científica de excelencia y promover la educación en Biomedicina, contribuyendo con la elucidación de nuevos mecanismos celulares y moleculares relevantes, que ayuden a la compunción de enfermedades progresivas y crónicas como el mal de Alzheimer, Cáncer, Hipertensión y Distrofia Muscular.
<b>Visión</b>
Consolidar y proyectar el trabajo que se ha realizado durante ocho años en formación académica e investigación científica en biomedicina sentando las bases sobre las que se sustenta el nuevo Centro basal de Envejecimiento y Regeneración, CARE. Ser un punto de encuentro entre la ciencia básica y el conocimiento aplicado en el estudio de la regulación celular.
<b>Objetivos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generar conocimiento básico sobre fenómenos de la Biología Celular y Molecular que constituyen los fundamentos de la fisiología y la patología y que son requeridos para el progreso de la Biomedicina.</li> <li>▪ Conformar un ambiente óptimo para la interacción entre investigadores básicos y clínicos.</li> <li>▪ Investigar patologías que surgen de alteraciones multifactoriales de la regulación celular, como la Enfermedad de Alzheimer, Cáncer, Diabetes, Hipertensión, Distrofia Muscular.</li> <li>▪ Potenciar el esfuerzo de los investigadores en estas áreas promoviendo colaboraciones</li> </ul>

- complementarias en conocimiento y recursos experimentales.
- Aumentar la cantidad y calidad de recursos humanos calificados en las Ciencias Biológicas en Chile.
- Facilitar la incorporación de nuevos investigadores a la comunidad científica en el campo de la Ciencias Biológicas. Elaborar programas conjuntos de entrenamiento de pre- y post-grado en áreas básicas para la Biomedicina, deficitarias en el país.
- Servir de nexo para colaboraciones más equitativas entre biólogos nacionales y biólogos de países desarrollados.
- Ofrecer apoyo al desarrollo de líneas de investigación en Biomedicina.
- Incorporar y hacer disponibles las tecnologías más avanzadas de indagación en Biología Celular y Molecular y en Fisiología. Organizar Cursos, Conferencias y Reuniones Científicas destinadas a diseminar el conocimiento y facilitar el contacto entre científicos en formación con científicos de frontera, nacionales y extranjeros, en las áreas mencionadas

Fuente: <http://FONDAP-crcp.cl/>

Más actuales y también muy importantes, se pueden encontrar como hitos para el CRCP la constitución de la Unidad de Innovación y Generación de Negocios y el inicio del Centro de Envejecimiento y Regeneración (CARE). El primero de estos hechos ocurre en el año 2007, como parte de una iniciativa que el propio Programa FONDAP propone para facilitar y potenciar la relación y transferencia de los conocimientos que se generan en el CRCP hacia el sector productivo nacional e internacional. El desarrollo de esta línea de trabajo ha tenido una serie de logros muy positivos en el ámbito de la relación del Centro con su entorno y en la contribución que éste hace al desarrollo del país, los que serán analizados en profundidad en la dimensión de resultados de este informe.

Muy en relación con la actividad de la Unidad de Negocios, el CRCP postula al Programa de Financiamiento BASAL de CONICYT, adjudicándose el concurso y pudiendo por medio de los fondos que éste proporciona iniciar las actividades del CARE, Centro que es visto como la continuación natural del CRCP en tanto pretende promover la investigación y el entrenamiento científico en Biomedicina, con un alto compromiso por impulsar la traducción de la investigación en transferencia tecnológica, productos e innovaciones para la salud. Es decir, intencionar la búsqueda de aplicaciones terapéuticas de la ciencia básica que se ha llevado a cabo en el CRCP. El funcionamiento del CARE ha comenzado en el año 2008.

### **3.7.2. Procesos de gestión del Centro**

#### *A. Ubicación y relación con la Universidad*

El CRCP está inmerso en la infraestructura y en la actividad académica de la Pontificia Universidad Católica de Chile, concretamente en su facultad de Ciencias Biológicas. A pesar de que se señale que las relaciones son colaborativas y sin mayores inconvenientes con la Universidad, a juicio de los investigadores principales, esta casa de estudios no se adapta al sistema de trabajo de un Centro de gran magnitud, como es este. Sin embargo, se reconoce que esto se ha ido aprendiendo con el tiempo, otorgando mayor libertad en sus decisiones y operar.

A pesar de tener esta dependencia administrativa, se debe consignar que el CRCP tiene autonomía en lo que atañe a las decisiones presupuestarias y en lo que se refiere a la gestión de la investigación que se realiza.

Desde este punto de vista, la administración del Centro señala que la Universidad intenta poner la menor cantidad de barreras posibles, pero que de todas maneras se deben seguir los canales administrativos, los que a veces tienden a demorar los procesos pero que son necesarios. Desde este punto de vista, se destaca la buena voluntad de la Dirección de Administración de la Facultad de Ciencias Biológicas, estamento que es el principal interlocutor del Centro con la Universidad y que siempre está dispuesto a colaborar con las gestiones del CRCP.

Esto es corroborado por el decano de la Facultad de Biología, quien señala que se ha logrado establecer un sistema de gestión profesionalizado, que ha permitido otorgarle mayor autonomía a los Centros en la ejecución presupuestaria.

Además se destacan desde la Facultad los buenos resultados que han obtenido los Centros FONDAP - CRCP y CASEB- y el gran aporte que se ha hecho al objetivo de lograr asociatividad y colaboración entre investigadores y en difundir la actividad científica hacia el resto de la sociedad.

#### *B. Estructura y organización*

Hoy el Centro agrupa a ocho destacados equipos multidisciplinarios, que son dirigidos por los mencionados ocho investigadores principales. Cada uno de estos equipos cuenta con un laboratorio individual para realizar su trabajo. En términos concretos, en el CRCP trabajan un total de ocho investigadores principales, cuatro investigadores asociados, dieciocho investigadores de post doctorado, treinta y tres estudiantes de doctorado, ocho tesis de pre grado, veinticuatro profesionales de apoyo, siete personas concebidas como personal técnico de los laboratorios y doce personas que cumplen labores administrativas y de comunicaciones del Centro, completando un total de ciento catorce trabajadores<sup>61</sup>.

Cada uno de estos equipos multidisciplinarios es constituido, básicamente, de acuerdo al criterio de los investigadores principales y a la disponibilidad de recursos con que se cuenta. En ellos trabajan investigadores asociados, post doctorandos y estudiantes de doctorado y pre grado.

Además de estas estructuras por laboratorio, el Centro cuenta con una Dirección integrada por el Dr. Nibaldo Inestrosa y por el Dr. Enrique Brandan, Director y Subdirector, respectivamente. Esta instancia tiene por misión entregar algunos de los lineamientos estratégicos al trabajo del Centro, monitorear el trabajo de los distintos laboratorios que lo conforman y establecer las relaciones formales con el Programa FONDAP y el Decanato de la Universidad, lo que se hace con el apoyo de la Unidad de Administración, la que es dirigida por la Ingeniero Verónica Contreras. Dicha Unidad se encarga de la gestión administrativa y contable del Centro, rindiendo cuentas a la Universidad y al Programa FONDAP.

En lo más sustantivo, el Centro ostenta un comité científico que toma las decisiones más relevantes para el quehacer presente y el futuro del mismo. En el se deciden las principales inversiones a realizar, los presupuestos por laboratorio, la factibilidad de nuevos proyectos de innovación, la apertura o cierre de líneas de investigación, el cambio de estamento de investigadores, etc.

Además de los estamentos ya mencionados, el CRCP cuenta con un comité asesor internacional y con una Unidad de negocios. El primero de éstos está compuesto por Dr. David Carey, Dr. E. Rodríguez-Boulan, Dr. José Luis Boyer, Dr. Francisco Barrantes; todos científicos reconocidos en el área de estudio del Centro y nombrados para formar parte de este comité por los propios investigadores principales del CRCP.

Desde los investigadores principales se destaca la gran ayuda que brinda este comité, la que se ha visto particularmente expresada en los momentos de constitución del Centro y en la importante ayuda que brindaron para visualizar áreas más aplicadas de su quehacer, esto para el proyecto presentado al Financiamiento BASAL.

Por último, la Unidad de Negocios está conformada por los profesionales Juan Hancke y Claudio Rabuco. Esta fue creada, tal como se mencionaba en el apartado referente a la historia e hitos del Centro, para potenciar y facilitar la relación y transferencia de conocimientos generados en el CRCP hacia el sector productivo nacional e internacional, obteniendo excelentes resultados en esta materia, los que serán revisados en extenso en la sección correspondiente a resultados.

---

<sup>61</sup> Información reportada por la administración del Centro al día 9 de Enero de 2009.

Respecto a lo propiamente organizacional, desde la dirección del Centro se destaca la autonomía que tiene cada "Laboratorio", dirigido por los investigadores principales. En este sentido, no hay una relación de supervisión entre Director y cada uno de estas líneas de investigación. Son unidades independientes, con un estilo propio y que va de acuerdo a su tradición y la manera de trabajar que tenga su Director. En este sentido, se señala que hay autonomía de cada laboratorio para contratar a los investigadores y el personal que le parezca pertinente y para imprimir su propio sello de trabajo, lo que muchas veces lleva a diferenciar un laboratorio de otro.

### C. *Sello y cultura organizacional*

Respecto del sello del Centro, desde los investigadores principales que participaron de su fundación se destaca el trabajo que se realiza en él como muy marcado por la formación que recibieron en lo referente a la biología molecular de parte de Federico Leyton. Desde este punto de vista, señalan que son como los "Hijos de Leyton", lo que se refleja en la motivación y vocación hacia la investigación que se les entregó en su formación inicial. Desde los investigadores principales más jóvenes se habla de que existe una manera natural de hacer las cosas, lo cual no aparece como un trabajo premeditado, sino algo que se da en el diario quehacer del Centro, lo cual tal vez sería bueno explicitar mayormente. Al momento de pedirles verbalizar cuál sería el sello que se posee, ellos remiten al valor agregado que otorga y a la posibilidad de insertarse en un Centro que fomenta la asociatividad y no sólo el trabajo aislado en un laboratorio.

*"Muchos de los que postulan a los programas de doctorados, y que eligen a los mismos laboratorios de nosotros, no siempre lo eligen por ser el laboratorio de tal persona, sino por esto de conjunto, y yo creo que ahí hay algo importante".  
(Investigador Principal- joven)*

Por su parte, para los investigadores asociados, los post doctorandos y los estudiantes de doctorado, hay un sello que los une y reúne en este Centro, el cual se haya básicamente en la Biología Celular Molecular. De esta manera, identifican un sello eminentemente temático, que de manera directa o indirecta los hace a todos ser parte de este FONDAF, en los distintos niveles en que puedan aportar a la investigación.

Respecto a la cultura organizacional e identidad a nivel de Centro, para los investigadores principales, este tema pasa mucho por los espacios físicos: al no tener un edificio común para todos, los investigadores de laboratorios "vecinos" logran tener una mayor interacción y generar mayor cohesión entre sí. Asimismo, ellos creen que esta interacción cotidiana es muy importante para los investigadores, sobre todo para los más jóvenes que están en proceso de formación, la cual podrían mejorar de tener un contacto más frecuente con otros doctorandos y otros investigadores de rangos superiores. Todo esto es absolutamente compartido por los estudiantes de doctorado y por el estamento de los investigadores asociados y los post doctorados, los cuales remarcan la importancia que tendría poseer un espacio común que fomentara la interacción entre estamentos.

Por su parte, los estudiantes de doctorado comentan que la identidad como Centro ha ido mejorando en el último tiempo, formándose sub-grupos entre los distintos laboratorios, básicamente entre los estudiantes que están más cerca dada la distribución espacial y también por cercanía de los temas de investigación. No obstante, señalan que estas interacciones tienen que ver con afinidades personales y con la iniciativa de los alumnos de querer compartir, pero no como una política formal del Centro, lo cual sería deseable para generar mayor interacción e identidad del Centro como un todo, a lo cual también contribuiría la existencia de espacios de interacción y *facilities* comunes.

Al igual que para el caso del sello del Centro, para los investigadores principales el clima laboral está muy relacionado con lo que ocurre en cada laboratorio y con el estilo de trabajo de cada uno de los investigadores principales. Sin embargo, en algo que coinciden todos es que existe una gran libertad para que los estudiantes *"hagan lo que quieran, pero mientras valga la pena"*. En este sentido, la diferencia está en los estilos de trabajo, lo cual en opinión del Director del Centro podría caracterizarse como los más relajados versus los más competitivos.

Estas diferencias por laboratorio son corroboradas por los investigadores asociados y los postdoctorantes, los que señalan que cada laboratorio *es un mundo en si mismo*. De esta manera, sienten que en el caso de algunos laboratorios hay una política de puertas abiertas, pero en otros no y que se da esa marcada diferencia dependiendo del investigador principal que lo dirija.

Respecto a las relaciones que se dan entre los laboratorios, todos los actores consultados comentan que lo que prima en el Centro son las relaciones "*de puertas abiertas*", estando marcadas por la confianza y la buena disposición. En concreto, por ejemplo, para los doctorandos existe una especie de acuerdo tácito, de saber que por el hecho de ser parte del FONDAP se puede ir a pedir ayuda y equipamiento a los otros laboratorios, lo que es conceptualizado como obligación moral.

A pesar de todo esto, se destaca la necesidad de que existan mayores instancias de interacción entre los investigadores de un mismo y de distintos estamentos. De esta manera, si bien reconocen la existencia de instancias como los seminarios semanales que se hacen a nivel de facultad, señalan que por su horario no siempre es factible asistir perdiéndose, muchas veces, esa posibilidad de interacción.

Por otra parte, en lo referente a la horizontalidad o verticalidad de las relaciones al interior del CRCP, hay opiniones encontradas. Por un lado, los estudiantes de doctorado consideran que tienen la libertad y está la posibilidad de interactuar con los investigadores principales, sin mayores inconvenientes. Lo que, sin embargo, no sucede en el caso de los estudiantes de pre-grado que sólo se relacionan con los postdoctorantes, con ellos o los investigadores asociados.

Asimismo, señalan que la apertura de los investigadores principales hacia el estudiante de doctorado se da a nivel de discusión y reflexión de ideas. Consideran que los investigadores principales esperan de los estudiantes de doctorado que presenten nuevas ideas, que discutan y sean opinantes. Esto, no obstante el hecho de que reconozcan que sus ideas no siempre tendrán un gran peso a la hora de tomar decisiones en temas relativos a la investigación que se realiza en los laboratorios, sin embargo destaca la disponibilidad de discutir y presentar sus inquietudes. Esta apertura hacia los investigadores pertenecientes a diferentes estamentos es un hecho que también se destaca desde los investigadores principales.

Algo contrastante con lo anteriormente expuesto son las opiniones de los investigadores asociados. En general, ellos describen las relaciones al interior del Centro como *bastante verticales*, en tanto consideran que los investigadores principales marcan una diferencia muy grande con todo el resto de los científicos del Centro, situándose muy por encima de ellos y no siendo receptivos a sus opiniones, ideas e inquietudes, no entregándoseles el espacio ni todo el apoyo necesario para su desarrollo científico.

#### D. Política de RRHH

En base a lo que se pudo indagar en el trabajo en terreno, se puede sostener que no existe una política formal de reclutamiento de investigadores para el Centro. Según relatan los investigadores asociados, los post doctorados y los estudiantes de doctorado, en general, se trata de estudiantes que han hecho su pre-grado en la PUC y se quedan para realizar su doctorado y en algunos casos también sus post doctorados. Es decir, son personas que se han formado en la Universidad y, en buena medida, por los mismos investigadores del CRCP, lo que los lleva a seguir vinculados a ellos en el marco del Centro. En el caso de post doctorandos, también se recibe a alumnos extranjeros, dados los vínculos que los investigadores principales tienen en el exterior. En términos generales, cada investigador principal tiene libertad para seleccionar las personas que trabajaran en sus laboratorios y la estructura organizacional que ellos tendrán.

Con respecto a la evaluación de desempeño de los integrantes del Centro, se puede afirmar que no existen mecanismos establecidos formalmente para evaluar a los investigadores, esto fundamentalmente porque la mayor parte de los investigadores no son funcionarios contratados por la Universidad, la que posee mecanismos formales de evaluación de sus trabajadores con contrato. A pesar de esto, sobre todo los estudiantes de doctorado señalan que si bien no existe un sistema de evaluación a nivel formal, pero claramente sienten que se les está evaluando constantemente, por medio de mecanismos informales

que, básicamente, tienen que ver con la productividad científica expresada en la cantidad de *papers* que puedan elaborar mientras realizan sus doctorados. Para algunos estudiantes de doctorado el problema que se evidencia en este punto es que se prioriza la cantidad de *papers* que pueda producir un laboratorio, más allá de la calidad de estos.

Otras opiniones de los estudiantes de doctorado señalan que depende de cada laboratorio lo que se “valora” o “no se valora”. Para algunos, en el laboratorio donde trabajan no sólo se considera el hecho de publicar, sino también la capacidad de generar ideas nuevas y de trabajar profesionalmente y con dedicación, lo cual también tiene relación con el tipo de investigación que se realice en cada laboratorio. Así, si en el laboratorio se desarrolla predominantemente investigación exploratoria o descriptiva, va a ser más difícil publicar que en laboratorios donde se realiza investigación de carácter explicativa.

Por otra parte, en lo que se refiere a la proyección de los investigadores en el Centro, los estudiantes de doctorado y los post doctorandos señalan que la proyección al interior del Centro es complicada, ya que los puestos estables de este están ocupados por los investigadores principales, estamento al que por curriculum asumen que no podrán llegar, al menos en el mediano plazo y sin antes pasar a ser investigadores asociados.

De esta manera, entienden que están sólo de paso por el Centro –mientras terminan su doctorado o post doctorado- y que luego de ello deberán intentar ir a hacer una pasantía post doctoral al extranjero, o bien, postular a un cargo como académico en alguna universidad. Sin embargo, muchos ven el posicionarse como postdoctorante en un FONDAP como una solución temporal de ocupación para profesionales altamente calificados, pero luego de eso no hay claridad respecto de cuál será su futuro, más allá de que intuyan que es fundamental proseguir estudios en el extranjero para proyectarse con mayores posibilidades.

Por último, se debe señalar que para los estudiantes de doctorado y los postdoctorantes, la iniciativa FONDAP agrega una serie de oportunidades en términos de perfeccionamiento y capacitación. Estos son cursos a los cuales se postula, los seminarios donde vienen visitantes de renombre internacional y las pasantías en el extranjero a las que se puede acceder, dado el buen posicionamiento que tiene el Centro.

#### E. Gestión financiera

A pesar de que el CRCP tiene dependencia administrativa de la Pontificia Universidad Católica, se debe consignar que posee autonomía en lo que atañe a las decisiones y a la ejecución presupuestaria. Lo anterior, es refrendado por el Decanato de la Facultad de Biología, desde donde se señala haber logrado establecer un sistema de gestión profesionalizado, que le otorga autonomía a los Centros en la ejecución presupuestaria.

*“Ha habido mucha autonomía de parte de los profesores para la investigación decidir sus actividades y ejecutar sus presupuestos... los dineros se manejan acá, la universidad decidió hace tiempo profesionalizar ese asunto, considerando que 2/3 del presupuesto de la facultad son recursos que captamos de proyectos, actuamos más bien bajo la lógica de hacer preguntas si algo nos parece raro” (Autoridad PUC, Facultad de Ciencias Biológicas).*

En lo que se refiere a la gestión administrativa, la dirección y administración del CRCP señala que la Universidad intenta poner la menor cantidad de barreras posibles, pero que de todas maneras se deben seguir los canales administrativos los que a veces tienden a demorar los procesos, a pesar de considerarse necesarios para rendir cuentas de manera ordenada tanto a la Universidad como a CONICYT.

Respecto a las decisiones presupuestarias, éstas se toman fundamentalmente entre la dirección del Centro y los investigadores principales. A partir de esto, se asignan los presupuestos por laboratorio y por ítem a gastar en cada uno de ellos. El cómo se gasta el dinero de cada uno de estos ítems es decisión

del investigador principal que dirige el laboratorio de acuerdo a las necesidades que presente la línea de investigación en que estén trabajando.

Respecto de los recursos con que cuenta el Centro, desde los investigadores principales, se señala que son insuficientes para la calidad y cantidad de investigación que se realiza. Esto se recalca, sobretodo, en lo que se refiere al equipamiento, tanto menor como mayor. Para ellos el problema de fondo es que el FONDAP desde sus inicios ha dado la misma cantidad de dinero, lo cual no ha permitido incorporar más gente nueva y la compra de equipos, en tanto en términos relativos el dinero que se entrega cada vez es menor, por las consabidas alzas en el costo de la vida.

Con respecto al uso del equipamiento con que se cuenta, los estudiantes de doctorado señalan que se dan ciertos inconvenientes, dado que a pesar de que está la posibilidad de contar con el equipo del “Laboratorio de al lado” cuando sea necesario, no existen procedimientos claros que establezcan responsabilidades y canales de solución cuando, por ejemplo, uno de éstos se descompone, lo que lleva a que no se pueda contar con ellos por ciertos periodos de tiempo, entorpeciendo su labor investigativa. Desde su perspectiva, estos problemas se solucionarían si existiesen *facilities* que fuesen comunes, con un profesional capacitado para hacerse cargo de los equipos, lo que aparece como una solución recurrente en Centros extranjeros. Esto se establece sobretodo para el equipamiento mayor, ya que el menor debiese seguir siendo propiedad de cada laboratorio.

La percepción de estas dificultades es compartida por los investigadores principales, los que establecen que es necesario delimitar responsabilidades respecto de la propiedad y utilización de los equipos, lo que lleve a tener, por ejemplo, canales claros de acción en caso de que se descompongan y sea necesario arreglarlos.

#### F. *Relación con el exterior*

Según se pudo observar, el CRCP mantiene relaciones estables con científicos y universidades en el exterior, lo cual se ve refrendado en la alta cantidad de visitantes extranjeros y visitas de sus integrantes hacia el exterior registradas en los últimos 4 años.

En términos de nacionalidades, los conferencistas invitados provienen de EEUU, Inglaterra, Argentina, Escocia, etc. como también de Chile, particularmente del FONDAP-CEMC, evidenciando cierto nivel de relación con otros Centros a nivel nacional que trabajan en la misma disciplina.

### 3.7.3. Relación del Centro con el Programa FONDAP

Desde la dirección y la administración del Centro, la relación con el programa FONDAP se evalúa como muy positiva, en tanto fue capaz de re inventarse y pasar de un estilo muy fiscalizador al comienzo, a ser una entidad capaz de flexibilizarse y hacer más simple la labor administrativo-financiera del Centro. Dentro de estas “flexibilizaciones” se destaca el hecho de haber permitido que los investigadores principales pudiesen postular a FONDECYT –cosa que antes no ocurría- y que ya no se realicen evaluaciones anuales, sino cada dos años, lo que les permite trabajar en un horizonte más amplio.

Desde la dirección del Centro, se destaca especialmente la buena relación que existe entre la administradora del CRCP y la coordinación del Programa FONDAP, lo que se ha afianzado con el correr de los años y ha permitido gestionar el Centro eficiente y ordenadamente. En concreto, para la administradora del Centro la coordinación del Programa FONDAP *es un gran apoyo para el trabajo que se realiza*, sobretodo por la *buena disposición, confianza y prontitud* que se tiene para resolver cualquier problema que pueda surgir y por la seguridad que otorga respecto al cumplimiento de lo que se ha acordado en conjunto.

A pesar de esta buena relación, existen ciertos elementos que para la administración del Centro se deberían mejorar, los que tienen relación básicamente con los instrumentos que se ocupan para rendir cuentas. Respecto de ellos, se establece que son *demasiado detallados*, lo cual hace muy tediosa y larga

la realización de las rendiciones. Respecto de esto, se propone que haya tipos de rendiciones diferenciadas por montos, o bien, la creación de una planilla de rendición más simple.

### 3.7.4. El Centro en su conjunto: análisis por objetivos

#### Objetivo 1: Fomentar la investigación asociativa

INDICADORES <sup>62</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro									Total
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
1	Fomentar la Investigación Asociativa												
1.1	Número de publicaciones ISI en colaboración entre 2 ó más líneas o programas del Centro						2	6	4	0	2	2	16
1.2	Número de visitas de extranjeros al Centro (para 1999-2001 visitantes a la Unidad académica relacionado con el Centro en forma directa)									11	6	11	28
1.3	Número de visitas de miembros del Centro a instituciones en el extranjero									27	22	18	67

<sup>62</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

Gráfico 1: Evolución de visitas de extranjeros al Centro y de investigadores del Centro al extranjero

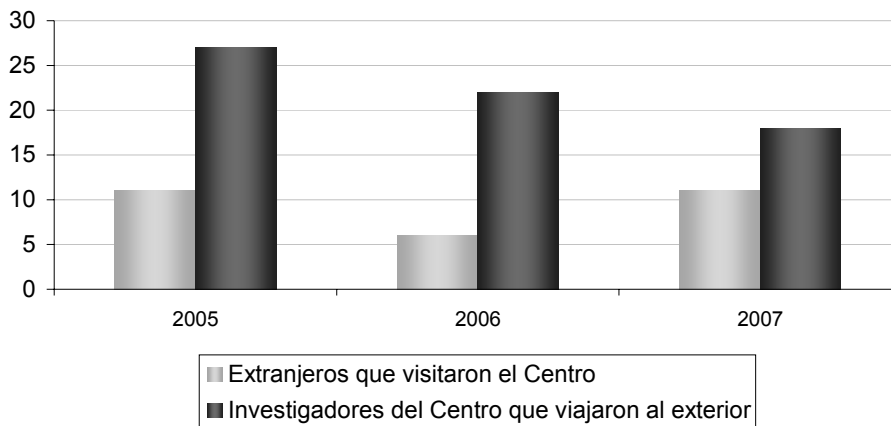
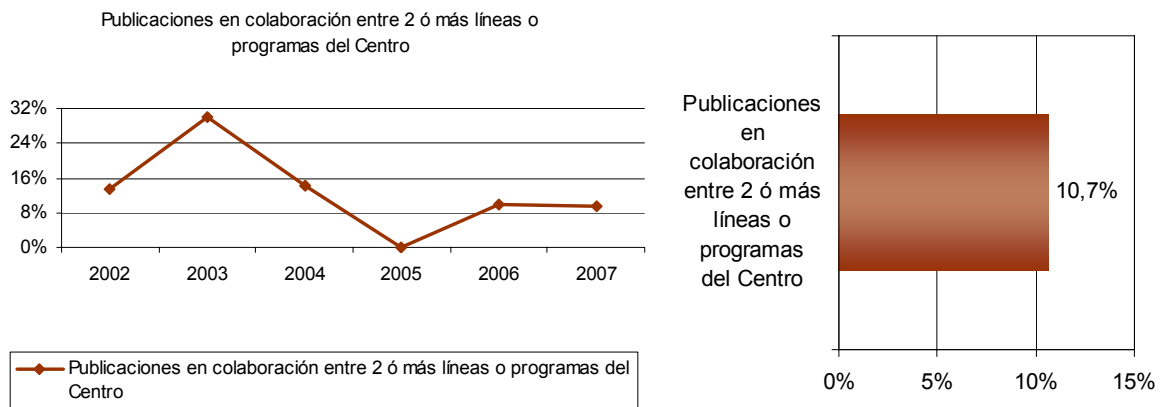


Gráfico 2: Evolución de las publicaciones realizadas con otras líneas o programas de investigación, participación sobre el total de publicaciones



En el Gráfico 1 se puede observar que las visitas de los miembros del Centro al exterior han sido superiores a las visitas que miembros del extranjero han realizado al Centro.

Con respecto a las publicaciones en colaboración con 2 o más líneas de investigación, éstas han mostrado valores que van de 0 a 6 publicaciones en los años de funcionamiento del Centro, alcanzando una participación promedio del 10,7%.

Desde la aproximación cualitativa, los investigadores principales, al momento de remontarse a la creación del Centro, señalan la existencia de dificultades para que una serie de investigadores que poseen una cierta trayectoria y caracteres que no siempre son compatibles logren trabajar en conjunto. Desde este punto de vista, reconocen que cuando parte el CRCP en realidad eran cinco laboratorios aislados y que hacer cambios en esta materia fue difícil y, por eso mismo, un logro muy valorado. Para los investigadores principales fue un “Botar muros” entre los laboratorios y líneas de investigación, lo que a su juicio ha sido muy positivo, en tanto ha permitido una mayor probabilidad de interacción, abriéndose a una nueva forma de hacer ciencia, lo que también se ve refrendado en los trabajos en conjunto que se realizan.

*“Como era la situación antes, éramos los cinco que teníamos las cátedras, pero eran laboratorios muy aislados, y ahí vino un cambio tremendo, eso fue muy*

*importante, un cambio de pensamiento muy grande, de cómo enfrentarnos a nosotros mismos...habían muros, porque físicamente no estábamos el uno al lado del otro, entonces hemos tenido que romper esas barreras y eso ha sido tremendamente bueno...hay mayor probabilidad de encontrarse, de conversar. Sobre todo para los estudiantes...” (Investigador Principal)*

En esta misma sintonía, desde el decanato de la facultad, se señala como un resultado importante del FONDAP el fomento que se hace de la asociación entre investigadores, siendo un complemento a otras iniciativas como FONDECYT.

*“Ya pasamos por la etapa de fortalecer los nombres individuales estamos por buscar la mayor interacción posible... hagamos que la facultad sea más que la suma del aporte de cada uno.... conversemos entre nosotros, vamos a los seminarios... hay que provocar que se encuentren y programas como FONDAP son fundamentales sino cada uno estaría sentado en su escritorio estudiando papers” (Autoridad PUC)*

Para los investigadores asociados y los post doctorados es muy destacable el que haya ido mejorando la calidad y la cantidad de publicaciones que se han hecho en conjunto. Detrás de esto está la idea de que, además de los recursos materiales con que se cuenta por estar en un Centro de esta magnitud, es muy valorable la posibilidad de compartir con buenos profesionales en diferentes instancias, que van desde la interacción cotidiana hasta congresos o seminarios que brinda FONDAP. A pesar de esto, buena parte de estos mismos actores consideran que el hecho de publicar en colaboración no se realiza por una iniciativa propia, sino porque *“hay que hacerlo”*, por el hecho de estar insertos en un FONDAP. Otra crítica al tema de las co-autorías que hacen estos mismos actores es que, según ellos, son los investigadores principales virtualmente los únicos que pueden proponer temas, llevando a que todos los demás estamentos de investigadores sean concebidos como meros ejecutores de sus ideas. Para ellos esta opinión es generalizable a la mentalidad del científico chileno, no es exclusivo de los investigadores del FONDAP, caracterizando al científico con cierta edad y trayectoria como poco receptivo a las ideas de los estudiantes e investigadores de menor rango.

Por su parte, la opinión de los estudiantes de doctorado respecto de los resultados en lo referente a la investigación asociativa, particularmente en lo que se refiere a co autorías, es que se deben más bien a afinidades personales y a la coincidencia en los estilos de trabajo, que a la existencia de líneas de investigación transversales y estables en el tiempo, lo que a futuro debiese intencionarse para fomentar de manera más efectiva y sustentable la asociatividad.

**Objetivo 2: Realizar investigación de excelencia**

INDICADORES <sup>63</sup>	Línea de base			Periodo de Vigencia del Centro									Total
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
2	Desarrollar Investigación de Excelencia												
2.1	Número de Publicaciones ISI del Centro (VER NOTA AL PIE)*	13	17	14	18	10	15	20	27	17	20	21	148
2.2	Número de Publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	2	4	2	4	2	2	5	7	3	4	3	30
2.3	Impacto promedio de las publicaciones del Centro	3,776	3,375	4,638	4,626	4,112	4,511	5,359	5,313	4,979	5,413	5,861	
2.4	Número de Publicaciones ISI en el 50% superior de impacto de la(s) disciplina(s) principal(es) del Centro	13	14	14	18	10	14	20	27	16	20	18	143
2.5	Libros o Capítulos de libros escritos por miembros del Centro						2			7	3	1	13
2.6	Número de eventos científicos organizados o co-organizados por el Centro									36	25		61
2.7	Congresos, cursos y conferencias en las que participaron miembros del Centro				20	60	63	82	59	22	23	31	360

<sup>63</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

\* El número de publicaciones consignado corresponde a las publicaciones que el Centro reporta a CONICYT luego de extraer aquellas publicaciones realizadas por autores del Centro, pero no correspondientes al programa.

Gráfico 3: Publicaciones ISI, publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>64</sup>

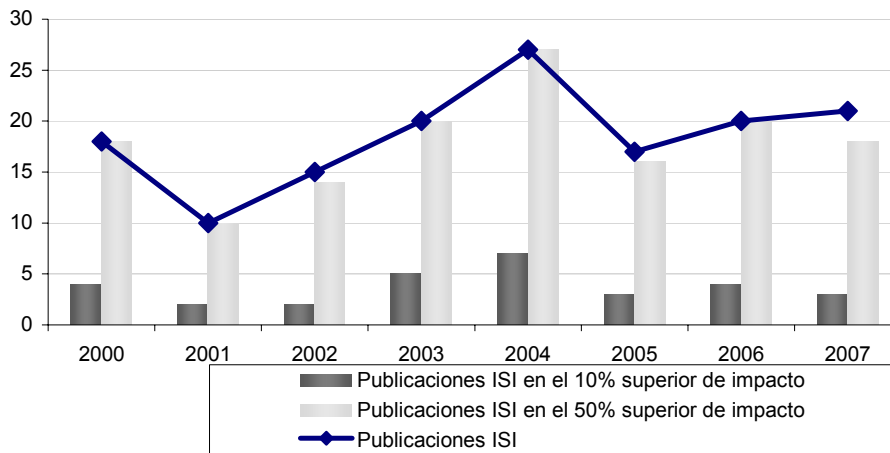
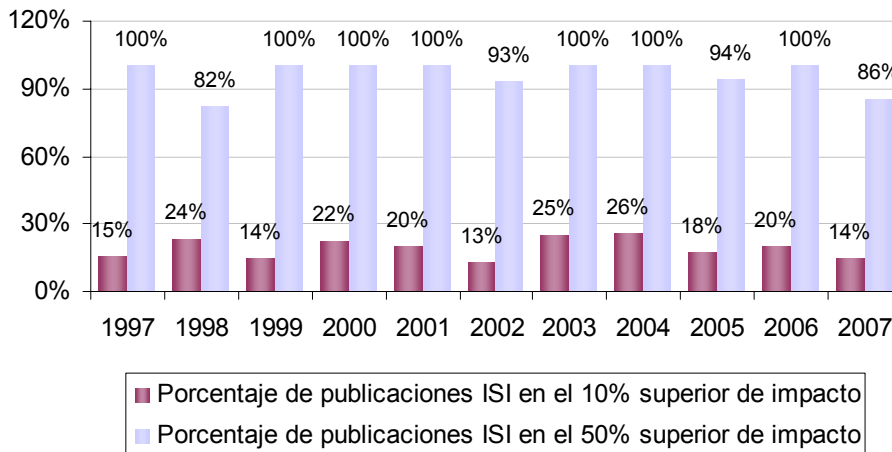


Gráfico 4: Porcentaje de publicaciones ISI en el 10% y el 50% superior de impacto<sup>65</sup>



De la tabla y los gráficos precedentes se puede concluir que la evolución de los indicadores referentes al desarrollo de investigación de excelencia es muy positiva.

El número de publicaciones ISI es superior a 10 en todos los años de funcionamiento del Centro, alcanzando un total de 148 publicaciones. Las publicaciones ISI en el 10% superior de impacto de la disciplina alcanzan un total de 30, con respecto a las publicaciones en revistas dentro del 50% superior de impacto de la disciplina correspondiente, la performance es mucho mejor, solo 5 de las 148 publicaciones ISI no se encuentran en esta categoría, como muestra el Gráfico 4 casi en todos los periodos el 100% de publicaciones esta publicada en revistas con en el 50% superior de impacto.

En relación a los congresos, cursos y conferencias, como se observa en la tabla precedente, la participación de miembros del Centro en este tipo de actividades ha sido muy elevada en el período 2002-2004, reduciéndose notablemente en los últimos años.

<sup>64</sup> En este gráfico no se consideran los años correspondientes a la línea de base, debido a que los valores absolutos de las publicaciones no son comparables. Esto se explica porque para el período Centro se incluyen las publicaciones de todos los investigadores que pertenecen a éste, mientras que para la línea base se incluyen sólo publicaciones de los investigadores principales.

<sup>65</sup> La forma de cálculo de estas variables se especifica en la página A147 del Anexo 2.

Por último se debe mencionar que 13 libros o capítulos de libros han sido escritos por miembros del Centro.

Análisis conjunto de investigadores principales

Gráfico 5: Citas promedio por publicación pre Centro y durante el funcionamiento del Centro - Tendencias

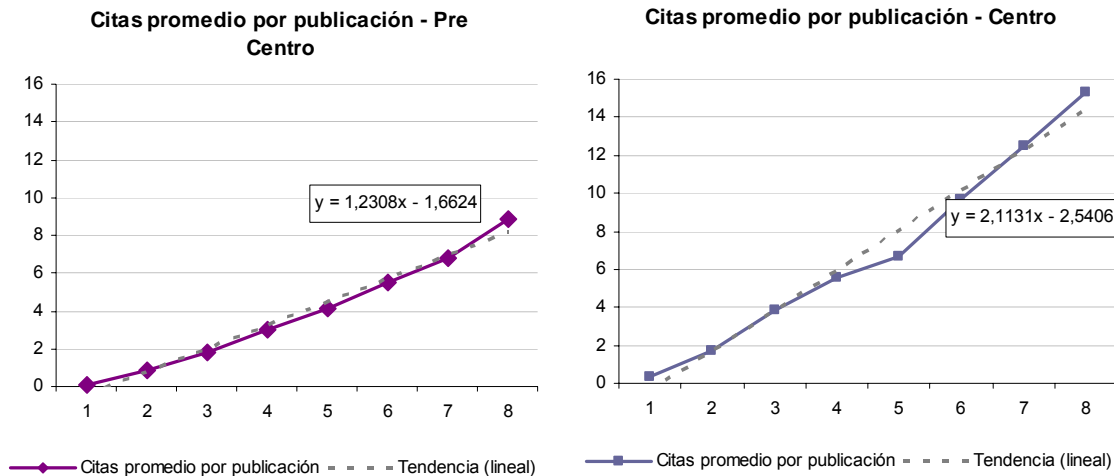
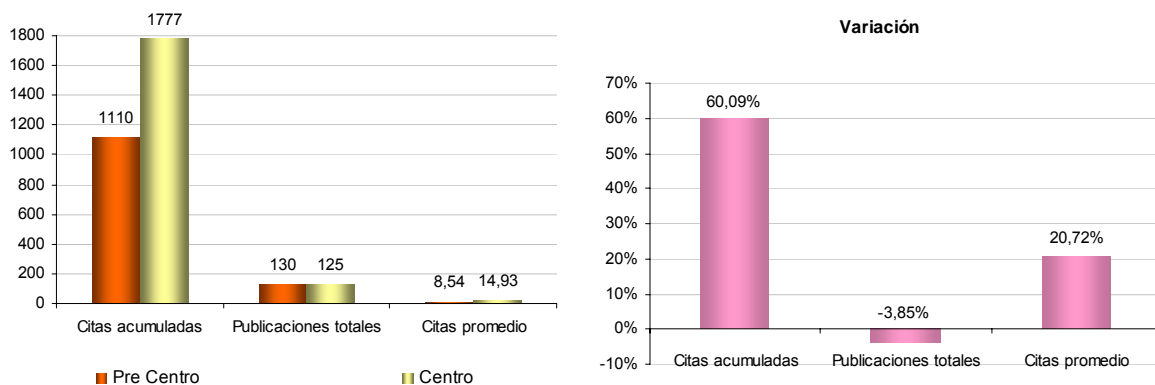


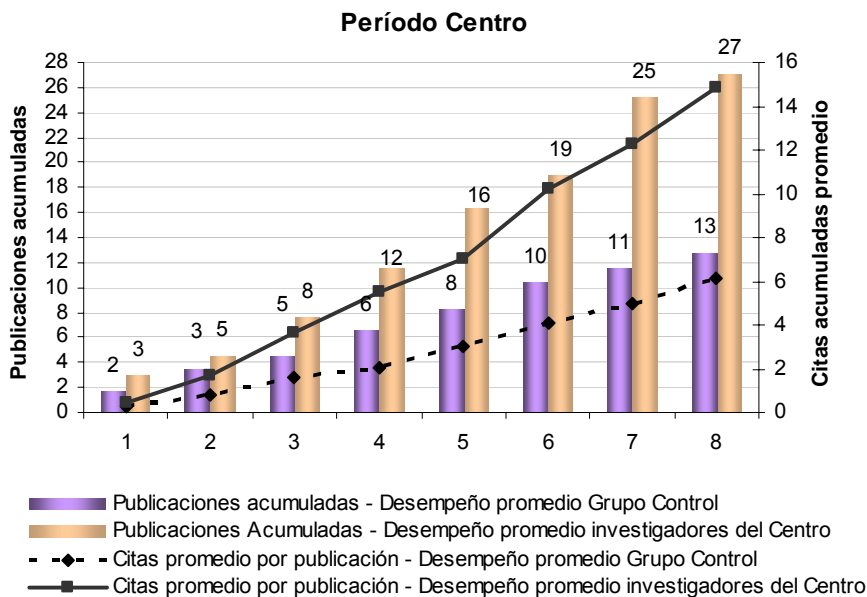
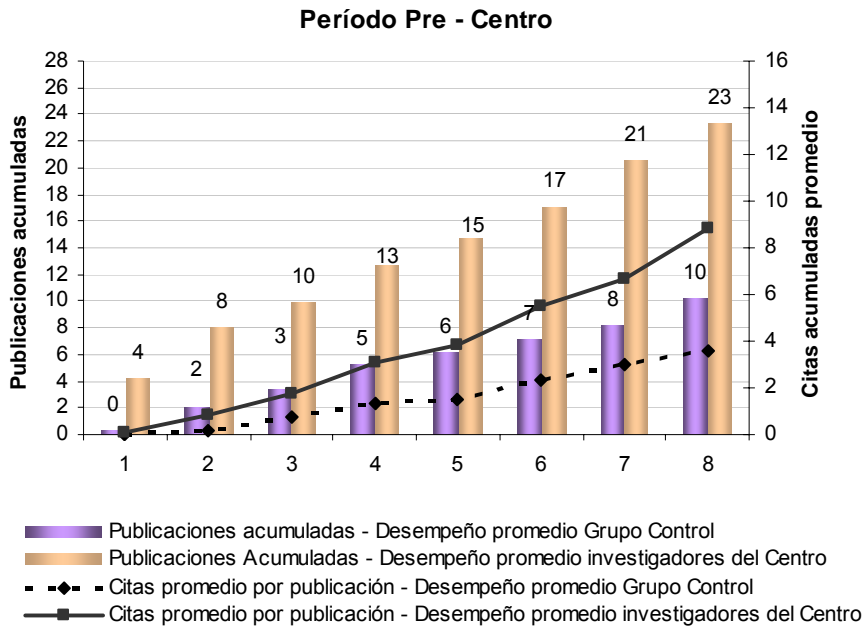
Gráfico 6: Citas totales, publicaciones totales, citas promedio y tasa de crecimiento – Período pre Centro y durante el funcionamiento del Centro



Como se observa en los dos gráficos anteriores, las citas por publicación en el período del Centro son mayores a las del período pre Centro. Adicionalmente la tasa de crecimiento de las citas en el período del Centro es mayor a las del período pre Centro, mientras que en el período pre Centro las citas promedio por publicación crecen anualmente en 1,22 citas por publicación, en el período del Centro el crecimiento promedio anual es de 2,08 citas por publicación.

De la observación del Gráfico 6 se puede concluir que las publicaciones del Centro han sido de mejor calidad, si bien la cantidad de publicaciones en el período del Centro es inferior, la cantidad de citas ha aumentado en el período de funcionamiento del Centro, se puede concluir entonces que éstas últimas han sido citadas en promedio una mayor cantidad de veces.

Gráfico 7: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control

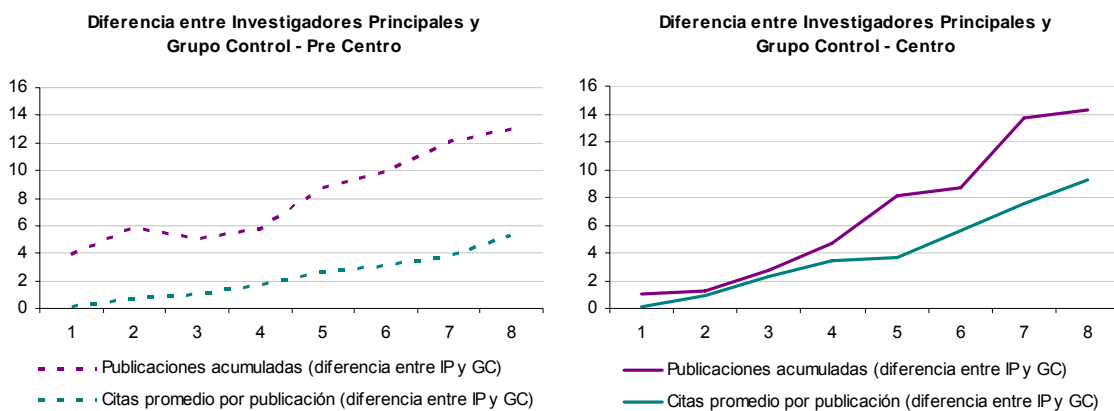


Los gráficos precedentes permiten comparar, tanto para el periodo previo al Centro como para el periodo posterior a la puesta en marcha del Centro, el desempeño del promedio de investigadores principales del Centro FONDAF CRCP contra el del investigador promedio que surge a partir del grupo control confeccionado para este Centro.

Como se desprende de la observación de los gráficos mencionados, el desempeño de los investigadores principales fue superior al desempeño del Grupo Control en ambos períodos, tanto en términos de publicaciones acumuladas como de citas promedio por publicación. En ambos casos se observa una ampliación de la brecha en el período Centro.

Para clarificar estos puntos, se presentan a continuación 2 gráficos, el primero correspondiente al período previo al Centro y el segundo correspondiente al período Centro. En ambos se muestran las diferencias observadas entre el promedio de investigadores del Centro y el promedio del Grupo Control para las dos variables consideradas anteriormente, el volumen acumulado de publicaciones y el promedio de citas por publicación acumulado. En los dos períodos, existe una superioridad de los Investigadores Principales con respecto a los investigadores del Grupo Control en términos de ambas variables (reflejándose esto en una diferencia positiva y en una línea que se encuentra por encima del eje de las abscisas). Sin embargo, estas diferencias se acentúan en el período Centro, indicando un mejor desempeño de los Investigadores Principales, tanto en términos de volumen de publicaciones como en términos de citas promedio por publicación. Puede concluirse, de esta manera, que los Investigadores Principales presentan un mejor desempeño en comparación al Grupo Control en términos de cantidad y calidad de publicaciones y que esta diferencia se acentúa en el período Centro.

**Gráfico 8: Análisis conjunto de investigadores principales y comparación con el grupo control – Diferencias**



Para todos los actores consultados cualitativamente al interior del Centro, la calidad de la investigación que se realiza es uno de los componentes principales que dan cuenta de la excelencia del CRCP, lo que también se ve refrendado por los resultados expuestos. En concreto, el trabajo que se ha dado como Centro los ha posicionado en revistas internacionales muy importantes, obteniendo portadas en revistas como *Molecular Psychiatry* y *Current Pharmaceutical Design*, les ha permitido aumentar progresivamente el factor de impacto de sus publicaciones y obtener premios y reconocimientos muy relevantes para algunos de sus investigadores principales. Entre estos últimos se puede destacar:

- Premio Nacional de Ciencia, obtenido por su Director, Nibaldo Inestrosa, durante el año 2008.
- También durante 2008, se incorpora al Dr. Enrique Brandan a la Academia Chilena de Ciencias. El mismo investigador fue destacado por la Muscular Dystrophy Association (MDA) con un nuevo grant por tres años para continuar sus estudios destinados a encontrar un inhibidor para la fibrosis.
- Premio Academia de Ciencias del Vaticano, Medalla Pío XI, obtenido por Juan Larraín durante el año 2008.
- Participación de María Paz Marzolo en Reunión con Premios Nobeles de Biomedicina en Lindau, Alemania.

Todos estos datos son evidencia de mejoras en la calidad de la investigación que se está realizando. Por otra parte, sus investigadores destacan que gracias al FONDAP han aumentado al doble el número de citaciones en revistas relevantes.

Tanto para los investigadores asociados como para los post doctorandos, la excelencia de la investigación que se realiza es un resultado muy bien logrado por el Centro. A pesar de esto, señalan que éste no es un punto digno de tematizar, ya que esa es una condición que se cumple en la mayor parte de

los lugares que en Chile realizan investigación de cierta calidad. Para ellos, la diferencia de un Centro como el FONDAP está en la cantidad de recursos y la cantidad de gente que lo forma, lo cual te permite ser mucho más pionero e innovador. De esta manera, al contar con estos recursos, la diferencia en excelencia con otros laboratorios que no tienen FONDAP, debiese estar dada en la capacidad que éstos tienen de poder generar más ideas y proyectos, punto de vista desde el cual el FONDAP-CRCP ha sido exitoso, en tanto ha sido capaz de reinventarse, postulando y adjudicándose otros tipos de fondos, que les han permitido aplicar el conocimiento que han acumulado haciendo ciencia básica.

Por su parte, para los estudiantes de doctorado, la calidad de la investigación que se desarrolla en el CRCP se considera como excelente. A pesar de esto, señalan que para el caso de los Centros chilenos, en general, se debe optar entre calidad o cantidad, siendo muy difícil conjugar ambas por los limitados recursos con que se cuenta. En este sentido, señalan que si bien se hace investigación de buena calidad, los laboratorios no son todo lo productivos que sería deseable, básicamente, por que los tiempos son más lentos por el nivel de recursos, insumos y equipamiento con que se cuenta.

### Objetivo 3: Formar capital humano avanzado

INDICADORES <sup>66</sup>	Línea de base			Período de Vigencia del Centro									Total
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
3	Formar Capital Humano Avanzado												
3.1	Número de postdoctorantes NUEVAS INCORPORACIONES (VER NOTA AL PIE) ♦			1		3	1	3	5	5	5	11	34
3.2	Número de estudiantes tesis de doctorado									32	36	38	106
3.3	Estudiantes de doctorado NUEVAS INCORPORACIONES (VER NOTA AL PIE)*						1	5	9	6	17	6	44
3.4	Número de tesis de doctorado completadas				6	4	5	4	5	6	2	7	39
3.5	Número de tesis de magíster completadas				0	0	0	0	0	1	1	0	2
3.6	Número de tesis de pregrado completadas						6	4	11	14	4	1	40

<sup>66</sup> Se consignan en esta tabla sólo los indicadores para los cuales se posee información.

♦ Para obtener el dato de nuevas incorporaciones se consideró el año en el que el postdoctorante, doctorando o estudiante de magíster inició su tesis.

\* Existen 31 tesis de doctorados en "nuevas incorporaciones" que no han sido incluidos debido a no disponer de la fecha de inicio de sus tesis.

Gráfico 9: Incorporaciones de postdoctorantes y estudiantes de magíster

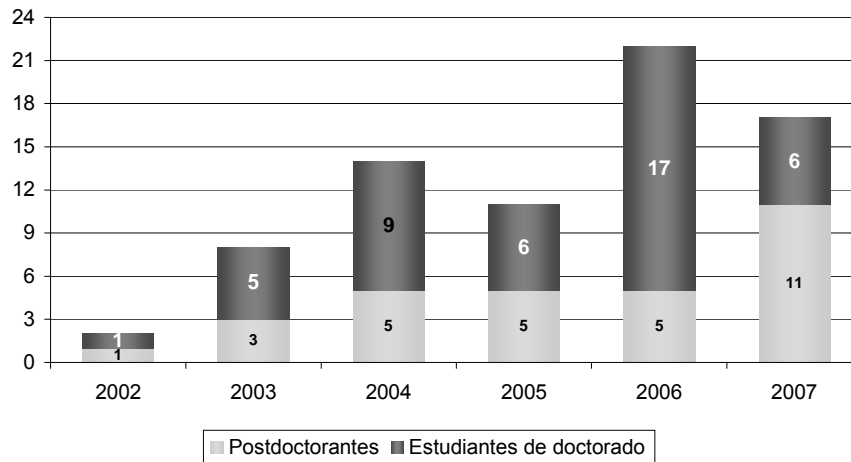
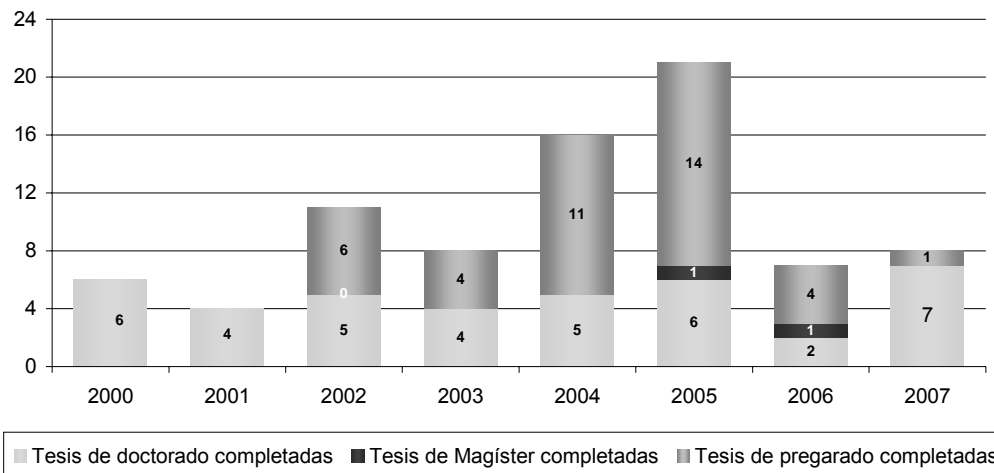


Gráfico 10: Cantidad de tesis según nivel académico



De la observación de los gráficos y la tabla precedentes se puede concluir que el número de postdoctorantes y de estudiantes de doctorado ha mostrado una tendencia creciente a lo largo de la existencia del Centro, sin embargo la incorporación de nuevos estudiantes de doctorado ha sido superior a la incorporación de postdoctorantes.

Con respecto a las graduaciones (número de tesis de diferente grado finalizadas en un determinado año) puede advertirse, en general, la predominancia de tesis de grado, seguidas por las tesis de doctorado. A lo largo de la vida del Centro sólo se han finalizado 2 tesis de magíster.

Desde la perspectiva cualitativa, para los investigadores principales uno de los impactos más grandes que ha tenido el Centro ha sido la cantidad y calidad de los doctores que ha formado, los que en su opinión han sido educados en la asociatividad y el trabajo en conjunto, lo que los hará realizar *otro tipo de ciencia* el día de mañana. Este aporte a la constitución de una generación de recambio es visto por los investigadores principales como una de las más grandes contribuciones que el CRCP hace al desarrollo de nuestro país.

Importante en este tema es la opinión de los estudiantes de doctorado. Para ellos la formación de capital humano avanzado es un objetivo que se considera en un cien por ciento logrado, lo que se debe

principalmente a la excelente calidad de los programas de doctorado que se imparten en la Universidad Católica y a las excelentes capacidades profesionales e intelectuales que hay dentro del Centro.

Respecto a los recursos con que se cuenta y a los aprendizajes que relatan estar logrando, los estudiantes de doctorado, a pesar de reconocer que cuentan con recursos que no existen en otros Centros científicos en nuestro país, destacan el que no siempre pueden contar de inmediato con todos los recursos y equipamiento que necesitan, hecho que finalmente lo conceptualizan como positivo, en tanto los hace enfrentarse al “*tener que arreglárselas*” con los recursos que se tienen, para sacar adelante una investigación. La adquisición de estas habilidades se ha hecho patente cuando han salido al extranjero y se dan cuenta que en términos de competencias prácticas son bastante más capaces que muchos estudiantes extranjeros, lo que valoran como un punto muy importante en su formación.

Por otra parte, la iniciativa FONDAP agrega una serie de oportunidades en términos de perfeccionamiento y capacitación, lo que es muy valorado por los estudiantes de doctorado y por los post doctorandos. Concretamente, estos son cursos a los cuales se postula, seminarios donde vienen visitantes de renombre internacional y pasantías. A pesar de la valoración que se hace de estas instancias, los estudiantes reconocen que depende de cada laboratorio la facilidad con que puedan acceder a estas oportunidades, lo cual de alguna manera lo consideran injusto, en tanto hay laboratorios que manejan más recursos y que por lo tanto van a tener mayores posibilidades de perfeccionar, o bien, entregar una formación más integral a sus estudiantes. Desde este punto de vista, una queja que desliza es que no todos han tenido la oportunidad de ir a cursos internacionales o pasantías financiadas por el FONDAP.

#### **Objetivo 4: Proyectar y difundir al medio externo**

El hacer difusión hacia el medio externo es una labor que el Centro ha visualizado como necesaria. Concretamente, el Centro elaboró durante 2008 un documento de treinta y seis páginas a todo color en donde se expresan su misión, objetivos, líneas de investigación, equipo de trabajo, principales resultados, etc. Todo esto con el objetivo de difundir hacia el medio externo su actividad.

En esta misma publicación se declara el interés explícito que el Centro tiene por difundir su actividad y con esto educar a la comunidad en los temas que se trabajan en su interior:

*“El CRCP se propone contribuir a la alfabetización de la ciencia nacional del público general y de los profesores y estudiantes de escuelas de enseñanza media y segundo ciclo de la enseñanza básica, quienes necesitan ser urgentemente actualizados en las bases científicas y tecnológicas de la Biomedicina y su traducción en productos terapéuticos y de diagnóstico” (Documento de difusión de la actividad del FONDAP – CRCP, 2008).*

En concreto, para cumplir con estos objetivos, el Centro se ha planteado:

- Producir libros de problemas en Biomedicina orientados al público en general.
- Realizar conferencias periódicas de los investigadores principales, especialmente orientadas a estudiantes de enseñanza media en sus últimos años previos a la universidad.
- Participar en el Programa Eureka, en especial en su canal de Internet [www.Canal-Eureka.cl](http://www.Canal-Eureka.cl), donde se pueden encontrar contenidos educativos en ciencia y tecnología gratuitos.

En todas estas dimensiones el Centro ya ha llevado a cabo algunas acciones. Por ejemplo, en la primera de ellas El Dr. Nivaldo Inestrosa editó el libro “Las incomunicaciones del Alzheimer”, dirigido al público en general y editado por la editorial de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Respecto a los cursos y conferencias, en el mes de enero del año 2008 se dictó el curso “Neurobiología y Enfermedades Neurodegenerativas”, el que estuvo dirigido a profesores de enseñanza media. Por último, el Centro participa formalmente y aporta material al portal Eureka, con el objetivo de acercar su actividad al público en general que accede a dicho sitio *Web* con la intención de instruirse.

Estas acciones son reconocidas desde el decanato de la Facultad de Biología, el cual destaca que la proyección y difusión al medio externo es uno de los resultados más visibles del operar de los Centros FONDAP que están en la Facultad –CRCP y CASEB. Si bien aún constituye todo un desafío por seguir fortaleciendo, sería interesante contar con incentivos que tiendan a provocar un volcamiento más explícito hacia la sociedad y particularmente hacia la comunidad científica.

Más allá de las acciones realizadas y de las intenciones de profundizar en el trabajo en esta área, se debe consignar que la opinión de los estudiantes de doctorado es que aún existe una deuda del Centro en esta dimensión. Consideran que la opinión pública no conoce a los Centros, y que incluso hace años atrás ellos mismos no conocían la existencia de éstos. De todas maneras, reconocen que ha mejorado la difusión de la información del Centro, por ejemplo, con información que se publica en la página *Web*, pero aún es insuficiente.

En este contexto, los mismos actores consideran que desde la dirección del CRCP se debería fomentar la participación de los investigadores en programas como EXPLORA u otras iniciativas como es el Programa PENTAUC, las que cuentan con algo de participación de investigadores y estudiantes del Centro, pero siempre a título personal. Para ellos deberían existir incentivos por parte del Centro para participar en pos de la difusión al medio externo.

En términos generales, estas opiniones son coincidentes con lo que señalan los investigadores asociados y los post doctorados, los que sostienen que falta bastante camino por recorrer en esta dimensión, en tanto los aportes en esta materia tienden a ser más por iniciativa personal, no constituyéndose como una práctica institucionalizada y fomentada por el Centro.

Ante estas opiniones, la impresión que queda a este equipo consultor es que más que una gran falta de acciones en esta dimensión, el Centro adolece de mejores canales de comunicación para difundir hacia su interior las acciones que se están llevando a cabo en esta área y de una mayor capacidad para vincular a investigadores de diferentes estamentos en ellas, ya que el interés está.

#### **Objetivo 5: Contribuir al desarrollo del país**

Para los investigadores principales, lo que aparece como el más claro aporte del CRCP al desarrollo del país es la formación de nuevos profesionales y con esto el contribuir a la constitución de una generación de recambio. Desde esta perspectiva, observan el futuro de su disciplina en los estudiantes que están formando ellos mismos. Como ejemplo concreto de este aporte señalan que los investigadores principales más jóvenes del Centro fueron formados por ellos y que en la actualidad ya están preparados para comenzar a ser su recambio, aunque, por supuesto, siguiendo su tradición investigativa.

Por otra parte, el despliegue de esta generación de recambio también se puede observar en investigadores que son doctores del FONDAP-CRCP y que han sido contratados por Universidades de regiones, permitiendo además descentralizar el conocimiento. Por último, también destacan la contribución a la formación en pre-grado y magíster, la que aporta con profesionales que colaboran con el país a través de su trabajo en organismos públicos, laboratorios clínicos, empresa privada, etc.

Otro resultado muy importante en esta dimensión tiene que ver con la capacidad que ha adquirido el Centro de relacionarse y transferir conocimientos generados hacia el sector productivo nacional e internacional, haciendo importantes aportes a la biomedicina. En estos logros ha tenido una gran influencia la creación de la Unidad de Negocios en su interior, la que fue financiada y estimulada por el propio Programa FONDAP.

La creación de esta Unidad ha tenido una serie de logros y resultados que son importantes para el desarrollo del país, en tanto permiten la aplicación de la ciencia de excelencia que se hace en el CRCP a la solución y tratamiento de problemas biomédicos. En concreto, desde el año 2007 en que se crea la Unidad, el CRCP ha ganado todos los concursos a los que se han presentado, obteniendo importantes resultados, entre los que se puede destacar:

- Dos FONDEF en áreas relevantes para la realidad nacional, con impacto social: Alzheimer y Fibrosis.
- Alianzas estables con los laboratorios Pharma Industria y Recalcine.
- Una patente ya lograda con un producto para el tratamiento del Alzheimer, Producto realizado por medio de una alianza con Pharma Industria y la Universidad Austral.
- Proyecto BASAL –CARE: Para ellos, el principal objetivo es enfocar la investigación en ciencia básica a aplicaciones que tengan alto impacto social. Por ello están trabajando en dos temas principales que tienen que ver con una realidad nacional: Envejecimiento: Alzheimer y Fibrosis.

En todos estos casos, lo que ha logrado la Unidad de Negocios ha sido orientar a los investigadores hacia oportunidades productivas que tengan como resultado un efecto social importante, cosa que en opinión de los profesionales de la Unidad no siempre es un trabajo simple con investigadores que siempre han trabajado en ciencia básica. Por lo anterior, el trabajo que se ha hecho en la Unidad se puede considerar como muy valorable, en tanto se ha logrado encontrar oportunidades de negocios más amplias y que tienen mucha más pertinencia a las patologías que se dan en el país, y en el mundo en general, solo por medio del abrir y pensar creativamente las mismas líneas de investigación que se están trabajando en el Centro.

Más allá de estas contribuciones objetivas en el ámbito de la aplicación de los descubrimientos del Centro, hay ciertas opiniones que provienen básicamente de algunos de los investigadores principales/jóvenes, de los estudiantes de doctorado y de varios de los investigadores asociados y post doctorandos, que deben ser consideradas. Estas tienen relación con que para ellos el principal aporte que hace el CRCP al desarrollo del país es hacer ciencia fundamental de excelencia, independientemente de la aplicación que se le pueda buscar. Lo anterior puede resultar lógico si se considera la naturaleza con que se constituyó el Centro. Desde esta perspectiva, para ellos el FONDAP-CRCP debiese seguir teniendo su Centro de gravedad en la ciencia básica, que es lo que saben hacer bien, aunque no cerrándose a la posibilidad de buscar aplicaciones a sus descubrimientos, pero siempre con la libertad que implica el no tener exigencias concretas en lo que respecta a buscar productos o a aplicar a como dé lugar lo que se descubra, que son impuestas, por ejemplo, en las bases de programas como el de Financiamiento BASAL o en los FONDEF.

### **3.7.5. Síntesis de los principales resultados**

Haciendo una síntesis de los principales logros del CRCP, se puede establecer que el Centro ha obtenido importantes resultados en todas las áreas donde el Programa FONDAP se plantea objetivos.

De todas formas, donde existe una mayor coincidencia respecto de los buenos resultados obtenidos es en las dimensiones de “realización de investigación de excelencia” y en la “formación de capital humano avanzado”. En ambas áreas el CRCP puede mostrar datos concluyentes respecto al buen trabajo que se está implementando, por ejemplo, por medio del aumento en su número de publicaciones y el impacto de éstas, y por la cantidad de doctores que ha podido graduar desde su fundación hasta el momento actual, los que son vistos como la generación de recambio en el área en la que el Centro trabaja. Cualitativamente, estos logros son conceptualizados como muy importantes por todos los integrantes del Centro, sobretodo por que estas áreas siempre fueron entendidas como las prioritarias de su accionar, lo que está marcado por la naturaleza del Programa FONDAP.

En lo referente a la contribución del CRCP al desarrollo del país, también se pueden observar logros importantes que dan cuenta de la capacidad del Centro de reinventarse y dar buenos atisbos en lo que respecta a su sustentabilidad. En este ámbito, lo más destacable es la vinculación que el Centro ha logrado con el mundo productivo para la aplicación de los descubrimientos que se hacen en su interior a la solución y tratamiento de problemas biomédicos. En este exitoso proceso tuvo mucho que ver la creación de la Unidad de Negocios, instancia que fue intencionada por el propio Programa FONDAP.

En el ámbito de la difusión al medio externo, se han realizado una serie de actividades que han acercado la actividad del Centro al público en general. Entre ellas se puede destacar la edición del libro del Dr. Nibaldo Inestrosa, los cursos realizados para profesores de enseñanza media y la participación del

Centro en el portal *WEB* Eureka, que tiene como fin difundir la actividad científica de manera gratuita. A pesar del éxito de estas acciones, se recomienda establecer la difusión como una política que involucre a todos los estamentos de investigadores del Centro. Sobre todo porque existe voluntad para trabajar en esta materia.

Para el final hemos dejado la dimensión del fomento de la investigación asociativa. En ella se evidencian una serie de logros, que los propios investigadores principales relevan mucho, por lo dificultoso que fue el tema en un principio, caracterizando el proceso como un “*botar murallas*” para trabajar y construir conocimiento en conjunto. A pesar de esto, para los demás estamentos de investigadores en esta dimensión hay mucho camino por recorrer, particularmente en lo que se refiere a levantar establemente líneas transversales de investigación que permitan trabajar en conjunto a investigadores pertenecientes a diferentes estamentos y laboratorios.

### **3.7.6. Sustentabilidad y proyecciones**

#### *A. Sustentabilidad del Centro*

Respecto a las posibilidades de sustentabilidad del Centro, sin duda hay opiniones que aparecen como contrastantes. Por una parte, hay un grupo de los investigadores principales, encabezados por el Director del Centro, que opina que el proyecto CARE –financiado por el Programa BASAL– es la continuidad natural del Centro y le permitirá seguir existiendo sin mayores inconvenientes. En este sentido, señalan que este financiamiento permite asegurar un piso para continuar haciendo ciencia básica, mientras que los recursos privados vendrían a financiar el ámbito más aplicado. De esta forma, podría seguir existiendo el Centro sin la necesidad de que FONDAP los continúe financiando.

En el otro lado, están sobre todo los investigadores más jóvenes, quienes consideran que el FONDAP nace para apoyar la ciencia básica y que ése debe ser su fuerte en el largo plazo, asegurando su financiamiento. En este marco, aceptan que es probable que luego de mucho desarrollo de ciencia básica surjan naturalmente preguntas del tipo más aplicado, pero para ello se necesita una amplia trayectoria anterior y que sea por medio de un paso gradual, no forzado como lo exige el Financiamiento BASAL. Por ello, a juicio de los investigadores principales más jóvenes, el Financiamiento BASAL no es necesariamente la continuación del FONDAP, es otra cosa, y por ello mucha gente se puede cuestionar el seguir participando en este Centro, si esto llegase a suceder. Por lo cual, no es una alternativa de sustentabilidad del CRCP. Estas opiniones son en gran medida compartidas por los investigadores asociados y los post doctorados, quienes establecen que el buscar la aplicación forzosamente restringiría su libertad y capacidad de correr riesgos.

Desde esta última perspectiva, la sustentabilidad solo pasaría por un nuevo financiamiento del programa FONDAP, o bien, de alguna otra iniciativa que esté dispuesta a invertir en ciencia fundamental.

#### *B. Proyecciones a futuro*

Las proyecciones que puedan hacer los investigadores respecto al futuro cercano del Centro tienen mucho que ver con lo que se señalaba anteriormente respecto a la sustentabilidad. De esta forma, para buena parte de los investigadores principales de mayor edad, y sobre todo para el Director del Centro, el desafío pasa por el reinventarse, comenzando a hacer ciencia de carácter más aplicado y con una mayor vinculación con el sector productivo. Tras esta mirada está el hecho de que luego de diez años de FONDAP, es natural evolucionar y pasar a un financiamiento del tipo que entrega el BASAL.

Se debe aclarar que lo anterior no implica necesariamente el que no se haga más investigación de base en su interior, sino más bien la idea que tiene su Director es que en el futuro exista un gran Centro que reúna distintos tipos de financiamiento y que permita ampliar así los recursos y posibilidades para muchos investigadores.

En la otra vereda están los investigadores jóvenes que miran con un mayor escepticismo la alternativa comentada anteriormente, concibiendo que el CRCP para seguir exigiendo como tal debiese seguir teniendo su foco en la investigación de base, proyectando en base a ésta su futuro, ya que en el tratar de hacer ciencia aplicada se puede perder su esencia.

En lo más concreto, se puede señalar que los investigadores asociados y post doctorados sienten que uno de los grandes desafíos a futuro del Centro es al menos mantener el nivel de publicaciones que se tiene hasta al momento y, en lo ideal, poder aumentarlo.

### **3.7.7. Sugerencias para el Programa FONDAP**

En base a la exposición precedente hay una serie de elementos de recomendación para el Programa FONDAP que surgen desde los diferentes actores entrevistados, entre ellos se pueden destacar lo que se describe a continuación.

Con respecto a los recursos con que se cuenta, básicamente desde los investigadores principales se recomienda aumentarlos, al menos en la misma proporción en que aumenta el costo de la vida. Esto por que la cantidad entregada ha sido la misma desde el comienzo del Programa, lo cual no permite generar incentivos para incorporar gente nueva. En este mismo ámbito, también se pide tener una mayor cantidad de recursos para equipamiento, tanto mayor como menor. Se sugiere, por ejemplo, generar concursos para comprar equipamiento, y para el caso del equipamiento mayor, poder disponer de dinero y espacios que permitan hacer *facilities* comunes, las que deberían contar con técnicos especializados y recursos para mantención.

Una segunda sugerencia o petición al Programa sería el contar con alguna alternativa de (co) financiamiento para construir un edificio para el Centro, lo cual mejoraría ostensiblemente la cultura organizacional, permitiendo una mayor interacción entre los investigadores de distintos estamentos y fomentado la asociatividad entre ellos.

Por otra parte, una sugerencia que hace la administradora del Centro, respecto al sistema de rendición a FONDAP, tiene que ver con el que haya tipos de rendiciones diferenciadas por montos, o bien, la creación de una planilla de rendición más simple. Esto en tanto se considera que el sistema actual es *demasiado detallado*, lo cual hace muy tedioso y largo el proceso, sobre todo para montos pequeños.

Por último, desde la perspectiva de varios investigadores de distintos estamentos, el FONDAP-CRCP debiese seguir teniendo su Centro de gravedad en la ciencia fundamental, que es el ámbito donde se tiene la experticia, y no dando un giro forzado hacía la ciencia aplicada, lo cual para ellos restringiría el seguir trabajando libremente en las líneas de investigación que lo han hecho.

## 4. Benchmarking internacional

### 4.1 Introducción

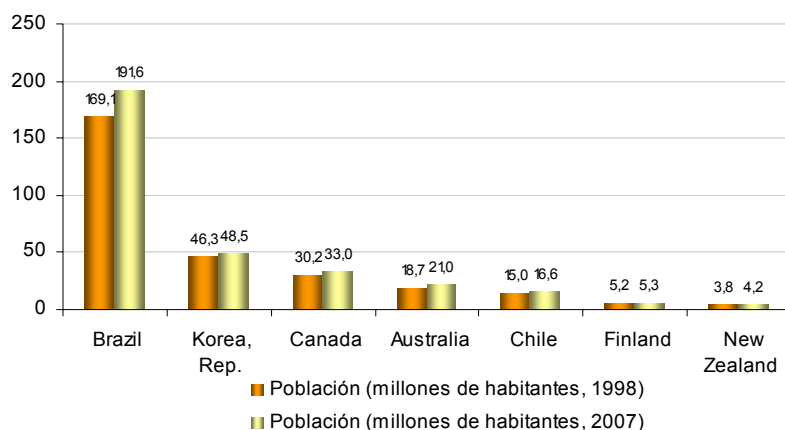
En el presente Capítulo se analizará el desempeño que ha tenido Chile como país en las disciplinas que abordan los Centros FONDAP comparando con el desempeño de los países correspondientes a los Programas seleccionados (que se listan más abajo) y el desempeño que han tenido las Universidades que albergan a estos Centros en relación al desempeño que tuvieron Universidades extranjeras que albergan Centros similares y que surgen de los siguientes programas<sup>67</sup>:

- *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

Para obtener información comparable se consultó, en primer lugar y para analizar la evolución a nivel país los datos provenientes de la base de datos SCOPUS, los cuales pueden ser obtenidos a partir del portal *scimago.es* y en segundo lugar, para analizar la evolución a nivel institución se utilizó información proveniente de la base *Essential Science Indicators*.

Antes de realizar el análisis bibliométrico, se considera adecuado efectuar un análisis comparativo en torno a población, cantidad de investigadores y gasto en I+D para los países en cuestión, para de este modo matizar las comparaciones que se pueden hacer entre países. Los datos para realizar este análisis fueron obtenidos de la base de datos *World Development Indicators* publicados por el Banco Mundial.

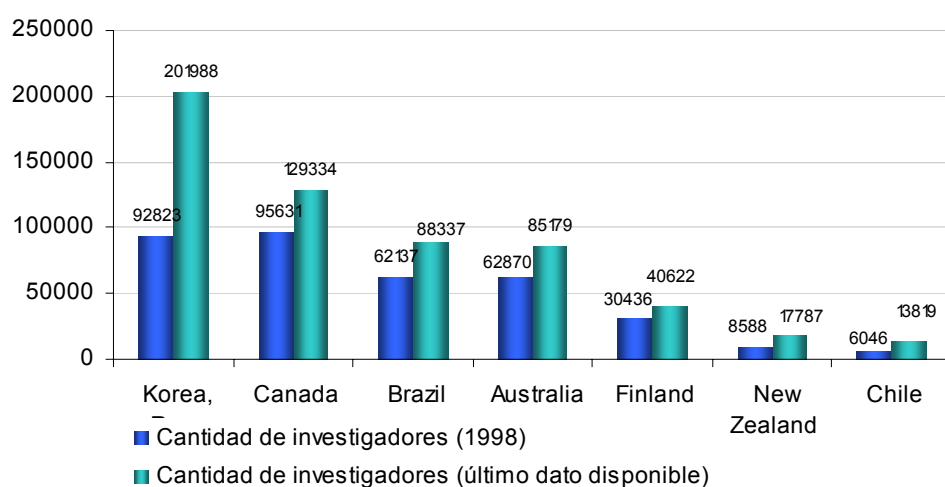
Gráfico 1: Población según país (millones de habitantes)



Fuente: Banco Mundial – World Development Indicators

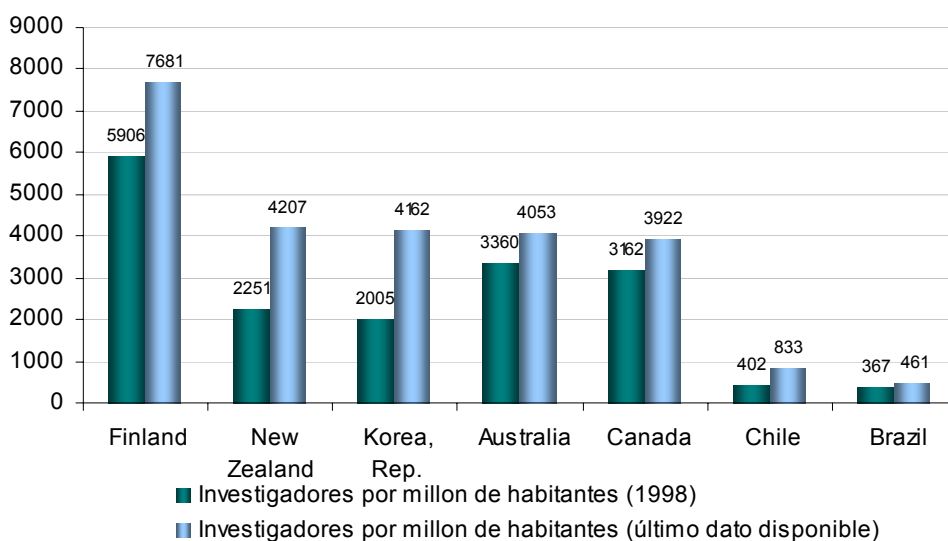
<sup>67</sup> En caso que el Centro se encuentre asociado a más de una Universidad, se considerará únicamente aquella Universidad que, en la base *Essential Science Indicators*, presente un mayor nivel de citas por artículo. En el caso de que en un Centro se trabaje más de una disciplina, se seguirá el mismo criterio.

Gráfico 2: Cantidad de investigadores según país



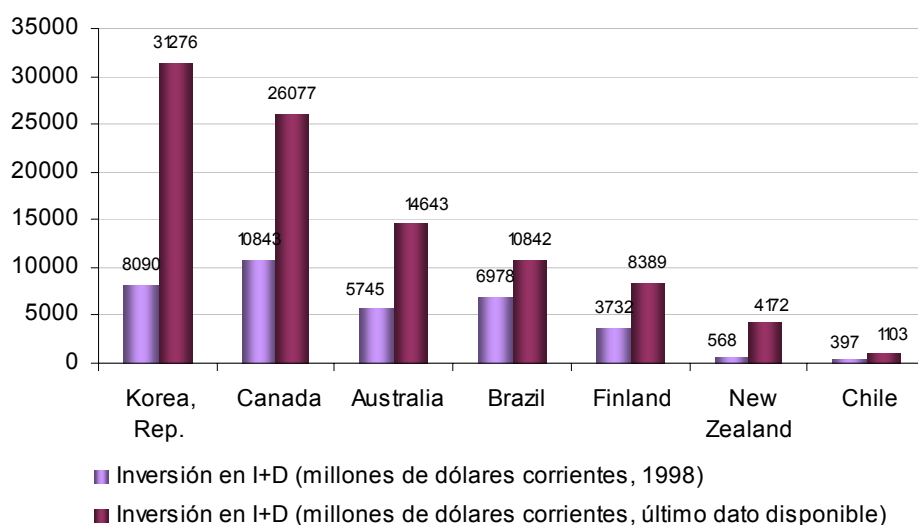
Fuente: Banco Mundial – World Development Indicators. El último dato disponible para la cantidad de investigadores corresponde a: Australia, Brasil, Canadá y Chile 2004, Nueva Zelanda 2005 y Finlandia y Corea 2006.

Gráfico 3: Investigadores por millón de habitantes



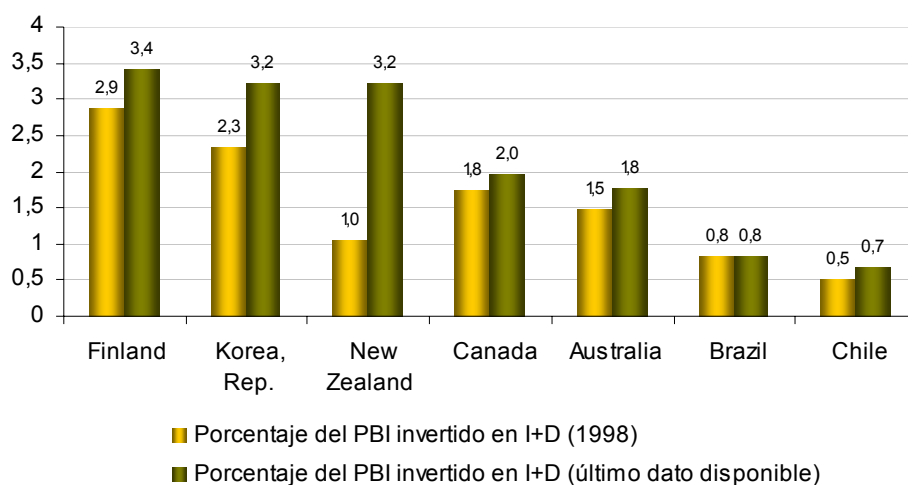
Fuente: Elaboración propia sobre la base de Banco Mundial – World Development Indicators. El último dato disponible para el número de investigadores por millón de habitantes corresponde a: Australia, Brasil, Canadá y Chile 2004, Nueva Zelanda 2005 y Finlandia y Corea 2006.

Gráfico 4: 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 2006 y Finlandia 2007.

Gráfico 5: Porcentaje del PBI invertido en I+D según país



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

Al ser comparado con el resto de los países, queda de manifiesto que Chile es un país “chico”, en el sentido de que posee un nivel poblacional reducido, pocos investigadores y también un monto pequeño en inversión en I+D. Esto debe ser tenido en cuenta en el análisis posterior, dado que tendrá un impacto considerable al exhibir los resultados. Cabe destacar que, en lo referido a la cantidad de investigadores e inversión en I+D, se observa que en el año 1998 Chile se encontraba en una situación similar a la de Nueva Zelanda en ese año, sin embargo este último país se encuentra considerablemente por encima de Chile en el año 2007 en lo que a estas dos variables se refiere.

A continuación se evalúa el desempeño de Chile como país en todas las disciplinas científicas en su conjunto, para luego evaluar el desempeño de Chile en las disciplinas que abordan los Centros FONDAF y el desempeño de las Universidades asociadas a éstos. Los datos referidos a publicaciones compararán la situación de estos países para los años 1998 y 2007, mientras que los datos referido 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.

Es importante mencionar que cuando se comparan las variables en cada una de las disciplinas se divide a las publicaciones correspondientes a esa disciplina por el total de investigadores del país y no por la cantidad de investigadores dedicados sólo a la disciplina en cuestión. Lo mismo ocurre al trabajar con la inversión en I+D, se consideran las publicaciones citables en una disciplina particular divididas por la inversión en I+D total del país.

#### 4.2 Todas las disciplinas científicas en su conjunto

Previo a realizar el análisis por disciplina, resulta relevante ver en qué situación se encuentra y cómo evolucionó Chile en lo referente a investigación académica, considerando todas las disciplinas científicas en su conjunto.

En base a los gráficos que se presentan a continuación puede observarse que el nivel de publicaciones citables por habitante de Chile se encuentra en la penúltima posición con respecto a los países considerados. Lo anterior se da tanto para el año 1998 como para el año 2007, estando posicionado en peor lugar Brasil. Sin embargo, al considerar la tasa de variación de la cantidad de documentos citables entre estos períodos se evidencia que, para el caso chileno, la variación entre períodos fue elevada, siendo superada únicamente por Corea del Sur. Al analizar el nivel de publicaciones por investigador se ve que, aun cuando Chile continúa situándose por debajo de la mayor parte de los países, la diferencia es mucho menor al caso en que se compara por población.

Gráfico 6: Documentos citables por cada mil habitantes

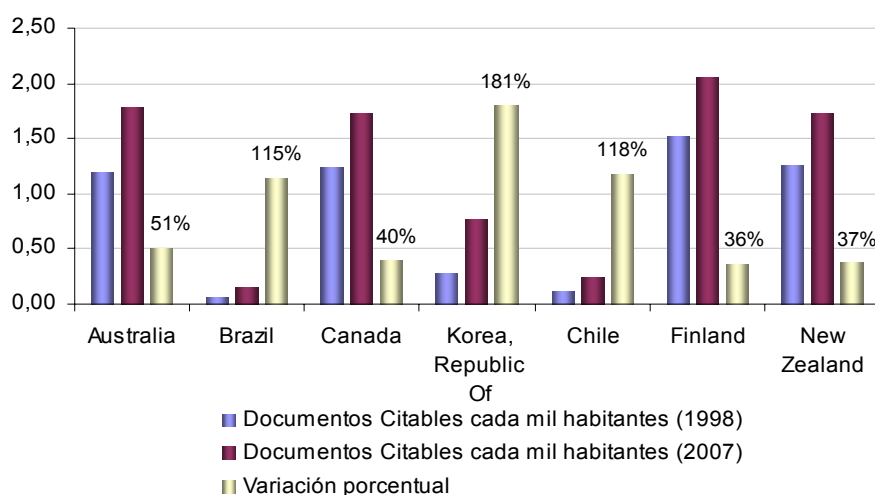
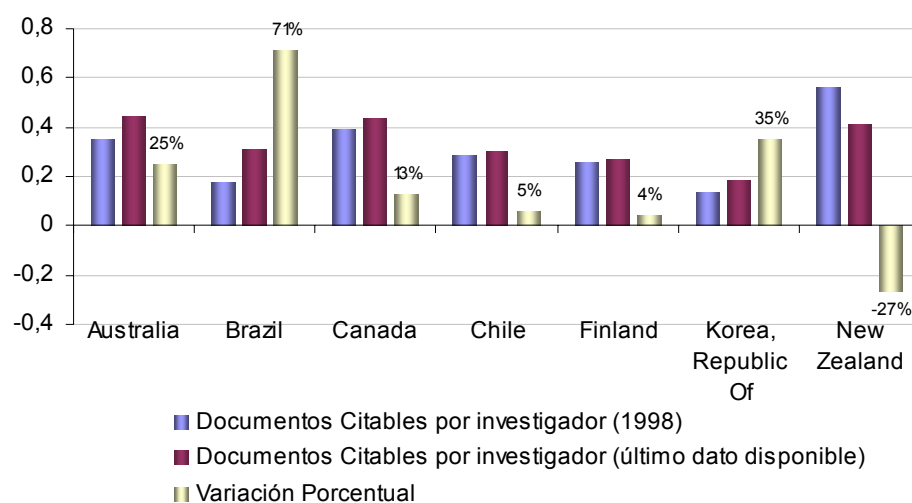
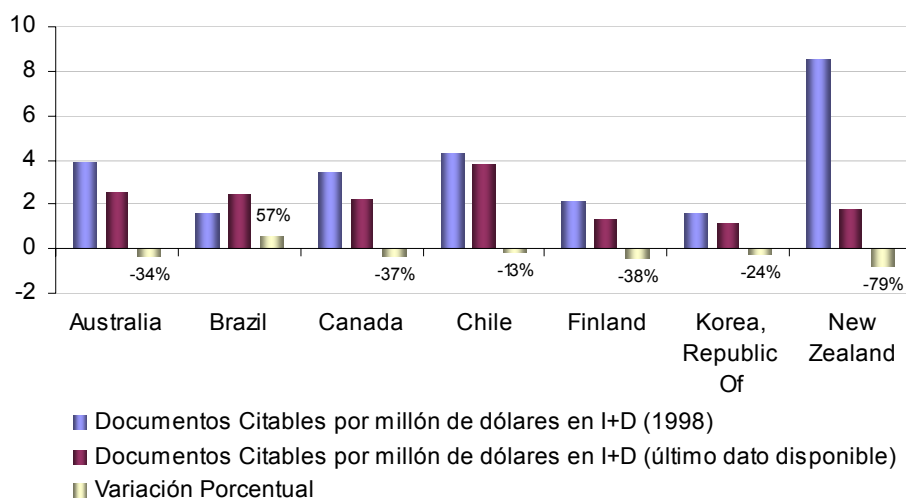


Gráfico 7: Documentos citables por investigador



Nota: El último dato disponible para los documentos citables por investigador corresponde a: Australia, Brasil, Canadá y Chile 2004, Nueva Zelanda 2005 y Finlandia y Corea 2006.

Gráfico 8: Documentos citables por millón de dólares invertido en I+D.

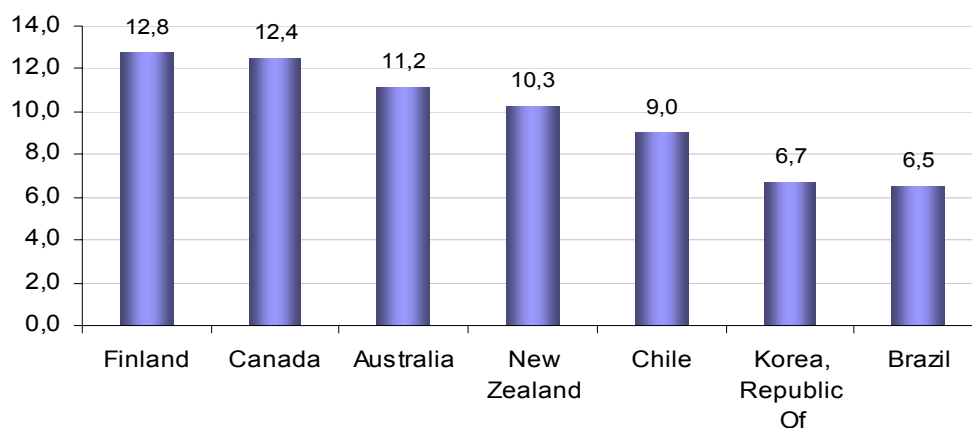


Nota: El último dato disponible para los documentos citables por millón de dólares en I+D corresponde a: Australia y Chile 2004, Brasil y Nueva Zelanda 2005. Canadá y Corea 2006 y Finlandia 2007.

Resulta interesante remarcar que al analizar las publicaciones por millón de dólares invertido en I+D, se ve que Chile se encuentra mejor posicionado con respecto al resto de los países, esto implica que el aumento en la inversión en I+D ha rendido más en lo referido a cantidad de publicaciones en Chile que en la mayoría de los países, siendo superado únicamente por Brasil (ver Gráficos 7 y 8). Esto se observa más claramente cuando se analizan las tasas de crecimiento entre períodos, todos los países excepto Brasil tienen menos publicaciones por millón de dólares invertidos en I+D pero Chile es el que menos cae. Esto puede justificarse por el hecho de que en países que se encuentran próximos a la frontera tecnológica, las publicaciones pueden abordar tópicos más complejos y cuyo estudio requiera de más fondos.

En base al Gráfico 9 puede observarse que aun cuando el número de publicaciones por habitante en Chile es inferior al del resto de los países, no sucede lo mismo con el nivel de citas por documento. En este caso la diferencia entre Chile y el país mejor posicionado (Finlandia) ya no resulta tan grande como en el caso del volumen de publicaciones.

Gráfico 9: Citas promedio por documento. Período 1996-2007



De este modo se observa que al momento de caracterizar la situación de la publicación de documentos científicos en Chile, el problema parece estar en el reducido volumen de publicaciones y no en su impacto.

A continuación se analiza la situación chilena considerando cada una de las diferentes disciplinas abordadas por los Centros FONDAP.

#### **4.3 Astronomía y astrofísica**

Entre los Centros que el Fondo de Centros de Excelencia en Investigación financia se encuentra el Centro FONDAP de Astrofísica. Este Centro desempeña un papel fundamental en lo referido a investigación científica a nivel país en lo referido a astronomía y astrofísica. El Gráfico 10 presenta la cantidad de citas que recibieron las publicaciones de investigadores chilenos que abarcan temas de astronomía y astrofísica tanto en el año 1998 como en el año 2007, así como también la variación experimentada entre períodos.

Gráfico 10: Documentos citables por millón de habitantes.

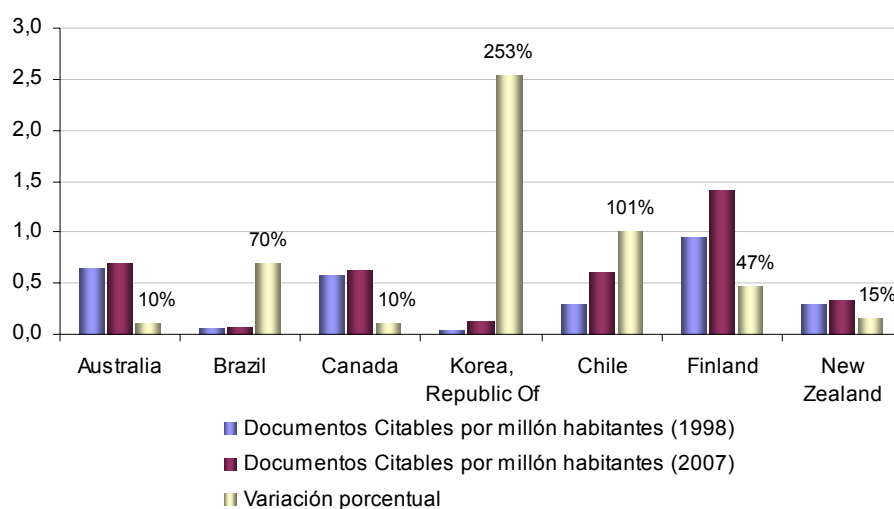
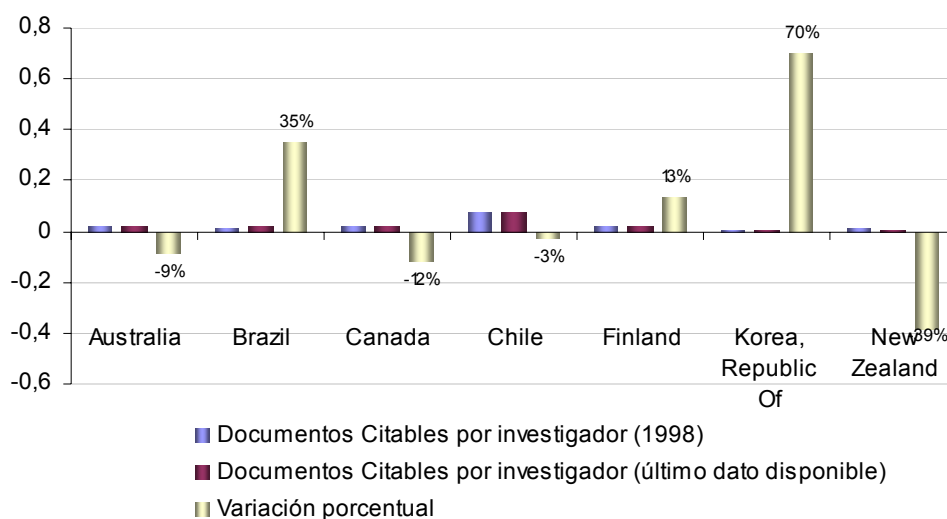
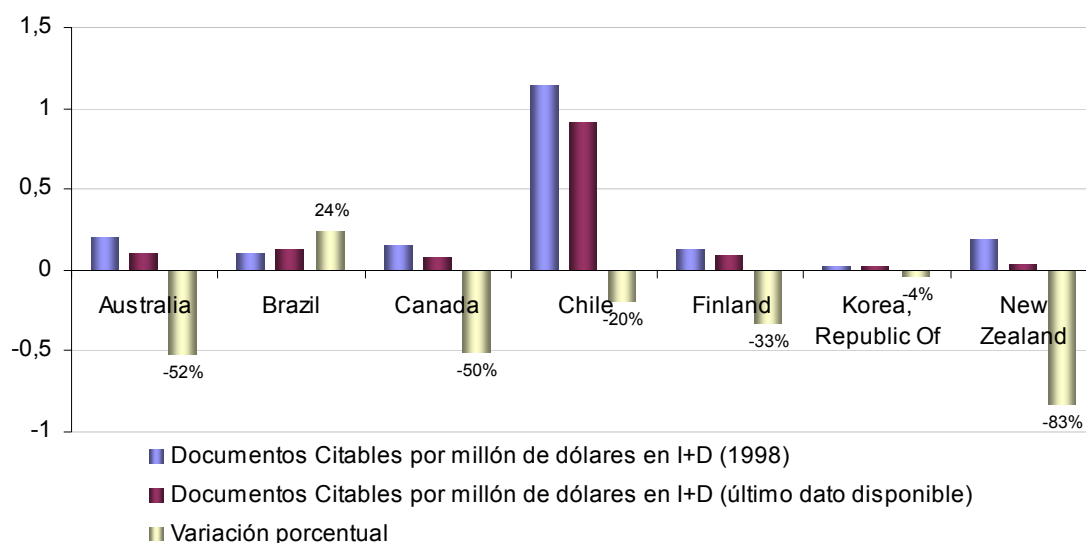


Gráfico 11: Documentos citables por investigador.



Nota: El último dato disponible para los documentos citables por investigador corresponde a: Australia, Brasil, Canadá y Chile 2004, Nueva Zelanda 2005 y Finlandia y Corea 2006.

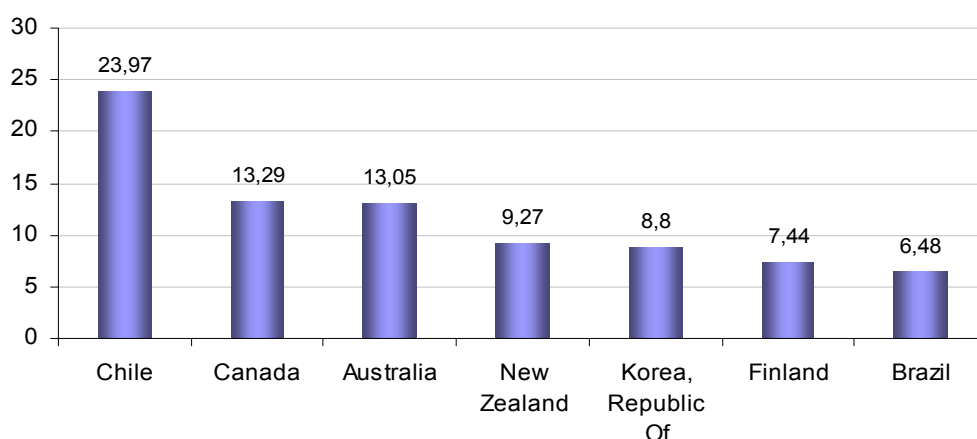
Gráfico 12: Documentos citables por millón de dólares invertido en I+D



Nota: El último dato disponible para los documentos citables por millón de dólares en I+D corresponde a: Australia y Chile 2004, Brasil y Nueva Zelanda 2005. Canadá y Corea 2006 y Finlandia 2007.

Puede verse que para el caso astronomía y astrofísica, aun cuando Chile posee menos publicaciones por habitantes que parte de los países considerados, se evidencia que no se encuentra en una situación de retraso tan marcada como al considerar todas las disciplinas. Sumado a esto, durante el período de existencia del Centro el número de publicaciones aumentó considerablemente, siendo este aumento únicamente superado por Corea del Sur. Debe remarcarse que cuando se analiza el volumen de publicaciones por investigador y por inversión en I+D a nivel país, Chile mantiene un excelente desempeño en investigación referida a temas de astronomía y astrofísica. Sin embargo, se observan caídas en las tasas de crecimiento entre períodos.

Gráfico 13: Citas promedio por documento. Período 1996-2007



Al momento de analizar las citas por publicación, 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). A su vez se observa en base a las fuentes consultadas que Chile es el país que, habiendo publicado más de 100 documentos, posee un mayor nivel de citas por publicación en el período 1996-2007.

De este modo 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 a su vez 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.

Al momento de evaluar la posición de las Universidades relacionadas al Centro con aquellas relacionadas a los Centros extranjeros se observa el siguiente ranking.<sup>68</sup>

Tabla 1: Ranking de citas por artículos de las universidades con al menos 300 publicaciones en las disciplinas de Astrofísica y Astronomía. Periodo 1997 - 2007

País	Universidad	Publicaciones	Citas por Publicación	Ranking (Abs)	Ranking (porc.)
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%

En base a los datos observados en la tabla precedente se evidencia que la Pontificia Universidad Católica de Chile<sup>69</sup> se encuentra dentro del grupo formado por el 17 por ciento de mejores Universidades que han tenido más de 300 publicaciones que abordan temas relacionados a astrofísica. Al compararlas con sus contrapartes extranjeras se ve que Chile tuvo un desempeño ampliamente superior a Brasil, puesto que la USP no llega a figurar siquiera en este listado y equiparable al de la mejor Universidad australiana dedicada a estos temas.

#### **4.4 Ecología**

El Programa FONDAP a través del financiamiento del Centro CASEB apoya la investigación a nivel país en áreas relacionadas a la ecología. A continuación se presentan tres gráficos que resumen el estado y la evolución en la cantidad de publicaciones de los países considerados en esta disciplina.

<sup>68</sup> Para el caso puntual de astrofísica se consideraron también Universidades de los países analizados que no se encuentran asociadas a ningún Centro de excelencia relacionado con astrofísica, eso se debió al hecho de que únicamente el programa Institutos do Milenio de Brasil apoyo un Centro que aborde temas de astrofísica.

<sup>69</sup> 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.

Gráfico 14: Documentos citables cada diez mil habitantes

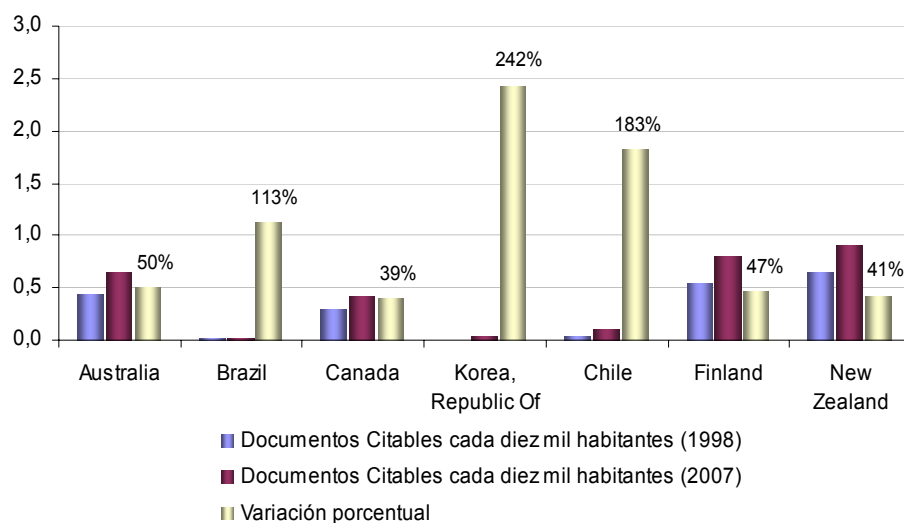
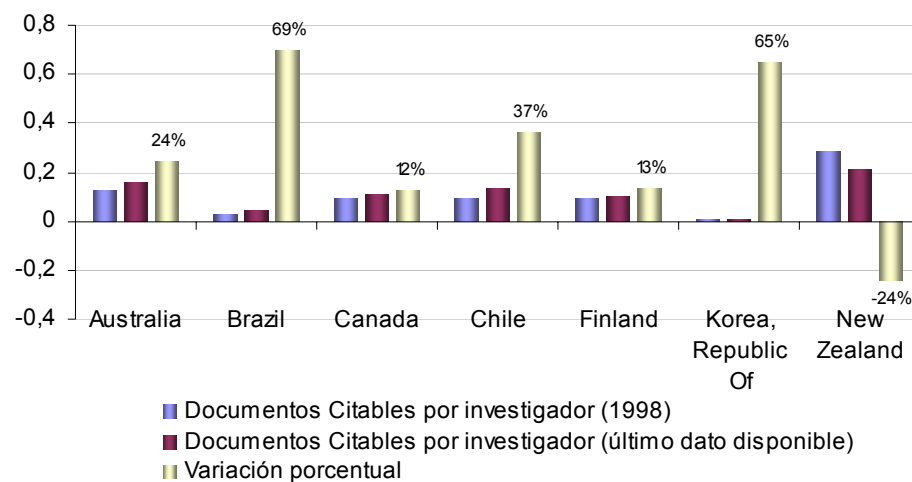
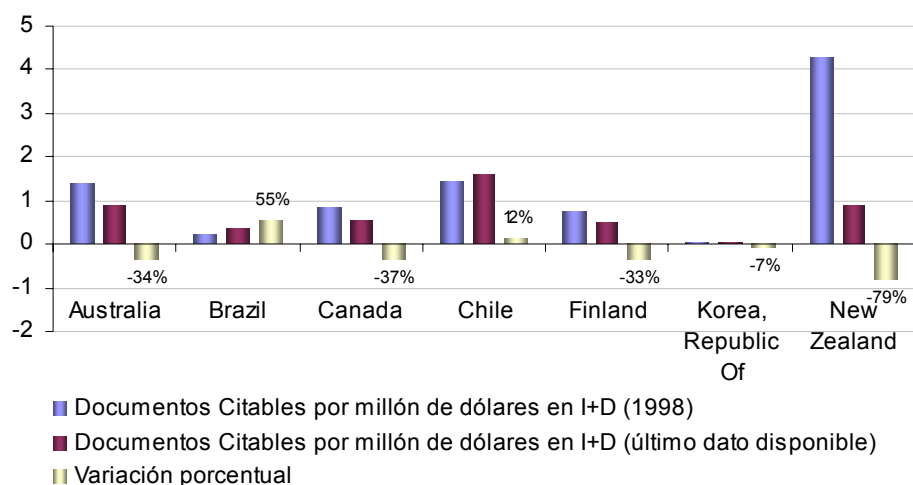


Gráfico 15: Documentos citables por investigador



Nota: El último dato disponible para los documentos citables por investigador corresponde a: Australia, Brasil, Canadá y Chile 2004, Nueva Zelanda 2005 y Finlandia y Corea 2006.

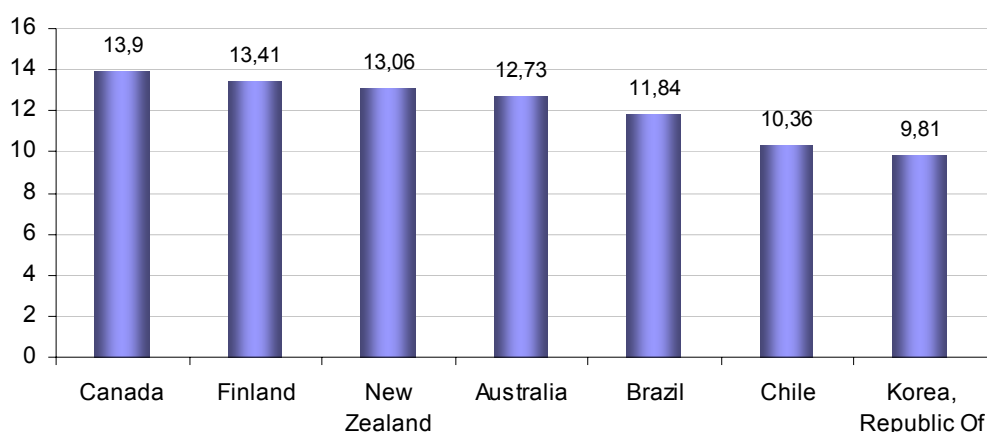
Gráfico 16: Documentos citables por millón de dólares invertido en I+D



Nota: El último dato disponible para los documentos citables por millón de dólares en I+D corresponde a: Australia y Chile 2004, Brasil y Nueva Zelanda 2005. Canadá y Corea 2006 y Finlandia 2007

Puede verse que en lo referente al número de publicaciones que abordan temas relacionados a ecología Chile se encuentran en una posición desfavorable al considerar publicaciones por habitante, esta tendencia se revierte en parte al tener en cuenta investigadores y millón de dólares invertido en I+D a nivel país. Aun cuando el nivel de publicaciones por habitante subió en un 183% desde 1998 a 2007, se observa que en la actualidad Chile posee un nivel bastante bajo de publicaciones que aborden temas relacionados a ecología.

Gráfico 17: Citas promedio por documento. Período 1996-2007



Al momento de analizar el impacto de las publicaciones se evidencia que Chile no se encuentra bien ubicado en el ranking de países considerados, el nivel citas promedio por publicación chilena que abarque 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, es en promedio de cuatro citas por publicación.

Se puede ver que 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 cuanto a volumen de publicaciones y no se encuentra en una posición líder en lo que respecta a citas promedio por publicación.

Al evaluar el desempeño de las instituciones con las que se encuentran relacionados tanto los Centros internacionales como el CASEB surge la siguiente tabla.

**Tabla 2: Ranking de citas por artículos de las universidades con al menos 300 publicaciones en Ecología. Periodo 1997 - 2007**

País	Universidad	Publicaciones	Citas por Publicación	Ranking (Abs)	Ranking (porc.)
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%

Se observa al comparar el desempeño de la Pontificia Universidad Católica de Chile con sus contrapartes extranjeras, que la primera ha tenido un desempeño en general peor al de las Universidades extranjeras, únicamente se logra equiparar a la Massey University de Nueva Zelanda. 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.

#### 4.5 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.

**Gráfico 18: Documentos citables cada diez mil habitantes**

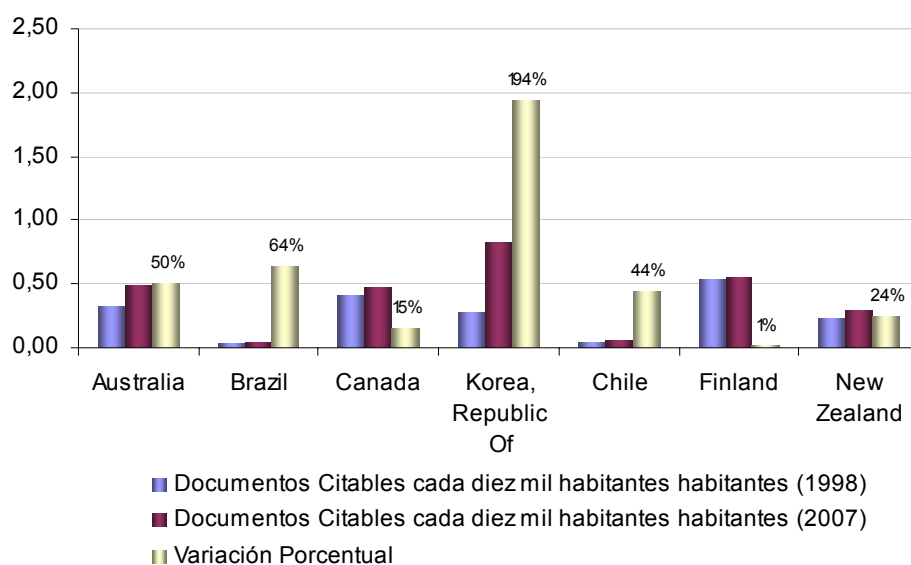
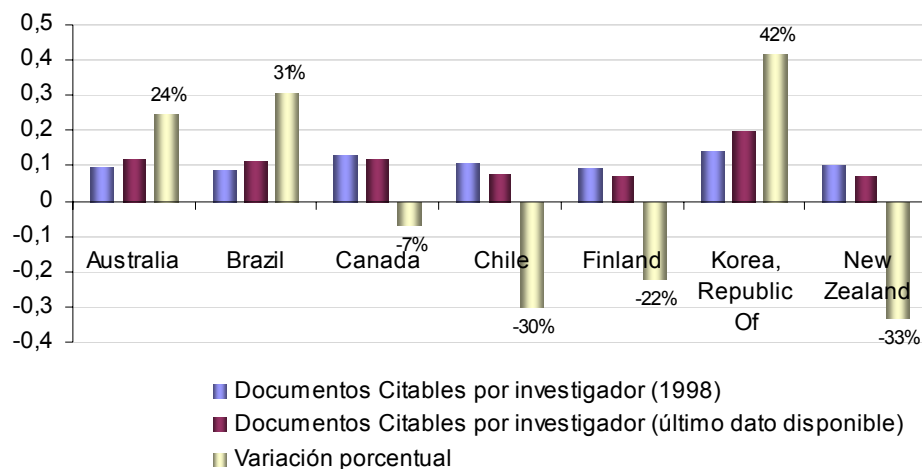
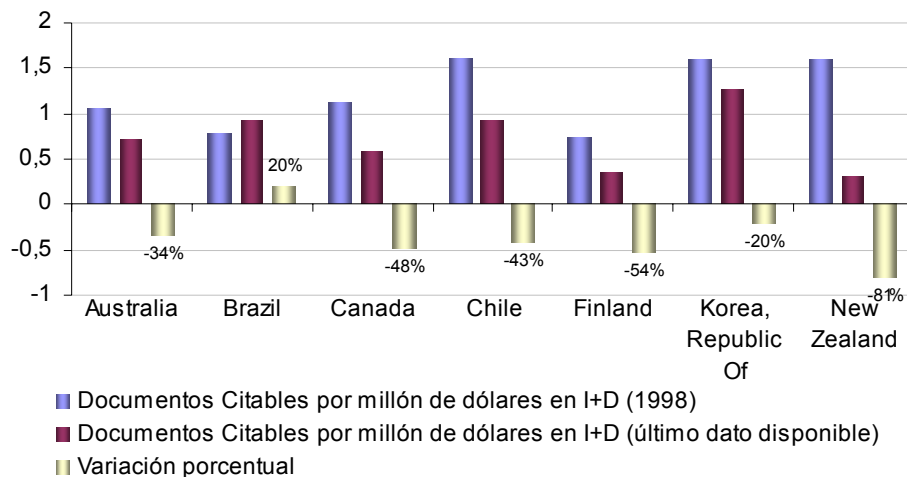


Gráfico 19: Documentos citables por investigador



Nota: El último dato disponible por documentos citables por investigador corresponde a: Australia, Brasil, Canadá y Chile 2004, Nueva Zelanda 2005 y Finlandia y Corea 2006.

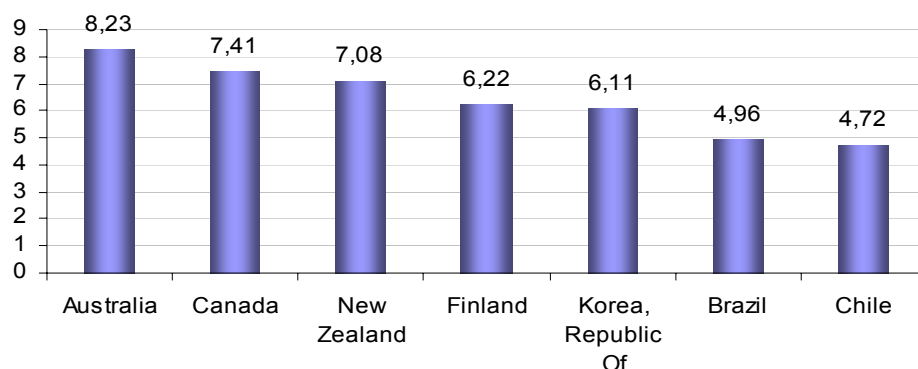
Gráfico 20: Documentos citables por millón de dólares invertido en I+D



Nota: El último dato disponible por documentos citables por millón de dólares en I+D corresponde a: Australia y Chile 2004, Brasil y Nueva Zelanda 2005. Canadá y Corea 2006 y Finlandia 2007.

En base a los países considerados se observa que Chile supera únicamente a Brasil en publicaciones por habitantes que aborden temas relacionados a ciencias de los materiales, 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. Este patrón se refleja también al considerar publicaciones por investigador y por millón de dólares invertidos en I+D a nivel país, en donde las tasas de crecimiento entre estos dos años es negativa.

Gráfico 21: Citas promedio por documento. Período 1996-2007



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. Es importante resaltar que la publicación promedio del país que lidera este ranking (Australia) superan en 3,5 citas por publicación a las de Chile.

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

De evaluar el desempeño de la Universidad que alberga al CIMAT con el de aquellas Universidades que albergan Centros de Excelencia equivalentes surge la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 3: Ranking de citas por artículos de las universidades con al menos 300 publicaciones en la disciplina de Ciencias de los Materiales. Período 1997 - 2007

País	Universidad	Publicaciones	Citas por Publicación	Ranking (Abs)	Ranking (porc.)
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 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 en el Ranking.

#### 4.6 Matemáticas

El Programa FONDAP fomenta la investigación en temas relacionados a matemáticas a través del CMM, a continuación se analiza la evolución que ha tenido, en Chile, la investigación en dicha área.

Gráfico 22: Documentos citables cada diez mil habitantes

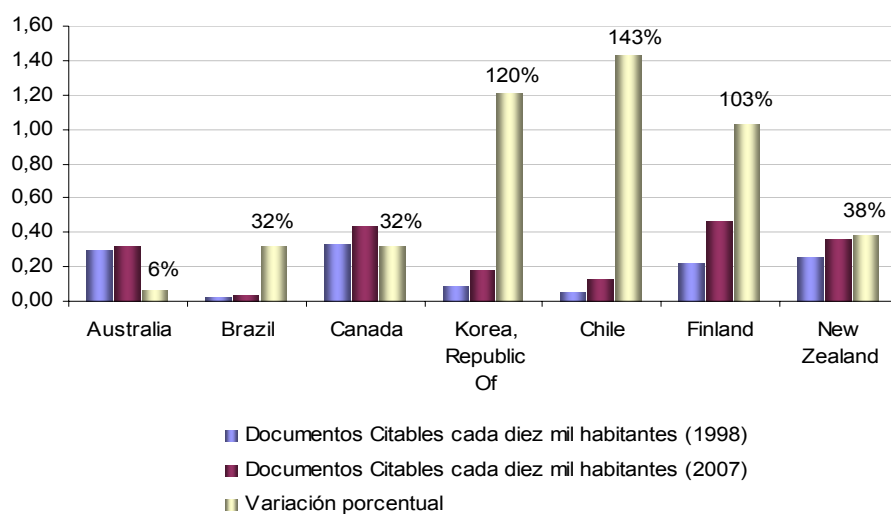
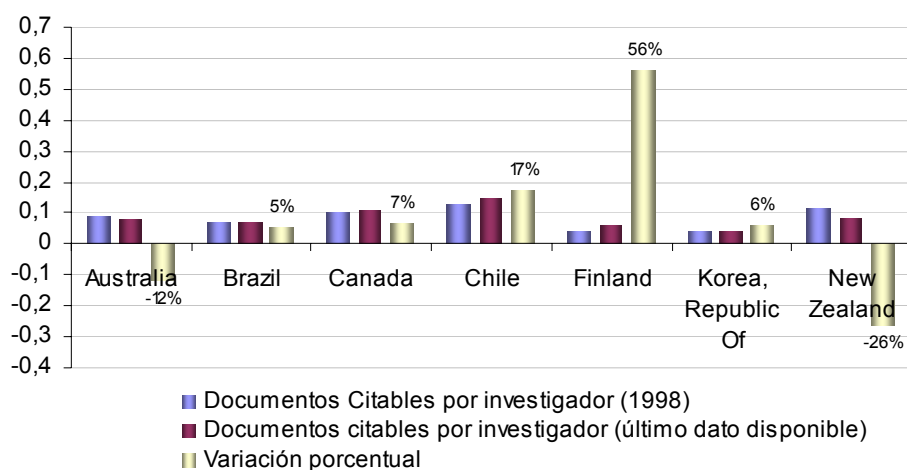
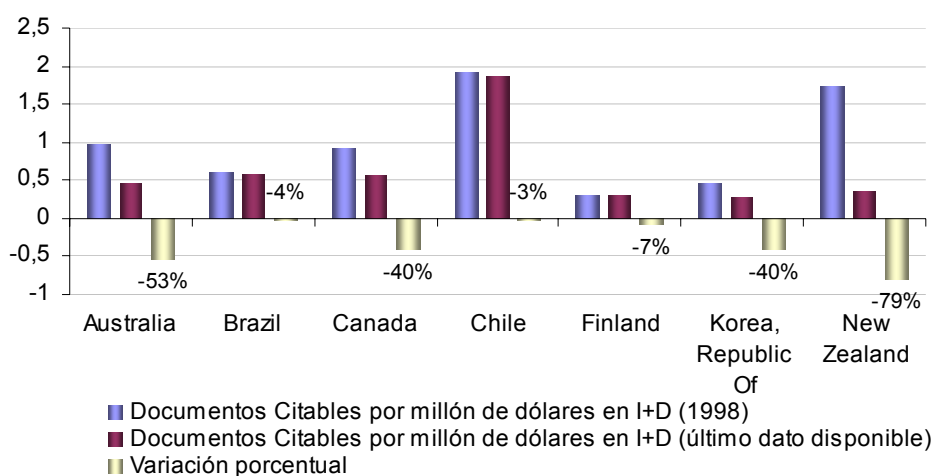


Gráfico 23: Documentos citables por investigador



Nota: El último dato disponible para los documentos citables por investigador corresponde a: Australia, Brasil, Canadá y Chile 2004, Nueva Zelanda 2005 y Finlandia y Corea 2006.

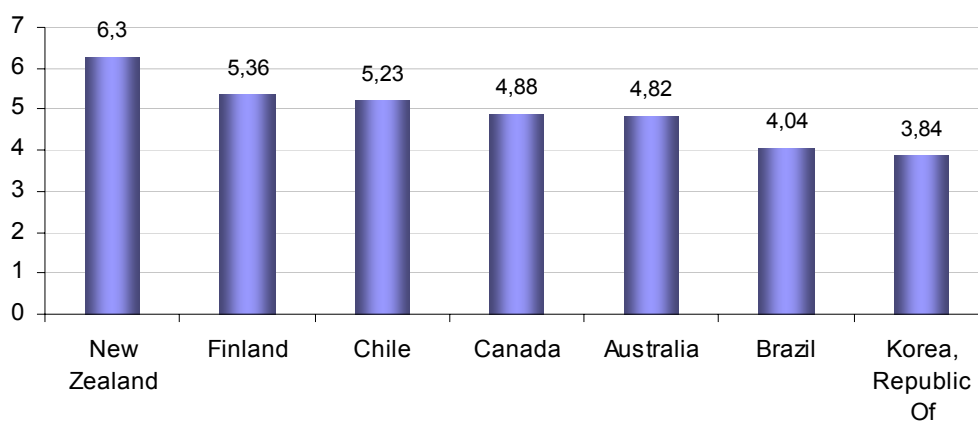
Gráfico 24: Documentos citables por millón de dólares invertido en I+D



Nota: El último dato disponible para los documentos citables por millón de dólares invertidos en I+D corresponde a: Australia y Chile 2004, Brasil y Nueva Zelanda 2005. Canadá y Corea 2006 y Finlandia 2007.

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 que estas aumentaron en una cuantía considerable, siendo Chile el país que experimentó el mayor aumento en esta variable. El considerar publicaciones por cantidad de investigadores y por gasto en I+D a nivel país posiciona mejor a Chile en volumen de producción, aunque reduce la tasa de variación entre períodos.

Gráfico 25: Citas promedio por documento. Período 1996-2007



Cuando se analiza el nivel de citas por documento que han recibido las publicaciones chilenas relacionadas a matemáticas, 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.

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. En citas Chile solo es superado por Finlandia y Nueva Zelanda.

De estudiar el desempeño de aquellas Universidades que albergan Centros de excelencia relacionados a matemáticas se obtiene la siguiente tabla.

**Tabla 4: Ranking de citas por artículos de las universidades con al menos 300 publicaciones en la disciplina de Matemáticas. Periodo 1997 - 2007**

Pais	Universidad	Publicaciones	Citas por Publicación	Ranking (Abs)	Ranking (porc.)
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%

Puede observarse que 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 la University of New South (Australia) y mejora en desempeño a sus contrapartes canadienses y neocelandesas.

#### 4.7 Bioquímica, genética y biología molecular

El Programa FONDAF 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 continuación se presentan tres gráficos que refleja cómo ha evolucionado el desempeño en esta área en los países considerados.

**Gráfico 26: Documentos citables cada diez mil habitantes**

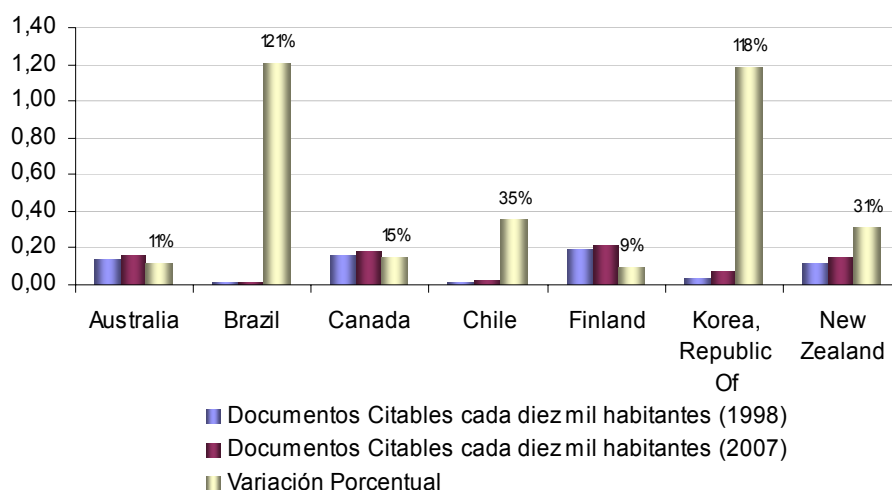
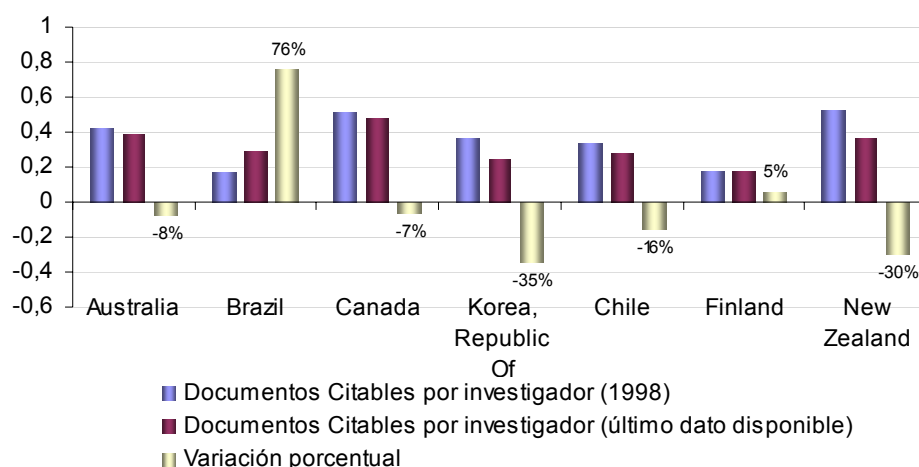
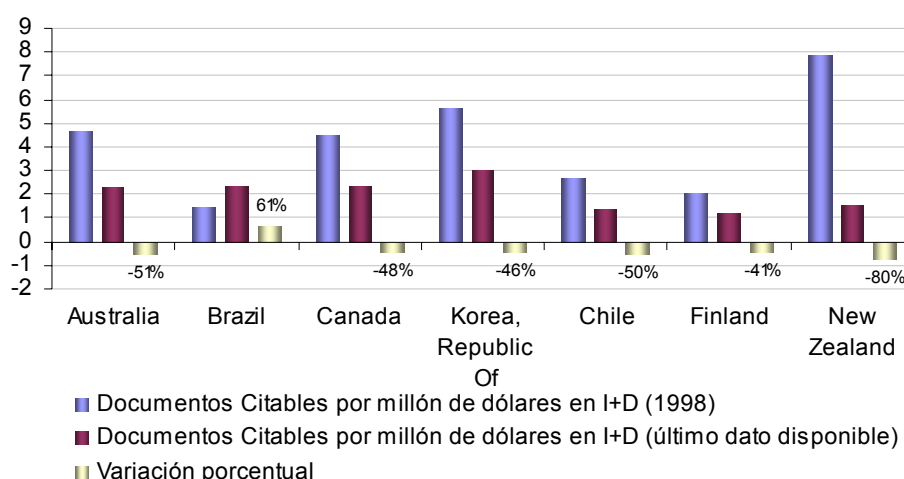


Gráfico 27: Documentos citables por investigador



Nota: El último dato disponible para los documentos citables por investigador corresponde a: Australia, Brasil, Canadá y Chile 2004, Nueva Zelanda 2005 y Finlandia y Corea 2006.

Gráfico 28: Documentos citables por millón de dólares invertido en I+D



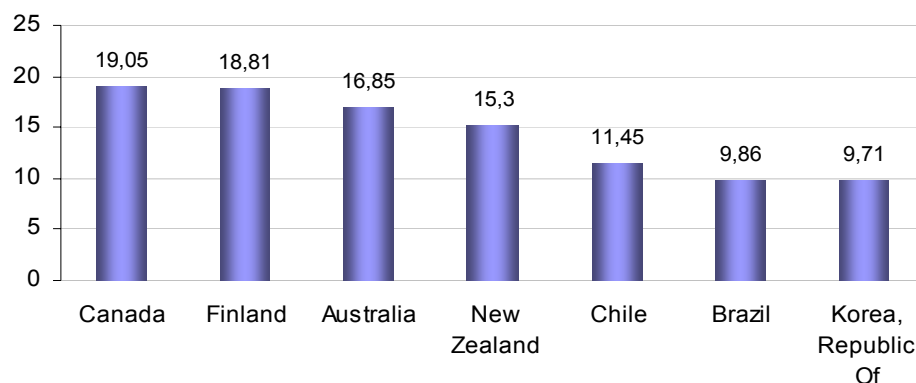
El último dato para los documentos citables por millón de dólares en I+D corresponde a: Australia y Chile 2004, Brasil y Nueva Zelanda 2005. Canadá y Corea 2006 y Finlandia 2007.

Puede observarse que a nivel país Chile posee un reducido nivel de publicaciones por habitante que aborden temas relacionados a esta área de estudio. Resulta también 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, en cualquiera de los tres casos considerados: población, cantidad de investigadores o inversión en I+D del país.

Resulta interesante remarcar que al analizar las publicaciones por millón de dólares invertido en I+D, se ve que Chile se encuentra mejor posicionado con respecto al resto de los países, esto implica que el aumento en la inversión en I+D ha rendido más en lo referido a cantidad de publicaciones en Chile que en la mayoría de los países, siendo superado únicamente por Brasil (ver Gráficos 7 y 8). Esto se observa más claramente cuando se analizan las tasas de crecimiento entre períodos, todos los países excepto Brasil tienen menos publicaciones por millón de dólares invertidos en I+D pero Chile es el que menos

cae. Esto puede justificarse por el hecho de que en países que se encuentran próximos a la frontera tecnológica, las publicaciones pueden abordar tópicos más complejos y cuyo estudio requiera de más fondos.

Gráfico 29: Citas promedio por documento. Período 1996-2007



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.

De estudiar el desempeño de aquellas Universidades chilenas que albergan Centros FONDAP asociados a esta área de estudio y de Universidades extranjeras equivalentes que también albergan Centros de excelencias se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 5: Ranking de citas por artículos de las universidades con al menos 300 publicaciones en las disciplinas bioquímica, genética y biología molecular. Período 1997 - 2007

País	Universidad	Publicaciones	Citas por Publicación	Ranking (abs.)	Ranking (porc.)
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%

Puede observarse que, dejando de lado la Universidad surcoreana Ewha Womans University, 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.

#### 4.8 Oceanografía

A través del financiamiento al Centro COPAS, el Programa FONDAP fomenta en Chile la investigación dirigida a áreas relacionadas con la oceanografía. A continuación se presentan tres gráficos que contiene la evolución del número de publicaciones de investigadores pertenecientes a los países analizados en lo referido a oceanografía.

Gráfico 30: Documentos citables cada cien mil habitantes

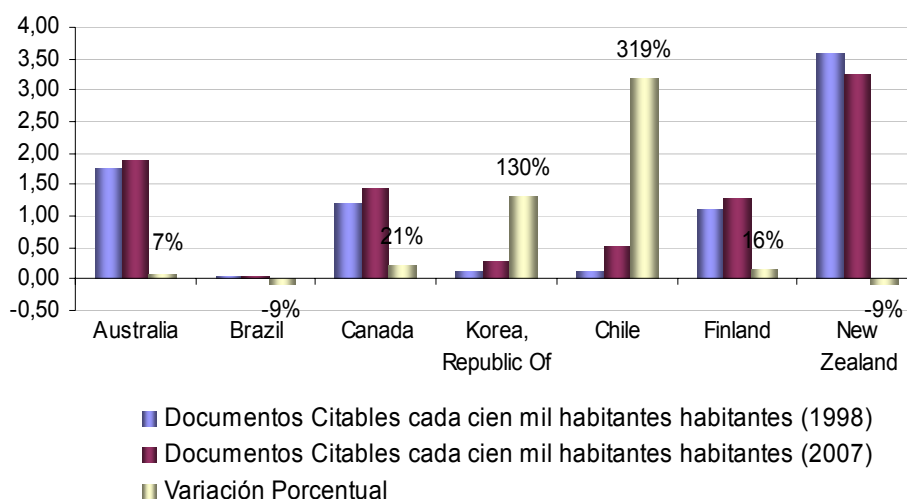
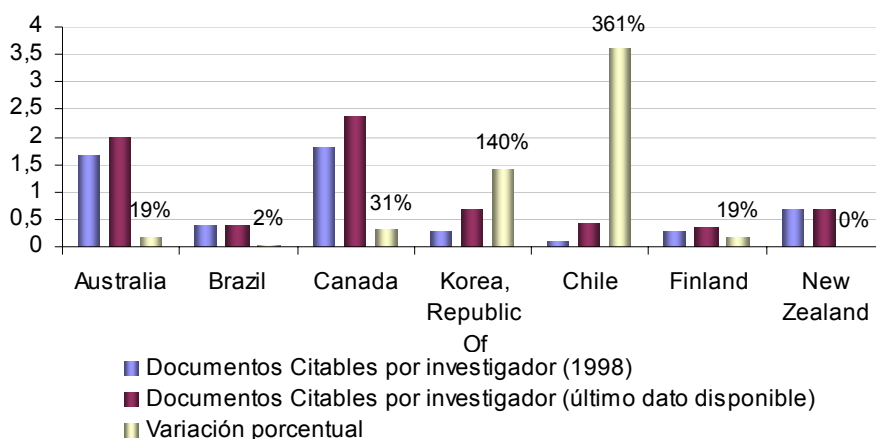
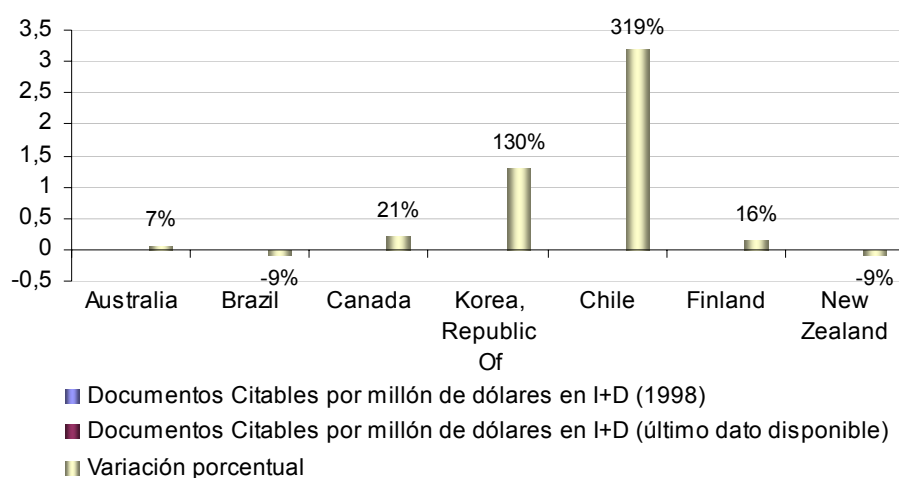


Gráfico 31: Documentos citables por investigador



Nota: El último dato disponible para los documentos citables por investigador corresponde a: Australia, Brasil, Canadá y Chile 2004, Nueva Zelanda 2005 y Finlandia y Corea 2006.

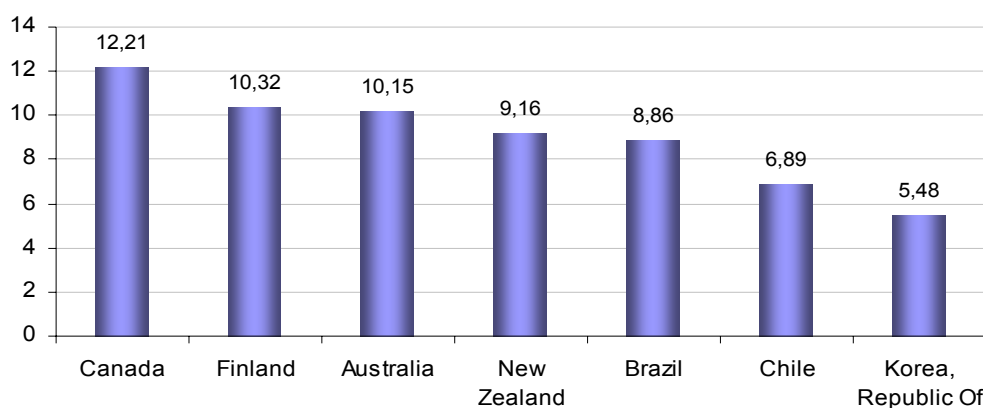
Gráfico 32: Documentos citables por millón de dólares invertido en I+D



Nota: El último dato disponible por dumentos citables por millón de dólares en I+D corresponde a: Australia y Chile 2004, Brasil y Nueva Zelanda 2005. Canadá y Corea 2006 y Finlandia 2007.

Puede observarse que 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 tener un nivel de publicación por habitante más elevada que en el resto de los países de la muestra y por haber experimentado un marcado aumento entre períodos.

Gráfico 33: Citas promedio por documento. Período 1996-2007



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.

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

Al evaluar el desempeño del COPAS y de las Universidades que se encuentran relacionadas a Centros similares en el extranjero se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 6: Ranking de citas por artículos de las universidades con al menos 300 publicaciones en Oceanografía. Periodo 1997 – 2007

País	Universidad	Publicaciones	Citas por Publicación	Ranking (Abs)	Ranking (porc.)
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 la Universidad de Concepción 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 el 25 por ciento de las Universidades con más de 300 publicaciones y cuyas publicaciones han sido menos citadas, sin embargo supera a Brasil.

#### **4.9 Conclusiones preliminares**

En primer lugar, debe mencionarse que Chile se presenta cómo un país con diferencias marcadas en torno a población, cantidad de investigadores y montos invertidos en I+D. En este sentido, Chile es un país pequeño, con poca población, pocos investigadores y baja inversión en I+D. Esto se mantiene aun cuando se considera el número de investigadores por millón de habitantes y la inversión en I+D como porcentaje del PBI. Siendo que los países tratados en este capítulo son sumamente disímiles en su estructura parte de la diferencia en los resultados obtenidos puede deberse a esto.

En cuanto a lo que a publicaciones se refiere, puede observarse que Chile produce un reducido volumen de publicaciones por habitante cuando se compara con países del extranjero, esta diferencia se atenúa al considerar publicaciones por investigador y por millón de dólares invertidos en I+D. Sin embargo, debe remarcar que existe una tendencia creciente en el volumen de publicaciones, siendo esta en general superior a la del resto de los países en prácticamente todas las disciplinas. Otra observación general que puede hacerse es que este atraso que se observa en el volumen de publicaciones no es tan marcado cuando se analiza el nivel de citas recibidas por las publicaciones chilenas, siendo la diferencia mucho menor, y llegando a estar muy bien posicionado el país en disciplinas como Astrofísica.

Al efectuar las comparaciones considerando las disciplinas los Centros FONDAP y las instituciones que los albergan, se ve que éstos han tenido desempeños muy diversos. En algunos casos las áreas asociadas a estos Centros se encuentran a niveles superiores a los analizados del extranjero (matemáticas y astrofísica), en otros casos Chile a tenido un desempeño equivalente (ecología y oceanografía) y en otros casos Chile se encuentra atrasado (cs. biológicas y ciencias de los materiales).

#### **4.10 Ejemplo de descripción de las iniciativas de apoyo a Centros de Excelencia en países del benchmarking**

##### **4.10.1 Centros de Excelencia del Consejo de Investigación de Australia (ARC Australian Research Council) - Australia**

###### *4.10.1.1 Objetivos y características principales*

Australia posee de un programa de Centros de Excelencia a nivel nacional. El programa tiene en consideración las prioridades del país y de este modo los Centros de Excelencia financiados por el ARC tienen como objetivo promover la investigación de acuerdo a las siguientes prioridades:

- Prioridad 1: investigar en áreas que promuevan a Australia como un país sustentable a nivel ambiental.
- Prioridad 2: investigar en áreas que promuevan la salud en la población de australiana.
- Prioridad 3: investigar en áreas cercanas a la frontera tecnológica que construyan y transformen a la industria de Australia.
- Prioridad 4: investigar en áreas que promuevan la seguridad de Australia.

El programa fue establecido en el año 2002 y la primera cohorte de centros financiados data del año 2003, repitiéndose las rondas de concursos en 2005 y 2007. Este Programa surge como reemplazo del Programa ARC Special Research Centres, el cual dejó de otorgar financiamiento en el año 2001. Se espera que los centros generen una extensa y estratégica red de contactos que sirva para fortalecer la posición de Australia en áreas prioritarias.

###### *4.10.1.2 Montos y períodos de financiamiento*

Para la convocatoria de 2003 el Programa se propuso financiar aproximadamente ocho Centros durante un período de cinco años, a su vez se promueve que los Centros intenten obtener financiamiento adicional de otras fuentes. El monto de financiamiento convenido fue de aproximadamente de US\$ 1.500.000 por año por Centro. Para ser elegible el Centro debe depender directamente de una institución de educación superior.

###### *4.10.1.3 Proceso de selección*

A los fines de asegurar que se cumplan los objetivos del ARC, se definen ocho áreas en las que los Centros deben destacarse, y en base a ellas se eligen los Centros a los cuales se les adjudicará el financiamiento. Las áreas consideradas son:

- Programa de investigación
- Investigadores
- Entrenamiento en investigación y educación profesional
- Beneficio nacional
- Creación de contactos regionales, nacionales e internacionales
- Contacto con usuarios finales (promover transferencia tecnológica entre otras actividades)
- Apoyo de las organizaciones que promueven el centro
- Gobernabilidad del centro

###### *4.10.1.4 Centros financiados por el programa*

- ARC Centre of Excellence for Advanced Silicon Photovoltaics and Photonics
- ARC Centre of Excellence for Autonomous Systems
- ARC Centre of Excellence for Biotechnology and Development
- ARC Centre of Excellence for Integrative Legume Research
- ARC Centre of Excellence for Mathematical and Statistical Modelling of Complex Systems

- ARC Centre of Excellence for Quantum-Atom Optics
- ARC Centre of Excellence for Quantum Computer Technology
- ARC Centre of Excellence for Ultrahigh-bandwidth Devices for Optical Systems
- ARC Centre for Complex Dynamic Systems and Control
- ARC Centre for Perceptive and Intelligent Machines in Complex Environments
- ARC Centre for Structural and Functional Microbial Genomics
- ARC Centre for Solar Energy Systems
- ARC Centre for Kangaroo Genome
- ARC Centre for Genome-Phenome Bioinformatics
- ARC Centre for Functional Nanomaterials
- ARC Centre for Nanostructured Electromaterials
- ARC Centre for Complex Systems (ACCS)

#### 4.10.1.5 Ejemplo de centro: *ARC Centre for Functional Nanomaterials* (ciencia de los materiales)

Localización	Universidad de Queensland.
Forma de Organización	Es un Centro de excelencia que trabaja en red y en colaboración con las Universidades de New South Wales, de Australia y de Western Sydney.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Llevar a cabo investigación de nivel mundial sobre síntesis, caracterización y aplicación de varios nanomateriales.</li> <li>▪ Proveer capacitación de primer nivel que contribuya al crecimiento del capital humano australiano.</li> <li>▪ Establecer nexos entre investigadores y grupos internacionales, posicionando a Australia como líder mundial en este campo emergente.</li> <li>▪ Lograr técnicas y tecnologías innovadoras que permitan el desarrollo de nuevos materiales y productos para aplicar en industrias de energías limpias, medioambiente y salud.</li> </ul>
Personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2 directores</li> <li>▪ 5 líderes de programa</li> <li>▪ 13 investigadores principales</li> <li>▪ 44 investigadores asociados</li> <li>▪ 53 estudiantes de doctorado</li> <li>▪ 4 estudiantes de magíster</li> </ul>
Presupuesto	El Centro se estableció en el año 2003 con un subsidio total de \$5 millones de dólares durante 5 años. Cumplido este período, logro una extensión por 3 años más con un subsidio de \$4 millones de dólares.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 122 publicaciones y 4 capítulos de libro en 2006.</li> <li>▪ 161 publicaciones y 3 capítulos de libro en 2007.</li> </ul>
Página Web	<a href="http://www.arccfn.org.au/">http://www.arccfn.org.au/</a>

#### 4.10.1.6 Referencias

[http://www.arc.gov.au/ncgp/ce/ce\\_default.htm](http://www.arc.gov.au/ncgp/ce/ce_default.htm)

[http://www.arc.gov.au/ncgp/ce/selection\\_report08.htm](http://www.arc.gov.au/ncgp/ce/selection_report08.htm)

[http://www.arc.gov.au/pdf/COE\\_Funding\\_Rules\\_final.pdf](http://www.arc.gov.au/pdf/COE_Funding_Rules_final.pdf)

## 4.10.2 Institutos del Milenio – Brasil

### 4.10.2.1 *Objetivos y características principales*

Los Institutos Milenio fueron creados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil en el año 2001 para patrocinar la investigación científica de excelencia en áreas estratégicas para el desarrollo del país. El Programa logra este objetivo al intentar fortalecer la investigación en red, potenciar la base nacional instalada de laboratorios y favorecer la integración con centros internacionales de investigación. El programa finalizó en el año 2003 como fue originalmente estipulado. La primera convocatoria del programa contó con 206 propuestas, de las cuales 15 fueron aprobadas. Debe destacarse que tras su finalización, el Programa fue sucedido por el Programa Institutos Nacionales de Ciencia e Tecnología, el cual es financiado por el Consejo Nacional De desarrollo Científico y Tecnológico de Brasil, dicho programa se destaca por tener metas más ambiciosas en términos nacionales. En este sentido, el Ministerio de Ciencia y Tecnología consideró que los resultados del primer esfuerzo no fueron suficientemente prácticos, que los Institutos Milenio habían sido “demasiado burocráticos” y que ahora los nuevos Institutos serán seguidos mucho más de cerca, con la posibilidad de extender del apoyo por dos años más después de los tres primeros o de suspender en el caso que los resultados no sean adecuados. Aparentemente, la expectativa es que los institutos tengan resultados prácticos desde el punto de vista de las prioridades estratégicas de investigación del país y no se limiten a una producción simplemente académica.

### 4.10.2.2 *Montos y períodos de financiamiento*

El programa brasileño de Institutos Milenio contó con un financiamiento que surgió de un préstamo del Banco Mundial de aproximadamente 40 millones de dólares, el cual podía ser utilizado hasta el año 2003. El programa tuvo 2 convocatorias, en la primera 15 institutos fueron aprobados, en la segunda dos institutos fueron aprobados. El financiamiento a cada centro de manera individual se encontró en un rango que varió entre el millón y los cuatro millones de dólares para tres años.

### 4.10.2.3 *Proceso de selección*

La selección de los institutos fue realizada por un comité científico internacional, que contó con destacados investigadores de diferentes disciplinas.

### 4.10.2.4 *Centros financiados por el programa*

- Avanço Global e Integrado da Matemática Brasileira
- Fábrica do Milênio
- Núcleo de Estudos Costeiros
- Instituto do Milênio para Evolução de Estrelas e Galáxias na era dos grandes telescópios
- Integração de melhoramento genético, genoma funcional e comparativo de citrus
- Mudanças de uso de solo na Amazônia: climáticas e na reciclagem de carbono
- Instituto de Informação Quântica
- Instituto do Milênio de Materiais Complexos
- Instituto de Nanociências
- Água - uma visão mineral
- Instituto Multidisciplinar de materiais poliméricos
- Instituto de Investigação em Imunologia
- Bioengenharia Tecidual: Terapias celulares para doenças crônico-degenerativas
- Rede de Pesquisa em Sistema em Chip, Microsistemas e Nanoeletrônica
- Instituto do Milênio do Semi-Árido
- Instituto do Milênio de Oceanografia

#### 4.10.2.5 Ejemplo de centro: Instituto Milenio de Avance Global e Integrado de la Matemática Brasileña (matemáticas)

Localización	Instituto Nacional de Matemática Pura y Aplicada, IMPA (Rio de Janeiro)
Forma de Organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Organización en red. Instituciones participantes: IMPA INPE-CPTEC, LNCC, PUC-Rio, Universidade de Brasília, Universidade Estadual de Campinas, IME e IAG na Universidade Estadual de São Paulo, Universidade Estadual de São Paulo, São Carlos, Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Federal de São Carlos, Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal Fluminense, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.</li> </ul>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ampliar el número de centros competentes de Brasil.</li> <li>▪ Profundizar la investigación científica sobre todo en lo referido a modelaje computacional.</li> <li>▪ Formación de investigadores.</li> <li>▪ Mejorar la enseñanza media y fundamental de la matemática.</li> <li>▪ Fomentar el intercambio de investigadores con el extranjero.</li> </ul>
Personal	El staff del Centro esta compuesto por los investigadores asociados a las instituciones involucradas. Igualmente se conformó un comité gestor de nueve personas. Solamente considerando al IMPA se tienen 42 investigadores asociados y 91 estudiantes.
Actividades	Más allá de las actividades puramente referidas a investigación, el instituto ofrece cursos destinados a profesores de enseñanza media, organiza seminarios de estadística aplicada y un certamen de olimpiadas matemáticas.
Página Web	<a href="http://milenioimpa.br/">http://milenioimpa.br/</a>

#### 4.10.2.6 Referencias:

[http://ftp.mct.gov.br/prog/padct/padct\\_iii/imilenio.htm](http://ftp.mct.gov.br/prog/padct/padct_iii/imilenio.htm) (cache de google)

[http://www.cnpq.br/editais/ct/2008/docs/015\\_anexo.pdf](http://www.cnpq.br/editais/ct/2008/docs/015_anexo.pdf)

#### 4.10.3 Network of Centres of Excellence (NCE) – Canadá

##### 4.10.3.1 Objetivos y características principales

Canadá posee un programa federal de Redes de Centros de Excelencia (NCE) fundado en 1988. En una primera fase, el Programa recibió 238 cartas de intención; a 158 postulantes se les pidió completar la solicitud de proyecto y 15 de estos fueron escogidos para formar parte de la NCE en el período de 5 años 1988/89 - 1993/94. En una segunda fase, 14 de las redes existentes se postularon para otro período (1994/95 - 1998/99), se otorgó una extensión a diez de estas redes y, además, se establecieron cuatro nuevas.

El objetivo del programa es movilizar el talento investigativo canadiense (en el sector académico privado y público) para contribuir al desarrollo económico y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Una de las finalidades fundamentales del programa es conseguir la colaboración entre Universidades y el sector privado. Las redes de investigación deben conseguir los siguientes objetivos:

- 4 Desarrollar y mantener la investigación en áreas importantes para el crecimiento económico de Canadá.
- 5 Crear sociedades de investigación multidisciplinarias y multisectoriales a nivel nacional que integren las prioridades de investigación y desarrollo de todos los participantes.
- 6 Incentivar el intercambio de resultados y, junto a otras organizaciones, estimular el uso de conocimiento para mejorar la economía canadiense y el desarrollo social.

El programa de Redes de Centros de Excelencia es administrado en conjunto por el Consejo de Investigación de Ciencias Naturales e Ingeniería, el Instituto Canadiense de Investigación sobre Salud y el Consejo de Investigación de Ciencias Sociales y Humanidades. Además se encuentra en asociación con el Departamento de Industria Canadiense. El mismo grupo de trabajo administra cuatro iniciativas nacionales relacionadas:

- 7 Redes de Centros de Excelencia (NCE);
- 8 Centros de Excelencia para la Comercialización e Investigación (CECRs);
- 9 Redes de Centros de Excelencia Lideradas por Empresas (BL-NCEs); y
- 10 Programa de Pasantías de Investigación y Desarrollo Industrial

La misión de estos programas en conjunto es movilizar las investigaciones y su comercialización para construir un Canadá más saludable, avanzado, más competitivo y más próspero, a través de la unión de socios provenientes de diferentes sectores de la sociedad (académico, industrial, público y sin fines de lucro) para llevar a cabo investigaciones de nivel mundial y actividades de transferencia de conocimientos en áreas estratégicas de crecimiento y oportunidad para el país.

#### *4.10.3.2 Montos y períodos de financiamiento*

Los fondos disponibles en la primera fase del Programa de Redes de Centros de Excelencia (1988/89 - 1993/94) fueron de US\$ 144 millones. En la segunda fase (1994/95 - 1998/99) el presupuesto fue de US\$ 97 millones.

En 1997 el presupuesto anual fue de US\$ 24,4 millones. En 1999 el gobierno federal colocó adicionalmente US\$ 45,4 millones y en el año 2000 otros US\$ 6,65 millones para financiar las áreas objetivo seleccionadas.

Las redes son administradas a través de un Directorio. Cada red debe presentar declaraciones anuales detalladas. Además, en el cuarto año de funcionamiento de la red, se requiere un reporte de progreso detallado y un plan estratégico a futuro.

El financiamiento máximo para una red comprende dos períodos de siete años cada uno. Los montos anuales son variables, siendo que en el año fiscal 2006/7 los montos más significativos variaron entre \$2,5 y \$5,4 millones de dólares.

Las condiciones para los subsidios requieren que en el cuarto año de vida de la red se presente un reporte de progreso en detalle y un plan estratégico para el futuro. Al final del primer período, las redes existentes compiten por la continuación como tales y en cada competición, aproximadamente el 25% de los fondos se disponen para nuevas redes. Cuando el financiamiento otorgado por la NCE finaliza, pueden otorgarse partidas para la administración de los costos de la red, pero esto se da solo en los casos de aquellas redes altamente productivas y por un período de tiempo limitado.

#### *4.10.3.3 Proceso de selección*

Las rondas de subsidios difieren año a año. Algunas son abiertas a todas las disciplinas y otras tienen áreas objetivo predeterminadas. Antes de cada llamado, el comité directivo de la NCE decide cual va a ser el área objetivo a tomarse en cuenta, el monto de los fondos disponibles, las áreas cubiertas por las redes y la necesidad nacional de promover y desarrollar espacios de investigación específicos. Las organizaciones habilitadas para obtener los fondos son:

- 11 Universidades
- 12 Institutos de investigación
- 13 Hospitales afiliados

Las nuevas redes que se incorporan en la solicitud de financiamiento deben primero presentar una carta de intención. En una primera instancia, el comité directivo de la NCE designa a expertos internacionales para formar un comité de selección para cartas de intención. Este último debe recomendar a los postulantes que están en condiciones de presentar una propuesta completa. Para la elaboración de la propuesta completa los solicitantes pueden pedir hasta US\$ 17.000, disponible por 6 meses, para gastos generales. En caso de que se solicite financiamiento para un segundo período, no es requisito presentar la carta de intención. Finalmente, el Directorio de la NCE organiza un panel de expertos internacionales para evaluar si las propuestas se adecuan a los criterios de selección para entrar al Programa. Este panel provee un reporte con recomendaciones al comité de selección de la NCE, que revisa y clasifica las propuestas y postula las redes que recibirán el financiamiento. El proceso completo, desde el llamado a postulación hasta la selección de las redes que recibirán financiamiento, requiere de un año y medio.

#### 4.10.3.4 Centros que financia el programa

##### *Advanced Technologies*

- 14 Canadian Institute for Photonic Innovations - CIPI (1999-2009)
- 15 Geomatics for Informed Decisions Network - GEOIDE (1998-2009)
- 16 Mathematics of Information Technology and Complex Systems - Mitacs (1998-2009)

##### *Engineering and Manufacturing*

- 17 AUTO21 Network of Centres of Excellence (2000-2011)
- 18 Intelligent Sensing for Innovative Structures - ISIS Canada (1995-2009)

##### *Health, Human Development and Biotechnology*

- 19 Advanced Foods and Materials Network - AFMNet (2003-2010)
- 20 Allergy, Genes and Environment Network - AllerGen (2004-2009)
- 21 Canadian Arthritis Network - CAN (1998-2009)
- 22 Canadian Language and Literacy Research Network (2000-2008)
- 23 Canadian Stroke Network - CSN (1999-2010)
- 24 PrioNet Canada (2005-2009)
- 25 Stem Cell Network - SCN (2000-2011)

##### *Environment and Natural Resources*

- 26 ArcticNet (2003-2010)
- 27 Canadian Water Network - CWN (2000-2011)
- 28 Sustainable Forest Management Network - SFM (1995-2009)

#### 4.10.3.5 Ejemplo de centro: ArcticNet (Oceanografía)

Localización	Universidad Laval
Forma de Organización	<i>ArcticNet</i> es una Red de Centros de Excelencia en la que participan 27 Universidades canadienses (como la Universidad de Quebec, de Manitoba, de Toronto, de Victoria, etc.) y 5 departamentos federales, en colaboración con múltiples equipos internacionales.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generar sinergia entre Centros de excelencia de ciencias árticas naturales, médicas y sociales.</li> <li>▪ Incrementar y actualizar las observaciones básicas necesarias para direccionar las preguntas sobre los efectos del cambio climático (y la globalización) en los ecosistemas del Ártico.</li> <li>▪ Involucrar a la población de los países del norte en el proceso científico a través del intercambio bilateral de conocimiento, entrenamiento y tecnología.</li> <li>▪ Proveer a los investigadores y a sus colaboradores, nacionales e internacionales, un acceso estable a las costas del Ártico canadiense.</li> <li>▪ Contribuir a la formación de la próxima generación de científicos necesarios para estudiar, modelar, manejar y asegurar la gestión del cambio en el Ártico canadiense.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consolidar la colaboración internacional en el estudio del Ártico canadiense.</li> <li>▪ Trasladar el mayor entendimiento del cambio en el Ártico hacia una evaluación de impacto, políticas nacionales y estrategias de adaptación.</li> </ul>
Personal	<p>El staff del Centro esta compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 62 investigadores</li> <li>▪ 61 asociados</li> <li>▪ 197 estudiantes y <i>Bellows</i></li> </ul>
Presupuesto	Cuenta con una inversión total de \$15.000.000 de dólares aproximadamente para el financiamiento de la segunda fase (2008-2011).
Actividades	En la fase I (2004-2008) el Centro desarrolló más de 20 proyectos de investigación en diferentes temáticas; para la segunda fase proyecta llevar a cabo un número superior a 25 proyectos de campo e investigación.
Página Web	<a href="http://www.arcticnet.ulaval.ca/">http://www.arcticnet.ulaval.ca/</a>

#### 4.10.3.6 Referencias

*The Networks of Centres of Excellence (NCE) Program Guide* <http://nce.nserc.ca>

*Evaluation of the Network of Centres of Excellence Program. Appendices to the Final Report*

*Evaluation of the Network of Centres of Excellence Program, January 1997*

*Networks of Centres of Excellence, Annual Report 1997–98*

*Networks of Centres of Excellence, Fact Sheets (29 October 1999)*

#### 4.10.4 Centros de Investigación en Ciencia- Corea del Sur

##### 4.10.4.1 Objetivos y características principales

El objetivo final del Programa de Centros de Excelencia impulsado por Corea es el de mejorar la investigación en este país de modo que alcance los estándares de los países desarrollados. Además el Programa busca fortalecer la integración horizontal entre Universidades y busca que las empresas logren avances tecnológicos más rápidos en Corea del Sur. El énfasis del Programa se encuentra puesto en la educación y entrenamiento de largo plazo. El programa financia tanto centros científicos como centros dedicados a ingeniería.

El programa tiene sus orígenes en el año 1990 y fue establecido y es gestionado por la Fundación Corea de Ciencia e Ingeniería (KOSEF por sus siglas en inglés), la cual depende del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Los objetivos principales se orientan a formar líderes científicos de calidad mundial, facilitar la cooperación entre la industria y la academia y establecer universidades orientadas hacia la investigación.

##### 4.10.4.2 Montos y períodos de financiamiento

El programa otorga financiamiento a los centros por nueve años no renovables, sin embargo éste puede ser discontinuado en evaluaciones de medio término que se realizan cada tres años. El KOSEF otorga a cada centro científico alrededor de US\$ 1.300.000 anuales para que estos operen, e históricamente esto ha representado alrededor de un tercio del presupuesto de este organismo.

##### 4.10.4.3 Proceso de selección

La selección de los centros se hace en base al nivel de excelencia de la propuesta, al tamaño crítico, al equipamiento disponible, a la capacidad de investigación y gestión y finalmente a la colaboración con empresas.

La selección de los centros se hace en dos etapas. En una primera etapa se realiza un análisis previo, se consulta a especialistas y se conduce una entrevista. En la segunda etapa se agrega una visita y una evaluación final. Si se superan ambas etapas se ofrecen los fondos al centro.

#### 4.10.4.4 Centros financiados por el programa

- 29 TGRC (Topology and Geometry Research Center)
- 30 CTP (Center for Theoretical Physics)
- 31 SPRC (Semiconductor Physics Research Center)
- 32 RCMM (Research Center for Molecular Microbiology)
- 33 PMBBRC (Plant Molecular Biology and Biotechnology Research Center)
- 34 GARC (Global Analysis Research Center)
- 35 RCDAMP (Research Center for Dielectric and Advanced Matter Physics)
- 36 CBM (Center for Biofunctional Molecules)
- 37 CMS (Center for Molecular Science)
- 38 RCCD (Research Center for Cell Differentiation)
- 39 CRC (Cancer Research Center)
- 40 CMR (Center for Mineral Resources Research)
- 41 RCNBMA (Research Center for New Bio-Materials in Agriculture)
- 42 ASSRC (Atomic Scale Surface Science Research Center)
- 43 HRC (Hormone Research Center)
- 44 CMC (Research Center for Molecular Catalysis)
- 45 CRM (Center for Electro & Photo Responsive Molecules)
- 46 CCSR (Center for Cell & Signaling Research)
- 47 BDRC (Brain Disease Research Center)

#### 4.10.4.5 Ejemplo de centro: Centro de Investigación en Comunicación Celular (biología molecular)

Localización	<i>EWHA Womens University</i> (Seul)
Forma de Organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El Centro se encuentra totalmente integrado a una Universidad</li> </ul>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Descubrir nuevas funciones regulatorias de las células y revelar mecanismos de comunicación celular asociados a enfermedades.</li> </ul>
Personal	El staff del Centro esta compuesto por aproximadamente 20 investigadores de la Universidad, a ellos se suman aproximadamente 100 alumnos de post-grado que colaboran con la iniciativa.
Actividades	El centro se enfoca primordialmente en actividades puramente relacionadas a la investigación, en ninguna de las fuentes consultadas se hace mención de actividades de divulgación o afines.
Pagina Web	<a href="http://rospath.ewha.ac.kr/index.jsp">http://rospath.ewha.ac.kr/index.jsp</a>

#### 4.10.4.6 Referencias

[http://www.kosef.re.kr/english\\_new/programs/programs\\_01\\_04.html](http://www.kosef.re.kr/english_new/programs/programs_01_04.html)

[http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/Centre%20of%20Excellence%20Policies%202\\_01%20.pdf](http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/Centre%20of%20Excellence%20Policies%202_01%20.pdf)

#### 4.10.5 Centros de Excelencia de la Academia de Finlandia – Finlandia

##### 4.10.5.1 *Objetivos y características principales*

La Academia de Finlandia es una organización que financia la investigación del país y que depende directamente del Ministerio de Educación finlandés. Éste ha sido el principal organismo a cargo de la gestión y diseño del Programa de Centros de Excelencia. La política nacional de centros de excelencia fue formalmente delineada en 1997, aun cuando previo a este hecho se habían financiado Centros de Excelencia sin una guía formal. El programa no sólo financia Centros de Excelencia, sino también organizaciones que sirven como instalaciones claves para diferentes grupos de investigación y cuya instalación requiere de la aplicación de grandes montos de recursos. Estas organizaciones son llamadas “organizaciones paraguas”, las cuales deben contener al menos un Centro de Excelencia para ser elegibles, la idea detrás de estas organizaciones es la de otorgar un subsidio extra que ayuden a desarrollar aun más un ambiente de investigación destacado.

Los Centros tienen como meta concretar los objetivos de investigación y desarrollo finlandeses y se encuentran integrados dentro de la política finlandesa de investigación, tecnología y educación, incluyendo investigación sectorial y a empresas (cuando esto fuera posible). Los Centros propuestos pueden abordar cualquier disciplina y el status de Centro se adquiere únicamente vía la competencia de las propuestas.

##### 4.10.5.2 *Montos y períodos de financiamiento*

El período de financiamiento de un centro de excelencia está estipulado en seis años. Los acuerdos de financiamiento se hacen por período de tres años, debido a razones de presupuesto. A su vez los últimos tres años serán financiados únicamente si el Centro ha tenido un desempeño de acuerdo a lo planeado, en caso contrario, se le otorga un año para que corrija la situación, de no suceder esto se retira el financiamiento de una manera controlada.

El monto de financiamiento estipulado para cada centro no es definido por la Academia de Finlandia, en su lugar se define un monto para cada convocatoria. Para los primeros tres años de la convocatoria 2000-2005 se asignaron aproximadamente 40 millones de dólares para 26 centros de excelencia seleccionados.

##### 4.10.5.3 *Proceso de selección*

En primer lugar el centro propuesto debe contar con al menos un equipo de investigación de primer nivel, teniendo un claro objetivo de investigación y un liderazgo común. Los centros pueden depender de más de una organización de investigación y pueden incluso localizarse fuera de las Universidades.

Los postulantes son evaluados de acuerdo a los estándares internacionales en sus respectivas disciplinas y los modelos apropiados de evaluación son aplicados según la disciplina en cuestión. Los criterios de selección pueden ser agrupados de la siguiente manera:

- 48 Merito científico y producto final
- 49 Significancia y factibilidad de la investigación y del plan operativo
- 50 Ambiente de investigación
- 51 Éxito y potencial en el entrenamiento de investigadores

##### 4.10.5.4 *Centros financiados por el programa*

- 52 CoE in Cancer Biology
- 53 CoE in Signal Processing
- 54 CoE in Virus Research
- 55 CoE in Ancient Greek Written Sources
- 56 CoE in Metapopulation Research
- 57 CoE in Systems Neuroscience and Neuroimaging Research

- 58 CoE in Evolutionary Research
- 59 CoE in Process Chemistry
- 60 CoE in Nuclear and Accelerator Based Physics
- 61 CoE in Translational Genome-Scale Biology
- 62 CoE in Computational Complex Systems Research
- 63 CoE in Global Governance Research
- 64 CoE for Study of Variation, Contacts and Change in English
- 65 CoE in Computational Nanoscience
- 66 CoE in Evolutionary Genetics and Physiology
- 67 CoE in Learning and Motivation Research
- 68 CoE in Adaptive Informatics Research
- 69 CoE in Low Temperature Quantum Phenomena and Devices
- 70 CoE in Political Thought and Conceptual Change
- 71 CoE in Plant Signal Research
- 72 CoE in Complex Disease Genetics
- 73 CoE in Computational Molecular Science
- 74 CoE in Inverse Problems
- 75 Applied Microbiology Research Unit
- 76 Bio- and Nanopolymers Research Group
- 77 Centre for Environmental Health Risk Assessment
- 78 Centre of Excellence for Research in Cardiovascular Diseases and Type 2 Diabetes
- 79 Centre of Population Genetic Analyses
- 80 Developmental Biology Research Programme
- 81 Finnish Research Unit for Mitochondrial Biogenesis and Disease (FinMIT)
- 82 Formal Methods in Programming
- 83 From Data to Knowledge Research Unit
- 84 Helsinki Brain Research Centre (HBRC)
- 85 History of Mind Research Unit
- 86 Research Programme on Male Reproductive Health
- 87 Research Unit of Geometric Analysis and Mathematical Physics
- 88 Research Unit on Economic Structures and Growth
- 89 Research Unit on Physics, Chemistry and Biology of Atmospheric Composition and Climate Change

#### 4.10.5.5 Ejemplo de centro: Centro de Excelencia en Investigación de la Evolución (ecología)

Localización	Univesidad de Jyväskylä, Jyväskylä
Forma de Organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El Centro no ha desarrollado ningún tipo de estructura en red, y se encuentra asociado únicamente a una universidad.</li> </ul>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desarrollar la investigación de la evolución a una disciplina predictiva que pueda ser dirigida a la resolución de problemas de varias disciplinas aplicadas.</li> </ul>
Personal	El centro se encuentra conformado por cuatro investigadores principales, 23 investigadores seniors y postdoctorandos, y 28 doctorandos.
Actividades	El centro se enfoca primordialmente en actividades puramente relacionadas a la investigación, en ninguna de las fuentes consultadas se hace mención de actividades de divulgación o afines.
Pagina Web	<a href="http://www.jyu.fi/science/laitokset/bioenv/en/coeevolution">http://www.jyu.fi/science/laitokset/bioenv/en/coeevolution</a>

#### 4.10.5.6 Referencias

[http://www.aka.fi/en-gb/A/Science-in-society/Centres-of-Excellence-/](http://www.aka.fi/en-gb/A/Science-in-society/Centres-of-Excellence/)

[http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/Centre%20of%20Excellence%20Policies%202\\_01%20.pdf](http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/Centre%20of%20Excellence%20Policies%202_01%20.pdf)

#### 4.10.6 Centers of Research Excellence Fund – Nueva Zelanda

##### 4.10.6.1 Objetivos y características principales

El Fondo de apoyo a Centros de Excelencia en Investigación (Fondo CoRE) fue establecido en el año 2001. Cinco Centros fueron apoyados a partir del año 2002, otros dos Centros se comenzaron a apoyar a partir del año 2003 y siete nuevos Centros a partir del año 2007, totalizando 14 Centros activos en la actualidad.

El Fondo es administrado por la Comisión de Educación Superior (*Tertiary Education Commission, TEC*), la que es asistida por la Sociedad Real de Nueva Zelanda (*Royal Society of New Zealand, RSNZ*), en el proceso de selección científica, haciendo recomendaciones de financiamiento a TEC.

La visión del gobierno para el Fondo CoRE incluye los siguientes elementos:

- 90 Promover investigación de excelencia, colaborativa y focalizada estratégicamente;
- 91 Lograr una sustancial transferencia de conocimiento;
- 92 Proveer oportunidades para la creación y difusión del conocimiento no disponibles a través de otros fondos de apoyo a la investigación; y
- 93 Facilitar que las instituciones de educación superior desarrollen relaciones y vínculos con otras organizaciones de investigación, empresas y las comunidades en las que ellas están insertas.

Esta visión se traduce en tres objetivos para el Fondo, que consisten en apoyar el desarrollo de investigaciones que:

- 94 Sean de excelente calidad (de nivel mundial);
- 95 Estén focalizadas en el desarrollo futuro de Nueva Zelanda; y
- 96 Conduzcan a actividades significativas de transferencia de conocimiento (incluyendo la formación de futuros investigadores).

Los Centros de Excelencia en Investigación son principalmente, pero no exclusivamente, redes de investigación interinstitucional, con investigadores trabajando juntos en programa de trabajo en común. Cada Centro está hospedado en una Universidad y comprende varias organizaciones socias, incluyendo otras Universidades y *Crown Research Institutes*.

##### 4.10.6.2 Montos y períodos de financiamiento

Cada Centro recibe financiamiento por dos períodos consecutivos de 6 años sujetos a evaluaciones de medio término cada 3 años. En caso de no decidirse renovación a los 3 años, el financiamiento es decreciente para los 3 años restantes del período. Los Centros reciben en promedio un monto por única vez para inversión en bienes de capital (excluye infraestructura) de aproximadamente US\$ 2,3 millones. Anualmente reciben un subsidio para gastos operativos de unos US\$ 1,5 millones en promedio. Se solicita una creciente contribución de fondos de contraparte de diversas fuentes en el transcurso de la vida del Centro, aunque no se requiere que sean autosostenibles.

##### 4.10.6.3 Proceso de selección

El proceso de selección incluye dos pasos: una expresión de interés y luego una propuesta completa. La propuesta completa consiste principalmente de un plan estratégico para el Centro propuesto, y un aspecto fundamental del mismo es el plan de investigación. El plan estratégico se limita a 30 páginas, distribuidas entre las siguientes secciones:

- 97 Visión del Centro
- 98 Programa propuesto de investigación
- 99 Referencias
- 100 Formación de Recursos Humanos
- 101 Redes y Alianzas
- 102 Formas de uso del conocimiento por parte de los usuarios finales
- 103 Gestión del Centro
- 104 Planes futuros
- 105 Planes de recursos y financieros

La tabla 7 detalla los criterios e indicadores utilizados para la selección de las propuestas de Centros de Excelencia en Investigación, la misma se presenta al final del presente Capítulo.

#### 4.10.6.4 Centros financiados por el programa

- 106 Allan Wilson Centre for Molecular Ecology and Evolution
- 107 Maurice Wilkins Centre for Molecular Biodiscovery
- 108 The MacDiarmid Institute for Advanced Materials and Nanotechnology
- 109 National Centre for Advanced Bio-Protection Technologies
- 110 National Research Centre for Growth and Development
- 111 Nga Pae o te Maramatanga (Horizons of Insight) - The National Institute of Research Excellence for Maori Development and Advancement
- 112 The Riddet Centre - advancing knowledge in foods and biologicals
- 113 New Zealand Institute of Mathematics and its Applications (NZIMA)

#### 4.10.6.5 Ejemplo de centro: Allan Wilson Centre for Molecular Ecology and Evolution (ecología)

<b>Localización</b>	La Universidad de Massey
<b>Forma de Organización</b>	Es uno de los siete Centros de Excelencia en Nueva Zelanda y participan investigadores de las Universidades de Auckland, Victoria, Wellington, Canterbury y Otago y del Instituto de Investigación de Plantas y Alimentos de Nueva Zelanda.
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unir a los investigadores senior de 5 universidades a lo largo del país.</li> <li>▪ Agrupar ecologistas, biólogos y matemáticos de clase mundial.</li> <li>▪ Incentivar proyectos e investigación innovadora.</li> <li>▪ Intercambiar académicos internacionalmente para lograr los niveles más altos en el aprendizaje de los estudiantes de grado y posgrado.</li> <li>▪ Promover activamente la conciencia pública y el interés por la biología, la conservación y la ecología.</li> <li>▪ Producir un nivel de entendimiento de la biota de Nueva Zelanda sin precedente, su pasado y su futuro.</li> </ul>
<b>Personal</b>	<p>El staff del Centro esta compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 20 investigadores</li> <li>▪ 8 <i>fellows</i></li> <li>▪ 12 postdocs</li> <li>▪ 47 estudiantes de doctorado y magíster</li> </ul>

Actividades	<p>El Centro realiza múltiples actividades en la comunidad. Ejemplos de esto son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Actividades con escuelas</li> <li>▪ Colaboración en comunidades isleñas</li> <li>▪ Series de lectura</li> <li>▪ Conferencias y talleres</li> <li>▪ Otros eventos</li> </ul>
Pagina Web	<p><a href="http://www.allanwilsoncentre.ac.nz/">http://www.allanwilsoncentre.ac.nz/</a></p>

#### 4.10.6.6 Referencias

<http://www.royalsociety.org.nz/Site/funding/core/>

<http://www.tec.govt.nz/templates/standard.aspx?id=586>

<http://www.tec.govt.nz/templates/standard.aspx?id=587>

#### 4.10.7 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 el financiamiento el centro en cuestión. En el caso finlandés cuando un centro no aprueba la evaluación de medio termino 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 planeó 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 e 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, éstas 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.





GOBIERNO Y GESTIÓN	Estructura de gestión y plan de negocio	<p>La fortaleza de los acuerdos de gobierno, gestión y operación se evalúa considerando los estatutos del Centro, el plan de negocios y las mediciones de desempeño propuestas para determinar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La claridad de los principios de operación y el grado en el que las estructuras de gobierno y gestión controlan que los mismos sean alcanzados,</li> <li>▪ Las acreditaciones del director del Centro tales como su capacidad de liderazgo estratégico, habilidades de gestión y experiencia exitosa,</li> <li>▪ Un plan robusto de establecimiento del Centro,</li> <li>▪ La adecuación de los acuerdos de comunicación propuestos,</li> <li>▪ La habilidad del Centro de alcanzar su propósito principal,</li> <li>▪ La habilidad de cumplir con las obligaciones del Tratado de Waitangi,</li> <li>▪ Compromiso de apoyo institucional, como por ejemplo, el establecimiento del Centro, políticas de financiamiento, suministro de espacio físico y otros recursos, y</li> <li>▪ La viabilidad financiera del Centro propuesto.</li> </ul>
	Acuerdos entre las organizaciones participantes	<p>La fortaleza de la sociedad requerida entre las organizaciones de investigación participantes es evaluada considerando el Memorando de Entendimiento u otros acuerdos que dichas organizaciones hayan desarrollado, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipos de sociedades,</li> <li>▪ Acuerdo de compartir el personal,</li> <li>▪ Acuerdo de compartir los costos, y</li> <li>▪ Acuerdo de compartir la propiedad intelectual.</li> </ul>
	Instalaciones	<p>La adecuación de las instalaciones del Centro se evalúan según:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La habilidad del Centro de desarrollar una identidad separada de su anfitrión,</li> <li>▪ El estándar del alojamiento,</li> <li>▪ El grado en el cual los equipamientos y demás herramientas de investigación son consideradas de última generación y la facilidad de acceso que posee a servicios de apoyo, incluyendo servicios financieros ofrecidos por el anfitrión.</li> </ul>
	Desarrollo del Centro	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El potencial del Centro de desarrollarse como una entidad viable a largo plazo se evalúa en base a si la propuesta demuestra una vía clara y probable para su desarrollo futuro.</li> </ul>

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 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 diseminación 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 Basal.<sup>70</sup>

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.

### 5.2 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 del 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 un misma área programática dentro de CONICYT –Programas de Investigación Asociativa- reconoce este concepto como 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 incorporaron 233 post-docs. En la actualidad CONICYT cuenta con un Programa de Capital Humano Avanzado que incluye becas de

<sup>70</sup> 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.

postgrado en el país y en el exterior, y la atracción de capital humano avanzado del extranjero por estancias 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.

### **5.3 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.

#### **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.

### ***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 el 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 los 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.

## **5.4 Recomendaciones para el relanzamiento del Programa FONDAP**

### **5.4.1. 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),<sup>71</sup> integrando las siguientes iniciativas: FONDAP, Financiamiento

<sup>71</sup> 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.

Basal, Anillos de Investigación, Centros Regionales de Desarrollo Científico Tecnológico y Consorcios Tecnológicos (ver Gráfico 1)<sup>72</sup>. 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 privado,<sup>73</sup> 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 disseminación de experiencias y conocimientos científicos a los escolares en general, y a la enseñanza de las ciencias en la escuela en particular.

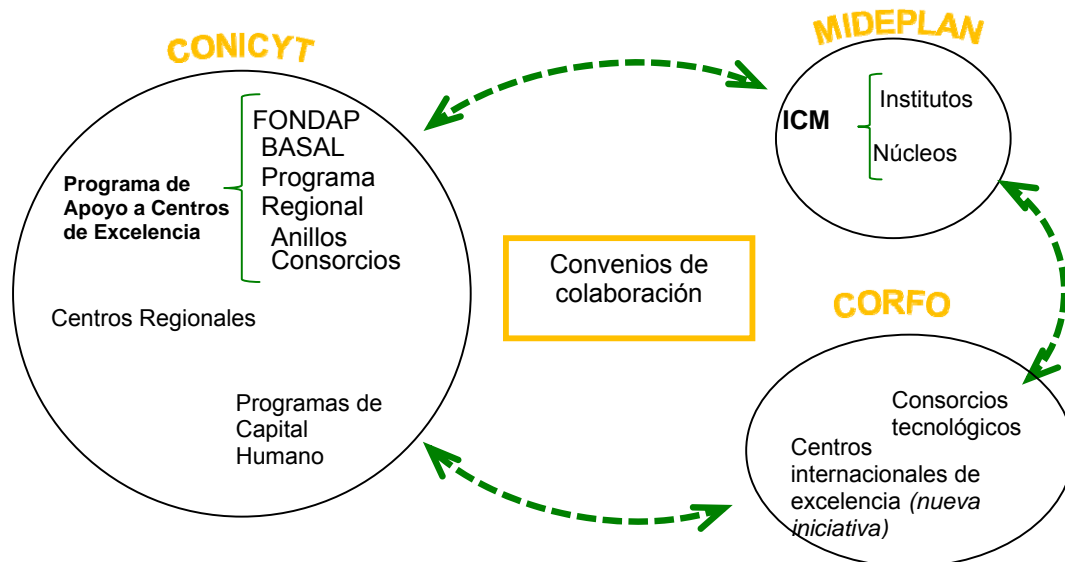
Un país debe trabajar para lograr sinergias entre sus distintas iniciativas relacionadas, independientemente del sector, ministerio o servicio en que se insertan. Al evaluar un programa y extraer conclusiones es necesario verlo en el contexto de los otros programas relacionados que hay en el país en 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.

---

<sup>72</sup> 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.

<sup>73</sup> Como los *Collaborative Research Centers* australianos, por ejemplo

Gráfico 1: 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.

#### 5.4.2. Administración

Las recomendaciones que se dan a continuación se pueden aplicar tanto al relanzamiento del Programa FONDAP como programa aislado (continuando 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 abarcativa 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 30, 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 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.

### **5.4.3. 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 ésta 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 extranjeros.<sup>74</sup>

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

---

<sup>74</sup> Esta estrategia, si bien original en el contexto latinoamericano, ha sido continuamente utilizada por Estados Unidos y muchos países europeos.

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.

#### *5.4.3.1. 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 bruto interno en la actualidad<sup>75</sup>, 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.

#### *5.4.3.2. 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.

---

<sup>75</sup> Según estimaciones entregadas por la Subsecretaría de Economía, División de Innovación.

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 capacitación 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.

#### 5.4.3.3. 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 que sigue 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*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Supuestos para el cumplimiento de objetivos
1. Alcanzar <b>estándares de excelencia</b> internacional con la investigación que se realiza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiamiento ajustado a las necesidades y costos de cada Centro, de acuerdo a su plan estratégico.</li> </ul>
2. Colaborar en la <b>formación de capital humano</b> avanzado (nivel doctorado y postdoctorado).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiamiento protegido de la inflación.</li> </ul>
3. Promover la <b>incorporación</b> progresiva de <b>investigadores jóvenes</b> (nacionales y extranjeros) al circuito científico de excelencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de fondos complementarios para equipamiento de uso común e individual.</li> </ul>
4. <b>Valorizar la investigación y vincularse con el medio externo.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de mecanismos para la inserción de investigadores jóvenes en los Centros.</li> </ul>

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, 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 del 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.