



UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
CENTRO EULA-CHILE



“Estudio de Identificación de Capacidades y Necesidades de Investigación en Chile sobre COPs”

Junio, 2008





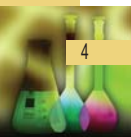
SIGLAS Y ABREVIATURAS

ATSDR	: Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de las Enfermedades
CEPEDEQ	: Centro de Estudios para el Desarrollo de la Química
CITUC	: Centro de Información Toxicológica de la Universidad Católica
CONAF	: Corporación Nacional Forestal
CONAMA	: Comisión Nacional de Medio Ambiente
CONICYT	: Comisión Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología
COPs	: Contaminantes Orgánicos Persistentes
CORFO	: Corporación de Fomento de la Producción
DS	: Decreto Supremo
EPA	: Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.
FONDECYT	: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico
FONDEF	: Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico
FONIS	: Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo en Salud
GC/ECD	: Gas Chromatography/Electron Capture Detector
GC/MS	: Gas Chromatograph/Mass Spectrometer
GEF	: Global Environment Facility
Innova	: El Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica dependiente del Ministerio de Economía de Chile.
ISI	: Institute for Scientific Information
ISP	: Instituto de Salud Pública
MINSAL	: Ministerio de Salud
PBCT-CONICYT	: Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología
PCBs	: Bifenilos Policlorados
PCDD/PCDF	: Dioxinas y Furanos
PNI	: Plan Nacional de Implementación para la Gestión de COPs
PNUMA	: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SAG	: Servicio Agrícola y Ganadero
SCIELO	: Scientific Electronic Library Online
SCIRUS	: Comprehensive Scientific Research Tool
SCOPE	: Scientific Committee on Problems of the Environment
SMART	: Simple Multi-Attribute Ranking Technique
TEQ	: Toxic Equivalency Quantity
UNEP	: United Nations Environment Programme



ÍNDICE

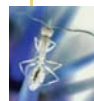
1	Introducción	9
2	Situación de los COPs en Chile	12
2.1	Fuentes de COPs en Chile	12
2.2	Niveles Ambientales	13
3	Objetivos Generales y Específicos	14
4	Metodología	15
4.1	Análisis de la Información Científica en el Ámbito Nacional	15
4.1.1	Revisión de Fuentes de Información	15
4.1.2	Clasificación de los Trabajos Encontrados	16
4.2	Evaluación de las Capacidades de Investigación en COPs en Chile	17
4.2.1	Diseño y Aplicación del Cuestionario Sobre Capacidades de Investigación	17
4.2.2	Diagnóstico de las Líneas y Proyectos de Investigación	17
4.2.3	Diagnóstico de la Infraestructura Instalada en Chile	18
4.3	Determinación de Prioridades Nacionales de Investigación en COPs	19
5	Presentación y análisis de resultados	21
5.1	Análisis de la Información Científica en el Ámbito Nacional	21
5.1.1	Bases de Datos ISI	21
5.1.2	Análisis de Fuentes de Financiamiento	23
5.2	Resultados de la Evaluación de las Capacidades de Investigación en COPs.	25
5.2.1	Aplicación del Cuestionario sobre Capacidades de Investigación.	25
5.2.1.1	Capacidades de Investigación.	25
5.2.1.2	Fuentes de financiamiento.	31
5.2.1.3	Recursos humanos	33
5.2.1.4	Infraestructura	35
5.2.2	Análisis de la Situación Nacional de Acuerdo a Entrevistas con Investigadores Nacionales.	36
6	Conclusiones y Recomendaciones	38
6.1	Conclusiones	38
6.2	Recomendaciones	39
7	Referencias	41
	ANEXO I: CUESTIONARIO	42
	ANEXO II: PUBLICACIONES INDEXADAS EN LA BASE DE DATOS ISI SOBRE COPs EN CHILE (Orden Alfabético del primer autor)	53
	ANEXO III: Lista de Investigadores nacionales entrevistados	56
	ANEXO IV: Equipo de Trabajo:	58





ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	Pág.	
Tabla 1	Requerimientos Para El Análisis Instrumental De COPs.	18
Tabla 2	Número de artículos por instituciones con publicaciones ISI	22
Figura 1	Número total de publicaciones ISI sobre estudios de COPs en Chile, distribuidas según las categorías del Convenio de Estocolmo	21
Figura 2	Número de publicaciones indexadas por año por instituciones nacionales o extranjeras que realizan estudios de COPs en Chile.	22
Figura 3	Número total de publicaciones SCIELO en materia estudios de COPs realizados en Chile, distribuidas según categorías definidas en el Convenio de Estocolmo	23
Figura 4	Número de proyectos realizados a través de fondos de financiamiento nacionales.	24
Figura 5	Número de proyectos realizados por fondos de financiamientos nacionales por año.	24
Figura 6	Número de proyectos desarrollados con fondos de financiamiento CONICYT, adjudicados instituciones de investigación nacionales.	25
Figura 7	Sustancia y matriz en la cual trabajan los grupos de investigación en Chile.	26
Figura 8	Sustancias y matrices a priorizar para las futuras investigaciones y financiamientos en el ámbito nacional, de acuerdo a la opinión de los encuestados en el proyecto.	27
Figura 9	Actividades definidas en el convenio de Estocolmo que son efectuadas en las investigaciones de COPs en Chile, de acuerdo a los investigadores nacionales	28
Figura 10	Nivel de capacidades de investigación en Chile en torno a los COPs.	29
Figura 11	Aspectos a fortalecer en la investigación en Chile en torno a los COPs dentro de los próximos años	30
Figura 12	Plazos para implementar las actividades para la investigación de COPs en Chile.	31
Figura 13	Fuentes de Financiamiento que han apoyado a las investigaciones de COPs	32
Figura 14	Apreciación del financiamiento a la línea de investigación de COPs en Chile	32
Figura 15	Instancia o instrumento de financiamiento más adecuado para el futuro financiero de la investigación de COPs en Chile.	33
Figura 16	Grado educacional promedio de los integrantes de grupos de investigación en COPs a nivel nacional.	33
Figura 17	Áreas de profesionales que se disponen como promedio en los equipos de laboratorio de investigación a nivel nacional.	34
Figura 18	Productividad científica de los grupos de investigación nacionales en los últimos 5 años en temas relacionados a la investigación de COPs.	34



RESUMEN EJECUTIVO

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) son un conjunto de sustancias que comparten ciertas características básicas: poseen gran toxicidad, son persistentes en el ambiente, tienen capacidad para bioacumularse en las cadenas alimenticias y se trasladan a grandes distancias. Estas propiedades y, principalmente su libre circulación a través del “efecto saltamontes”, hacen que la presencia de los COPs represente una amenaza global.

Se han identificado doce COPs frente a los cuales la comunidad internacional ha reconocido la necesidad de adoptar medidas urgentes. Una de estas medidas fue el establecimiento en mayo de 2004 del Convenio de Estocolmo sobre COPs, instrumento internacional jurídicamente vinculante que tiene por objetivo prevenir los daños de estas sustancias sobre el ambiente, incluyendo la salud humana, comprometiéndose a cada país participante a la aplicación de medidas para a) eliminar o restringir la producción y el uso de los COPs producidos intencionalmente, b) eliminar en forma ambientalmente adecuada, las existencias de los COPs fuera de uso, deteriorados, vencidos o prohibidos, c) minimizar la generación de los COPs que se forman y liberan de manera no intencional, tomando medidas de prevención relativas a las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales y, d) elaborar un Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo. Nuestro país ratificó el Convenio el 20 de enero de 2005 y fue aprobado por Decreto No 38 del 19 de mayo de 2005, en donde la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) es el punto focal de éste.

Así, como una forma de ajustarse al cumplimiento de las imposiciones señaladas en este Convenio, es que nuestro país se ha visto en la necesidad de realizar una serie de estudios, estableciendo inventarios de liberaciones y presencia de COPs en el ambiente. Por medio del presente proyecto se busca tener conocimiento de actividades de investigación sobre COPs en Chile, evaluando las actuales capacidades humanas y de infraestructura a nivel nacional, junto con las líneas y los proyectos de investigación en desarrollo y los previstos a corto y largo plazo en materia de COPs, para luego poder identificar y definir, junto con la comunidad científica nacional, líneas y sub-líneas de investigación prioritarias.

Para ello, en el presente informe se hizo un análisis de la información científica disponible en COPs en el ámbito nacional a través de bases de datos nacionales e internacionales. Además, se buscó evaluar las capacidades de investigación en COPs en Chile a partir del diseño y aplicación de un cuestionario sobre capacidades de investigación, diagnosticando así infraestructura, personal competente y líneas y proyectos de investigación actualmente desarrollados en el país.

Junto con la aplicación del cuestionario y entrevistas con los involucrados, se lograron establecer líneas y/o categorías de investigación prioritarias en el ámbito de investigación de COPs, las que llevaron a concluir que a pesar de que se desarrollan varias líneas de investigación, éstas aun son deficitarias en varias de las categorías que señala el Convenio, siendo la salud el área que requiere mayor atención.



Muchos de los entrevistados señalaron que el número de trabajos publicados acerca de COPs en Chile son limitados y desconocidos para la propia comunidad científica. Si bien existen muchas deficiencias se debe resaltar el esfuerzo de los distintos grupos de investigación del área por mantener el país a la vanguardia con respecto a los intereses internacionales.





EXECUTIVE SUMMARY

Persistent Organic Pollutants (POPs) are a set of substances that share certain basic characteristics: they possess toxic properties, they are persistent in the environment, are able to bioaccumulate through food chains, to travel long distances across international boundaries and are deposited far from their place of release. These properties, and mainly their high mobility in the environment, known as the “grasshopper effect”, make these substances a global threat.

Twelve POPs have been identified, to which the international community has recognized the need to adopt an urgent response. On May, 2004, the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) was established to address this issue and to prevent further damage to the environment and human health. This convention promotes that every country involved in this agreement has to take actions in order to a) eliminate or restrict the production and use of these POPs, b) eliminate, in a suitable manner, stocks of POPs out of use, damaged, outdated or prohibited, c) minimize the generation of POPs that are formed and released unintentionally by taking actions on prevention relative to applying the best available procedures and environmental practices and, d) prepare a National Implementation Plan of the Stockholm Agreement. Our country ratified the Agreement on January 20, 2005 and on May 19, 2005 the Congress passed a bill (No 38), where the National Commission of the Environment (CONAMA) is the main institution responsible for this agenda.

In order to fulfill the basic requirements of the Stockholm Agreement, our country needs to materialize a series of studies, establishing release inventories of the substances and determining the presence of POPs in the environment. The aim of this study was to have an overview of research activities on POPs in Chile by assessing the current human capacities and laboratory infrastructure to a national level, along with the research lines, ongoing projects and upcoming research on POPs. In addition, this work aims to identify and to define, along with the national scientific community, priority lines and sub-lines of research on POPs.

This report analyzed all available scientific information on POPs in Chile across national and international scientific databases. In addition, the current research capacity on POPs in Chile was evaluated through the application of a questionnaire and interviews with the most prominent researchers on POPs to provide a diagnosis of the capacity, infrastructure, competent personnel and current research lines on these substances in the country, as well as the research areas that are needed. This led us to conclude that although several research lines on POPs have been developed in our country, there are considerable gaps for some research areas included in the Agreement, one being the human health related area that needs the most attention.

Finally, several interviewees indicated that the number of published works on POPs in Chile is limited and unknown for the scientific community. Although there are many shortcomings that exist on this topic, it is necessary to acknowledge the effort of these research groups for maintaining the country in the lead with regards to international interests.





1 INTRODUCCIÓN

En el último siglo el desarrollo de una amplia gama de nuevas sustancias químicas, tales como agentes terapéuticos, sustancias químicas de uso industrial y agroquímicos, ha desencadenado una serie de problemas en el ámbito global debido a la persistencia de estos compuestos en el ambiente, provocando el subsiguiente deterioro del ecosistema y por ende, poniendo en riesgo la salud humana (Barra et al., 2005). En particular, la atención se ha centrado en los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs o POPs, por sus siglas en inglés). Estos compuestos pueden producir diversas enfermedades entre las que se cuentan diversos tipos de cáncer, alergias e hipersensibilidad, desórdenes en el sistema nervioso central y periférico. Se considera adicionalmente que algunos COPs causan desórdenes endocrinos que, al alterar el sistema hormonal, pueden dañar los sistemas reproductivo e inmunológico de los individuos expuestos y de sus descendientes, además de generar defectos congénitos y trastornos en el crecimiento (UNEP, 2003).

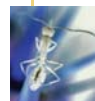
Los COPs generan un problema ambiental global, en parte por su uso masivo y emisiones continuas al ambiente, pero en particular debido a su extraordinaria toxicidad, persistencia y movilidad en el ambiente. En general, estos compuestos son casi exclusivamente de origen antropogénico y suplieron una necesidad en distintas épocas, inclusive en la actual.

Las propiedades físico-químicas de estos compuestos como la estabilidad química, semivolatilidad, afinidad por la materia orgánica, en combinación con los gradientes de temperatura, genera una transferencia neta de contaminantes desde latitudes medias y bajas hacia latitudes elevadas, evitando los efectos de dilución que esta transferencia a gran escala debería involucrar de acuerdo a los conceptos tradicionales. Estas características, sumadas a los efectos tóxicos de estos compuestos, han sido causa de preocupación a nivel mundial (Vreugdenhil et al., 2002).

Por ello, en el año 2001 el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), luego de exhaustivas negociaciones, concretó el desarrollo y firma del Convenio de Estocolmo, que permite a una escala global, introducir un manejo sustentable de los COPs. Este convenio fue ratificado por Chile en enero del 2005, siendo su Punto Focal la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

Este convenio establece medidas para reducir y/o eliminar la liberación de COPs al medio ambiente, incluyendo la prohibición y restricción a su producción y utilización; la reducción de las liberaciones de productos secundarios, manejo y eliminación de los desechos que los contienen. Además, en este convenio se indica claramente la necesidad de implementar actividades de investigación y desarrollo estipulado en el Artículo 11, el cual declara que "las partes, dentro de sus capacidades, fomentarán y afectarán en el ámbito nacional e internacional las actividades de investigación, desarrollo, vigilancia y cooperación adecuadas respecto de los COPs y, cuando proceda, respecto de sus alternativas y de los COPs potenciales, incluyendo los siguientes aspectos:

- a) Fuentes y liberaciones en el medio ambiente;
- b) Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente;
- c) Transporte, destino final y transformación en el medio ambiente;
- d) Efectos en la salud humana y en el medio ambiente;



- e) Efectos socioeconómicos y culturales;
- f) Reducción y/o eliminación de sus liberaciones;
- g) Metodologías armonizadas para hacer inventarios de las fuentes generadoras y de las técnicas analíticas para la medición de las emisiones.

El inciso N° 2 del Artículo 11 del convenio, sostiene que se deberán apoyar los esfuerzos nacionales e internacionales para fortalecer las capacidades nacionales de investigación científica y técnica, los cuales se verán reflejados en trabajos de investigación destinados a mitigar los efectos de los contaminantes orgánicos persistentes en la salud reproductiva y que los resultados de las investigaciones serán accesibles a la comunidad en forma expedita.

La III Conferencia de las Partes, realizada en el año 2007, aprobó la Decisión SC-3/19 sobre evaluación de la eficacia del Convenio de Estocolmo, aprobando el plan de vigilancia mundial sobre COPs y el plan de aplicación para la primera evaluación de la eficacia estableció grupos de organización regionales para facilitar la aplicación regional del plan de vigilancia mundial y, aprobó la Guía para el Plan de Vigilancia Mundial de los COPs (Mayo 2007).

El Plan Nacional de Implementación para la gestión de COPs en Chile (PNI), también señala una serie de medidas que involucran el desarrollo de investigaciones que se consideran prioritarias para el país. En particular, el estudio realizado por el Dr. Germán Corey y colaboradores (CONAMA 2005b) puso énfasis en destacar las limitaciones actuales existentes para un mejor conocimiento del complejo COPs/ ambiente/ salud. Sin duda el sesgo de la información sobre COPs generada en Chile es claramente favorable hacia información sobre el ambiente (aunque a nuestro juicio es aún insuficiente) y la ausencia de información es notoria en la presencia y efectos en humanos de estas sustancias.

De acuerdo al PNI, se requiere actualizar y perfeccionar el monitoreo y la vigilancia de los plaguicidas COPs en los distintos ámbitos. Las propuestas deben orientarse a:

- a) Actualizar los valores de concentraciones de COPs en ambiente y seres humanos.
- b) Establecer programas coordinados e integrados, multi-sectoriales y multi-institucionales, de monitoreo y vigilancia, bajo la premisa de objetivos comunes a sectores e instituciones y objetivos específicos según intereses particulares.
- c) Promover proyectos colaborativos para efectuar estudios de exposición humana y de enfermedades por exposición a COPs, en especial para Bifenilos Policlorados (PCBs) y dioxinas/ furanos, con énfasis en la exposición materno-fetal y en los cánceres asociados.
- d) Promover proyectos de investigación en epidemiología ambiental, en estrecha colaboración con proyectos de mediciones ambientales.
- e) Consolidar cuantitativa y cualitativamente el desarrollo y la suficiencia de una red de laboratorios analíticos para COPs.

Además, según el PNI, una propuesta de investigación debe asumir los siguientes propósitos dando especial énfasis a su logro en lo relativo a PCBs, dioxinas y furanos, disposición final de desechos peligrosos y sitios contaminados, a saber:

- Aportar más y mejores elementos científicos que los actualmente disponibles, para sustentar la gestión del Plan de Acción del PNI.



- Aportar más y mejores elementos científicos que los actualmente disponibles, para sustentar la gestión del PNI.
- Mejorar las capacidades nacionales de laboratorios relativos a COPs, para fines de monitoreo, vigilancia e investigación, tanto en medioambiente como en seres humanos. Este propósito concuerda con lo planteado por el Informe del Perfil Chileno sobre la Gestión de las Sustancias Químicas (CONAMA, 2003) en lo relativo a recursos humanos, capacitación y entrenamiento y recursos físicos necesarios para la gestión de la sustancias químicas.
- Identificar las condiciones nacionales que influyen en la ocurrencia de niveles peligrosos de exposición humana a COPs, vale decir, detectar los factores de riesgo a nivel de las personas, medio ambiente e instituciones.
- Identificar los principales efectos adversos causados por los COPs en la salud de la población chilena, según las características propias de la realidad ambiental y social.
- Demostrar en la realidad chilena la relación causa-efecto entre exposición a COPs y efectos adversos atribuibles a estas sustancias.
- Contribuir con información sustentada a la elaboración de propuestas de normativas que suplan los vacíos en la legislación nacional y que apunten al cumplimiento de las exigencias y mandatos del Convenio de Estocolmo.
- Específicamente, dentro del contexto del párrafo precedente y sobre la base de las metodologías de evaluación del riesgo, ayudar a establecer los límites máximos permisibles para la exposición humana, los límites tolerables de contaminación ambiental y las normas de emisiones de COPs.
- Evaluar el impacto económico adverso que la contaminación por COPs produce en distintos aspectos medioambientales relacionados con la productividad, sistema de salud público y calidad de vida de la población.



2 SITUACIÓN DE LOS COPS EN CHILE

La progresiva restricción y prohibición de los 9 plaguicidas COPs a partir del año 1984 redujo significativamente la exposición humana a niveles por debajo de los valores límites máximos establecidos a nivel nacional e internacional. Sin embargo, y por la naturaleza persistente de estas sustancias, en la actualidad aún se les encuentra en alimentos y en la biota, pero en bajas concentraciones. El interés por los PCBs comenzó en Chile a partir del año 1990; sin embargo, los diagnósticos se encuentran aún en sus primeras etapas en diferentes frentes ambientales y son casi inexistentes respecto a exposición humana. En Chile las pesquisas de dioxinas y furanos en ambiente han sido muy escasas y no se han realizado estudios en seres humanos para conocer concentraciones en tejidos. Los antecedentes científicos internacionales, los hallazgos bibliográficos nacionales y los vacíos de información identificados, hacen recomendar una revisión y una reorientación de las actividades de diagnóstico e investigación en materia COPs por parte de los diferentes sectores e instituciones que las realizan.

La efectividad de las medidas propuestas por el Convenio de Estocolmo y el PNI, van a depender de la información disponible en los países firmantes, además de la calidad de la información generada durante los últimos años en relación a las fuentes, niveles ambientales, tendencias espaciales y temporales y las medidas correctivas a ser tomadas para cumplir con los objetivos del Convenio. Los países en desarrollo enfrentan entonces un gran desafío, ya que usualmente la información disponible para COPs es escasa y la mayor parte es difusa e inaccesible. La situación de Latinoamérica, y en particular de nuestro país, no es promisoría, pero investigadores extranjeros han intentado cubrir vacíos de información en programas de monitoreo promovidos por organismos internacionales (UNEP, 2003; Harner et al., 2006). Sin duda esas investigaciones contribuirán en miras a comprender los patrones de contaminación por COPs en el hemisferio sur.

La totalidad de los pesticidas organoclorados regulados por el Convenio de Estocolmo, comenzaron a ser prohibidos en Chile en el año 1984, y algunos de ellos no se utilizaron en el país como es el caso del mirex y el hexaclorobenceno. Los PCBs fueron prohibidos para uso como dieléctricos en 1982 (CONAMA, 2005a) y, a partir del año 2004, las emisiones de dioxinas y furanos a la atmósfera son reguladas en plantas cementeras por el DS 45/07 sobre Emisión para Incineración y Coincineración, que establece límites de emisiones en hornos de cemento, hornos rotatorios de cal e instalaciones forestales que utilicen biomasa forestal tratada. Este Decreto indica que la fiscalización recae en la Autoridad Sanitaria y el Servicio Agrícola y Ganadero con el objetivo de prevenir los efectos negativos sobre la salud de la población y los recursos naturales, derivados de las emisiones de sustancias peligrosas provenientes de los procesos de incineración y coincineración.

2.1 FUENTES DE COPS EN CHILE

En el año 2005, fue publicado el inventario nacional de emisiones de dioxinas y furanos al ambiente en Chile. Dicho inventario consistió en una estimación de las liberaciones de estas sustancias desde fuentes predefinidas, utilizando un instrumental normalizado (Toolkit) publicado por la división de productos químicos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). La cantidad estimada de liberaciones al ambiente fue calculada utilizando factores de emisión e información de producción para las diferentes actividades industriales en el país durante el año 2002. Los resultados estimaron una liberación de 85 g TEQ/año, donde la mayor parte de las liberaciones son a la atmósfera (60%) y el resto al suelo, desechos y agua (CONAMA, 2004a).

La mayor parte de las liberaciones estimadas correspondieron a la quema incontrolada de biomasa, quema de biomasa como combustible, incineración de desechos hospitalarios y la industria de celulosa, que al año 2002 aún utilizaba cloro elemental en sus procesos de elaboración.



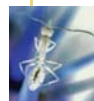
El inventario nacional de PCBs fue publicado el 2005, y se focalizó en el uso de PCBs en el sector eléctrico e industrial. Las cantidades inventariadas de desechos alcanzaron aproximadamente 569 m³, correspondiendo un 57% a PCBs en uso y 43% a PCBs almacenados. El único mecanismo de eliminación existente hasta la fecha corresponde a la exportación para su eliminación final, utilizando los mecanismos establecidos en el Convenio de Basilea.

En el caso de los plaguicidas organoclorados de uso agrícola y doméstico, un estudio realizado por el SAG (CONAMA, 2004b), reveló una cantidad total de plaguicidas organoclorados obsoletos COPs de aproximadamente 580 kg.

2.2 NIVELES AMBIENTALES

La contaminación con COPs ha sido reportada en Chile desde mediados de los años 80. Inicialmente el enfoque fue orientado a determinar los niveles de plaguicidas organoclorados en alimentos y en los años 90 se observó un creciente interés por los productos de uso industrial y su efecto en el ambiente acuático.

Los reportes indican hasta la fecha que en Chile la presencia de COPs en múltiples compartimentos ambientales es relativamente baja en comparación con otras regiones del mundo. Sin embargo, existen evidencias que indican que las concentraciones van en aumento como es el caso de los PCBs, y posiblemente no se han alcanzado los máximos niveles ambientales (Pozo et al., 2007).





3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

General:

Identificar actividades de investigación sobre COPs en Chile.

Específicos:

- (i) Conocer las actuales capacidades humanas y de infraestructura a nivel nacionales, junto con las líneas y los proyectos de investigación en desarrollo y los previstos a corto plazo y largo plazo en materia de COPs.
- (ii) Identificar y definir, junto con la comunidad científica nacional líneas y sub-líneas de investigación.





4 METODOLOGÍA

4.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA EN EL ÁMBITO NACIONAL

El objetivo de esta actividad fue analizar la información disponible en COPs en el ámbito nacional, a través de Bases de Datos Nacionales e Internacionales, de manera de determinar tanto el número de estudios realizados sobre COPs en Chile, ya sea por instituciones nacionales o extranjeras, como el ámbito en el que estos estudios se han desarrollado (relacionándolos con las líneas establecidas en el Convenio de Estocolmo).

Tal como se ha mencionado, el análisis consideró la búsqueda de trabajos y publicaciones científicas en Bases de Datos disponibles a nivel nacional e internacional, dentro de las que se destacan:

Internacional

- Institute for Scientific Information (ISI) con factores de impacto en el ámbito internacional.

Nacional

- Base de datos SCIELO.
- Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT).
- CONAMA, Proyecto GEF/UNEP Plan Nacional de Implementación (PNI).
- Instituto de Salud Pública (ISP)

De acuerdo a los objetivos planteados, la información científica recabada sobre materia de investigación en COPs a nivel nacional será clasificada empleando las siete líneas o categorías definidas en el Convenio de Estocolmo, especificadas en 4.1.2.



4.1.1 Revisión de Fuentes de Información

Para la revisión de la información existente en términos de investigación de contaminantes orgánicos persistentes en Chile, se buscó publicaciones indexadas tanto ISI como SCIELO considerando sólo los trabajos realizados en Chile o que cuenten con participación de instituciones nacionales. Para ello se utilizaron los siguientes buscadores y bases de datos para publicaciones indexadas internacionales y nacionales según se indica a continuación:

- ISI WEB of knowledge
- Science Direct (ELSEVIER)
- Scope
- Scirus
- Scielo

Se utilizó la siguiente secuencia de búsqueda para encontrar los trabajos nacionales publicados en las bases de datos de indexadas:

- POP(s) "AND" Chile
- COP(s) "AND" Chile
- Aldrin "AND" Chile, Aldrina "AND" Chile



- Chlordane “AND” Chile, Clordano “AND” Chile
- Dieldrin “AND” Chile, Dieldrina “AND” Chile
- Endrin “AND” Chile, “Endrina “AND” Chile
- Heptachlor “AND” Chile, Heptacloro “AND” Chile
- Hexachlorobenzene “AND” Chile, Hexaclorobenceno “AND” Chile
- Mirex “AND” Chile
- Toxaphene “AND” Chile, Toxafeno “AND” Chile
- PCB(s) “AND” Chile, Polychlorinated biphenyl “AND” Chile, Bifenilos policlorados “AND” Chile
- Dioxin “AND” Chile, Dioxina “AND” Chile
- Furan “AND” Chile, Furano “AND” Chile

En forma paralela se realizó una búsqueda en las bases de datos del Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), Proyecto GEF/ UNEP “Desarrollo de un Plan Nacional de Implementación para la Gestión de los COPs en Chile” y el Instituto de Salud Pública (ISP).

4.1.2 Clasificación de los Trabajos Encontrados

Tal como se indicó anteriormente, los trabajos encontrados se clasificaron según las categorías propuestas en el artículo 11 del Convenio de Estocolmo, las cuales corresponden a las siguientes:

- I. Fuentes y liberaciones en el medio ambiente: Trabajos de investigación relacionados a inventarios de fuentes, determinación de factores de emisión, análisis críticos de factores de emisión existentes. Identificación de fuentes de emisión.
- II. Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente: Trabajos que describan la presencia de COPs en componentes ambientales (Bióticos y Abióticos) y en tejidos humanos (sangre como tejido fluido, tejido graso y otros) con alguna componente de repetibilidad en el tiempo y en sustancias nutritivas como la leche materna.
- III. Transporte, destino final y transformación en el medio ambiente: Trabajos de investigación orientados a identificar mecanismos de transporte de COPs en el ambiente (mediante mecanismos bióticos y abióticos), destino final (sumideros, como por ejemplo sedimentos, suelos, vertederos etc.) y transformaciones que ocurren en el ambiente (degradación en el ambiente).
- IV. Efectos en la salud humana y en el medio ambiente: Trabajos destinados a verificar la relación entre exposición y el efecto derivado de la exposición a COPs en humanos (efectos carcinogénicos, efectos endocrinos y reproductivos). Evaluaciones de riesgo en la salud humana por exposición crónica y/o aguda.
- V. Efectos socioeconómicos y culturales: Trabajos de investigación orientados a verificar impactos socioeconómicos y culturales derivados de la exposición a COPs, como por ejemplo el efecto de encontrar residuos de COPs en productos de exportación y sus consecuencias para el mercado exportador chileno, o cambios en los hábitos alimenticios por los elevados niveles de COPs en alimentos consumidos por algún sector de la población.
- VI. Reducción y/o eliminación de sus liberaciones: Trabajos de investigación dedicados a mejorar procesos para reducir emisiones de COPs (ej. Reducción de emisiones de dioxinas y furanos en procesos industriales, impacto de regulaciones en la reducción de niveles ambientales de plaguicidas en suelos, aguas, y en productos). Análisis de sitios contaminados con COPs (análisis de ciclo de vida).





VII. Metodologías armonizadas para desarrollar inventarios de las fuentes generadoras y de las técnicas analíticas para la medición de las emisiones: Trabajos orientados a identificar metodologías analíticas para la medición de emisiones aéreas, sólidas y líquidas, aplicación de inventarios utilizando diversas fuentes de información y desarrollo de metodologías.

4.2 EVALUACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE INVESTIGACIÓN EN COPs EN CHILE

Se diseñó un cuestionario con preguntas cerradas y abiertas para identificar las capacidades de investigación en COPs (ver Anexo 1), el cual fue complementado con entrevistas a los investigadores nacionales con el fin de conocer sus experiencias en COPs, sus requerimientos de investigación y capacidades analíticas del laboratorio del cual disponen. El cuestionario estuvo dirigido a las personas o grupos de científicos nacionales, identificados como activos en materia de investigación de estas sustancias (ver sección 4.1.1. para más detalles sobre los criterios de búsqueda).

El cuestionario buscaba identificar y definir el estado del arte de las líneas y sub-líneas de investigación de acuerdo a las categorías del Convenio de Estocolmo, así como identificar las líneas consideradas prioritarias para el desarrollo del país. Adicionalmente, el cuestionario y la entrevista consideraron la recopilación de antecedentes sobre las actuales fuentes de financiamiento y los requerimientos de recursos futuros de cada uno de los grupos de investigación en COPs en nuestro país, junto con conocer sus actuales redes de colaboración a nivel nacional e internacional.

4.2.1 Diseño y Aplicación del Cuestionario Sobre Capacidades de Investigación

El cuestionario fue sometido a un periodo de revisión y mejoramiento a través de comentarios y sugerencias originados tras su aplicación piloto a 14 investigadores en la materia.

Posteriormente, el cuestionario se envió en los meses de marzo y abril de 2008 a más de 200 personas, que desempeñan funciones en centros de educación superior e investigación distribuidos a lo largo del territorio nacional. Para recaudar los contactos de estas personas y la distribución del cuestionario se contó con el apoyo de la División de Química Analítica y Ambiental de la Sociedad Chilena de Química.

Tal como se había previsto el grado de respuesta fue bajo, dado el reducido número de académicos e investigadores relacionados con la investigación en COPs.

4.2.2 Diagnóstico de las Líneas y Proyectos de Investigación

Para realizar un diagnóstico de las líneas y proyectos de investigación actualmente desarrollados en Chile se distribuyeron cuestionarios y se realizaron entrevistas a los agentes identificados como participantes en proyectos de investigación en Chile en las distintas áreas determinadas en los puntos anteriores.

Los puntos abordados en las entrevistas fueron los siguientes:

- Factores limitantes para una mejor proyección de la investigación realizada;
- Grupos internacionales a los cuales se encuentran vinculados;
- Fuentes de financiamiento pasadas y futuras y su diagnóstico;



- Niveles de asociatividad con otros grupos nacionales e internacionales;
- Productividad científica (publicaciones, libros, tesis, patentes, etc.)

4.2.3 Diagnóstico de la Infraestructura Instalada en Chile

En relación al diagnóstico de la infraestructura instalada en Chile para análisis e investigación en COPs se utilizó la información obtenida en el proyecto “Evaluación técnico-económica de las capacidades analíticas de contaminantes orgánicos persistentes en Chile” (CONAMA, 2005e), el cual fue ampliado y actualizado en base a las capacidades humanas y de infraestructura identificadas para las otras áreas de investigación de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio.

Sobre la infraestructura, es importante notar que se ha avanzado muy poco desde el año 2004, tanto en términos de infraestructura como de capacidades. Una excepción a esta regla la constituye el Instituto de Salud Pública, que cuenta con un nuevo laboratorio de análisis, con una superficie de más de 600 m² y donde se instalarán equipos nuevos para el análisis de contaminantes en matrices humanas y ambientales. El laboratorio tendrá capacidades para el análisis de COPs, pero éstos no serán la prioridad debido a las innumerables urgencias sanitarias que rutinariamente enfrenta el país.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente sugiere clasificar a los laboratorios en 3 categorías principales. La tabla siguiente muestra la clasificación de los laboratorios de acuerdo a los criterios elaborados por PNUMA en el 2003.

Tabla 1. Requerimientos para el Análisis Instrumental de COPs.

Tipo de Laboratorio	Equipamiento	Necesidades de Infraestructura	Sustancias Químicas
3	Equipamiento básico de extracción y limpieza (Clean-Up) de muestras. Cromatógrafo de Gases Capilar GC-ECD	Nitrógeno/ aire acondicionado/ personal específicamente entrenado para operar y resolver problemas de funcionamiento del instrumento	Todos los PCBs y todos los plaguicidas organoclorados excepto Toxafeno
2	Equipamiento de extracción y limpieza de muestras, Cromatógrafo de Gases Acoplado a Masas de Baja Resolución (GC-LRMS)	Helio/aire acondicionado/ estabilizador de corriente/ vacío/ personal específicamente entrenado para operar y resolver problemas de funcionamiento del instrumento	Todos los PCBs y todos los plaguicidas organoclorados, Toxafeno puede ser analizado si la ionización química negativa, esta disponible
1	Equipamiento de extracción y limpieza, Cromatógrafo de Gases Acoplado a Masas de Alta Resolución (GC-HRMS)	Helio/aire acondicionado/ estabilizador de corriente/ elevados costos operacionales/personal específicamente entrenado para operar y resolver complicados problemas instrumentales	PCDD/PCDFs, todos los PCBs todos los plaguicidas organoclorados excepto Toxafeno.

Fuente: UNEP Chemicals (2003)



Existen actualmente en el país laboratorios privados que prestan servicios en análisis de COPs, sin embargo en el marco de este estudio distinguimos laboratorios de servicios de aquellos que efectivamente realizan actividades de investigación. Si bien es cierto, estos laboratorios podrían ser utilizados en el marco de la infraestructura de desarrollo que requiere el país. Existe equipamiento de última generación orientado a prestar servicios al sector exportador (ejemplo laboratorio de Farmacología Veterinaria de la Universidad de Chile) que han alcanzado un elevado nivel de excelencia, pero que no realizan actividades de investigación en COPs.

Los laboratorios que se visitaron¹ en general se encuentran bien equipados para realizar las funciones que rutinariamente realizan, pero también se hace necesario renovar de manera importante equipos que prestan servicios en términos de análisis de COPs. Los investigadores a cargo de dichas instituciones indicaron que no siempre realizan análisis de COPs y que son pocos los laboratorios que trabajan con estas sustancias, lo que se encuentra refrendado en el análisis de las publicaciones científicas sobre el tema.

Una característica general de los laboratorios Chilenos es que no existen dependencias dedicadas exclusivamente al análisis de COPs, por lo que varios laboratorios realizan otro tipo de análisis utilizando los mismos instrumentos.

4.3 DETERMINACIÓN DE PRIORIDADES NACIONALES DE INVESTIGACIÓN EN COPS

Para la determinación de las líneas y/o categorías de investigación prioritarias en el ámbito nacional, se realizaron entrevistas con los distintos grupos de investigación en COPs en Chile, identificados a partir de la revisión de los trabajos de investigación. Entre ellos, grupos de investigación pertenecientes a la Universidad de Chile, Universidad Técnica Federico Santa María, Universidad Austral de Chile y Universidad de la Frontera, así como los distintos entes científicos públicos y privados que intervienen en los estudios en la materia. Para categorizar las opiniones se utilizó un sistema de ranking comparativo tipo SMART (Simple Multi-Attribute Ranking Technique).

De acuerdo a la metodología SMART (Hämäläinen, 2002; Bezama et al., 2007), a cada investigador entrevistado se le solicitó entregar una opinión en cuanto a la importancia de las distintas categorías de estudio y en base a su experiencia, asignando un valor de 1 a la categoría de mínima importancia y de 4 a la de mayor importancia. De esta manera se logró un valor normalizado de importancia relativa, w_i , de acuerdo a la expresión:

$$W_i = \frac{P_i}{\sum_{j=1}^n P_j}$$

donde p_i corresponde a los puntos entregados a la categoría i , y n es el número total de atributos (categorías) evaluadas.

El proceso se realizó para cada uno de los expertos entrevistados dentro del estudio, recopilando las preferencias individuales. Sin embargo, se responsabilizó al grupo de trabajo para la generación de un valor consolidado del peso relativo de cada categoría de estudio en cuanto a cada uno de los temas evaluados en la entrevista.

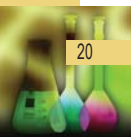
¹ Laboratorio del Instituto de Salud Pública (ISP), CEPEDEQ (Centro de Estudios para el Desarrollo de la Química), Laboratorio de Análisis Universidad de La Frontera, Laboratorio de Ecotoxicología de la Universidad Mayor, Laboratorio de Recursos Renovables de la Universidad de Concepción.





Este procedimiento, si bien simple en su concepto, tiene la ventaja de implementarse como sistema de valoración para grupos de expertos, ya que conlleva a la utilización sistematizada del conocimiento de estos últimos para la determinación de un valor normalizado de importancia relativa de los parámetros investigados, por lo que los resultados obtenidos pueden ser útiles para la toma de decisiones (Olsen, 2001; Konidari and Mavrakis, 2007).

Las prioridades determinadas en este análisis fueron comparadas con el diagnóstico de la situación nacional actual en materia de COPs para determinar los puntos deficitarios que deberán ser promovidos como necesidades en el ámbito nacional. De esta forma fue posible distinguir áreas prioritarias, que de acuerdo a los propios investigadores, deben ser establecidas como focos de futuros financiamientos y apoyos a nivel nacional.





5 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA EN EL ÁMBITO NACIONAL

5.1.1 Bases de Datos ISI

El resultado de la búsqueda de trabajos y estudios publicados en base de datos ISI y organizados según las categorías planteadas se observa en Fig.1. Se aprecia que la categoría 2 (Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente: Trabajos que describan la presencia de COPs en componentes ambientales (bióticos y abióticos) y en tejidos humanos (sangre como tejido fluido, tejido graso y otros) con alguna componente de repetibilidad en el tiempo y en sustancias nutritivas como la leche materna.) es la que abarca el mayor número de artículos científicos (publicaciones), con un 56% de las publicaciones indexadas en la base de datos ISI. Las categorías 3 y 4 (Transporte, destino final y transformación en el medio ambiente y efectos en la salud humana y en el medio ambiente), han sido también abordadas en nuestro país, aunque con un nivel de incidencia menor al 22% según las publicaciones encontradas.

El elenco completo de las publicaciones indexadas en la base de datos ISI se encuentra en el Anexo 2.

Número de Artículos Publicados en revistas ISI según categorías definidas en Convenio de Estocolmo

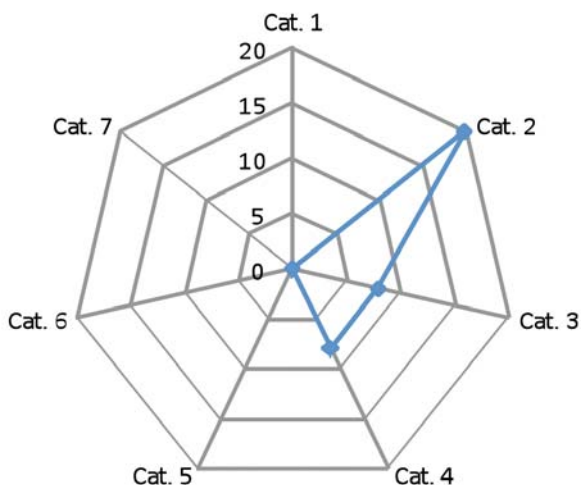


Fig. 1: Número total de publicaciones ISI sobre estudios de COPs en Chile, distribuidas según las categorías del Convenio de Estocolmo.

La distribución de publicaciones en los últimos 20 años indica una tendencia al aumento anual del número de publicaciones científicas como se observa en la Fig. 2, la cual incluye la distribución temporal de las publicaciones indexadas ISI emitidas, correspondientes a un total de 36 publicaciones que entregan antecedentes sobre estudios en materia de COPs realizados en Chile. Se observa que el año 2004 es el que presenta el mayor número de publicaciones realizadas por universidades e instituciones nacionales y

extranjeras. Además, puede considerarse como punto de inflexión, ya que previo a este año, la productividad científica nacional en este ámbito llegaba a sólo 1,5 publicación /año entre 1996-2004, y a menos de 1 publicación por año para el periodo 1984-1995.

Además, del análisis de la base de datos ISI, se observa que entre el año 1996 y el 2007 existe un incremento del 500%, con respecto a los años 1984 a 1995, de las publicaciones indexadas anualmente en Chile.

Publicaciones Indexadas de COPs en Chile por Año

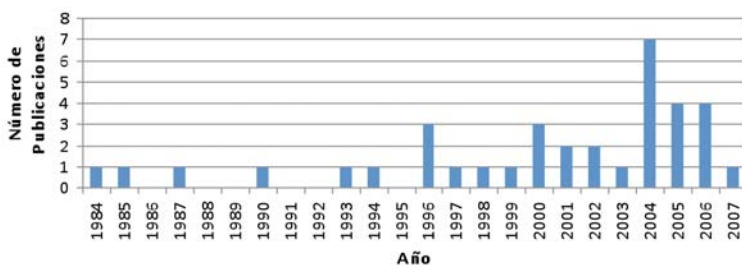


Fig. 2: Número de publicaciones indexadas por año por instituciones nacionales o extranjeras que realizan estudios de COPs en Chile.

En la Tabla 2 se señalan las instituciones (universidades e institutos nacionales o extranjeras) que han publicado estudios y trabajos en materia de COPs, según lo señalado en la Fig.1.

Tabla 2: Número de artículos por instituciones con publicaciones ISI, 1984-2007.

Instituciones	País	Número de Publicaciones
Universidad de Creta	Grecia	1
National Institute for Environmental Studies	Japón	1
Universidad Católica de la Santísima Concepción	Chile	1
Universidad de Indiana	EE.UU.	2
Enviroment Canada	Canadá	2
Institute for Vogelforschung	Alemania	2
CSIC	España	2
Universidad de Chile	Chile	2
Universidad de Siena	Italia	5
Universidad Austral	Chile	6
Universidad de Concepción	Chile	12



Un aspecto relevante de la búsqueda en base de datos ISI, es que la Universidad de Concepción figura como la institución con mayor número de artículos publicados sobre COPs en Chile, con un 34% de todas las publicaciones. Otra institución nacional destacable es la Universidad Austral con un 17%. En total, las instituciones nacionales son responsables de un 59% de los artículos científicos generados en materia de COPs en Chile. En el ámbito internacional se destaca la Universidad de Siena (Italia), con un 14% de las investigaciones publicadas.

Por otro lado, los resultados de la búsqueda de artículos indexados en las bases de dato Scielo señalan un menor número de publicaciones en el tema (ver Fig. 3). En el ámbito nacional, la base de datos SCIELO contiene publicaciones asociados a dos categorías del Convenio de Estocolmo (Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medioambiente y Transporte, destino final y transformación en el medio ambiente). Esto a la vez se traduce en que las restantes categorías del Convenio de Estocolmo al parecer no han sido planteadas en el ámbito nacional, al no ser cuantificada en esta base de datos.

Número de Artículos Publicados en revistas SCIELO según categorías definidas en Convenio de Estocolmo

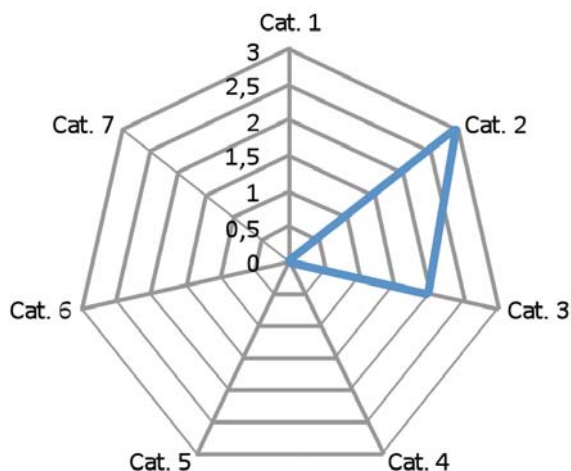


Fig. 3: Número total de publicaciones SCIELO en materia de estudios de COPs realizados en Chile, distribuidas según categorías definidas en el Convenio de Estocolmo (2000 – 2008)

5.1.2 Análisis de Fuentes de Financiamiento

La Fig. 4 incluye las fuentes de financiamiento para los estudios que se han publicado en las bases de datos indexadas. Se observa que el fondo de financiamiento proveniente de CONICYT ha desarrollado proyectos en Chile asociados a los COPs de acuerdo a las categorías descritas anteriormente en el Convenio de Estocolmo.

El análisis de la base de datos de CONICYT refleja un total de 9 proyectos realizados en Chile asociados a COPs, 2 proyectos financiados por FONDEF (22%) y 7 proyectos financiados por FONDECYT (78%). Dentro de los temas de investigación financiados, FONDECYT ha apoyado 4 proyectos de la categoría 3, 2



proyectos de la categoría 2, y 1 proyecto de la categoría 7. Por otro lado, FONDEF ha financiado 1 proyecto de la categoría 6, y 1 proyecto de la categoría 7.

Número de Proyectos de Investigación desarrollados según categorías definidas en Convenio de Estocolmo

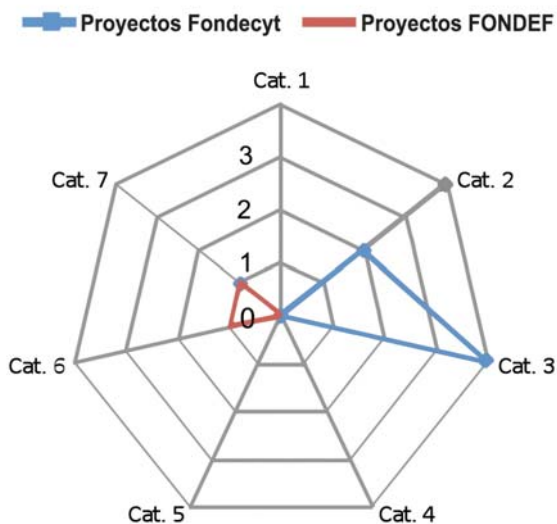
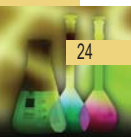


Fig. 4: Número de proyectos realizados a través de fondos de financiamiento nacionales.

En cuanto a la frecuencia de financiamiento de proyectos de investigación nacional en torno al tema de los COPs, se observa en Fig. 5 que CONICYT ha apoyado en promedio 1 proyecto por año desde el 2000, siendo la fuente de financiamiento FONDECYT la cual ha aportado el mayor número de financiamiento, al apoyar 6 proyectos de investigación.



Fig. 5: Número de proyectos realizados por fondos de financiamientos nacionales por año.





De esto último se desprende que, dado el programa de financiamiento utilizado por los centros y grupos de investigación chilenos, el tipo de investigación que se ha realizado en nuestro país corresponde a una investigación básica y de generación de conocimiento, más que una investigación aplicada tendiente al desarrollo e implementación de tecnologías de remediación y tratamiento.

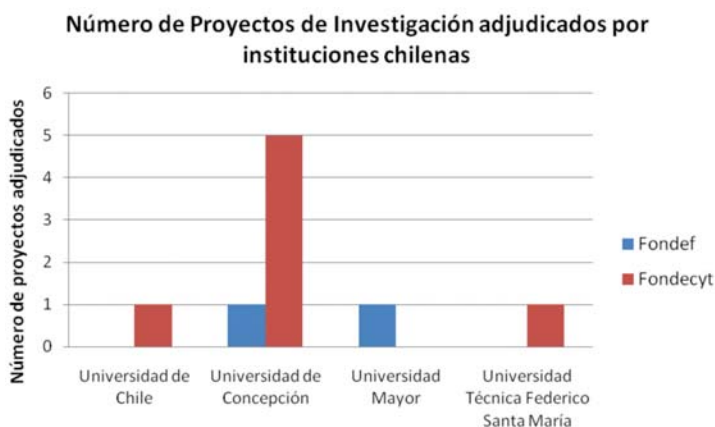


Fig. 6: Número de proyectos desarrollados con fondos de financiamiento CONICYT, adjudicados instituciones de investigación nacionales.

Los proyectos CONICYT referidos anteriormente han sido realizados por diversas entidades, destacando la participación de la Universidad de Concepción como el ente investigador con más proyectos adjudicados en Chile, con 5 proyectos financiados por FONDECYT a su haber, lo que equivale a un 56% de estos proyectos, y 1 proyecto FONDEF, lo que equivale a un 50% de los proyectos financiados por este programa (FONDEF) en el tema de investigación en COPs (Figura 6).



5.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE INVESTIGACIÓN EN COPs.

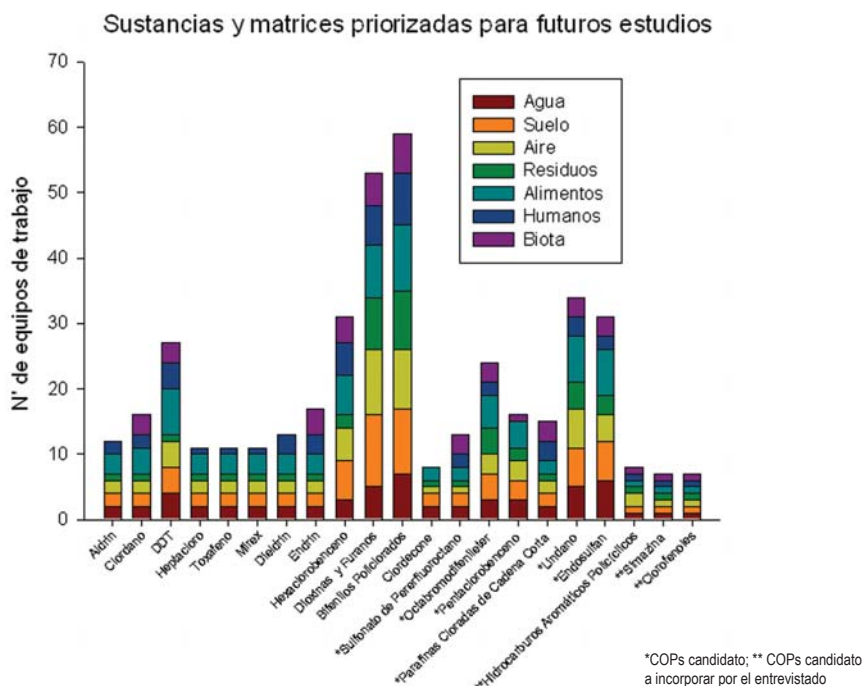
5.2.1 Aplicación del Cuestionario sobre Capacidades de Investigación.

5.2.1.1 Capacidades de Investigación.

En cuanto a las capacidades de investigación, se detalla a continuación un resumen de las impresiones de los 15 científicos nacionales que respondieron el cuestionario, ligados a actividades de investigación sobre COPs en Chile. De la Figura 7, se desprende el énfasis investigativo actual está puesto en el análisis de las matrices agua y suelo, seguido en una menor medida por la investigación en biota y alimentos.



Por otro lado, de acuerdo a la apreciación de los temas que se deben priorizar en relación a los estudios de COPs, la Fig. 8 refleja una tendencia similar a la anterior. De acuerdo a la opinión de los científicos nacionales, se deberían seguir estudiando los mismos compartimentos ya indicados, pero con la incorporación de la matriz humana. En tanto, respecto a las sustancias a distinguir como estratégicas a futuro, se concluye que se deberían continuar priorizando las mismas sustancias mencionadas en los incisos anteriores, incluyendo además otros compuestos candidatos a formar parte de la lista de sustancias del Convenio de Estocolmo. Esto debido a que adquirirán un grado de importancia similar en un futuro cercano. Estos compuestos incluyen Sulfonato de Oerfluoroctano, Octabromodifenileter, Pentaclorobenceno, Parafinas cloradas de cadena corta, Lindano, Endosulfan, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, Simazina y Clorofenoles. Dichos compuestos están incluidos en la Fig. 8.



Sustancias consideradas como COPs

Fig. 8: Sustancias y matrices a priorizar para las futuras investigaciones y financiamientos en el ámbito nacional, de acuerdo a la opinión de los encuestados en el proyecto.

En cuanto a las principales líneas de investigación, de acuerdo a las opiniones de los investigadores entrevistados, en Chile se está efectuando una fuerte inversión en el estudio de COPs referentes a su transporte, destino final y transformación en el medio ambiente; fuentes y liberaciones en el medio ambiente, y en la presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente. Por el contrario, las líneas de investigación menos abordadas son la reducción y/o eliminación de sus liberaciones junto a los efectos en la salud humana y en el medio ambiente. Un desglose de esta información se presenta en la Figura 9.

Investigaciones realizadas en COPs definidas por el Convenio de Estocolmo

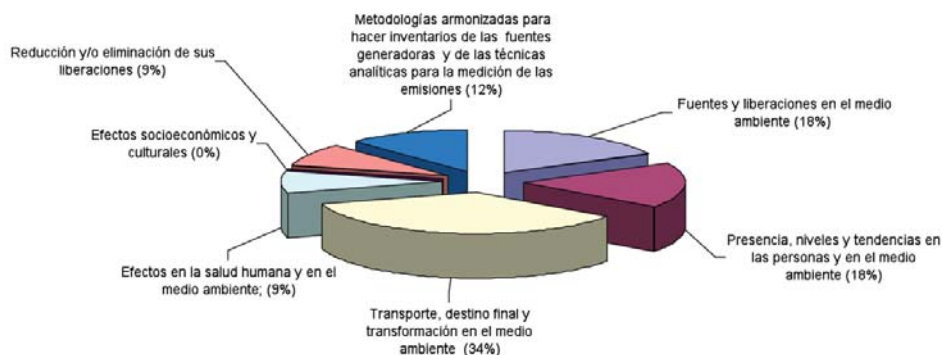


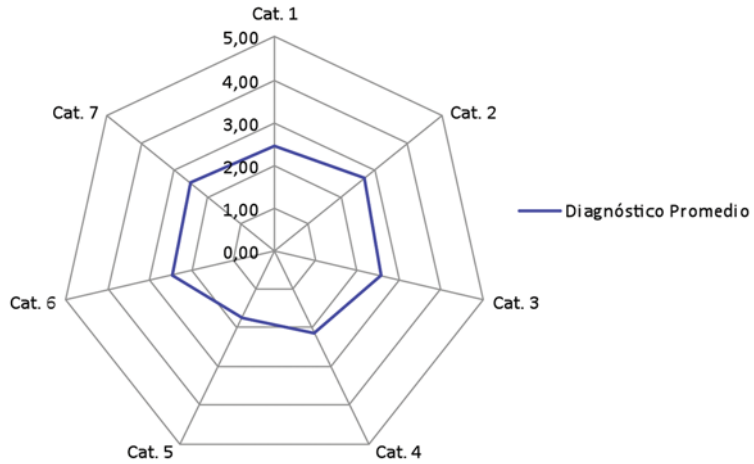
Fig. 9: Actividades definidas en el Convenio de Estocolmo consideradas en las investigaciones de COPs en Chile, de acuerdo a los investigadores nacionales

Llama la atención que los efectos socioeconómicos y culturales son aspectos que no han sido abordados por ningún grupo de investigación encuestado. Este dato puede ser explicado porque no se ha detectado la necesidad de verificar impactos socioeconómicos de la presencia de estos contaminantes en el ambiente, posiblemente porque sea necesaria una mayor cantidad de información y enfoques multidisciplinarios de investigación que permitan abordar estos temas complejos desde el punto de vista metodológico.

Los resultados de la entrevista en cuanto al diagnóstico de los investigadores nacionales sobre la situación actual de la investigación de COPs en Chile se muestran en la Fig. 10. De esta figura se desprende que los entrevistados califican que las investigaciones concernientes a COPs se encuentran orientadas a temáticas establecidas en las categorías 2 y 3: Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente y transporte, destino final y transformación en el medio ambiente respectivamente. Por otro lado, los investigadores encuestados ponderan a los temas abordados en las categorías 4 y 5 como aéreas de investigación con bajo desarrollo en el país.



Diagnóstico de la situación actual de la investigación de COI en Chile según categorías de estudio



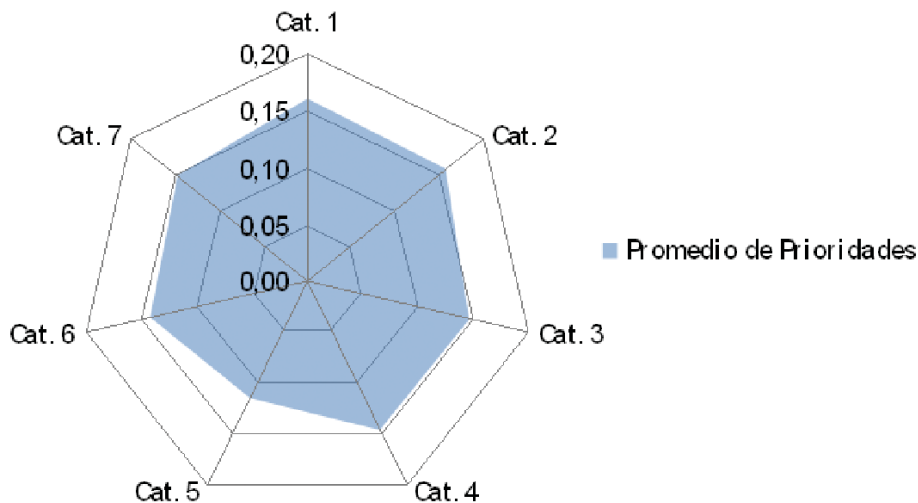
Clave: Cat. I: Fuentes y liberaciones en el medio ambiente; Cat. ii: Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente; Cat. iii: Transporte, destino final y transformación en el medio ambiente; Cat. iv: Efectos en la salud humana y en el medio ambiente; Cat. v: Efectos socioeconómicos y culturales; Cat. vi: Reducción y/o eliminación de sus liberaciones y Cat. vii: Metodologías armonizadas para hacer inventarios de las fuentes generadoras y de las técnicas analíticas para la medición de las emisiones).

Fig. 10: Nivel de capacidades de investigación en Chile en torno a los COPs.

Además, los investigadores entrevistados concuerdan que es prioritario el desarrollo de la investigación en COPs en materias de “Fuentes y liberaciones en el medio ambiente” y “Presencia, niveles y tendencias en los humanos y medio ambiente” (categorías 1 y 2). Finalmente, los científicos encuestados señalan la categoría 5 como un área no relevante para concentrar recursos y/o esfuerzos de investigación. En Fig. 11 se presenta un mapa de los aspectos identificados como prioritarios por los investigadores chilenos encuestados.



Prioridades de Investigación de COPs en Chile de acuerdo a entrevistas a científicos nacionales.



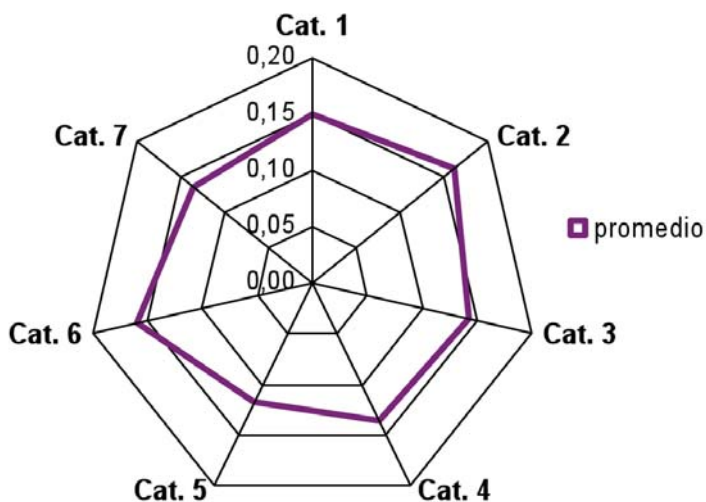
Clave: Cat. I: Fuentes y liberaciones en el medio ambiente; Cat. ii: Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente; Cat. iii: Transporte, destino final y transformación en el medio ambiente; Cat. iv: Efectos en la salud humana y en el medio ambiente; Cat. v: Efectos socioeconómicos y culturales; Cat. vi: Reducción y/o eliminación de sus liberaciones y Cat. vii: Metodologías armonizadas para hacer inventarios de las fuentes generadoras y de las técnicas analíticas para la medición de las emisiones).

Fig. 11: Aspectos a fortalecer en la investigación en Chile en torno a los COPs dentro de los próximos años.

Finalmente, los investigadores entrevistados señalaron que las investigaciones que se deben desarrollar en un corto plazo son las correspondientes a la categoría 2 y 6 dada por la presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente, y reducción y/o eliminación de sus liberaciones. Nuevamente se observa que resulta ser la categoría 5, análisis de los efectos socioeconómicos y culturales, la que refleja un menor interés para ser estudiada por los investigadores nacionales. Sin embargo, esto puede reflejar un claro sesgo dentro de los investigadores entrevistados, pues ninguno trabaja directamente con estos temas. Se presenta en Fig. 12 el esquema de las prioridades de los investigadores nacionales entrevistados.



Plazos de Implementación de actividades para la investigación de COPs



Clave: Cat. I: Fuentes y liberaciones en el medio ambiente; Cat. ii: Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente; Cat. iii: Transporte, destino final y transformación en el medio ambiente; Cat. iv: Efectos en la salud humana y en el medio ambiente; Cat. v: Efectos socioeconómicos y culturales; Cat. vi: Reducción y/o eliminación de sus liberaciones y Cat. vii: Metodologías armonizadas para hacer inventarios de las fuentes generadoras y de las técnicas analíticas para la medición de las emisiones).

Fig. 12: Plazos para implementar las actividades para la investigación de COPs en Chile (en términos de importancia relativa).

5.2.1.2 Fuentes de financiamiento.

Las fuentes principales de financiamiento de las investigaciones efectuadas a nivel nacional son Fondecyt, agencias Internacionales y privados por medio de licitaciones y contratos directos (ver Figura 12).

Todas ellas se concentran en el financiamiento de análisis, equipos e infraestructura, no abordando la capacitación de los profesionales involucrados en el estudio de estos compuestos. Ahora bien, las apreciaciones de la comunidad científica son muy contradictorias, ya que consideran a Innova y PBCT-Conicyt como fondos suficientes en términos de cantidad para la investigación de los COPs en Chile. Sin embargo, según los resultados comentados anteriormente, estas fuentes no han financiado proyecto alguno (Fig. 13).



Fuentes de financiamiento que apoyan la investigación de COPs

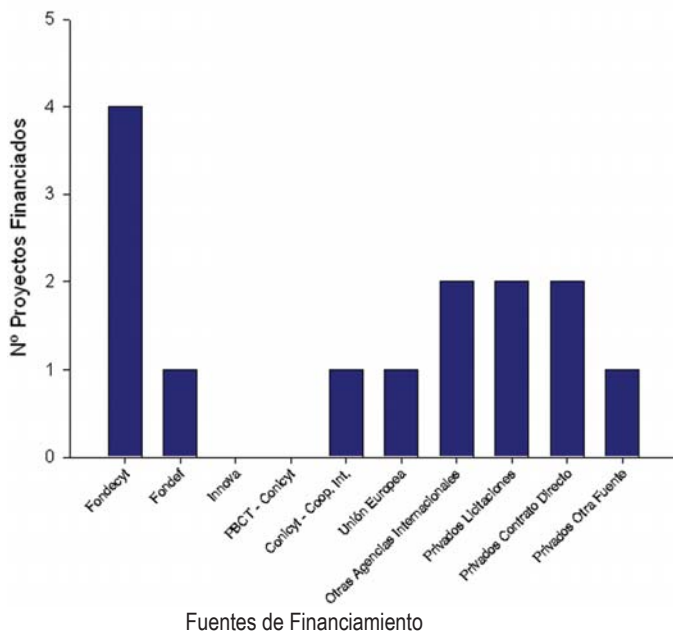


Fig. 13: Fuentes de Financiamiento que han apoyado a las investigaciones de COPs

Apreciación de la calidad de financiamiento para la Investigación de COPs



Fig. 14: Apreciación del financiamiento a la línea de investigación de COPs en Chile.





Financiamiento mas adecuado para el futuro de la Investigación de COPs

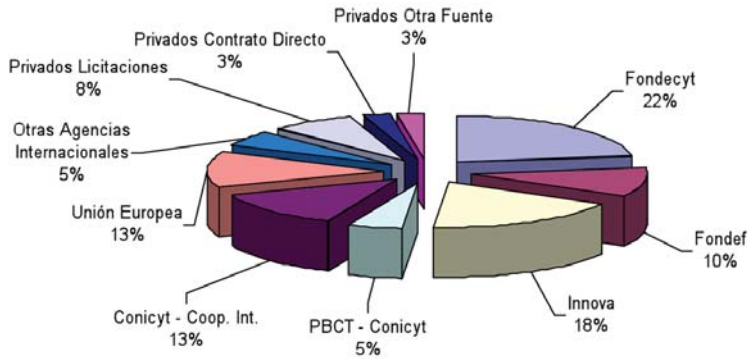


Fig. 15: Instancia o instrumento de financiamiento más adecuado para el futuro financiero de la investigación de COPs en Chile.

Vista la realidad actual en que se encuentra la obtención de financiamiento para el estudio de los COPs en Chile, la comunidad científica considera adecuado que a futuro los fondos para desarrollar estas actividades provengan de Conicyt - FONDECYT, CORFO - INNOVA, CONICYT – Cooperación Internacional, la Unión Europea y privados en general.

5.2.1.3 Recursos humanos

De acuerdo a la Fig. 16, es posible apreciar que en los grupos de investigación encuestados existen profesionales con diferentes niveles de preparación. La Fig. 17, por otro lado, ilustra que el universo de profesiones dedicadas al estudio de COPs es reducido, existiendo por lo tanto una limitada multidisciplinariedad que impide obtener una visión global de la problemática y abordar temas en los que actualmente existe desconocimiento, por ejemplo, de los aspectos socioeconómicos y culturales relacionados con la presencia de COPs.



Fig. 16: Grado educacional promedio de los integrantes de grupos de investigación en COPs a nivel nacional.



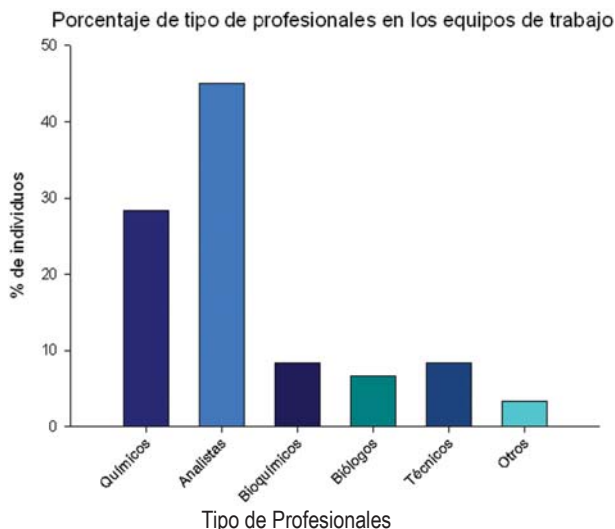
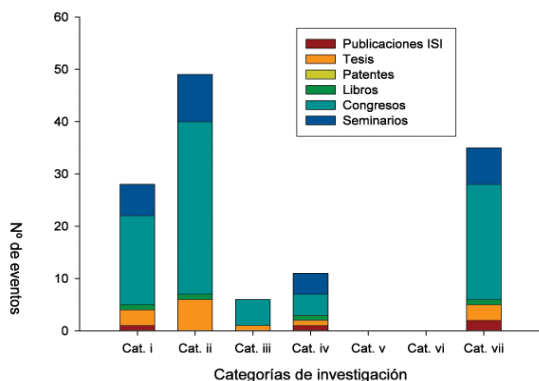


Fig. 17: Áreas de profesionales que se disponen como promedio en los equipos de laboratorio de investigación a nivel nacional.

Por otro lado, la Fig. 18 indica que la comunidad científica chilena abocada al estudio de COPs tiene una alta productividad en la categoría ii, relativa a la presencia, niveles y tendencias en las personas y el medio ambiente. La categoría que le sigue es la vii, consistente en metodología armonizadas para hacer inventarios de las fuentes generadoras y de las técnicas analíticas para la medición de las emisiones. Los temas no abordados bajo ningún término son los efectos socioeconómicos y culturales y reducción y/o eliminación de su liberación, agrupadas categorías v y vi, respectivamente.

Productividad científica nacional en investigación de COPs en los últimos 5 años



Clave: Cat. I: Fuentes y liberaciones en el medio ambiente; Cat. ii: Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente; Cat. iii: Transporte, destino final y transformación en el medio ambiente; Cat. iv: Efectos en la salud humana y en el medio ambiente; Cat. v: Efectos socioeconómicos y culturales; Cat. vi: Reducción y/o eliminación de sus liberaciones y Cat. vii: Metodologías armonizadas para hacer inventarios de las fuentes generadoras y de las técnicas analíticas para la medición de las emisiones).

Fig. 18: Productividad científica de los grupos de investigación nacionales en los últimos 5 años en temas relacionados a la investigación de COPs.



Los eventos de los cuales la comunidad científica se hace más partícipe para abordar estos temas son los Congresos y seminarios de especialidades. Se aprecia además que, tal como comentado en el capítulo 5.1.1, un punto relevante es la baja productividad de los grupos nacionales en cuanto a publicaciones ISI en temas de investigación en COPs.

5.2.1.4 Infraestructura

En términos de infraestructura, el 92% de los grupos de trabajo (11 de los 12 grupos encuestados) poseen laboratorios aptos para la realización de análisis químicos de COPs con equipos de cromatografía de gases (GC/MS, GC/ECD), sala de balanzas, sala de extracción para análisis, sala de recepción y almacenamiento de muestras. El grupo que no posee equipo propio para los análisis, envía las muestras a un laboratorio de análisis químico internacional, en particular para el análisis de dioxinas y furanos y PCBs coplanares con técnicas de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas de alta resolución. Un 17% de los grupos científicos que respondieron el cuestionario (2 grupos de los 12 en total), también envía sus muestras para ser analizadas por laboratorios externos certificados, principalmente norteamericanos y en menor medida europeos, en donde destacan el envío de muestras de organismos y sedimentos, para determinaciones de PCBs coplanares y PCDD/PCDFs, cuyo análisis no puede ser efectuado en el país. Esta situación sigue siendo la misma a la detectada en el estudio de las capacidades analíticas realizado el año 2005 (CONAMA, 2005).

En cuanto al equipo de trabajo, el 83% tiene personal capacitado, competente para el análisis de COPs. Los profesionales que realizan actividad de análisis corresponden a Químicos Analistas y Químicos. En menor medida, profesionales Biólogos, Bioquímicos y Técnicos.

El 50% de los laboratorios (6 de 12) poseen políticas de aseguramiento de calidad para el análisis de COPs, en donde la mayoría se basa en normas internacionales y un pequeño grupo cercano al 16% (2 laboratorios) se remite a normas chilenas.

El 75% de los laboratorios (9 de 12) de investigación proporciona servicios a terceros, de los cuales solo el 22% (2 de los 9) está acreditado para el análisis químico de COPs. La acreditación de los laboratorios incide particularmente en lo que se refiere a la prestación de servicios a terceros, como se ha indicado anteriormente, los laboratorios no realizan exclusivamente análisis de COPs y muchos de ellos se encuentran acreditados para otro tipo de análisis.

Ahora bien, la opinión generalizada de la comunidad científica que respondió al cuestionario indica que si bien en el país hay capacidad humana, y es factible obtener financiamiento, se debe tender a coordinar la formación de un grupo de especialistas en los diferentes ámbitos del tema COPs, para poder postular a diferentes fuentes de financiamiento. Tal como en otras problemáticas científicas, es muy difícil avanzar con esfuerzos aislados y las tendencias indican que el camino para lograr financiamiento de buen nivel es la formación de grupos de científicos cuyas especialidades se complementen para lograr una mayor productividad.

Otro aspecto que resalta es la reiterada mención a la falta de voluntad política para el financiamiento y homologación de las técnicas analíticas de COPs a nivel nacional, lo que se refleja en la dificultad para la adquisición de materiales de referencia certificado en las diferentes matrices analizadas. Como ejemplo podemos señalar que en el caso de las dioxinas y furanos, un estándar de dioxina puede costar más de US\$ 2000.

Además, la disposición de residuos de laboratorio (solventes, material contaminado y muestras que contienen COPs) poseen un elevado costo de descarte. En caso de no desecharlos adecuadamente, sólo contribuye a aumentar la presencia de COPs en el entorno, con el consiguiente aumento del daño generalizado. Al respecto, la Universidad de Concepción ha sido pionera en Chile al desarrollar un programa de manejo





responsable de sus residuos de laboratorio, de acuerdo a la normativa de residuos peligrosos vigente². Es importante que a nivel nacional los laboratorios de investigación puedan incorporar estos programas y planes, considerándolos en sus costos de operación.

5.2.2 Análisis de la Situación Nacional de Acuerdo a Entrevistas con Investigadores Nacionales.

En el marco de este proyecto hemos tenido la oportunidad de conversar con varios científicos sobre las prioridades de investigación sobre COPs en Chile. La comunidad científica es pequeña, lo que se ve reflejado en el número de publicaciones relacionadas a la temática en los últimos años y, el sector privado recién comienza a interesarse para invertir en ciencia y tecnología.

El Estado, a través de políticas de incentivo, está tratando de incorporar recursos humanos altamente calificados a las tareas de investigación. Sin embargo, este potencial está recién comenzando a ser explorado, considerándose que en el ámbito de los COPs estas políticas de incentivo pueden rendir algunos frutos a mediano y largo plazo.

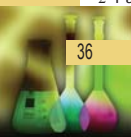
Existen falencias fundamentales que se pueden sintetizar en dos direcciones: primero, existen áreas que no han sido abordadas por la comunidad científica chilena, por la falta de estímulos (recursos financieros) para desarrollar investigación de calidad y en segundo lugar, ausencia de recursos humanos calificados en áreas tan disímiles como la caracterización de fuentes (más cercano a las ciencias de la ingeniería), efectos en la salud (profesionales de la salud pública) y en el ambiente (profesionales de la química, bioquímica, ciencias biológicas y naturales).

En el área de las ciencias de la ingeniería, no existen en Chile programas de formación a nivel de postgrado que involucren transferencia de conocimiento en temas asociados a la determinación de factores de emisión e inventarios de emisiones de COPs. Esto, debido a la escasa atención que ha recibido el tema por parte de esta rama de las ciencias. Se considera que existe una gran experiencia en el ámbito de la contaminación atmosférica e inventarios de emisión de material particulado (grupos de la Universidad de Chile, la Universidad de Santiago, la Universidad Católica y la Universidad Federico Santa María), y que esa experiencia podría ser aprovechada en el ámbito de los COPs. El hecho de promover un acercamiento de estos investigadores vinculados a las ciencias atmosféricas sin duda podría contribuir significativamente a potenciar la capacidad de investigación de COPs en Chile.

Quizás una situación más compleja se observa en el ámbito de la salud pública, ante la ausencia total de estudios que vinculen efectos en la salud de las personas con niveles de exposición a estas sustancias. Un motivo de esta falencia es la ausencia de académicos y profesionales preocupados del tema de los riesgos químicos en la salud humana. Situaciones como las ocurridas con niños de Arica, expuestos a elevados niveles de contaminantes ambientales (metales pesados en este caso), no han logrado generar líneas de investigación a largo plazo, ya que se encuentran siempre limitados por el tema de los recursos, las dificultades de seguimiento y la ausencia de capacidades humanas en las regiones, para enfrentar no solamente el problema de los COPs sino de los riesgos químicos en general. Se requiere sin duda de investigaciones detalladas de los efectos de la exposición a largo plazo a sustancias químicas en particular a los COPs. Especialistas en salud indicaron que era importante enfocar los estudios de los COPs en particular en la relación madre/hijo, donde las posibilidades de exposición pueden ser elevadas y verificar en estudios de largo plazo la existencia de efectos atribuibles a la exposición a COPs.

Se considera que falta una mirada más multidisciplinaria en este tema y la ausencia de trabajo conjunto entre las ciencias básicas y aplicadas conspiran de manera significativa en este sentido. Para hacer investigación

² Para mayores informaciones <http://www.udec.cl/matpel/>





de calidad se requiere la participación de investigadores clínicos, la selección de indicadores apropiados y además de buenos laboratorios analíticos. No existe ningún ejemplo en el país donde investigadores del área de la salud colaboren estrechamente con investigadores de las ciencias químicas y ambientales en temas asociados a los COPs. Si se desea tener una visión de los problemas que efectivamente causan los COPs en la salud humana, sin duda se requiere de estudios que apunten al seguimiento de poblaciones expuestas en forma crónica.

En reuniones sostenidas con expertos en el área de salud, uno de los temas que surgió con ímpetu fue el de la evaluación de los efectos de los COPs en poblaciones infantiles, en las denominadas unidades de pediatría ambiental impulsadas por el CITUC/MINSAL.

Si bien en la actualidad se ha planteado la implementación de dichas unidades de pediatría ambiental, su foco estratégico sería establecido en el ámbito de los impactos de metales pesados como el plomo y el arsénico, principalmente, sobre la salud humana. Sin embargo, estas unidades, las cuales serían una estructura con roles claramente definidos, situadas en un centro de salud, especializado en afecciones pediátricas, relacionadas al ambiente, podrían proporcionar asesoramiento, información y tratamiento, promover la investigación, entrenar a profesionales, educar al público e informar a las autoridades responsables en el tema de la influencia de los COPs en la salud humana y en especial en las edades referidas por los especialistas como las más relevantes a nivel de desarrollo de patologías y de efectos adversos atribuibles a la presencia de contaminación ambiental por COPs.

El personal de estos centros, especialmente entrenado en problemas ambientales, incluye: pediatras, toxicólogos, enfermeras y enfermeros, médicos de familia, obstetras, expertos de la salud pública, médicos ocupacionales, trabajadores sociales, ingenieros y consejeros de otras áreas relevantes. Solamente este tipo de equipo multidisciplinario, ayuda a capturar la complejidad de la salud ambiental y la vulnerabilidad única de los niños/ adolescentes frente a los peligros de sus entornos.



Estos centros, capaces de reconocer, determinar y manejar enfermedades infantiles relacionadas al ambiente y de proporcionar educación y entrenamiento, fueron creados en los EE.UU. por la Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de las Enfermedades (ATSDR) del Departamento de los Servicios Humanos y de Salud de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (U.S. EPA). Ésta podría ser la dirección que se pudiera seguir en el país atendiendo que existen equipos de toxicólogos muy capacitados que requieren colaborar con investigadores de centros universitarios especialistas en otras áreas de los COPs.

Ninguno de los trabajos científicos que se recopilaron durante este estudio apuntaba a la exposición humana. Esta situación es crítica puesto que a nivel internacional para la evaluación de la efectividad del Convenio de Estocolmo, se necesita el monitoreo de la leche materna y de la sangre materna, dos componentes importantes en la evaluación de la exposición de la población infantil quienes desde su temprano desarrollo se encuentran más susceptibles a estas sustancias.

En Chile se requiere estimular una mayor asociatividad y así facilitar la formación de equipos multidisciplinarios de investigación. Esta asociatividad debe ser estimulada desde el Estado (principal financiador de las actividades de investigación) a través de programas específicos o de llamados donde el tema de los COPs pueda ser incorporado. Un ejemplo de ello son los llamados a proyectos de investigación de la Unión Europea con un marco bien definido de problemas a ser abordados en periodos quinquenales.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- a) La investigación en COPs en Chile es deficitaria en varias de las categorías que señala el Convenio de Estocolmo. Sin embargo, se han notado avances sustantivos en los últimos años en las publicaciones de investigadores chilenos en colaboración con colegas extranjeros, produciendo información de muy buena calidad.
- b) La colaboración internacional ha sido también un factor relevante en la obtención de información científica relativa a los COPs, ya que permite acceder a mejor equipamiento e infraestructura que la disponible en el país. Muchas de las publicaciones disponibles son co-autoradas con investigadores extranjeros, creemos que esa tendencia va a continuar en los próximos años y que va a ser un factor clave en el desarrollo de la investigación científica acerca de COPs en Chile.
- c) Áreas críticas de desarrollo de investigación acerca de COPs son los aspectos relativos a la salud humana (exposición y efectos de COPs) y las correspondientes a ingeniería (inventarios de fuentes, valoración de emisiones al ambiente, sitios contaminados), que necesitan ser reforzadas e integradas.
- d) Los vacíos de información que se describen en este documento, fueron confirmados con los investigadores e instituciones involucradas en la investigación de COPs. Del análisis de la producción científica chilena se desprenden algunos vacíos importantes en áreas claves para el Convenio de Estocolmo, entre ellas la relación entre estas sustancias y la salud humana, la falta de investigación tecnológica, la ausencia de una serie de datos que indiquen las tendencias temporales y espaciales en el ambiente, la ausencia de estudios que vinculen la contaminación con COPs en efectos socioeconómicos y la escasa atención que se ha prestado a la presencia de estos contaminantes en humanos, que seguramente deberán ser abordadas en la agenda de los próximos años.
- e) La principal fuente de financiamiento de las investigaciones sobre COPs en Chile proviene del Estado, principalmente de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), dependiente del Ministerio de Educación. En los últimos años se ha visto también que parte de esos fondos están siendo dedicados a investigaciones de naturaleza más tecnológica. El sector privado está comenzando a invertir en el tema en la medida que les permite favorecer su posicionamiento en los mercados internacionales, como se puede apreciar de su participación en proyectos FONDEF, pero continúa siendo muy marginal.
- f) Se necesita establecer mecanismos más fluidos de comunicación entre las sociedades científicas (ej. Sociedad Chilena de Química, Sociedad Chilena de Biología, Sociedad Chilena de Pediatría, Asociaciones profesionales, etc.) y el estado a través del Ministerio de Salud; CONAMA, etc. para fortalecer la obtención de información de calidad para una mejor toma de decisiones.
- g) Las fuentes de información sobre COPs incluyen las universidades y otras organizaciones de investigación, grupos de interés y agencias gubernamentales. La gran mayoría de los entrevistados coincidieron en la necesidad de generar confianzas entre los diversos actores del mundo académico, empresarial y gubernamental, para desarrollar un proceso de entrega de información que sea transparente y abierto.
- h) En el país, las metodologías de análisis de riesgos aun no han sido incorporadas de manera efectiva como una forma de comunicar y organizar la información que puede ser entregada a los tomadores de decisión y el público en general. La necesidad de mejorar la comunicación entre los científicos y los encargados de tomar decisiones es un aspecto clave del proceso donde se pueden lograr avances



significativos en la materia, por ejemplo actualmente varios ministerios tienen alguna injerencia en el manejo de los COPs.

- i) Muchos de los entrevistados indicaron que el número de trabajos publicados acerca de los COPs en Chile son limitados y no son conocidos dentro de la propia comunidad científica. Para solucionar esta debilidad, sería conveniente lograr una fluida comunicación entre los distintos equipos de investigación, además de una mayor diversidad de fuentes de financiamiento que permita la creación de sinergia, disminuyendo así la competencia entre ellos.
- j) El establecimiento de vínculos entre las organizaciones es fundamental. En la actualidad la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT, dependiente del Ministerio de Educación) se está convirtiendo en un nexo entre la comunidad científica, el sector privado y las personas que toman las decisiones, sin embargo, se reconocen ciertas barreras para una efectiva y oportuna comunicación. Por ejemplo, la información debe ser entregada en un lenguaje directo y de fácil comprensión, que no sea de entendimiento sólo a nivel de la comunidad científica. En el lenguaje científico se considera apropiado describir con algún nivel de detalle y complejidad los trabajos presentados utilizando nomenclatura apropiada según el área temática. El lenguaje técnico se utiliza ampliamente para asegurar que los complejos problemas sean interpretados debidamente por otros científicos. Al contrario de los tomadores de decisiones, pues éstos tienden a requerimientos de información concisa, clara y directa.
- k) Si bien existen muchos aspectos deficientes, debemos resaltar los aspectos positivos encontrados como parte de las actividades realizadas por los distintos grupos de investigación de COPs en Chile. Esto dice relación al esfuerzo por mantener al país a la vanguardia con respecto a los intereses internacionales. Esta actividad es pionera y responde a las necesidades de los investigadores chilenos para potenciar las capacidades que cada uno de ellos posee junto con Chile, al deber responder a los compromisos adquiridos en el Convenio de Estocolmo.



6.2 RECOMENDACIONES

- a) El monitoreo de COPs en el ambiente es un tema aun limitado en Chile, y el estatus de la contaminación por estas sustancias continúa siendo incierto. El análisis de ciclo de vida de los COPs es incipiente en el país y debiera ser estimulado como una estrategia de investigación de largo plazo (de la cuna a la tumba). Los niveles de exposición a COPs en zonas urbanas han sido poco estudiados y los antecedentes que existen indican elevados niveles de exposición, que necesitan ser confrontados con los efectos que derivan de ella.
- b) Se recomienda el establecimiento de programas de monitoreo de largo plazo para estimar la variabilidad natural de los niveles de COPs en humanos y en el ambiente. Dentro de ellos se deben considerar la caracterización de ecosistemas prístinos para identificar y cuantificar desviaciones desde las condiciones naturales y establecer niveles basales. Así también se debe incluir el estudio de derrames accidentales u otros procesos de transferencia de COPs al ambiente (por ejemplo desde rellenos sanitarios) en que deben considerarse como oportunidades para mejorar la comprensión de la capacidad de resiliencia de los ecosistemas. La información obtenida de este tipo de estudios es muy valiosa para países como el nuestro, donde los ecosistemas a menudo son pobremente caracterizados y el destino y efecto de los contaminantes no están bien documentados.
- c) En el país, con excepción de las dioxinas y furanos, existen capacidades y experiencia analítica en materias de COPs. Es importantísimo en este sentido que el Estado promueva el establecimiento de capacidades analíticas de dioxinas y furanos, para apoyar los procesos de producción limpia, inocuidad alimentaria y agroexportador del país, así como, desarrolle fondos concursables para bienes de capital necesarios para actualizar las metodologías analíticas y los desarrollos que tiene esta área de la ciencia



para producir datos confiables y comparables, con criterios de calidad ampliamente aceptados a nivel mundial.

- d) Existe consenso en que los estudios para establecer impactos de los COPs en la salud humana son muy limitados en Chile. La mayor parte de los trabajos se han orientado a medir niveles en el ambiente, donde se destaca el importante esfuerzo del ISP para evaluar niveles de COPs en los alimentos.

Al respecto, se evidencia el bajo número de profesionales del área de salud que se han involucrado en investigación relacionada a los COPs en el país. Se debe fomentar proyectos de determinación de niveles de COPs en tejidos humanos, para luego poder realizar pruebas de toxicidad. En este punto deben incluirse recursos del MINSAL a través de iniciativas transversales de investigación en programas, como por ejemplo FONIS, determinando áreas o líneas de investigación prioritarias.

- e) Se requiere enfrentar el problema de los COPs también desde una perspectiva de la evaluación de riesgos para la salud humana como para los estudios para los ecosistemas, estableciendo curvas de dosis/respuesta para comunidades y ecosistemas vulnerados. Para ellos será necesaria la activa participación de distintos entes tanto públicos (CONAMA, SAG, CONAF) como privados.

- f) Para evitar la duplicación del trabajo y para permitir que los científicos y los que toman las decisiones puedan hacer uso más efectivo de los resultados generados de la investigación, es altamente recomendable generar mecanismos para publicar información de manera periódica entre las partes interesadas. La página Web del Plan Nacional de Implementación de los COPs desarrollada por CONAMA, podría ayudar de manera significativa a cumplir dicho objetivo.

- g) Es importante destacar el rol que tiene el sector productivo, ya que en algunos casos ellos pueden ser fuentes, productores y usuarios de estas sustancias. En ese sentido, se deben destacar los fondos concursables de INNOVA, como una fuente de recursos para la implementación de consorcios público-privados en los que tengan cabida el sector productivo y los equipos de investigación que trabajen en COPs. Por otra parte, se debe mencionar la potencial importancia de la nueva línea de financiamiento de FONDEF a proyectos de interés público, la cual se espera que cubra el espacio dejado por los proyectos INNOVA para aquellas postulaciones no tendientes a crear un modelo de negocios asociado al consorcio implementado entre el sector privado e instituciones de investigación, sino más bien a fortalecer la cooperación entre ambas.





7

REFERENCIAS

Barra R., Colombo JC., Eguren G., Gamboa N. Jardim WF and Mendoza R (2005) Persistent Organic Pollutants (POPs) in Eastern and Western SouthAmerican Countries: A Review of Environmental Levels. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* Vol 185:1-33.

Bezama, A.; Szarka, N., Wolfbauer, J. & Lorber, K.E. (2007). Development and use of a Balanced Scorecard System for Supporting Decision-Making in Contaminated Sites Remediation. *Water, Air and Soil Pollution* 181, 3 – 16.

CONAMA (2005a). Inventario Nacional de Bifenilos Policlorados (PCBs).

CONAMA (2005b). Inventario Nacional de Liberaciones de Dioxinas y Furanos.

CONAMA (2005c). Inventario Nacional de Existencias de Plaguicidas Caducados.

CONAMA (2005d). Análisis de la información disponible sobre posibles efectos en la salud por contaminantes orgánicos persistentes en el medio ambiente.

Hämäläinen, R.P. (Ed.) (2002). Value tree analysis. Report for the Multi Criteria Decision Analysis (MCDA) eLearning Site. Retrieved October 20, 2005, from Helsinki University of Technology, Systems Analysis Laboratory Web site: <http://www.mcd.hut.fi>

Harner T, Pozo K, Gouin T, Macdonald AM, Hung H, Caine J, Peters A (2006) Global pilot study for persistent organic pollutants (POPs) using PUF disk passive air samplers *Environmental Pollution* 144 (2): 445-452

Konidari, P. & Mavraklis, D. (2007). A multi-criteria evaluation method for climate change mitigation policy instruments. *Energy Policy* 35, 6235 – 6257.

Olson, D.L. (2001). Comparison of three multicriteria methods to predict known outcomes. *European Journal of Operational Research* 130, 576-587.

Pozo K, Urrutia R, Barra R, Mariottini M, Treutler HC, Araneda A, Focardi S (2007) Records of polychlorinated biphenyls (PCBs) in sediments of four remote Chilean Andean Lakes *Chemosphere* 66 (10): 1911-1921

Vreugdenhil HJ, Slijper FME, Mulder PGH, Weisglas-Kuperus N (2002) Effects of perinatal exposure to PCBs and dioxins on play behavior in dutch children at school age *Environmental Health Perspectives* 110 (10): A593-A598 OCT 2002

UNEP 2003. Proceeding Workshop to Develop a Global POPs Monitoring Programme to Support the Effectiveness Evaluation of the Stockholm Convention Geneva, Switzerland 24-27 March 2003 available at: <http://www.chem.unep.ch>

UNEP 2003. Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances in Eastern and Western Southamerican Countries. Disponible en : <http://www.chem.unep.ch/pts>





ANEXO I: CUESTIONARIO

I.- Capacidades de Investigación

I.1.- De acuerdo al siguiente listado de COPs

¿Cuál(es) sustancia(s) y en qué matriz(es) trabaja Ud. o su equipo de investigación?

Marque con una X

Sustancia	Agua	Suelo	Aire	Residuos	Alimentos	Humanos	Biota
Aldrin							
Clordano							
DDT							
Heptacloro							
Toxafeno							
Mirex							
Dieldrin							
Endrin							
Hexaclorobenceno							
Dioxinas y Furanos							
Bifenilos Policlorados							
Clordecone *							
Sulfonato de Pererfluoroctano *							
Octabromodifenileter *							
Pentaclorobenceno *							
Parafinas Cloradas de Cadena Corta *							
Lindano *							
Endosulfan *							
**							
**							
**							
**							
**							
**							

* COP candidato

** COP candidato a incorporar por el entrevistado





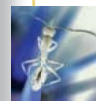
I.2.- ¿Cuál(es) sustancia(s) y qué matriz(es) cree Ud. que debe(n) ser prioritaria(s) para futuras investigaciones y financiamientos en el ámbito nacional?

Marque con una X

Sustancia	Agua	Suelo	Aire	Residuos	Alimentos	Humanos	Biota
Aldrin							
Clordano							
DDT							
Heptacoloro							
Toxafeno							
Mirex							
Dieldrin							
Endrin							
Hexaclorobenceno							
Dioxinas y Furanos							
Bifenilos Policlorados							
Clordecone *							
Sulfonato de Pererfluoroctano *							
Octabromodifenileter *							
Pentaclorobenceno *							
Parafinas Cloradas de Cadena Corta *							
Lindano *							
Endosulfan *							
**							
**							
**							
**							
**							
**							

* COP candidato

** COP candidato a incorporar por el entrevistado





I.3.- ¿En cuál (es) de las siguientes actividades definidas en el Convenio de Estocolmo efectúa Ud. sus investigaciones en COPs?

i.- Fuentes y liberaciones en el medio ambiente

- i.1. Inventarios de fuentes
- i.2. Determinación de factores de emisión
- i.3. Análisis crítico de factores de emisión existentes
- i.4. Identificación de fuentes de emisión

ii- Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente

- ii.1. Trabajos que describan la presencia de COPs en componentes ambientales (bióticos y abióticos, incluye alimentos)
- ii.2. Trabajos que describan la presencia de COPs en tejidos humanos (leche materna, sangre, otros tejidos)

iii- Transporte, destino final y transformación en el medio ambiente

- iii.1. Investigación sobre mecanismos de transporte (bióticos y abióticos)
- iii.2. Investigación en destino final (sedimentos, sitios contaminados, suelos, vertederos, etc.)
- iii.3. Investigación sobre transformaciones que ocurren en el ambiente (foto-químico, bio-degradación).

iv.- Efectos en la salud humana y en el medio ambiente

- iv.1. Estudios que relacionan la exposición y efectos de COPs en humanos (carcinógenos, endocrinos y reproductivos).
- iv.2. Evaluaciones de riesgo en la salud humana por exposición crónica y/o Aguda.
- iv.3. Estudios que relacionan la exposición y efectos de COPs en el medio ambiente (flora y fauna).

v.- Efectos socioeconómicos y culturales

- v.1. Investigación orientada a verificar efectos socioeconómicos y culturales derivados de la exposición a COPs, en residuos de COPs en productos de exportación y sus consecuencias en el ámbito exportador chileno.
- v.2. Investigación orientada a verificar efectos socioeconómicos y culturales derivados de la exposición a COPs, en los hábitos alimenticios por los elevados niveles de COPs en alimentos consumidos.

vi.- Reducción y/o eliminación de sus liberaciones

- vi.1. Trabajos de investigación dedicados a mejorar procesos para reducir emisiones de COPs (ej.: reducción de emisiones de dioxinas y furanos en procesos industriales)
- vi.2. Trabajos de investigación sobre el impacto de regulaciones en la reducción de niveles ambientales de plaguicidas en suelos, aguas y en productos.
- vi.3. Análisis de sitios contaminados con COPs.





vii.- Metodologías armonizadas para hacer inventarios de las fuentes generadoras y de las técnicas analíticas para la medición de las emisiones

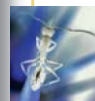
- vii.1. Trabajos para identificar metodologías analíticas para la medición de emisiones aéreas, sólidas y líquidas.
- vii.2. Aplicación de inventarios de fuentes utilizando diversas fuentes de información y desarrollo de metodologías.

I.4.- Según su parecer, ¿En qué nivel se encuentran las capacidades de investigación en Chile en torno a COPs ? De acuerdo a la siguiente ponderación:

Ponderación: (5) Idealmente desarrollado, (4) Desarrollado, (3) En desarrollo
(2) Sin desarrollo, (1) No es importante para Chile

Marque con una X

Aspectos	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
i.- Fuentes y liberaciones en el medio ambiente					
ii.- Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente					
iii.- Transporte, destino final y transformación en el medio ambiente					
iv.- Efectos en la salud humana y en el medio ambiente					
v.- Efectos socioeconómicos y culturales					
vi.- Reducción y/o eliminación de sus liberaciones					
vii.- Metodologías armonizadas para hacer inventarios de las fuentes generadoras y de las técnicas analíticas para la medición de las emisiones					





I.5.- Desde su punto de vista, ¿Qué aspectos deben ser fortalecidos en la investigación de COPs para su financiamiento dentro de los próximos años en Chile? Informe sus niveles de prioridades de acuerdo a la siguiente ponderación:

Ponderación: (4) Altamente prioritario (3) Prioritario (2) Baja Prioridad (1) No es prioritario

Marque con una X

Aspectos	(4)	(3)	(2)	(1)
i.- Fuentes y liberaciones en el medio ambiente				
ii.- Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente				
iii.- Transporte, destino final y transformación en el medio ambiente				
iv.- Efectos en la salud humana y en el medio ambiente				
v.- Efectos socioeconómicos y culturales				
vi.- Reducción y/o eliminación de sus liberaciones				
vii.- Metodologías armonizadas para hacer inventarios de las fuentes generadoras y de las técnicas analíticas para la medición de las emisiones				

I.6.- En función de la respuesta anterior, Indique ¿cuáles deben ser los plazos para implementar esas actividades?. De acuerdo a la siguiente clave:

Clave: (4) Urgente (3) Corto plazo (2) Mediano plazo (1) Largo plazo

Marque con una X

Aspectos	(4)	(3)	(2)	(1)
i.- Fuentes y liberaciones en el medio ambiente				
ii.- Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente				
iii.- Transporte, destino final y transformación en el medio ambiente				
iv.- Efectos en la salud humana y en el medio ambiente				
v.- Efectos socioeconómicos y culturales				
vi.- Reducción y/o eliminación de sus liberaciones				
vii.- Metodologías armonizadas para hacer inventarios de las fuentes generadoras y de las técnicas analíticas para la medición de las emisiones				





Observaciones

II.- Redes de Colaboración

II.1.- Indique con que institución colabora en el ámbito nacional e internacional en el tema de los COPs

Nombre y Contacto	Análisis Químico/ Línea Estratégica (de acuerdo a Convenio de Estocolmo)

II.2.- ¿Conoce otro equipo de trabajo que no realice investigación en COPs, pero que pueda incorporarse a esta línea de investigación?

Nombre de Institución	Contacto	Línea de Investigación



III.- Fuentes de Financiamiento

III.1.- ¿Cuáles son las fuentes de financiamiento que han apoyado sus Investigaciones en COPs?

- Fondecyt
- Fondef
- Innova
- PBCT – Conicyt
- Conicyt – Cooperación Internacional
- Unión Europea
- Otra Agencias Internacionales



- Financiamiento Privado
 - Licitaciones
 - Contrato Directo
 - (Otra fuente) _____
 - (Otra fuente) _____
 - (Otra fuente) _____

III.2.- ¿Qué ítem (es) ha (n) sido financiados a través de las distintas fuentes mencionadas en el punto III.1? Según la siguiente Clave

Clave: (1) Infraestructura (2) Equipos (3) Análisis (4) Capacitación (5) Otros

Marque con una X

Fuente de Financiamiento	1	2	3	4	5
Fondecyt					
Fondef					
Innova					
PBCT – Conicyt					
Conicyt - Coop. Int.					
Unión Europea					
Otras Agencias Internacionales					
Privados					
<input type="checkbox"/> Licitaciones					
<input type="checkbox"/> Contrato Directo					
<input type="checkbox"/> (Otra fuente) _____					
<input type="checkbox"/> (Otra fuente) _____					
<input type="checkbox"/> (Otra fuente) _____					





III.3.- A mediano o largo plazo, ¿Cómo observa Ud., el financiamiento de Investigación en COPs en Chile?. Según la siguiente clave:

Clave: (3) Suficiente (2) Escaso (1) Insuficiente

Marque con una X

Fuente de Financiamiento	1	2	3
Fondecyt			
Fondef			
Innova			
PBCT – Conicyt			
Conicyt - Coop. Int.			
Unión Europea			
Otras Agencias Internacionales			
Privados			
<input type="checkbox"/> Licitaciones			
<input type="checkbox"/> Contrato Directo			
<input type="checkbox"/> (Otra fuente)_____			
<input type="checkbox"/> (Otra fuente)_____			
<input type="checkbox"/> (Otra fuente)_____			

III.4.- ¿Qué instancia(s) o instrumento(s) de financiamiento cree Ud., es/son lo más adecuado para el futuro financiamiento de investigación de COPs en Chile?

- Fondecyt
- Fondef
- Innova
- PBCT – Conicyt
- Conicyt – Cooperación Internacional
- Unión Europea
- Otra Agencias Internacionales
- Financiamiento Privado
 - Licitaciones
 - Contrato Directo
 - (Otra fuente)_____



- (Otra fuente)_____
- (Otra fuente)_____

IV Recursos Humanos

IV.1.- Señale el número de personas que integran su equipo de investigación:

Personal de Investigación	Nº de Integrantes
Doctores	
Magister	
Profesionales Superiores	
Técnicos	
Estudiantes de doctorado	
Estudiantes de magister	
Estudiantes de pregrado	

IV.2.- Productividad científica del grupo de investigación en los últimos cinco (5) años

Favor entregar el número de publicaciones

Línea de Investigación	Publicaciones				
	Tesis	Patentes	Libros	Congresos	Seminarios
i.- Fuentes y liberaciones en el medio ambiente					
ii.- Presencia, niveles y tendencias en las personas y en el medio ambiente					
iii.- Transporte, destino final y Transformación en el medio ambiente					
iv.- Efectos en la salud humana y en el medio ambiente					
v.- Efectos socioeconómicos y culturales					
vi.- Reducción y/o eliminación de sus liberaciones					
vii.- Metodologías armonizadas para hacer inventarios de las fuentes generadoras y de las técnicas analíticas para la medición de las emisiones					





V. Infraestructura

V.1.- ¿Posee laboratorio para realización de Análisis Químico de COPs?

SI NO

V.2.- Si su respuesta es positiva, ¿Qué infraestructura dispone?

- Sala con Equipos de Cromatografía de Gases(GC/MS, GC/ECD)
- Sala de Balanzas
- Sala de Extracción para Análisis
- Sala de Recepción y Almacenamiento de muestras
- Otros, especificar cuales _____

V.3.- ¿Tiene personal calificado con competencias para Análisis Químico de COPs?

SI NO

V.3.1.- Si su respuesta es positiva, ¿Cuál es el número de profesionales que dispone en el laboratorio?

Químicos		
Analistas		
Bioquímicos		
Biólogos		
Técnicos		
Otros, especificar		



V.4.- ¿Posee Política de Aseguramiento de Calidad para el análisis de COPs?

SI NO

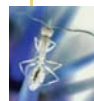
Si su respuesta es positiva ¿Especifique cual (es)?

- Métodos basados en normas chilenas
- Métodos basados en normas Internacionales
- Otras



ANEXO II: PUBLICACIONES INDEXADAS EN LA BASE DE DATOS ISI SOBRE COPS EN CHILE (ORDEN ALFABÉTICO DEL PRIMER AUTOR)

1. Baez M, Rodriguez M, Lastra O. 1997. Analytical quality parameters of the solid phase extraction method for the determination of pesticide residues in water by gas chromatography. *Boletin De La Sociedad Chilena De Quimica* 42(4):457-464.
2. Barra R, Cisternas M, Suarez C, Araneda A, Pinones O, Popp P. 2004a. PCBs and HCHs in a salt-marsh sediment record from South-Central Chile: use of tsunami signatures and Cs-137 fallout as temporal markers. *Chemosphere* 55(7):965-972.
3. Barra R, Cisternas M, Urrutia R, Pozo K, Pacheco P, Parra O, Focardi S. 2001a. First report on chlorinated pesticide deposition in a sediment core from a small lake in central Chile. *Chemosphere* 45(6-7):749-757.
4. Barra R, Colombo JC, Eguren G, Gamboa N, Jardim WF, Mendoza G. 2005a. Persistent organic pollutants (POPs) in eastern and western South American countries. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol 185. New York: Springer. p 1-33.
5. Barra R, Popp P, Quiroz R, Bauer C, Cid H, von Tumpling W. 2005b. Persistent toxic substances in soils and waters along an altitudinal gradient in the Laja River Basin, Central Southern Chile. *Chemosphere* 58(7):905-915.
6. Barra R, Pozo K, Munoz P, Salamanca MA, Araneda A, Urrutia R, Focardi S. 2004b. PCBs in a dated sediment core of a high altitude lake in the Chilean Altiplano: The Chungara Lake. *Fresenius Environmental Bulletin* 13(2):83-88.
7. Barra R, Pozo K, Urrutia R, Cisternas M, Pacheco P, Focardi S. 2001b. Persistent organochlorine pesticides in sediments of three coastal lakes and one Andean lake in central Chile. *Boletin De La Sociedad Chilena De Quimica* 46(2):149-159.
8. Borghini F, Grimalt JO, Sanchez-Hernandez JC, Barra R, Garcia CJT, Focardi S. 2005. Organochlorine compounds in soils and sediments of the mountain Andean Lakes. *Environmental Pollution* 136(2):253-266.
9. Cifuentes JM, Becker PH, Sommer U, Pacheco P, Schlatter R. 2003. Seabird eggs as bioindicators of chemical contamination in Chile. *Environmental Pollution* 126(1):123-137.
10. Focardi S, Fossi C, Leonzio C, Corsolini S, Parra O. 1996. Persistent organochlorine residues in fish and water birds from the Biobio river, Chile. *Environmental Monitoring and Assessment* 43(1):73-92.
11. George-Nascimento M, Khan RA, Garcias F, Lobos V, Munoz G, Valdebenito V. 2000. Impaired health in Flounder, *Paralichthys* spp. inhabiting coastal Chile. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 64(2):184-190.
12. Grimalt JO, Borghini F, Sanchez-Hernandez JC, Barra R, Garcia CJT, Focardi S. 2004. Temperature dependence of the distribution of organochlorine compounds in the mosses of the Andean mountains. *Environmental Science & Technology* 38(20):5386-5392.
13. Harner T, Pozo K, Gouin T, Macdonald AM, Hung H, Caine J, Peters A. 2006. Global pilot study for persistent organic pollutants (POPs) using PUF disk passive air samplers. *Environmental Pollution* 144(2):445-452.



14. Henriquez M, Becerra J, Barra R, Rojas J. 2006. Hydrocarbons and organochlorine pesticides in soils of the urban ecosystem of Chillan and Chillan Viejo, Chile. *Journal of the Chilean Chemical Society* 51(3):938-944.
15. Hites RA, Foran JA, Carpenter DO, Hamilton MC, Knuth BA, Schwager SJ. 2004. Global assessment of organic contaminants in farmed salmon. *Science* 303(5655):226-229.
16. Huang XY, Hites RA, Foran JA, Hamilton C, Knuth BA, Schwager SJ, Carpenter DO. 2006. Consumption advisories for salmon based on risk of cancer and noncancer health effects. *Environmental Research* 101(2):263-274.
17. Huaquin LG, Osorio C, Verdugo R, Collado G. 2004. Morphological changes in the reproductive system of females *Acanthina monodon* (Pallas, 1774) (Gastropoda : Muricidae) affected by imposex from the coast of central Chile. *Invertebrate Reproduction & Development* 46(2-3):111-117.
18. Mandalakis M, Stephanou EG. 2002. Polychlorinated biphenyls associated with fine particles (PM2.5) in the urban environment of Chile: Concentration levels, and sampling volatilization losses. *Environmental Toxicology and Chemistry* 21(11):2270-2275.
19. Mariottini M, Aurigi S, Focardi S. 2000. Congener profile and toxicity assessment of polychlorinated biphenyls in human adipose tissue of Italians and Chileans. *Microchemical Journal* 67(1-3):63-71.
20. Mariottini M, Guerranti C, Aurigi S, Corsi I, Focardi S. 2002. Pesticides and polychlorinated biphenyl residues in human adipose tissue. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 68(1):72-78.
21. Mendoza G, Gutierrez L, Pozo-Gallardo K, Fuentes-Rios D, Montory M, Urrutia R, Barra R. 2006. Polychlorinated biphenyls (PCBs) in mussels along the Chilean Coast. *Environmental Science and Pollution Research* 13(1):67-74.
22. Munoz J, Becker PH. 1999. The Kelp Gull as bioindicator of environmental chemicals in the Magellan region. A comparison with other coastal sites in Chile. *Scientia Marina* 63:495-502.
23. Norris B, Quevedo L. 1996. Adverse effects of polluted continental water bodies in Chile on frog adrenergic synapse. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 57(4):640-647.
24. Orrego R, Jimenez B, Bordajandi LR, Gavilan JF, Inzunza B, Abad E, Gonzalez MJ, Rivera J, Barra R. 2005. EROD induction and PCDD/F levels in fish liver from the Biobio River in Chile. *Chemosphere* 60(7):829-835.
25. Palma-Fleming H, Espinoza O, Gutierrez E, Pino M. 1998. Organochlorine pesticides in sediments from the Valdivia river estuary, South of Chile. *Boletin De La Sociedad Chilena De Quimica* 43(4):435-445.
26. Palma-Fleming H, Quiroz E, Gutierrez E, Cristi E, Jara B, Keim ML, Pino M, Huber A, Jaramillo E, Espinoza O and others. 2000. Chemical characterization of a municipal landfill and its influence on the surrounding estuarine system, south central Chile. *Boletin De La Sociedad Chilena De Quimica* 45(4):551-561.
27. Pantoja S, Pastene L, Becerra J, Silva M, Gallardo VA. 1984. DDTs IN BALAENOPTERIDS (CETACEA) FROM THE CHILEAN COAST. *Marine Pollution Bulletin* 15(12):451-451.
28. Pantoja S, Pastene L, Becerra J, Silva M, Gallardo VA. 1985. LINDANE, ALDRIN AND DIELDRIN IN SOME CHILEAN CETACEA. *Marine Pollution Bulletin* 16(6):255-255.



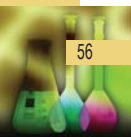
29. Pinto M, Montes L, Anrique R, Carrillo R, Tamayo R, Cristi R. 1990. ORGANOCHLORINE PESTICIDE-RESIDUES IN COW MILK AND ITS RELATIONSHIP WITH THEIR PRESENCE IN ANIMAL FOODS. *Archivos De Medicina Veterinaria* 22(2):143-153.
30. Pozo K, Harner T, Shoeib M, Urrutia R, Barra R, Parra O, Focardi S. 2004. Passive-sampler derived air concentrations of persistent organic pollutants on a north-south transect in Chile. *Environmental Science & Technology* 38(24):6529-6537.
31. Pozo K, Urrutia R, Barra R, Mariottini M, Treutler HC, Araneda A, Focardi S. 2007. Records of polychlorinated biphenyls (PCBs) in sediments of four remote Chilean Andean Lakes. *Chemosphere* 66(10):1911-1921.
32. Riveros A, Zuniga M, Larrain A, Becerra J. 1996. Relationships between fertilization of the Southeastern Pacific sea urchin *Arbacia spatuligera* and environmental variables in polluted coastal waters. *Marine Ecology-Progress Series* 134(1-3):159-169.
33. Takazawa Y, Verdugo R, Richter P, Kitamura K, Choi JW, Hashimoto S, Ito H, Shibata Y, Morita M. 2004. Current levels of dioxins in surface soils from Santiago, Chile. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 73(3):543-550.
34. Tamayo R, Matus N, Montes L, Cristi R. 1994. POLYCHLORINATED-BIPHENYLS (PCBS) DETERMINATION IN HUMAN-MILK SAMPLES COLLECTED IN 3 PROVINCES OF THE 10TH REGION OF CHILE 1990. *Revista Medica De Chile* 122(7):746-753.
35. Tamayo R, Montes L, Pinto M, Cristi R. 1987. POLYCHLORINATED-BIPHENYLS RESIDUES (PCBS) IN SLAUGHTERED BOVINES SAMPLES COLLECTED FROM THE 9TH AND 10TH REGION, CHILE. *Archivos De Medicina Veterinaria* 19(2):21-25.
36. Tamayo R, Ojeda H, Cristi R, Henriquez O. 1993. ORGANOCHLORINE PESTICIDES AND POLYCHLORINATED-BIPHENYLS (PCBS) IN MYTILUS-CHILENSIS COLLECTED FROM CORRAL BAY, CHILE. *Archivos De Medicina Veterinaria* 25(2):181-186.





ANEXO III: LISTA DE INVESTIGADORES NACIONALES ENTREVISTADOS

- 1.- Nombre : Ricardo Barra Ríos
Entidad : Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción.
Posición : Profesor Asociado
- 2.- Nombre : Jorge Jiménez del Río
Entidad : Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción.
Posición : Profesor Asistente
- 3.- Nombre : Alberto Bezama Benguria
Entidad : Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción.
Posición : Profesor Asistente
- 4.- Nombre : Carlos Valdovinos Jeldes
Entidad : Centro de Investigaciones Ecotoxicológicas, Universidad Mayor.
Posición : Director
- 5.- Nombre : Rodrigo Navia
Entidad : Departamento De Ingeniería Química & Instituto de Agroindustria, Universidad De La Frontera
Posición : Director alterno
- 6.- Nombre : Andrés Martínez
Entidad : The University of Iowa
Posición : Estudiante de Post-Doctorado.
- 7.- Nombre : Francisco Cereceda
Entidad : Departamento de Química, Laboratorio de Química Ambiental, Universidad Técnica Federico Santa María
Posición : Director
- 8.- Nombre : Sandra Cáceres
Entidad : Química y Minerales, Cesmec, Santiago
Posición : Supervisor de área de Laboratorio
- 9.- Nombre : Erika Valdés
Entidad : UTFSM, Departamento de Química, Centro de Análisis Instrumental, Universidad Técnico Federico Santa María
Posición : Profesor Académico
- 10.- Nombre : Susana Casas
Entidad : Laboratorio de Recursos Renovables, Universidad de Concepción
Posición : Jefe de Laboratorio
- 11.- Nombre : Graciela Palma
Entidad : Departamento de Ciencias Químicas, Universidad de la Frontera
Posición : Profesor Permanente





- 12.- Nombre : Lucía Molina
Entidad : Departamento de Salud Ocupacional del Instituto de Salud Pública (ISP)
Posición : Jefa del Subdepartamento de Medicina Ocupacional
- 13.- Nombre : Pablo Richter
Entidad : Departamento Química Inorgánica y Analítica, Universidad de Chile
Posición : Profesor Titular
- 14.- Nombre : Karla Pozo
Entidad : Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad de Siena (UNISI)
Posición : Investigadora





ANEXO IV: EQUIPO DE TRABAJO:

Lorenzo Caballero, Ingeniero Agrónomo, Coordinador Nacional PNI-COPs, CONAMA

Marcelo Galeno, Químico Ambiental, CONAMA

Dr. Claudio Zaror (Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción)

Dr. Ricardo Barra (Centro de Ciencias Ambientales EULA Chile, Universidad de Concepción)

Dr. Alberto Bezama (Centro de Ciencias Ambientales EULA Chile, Universidad de Concepción)

Dr. Jorge Jiménez (Centro de Ciencias Ambientales EULA Chile, Universidad de Concepción)

Dr © Gonzalo Mendoza (Centro de Ciencias Ambientales EULA Chile, Universidad de Concepción)

Biólogo Marco Correa (Centro de Ciencias Ambientales EULA Chile, Universidad de Concepción)

Bioquímico Paulina Bahamonde (Centro de Ciencias Ambientales EULA Chile, Universidad de Concepción)

