

# 1

Chile en el contexto internacional  
y de la región



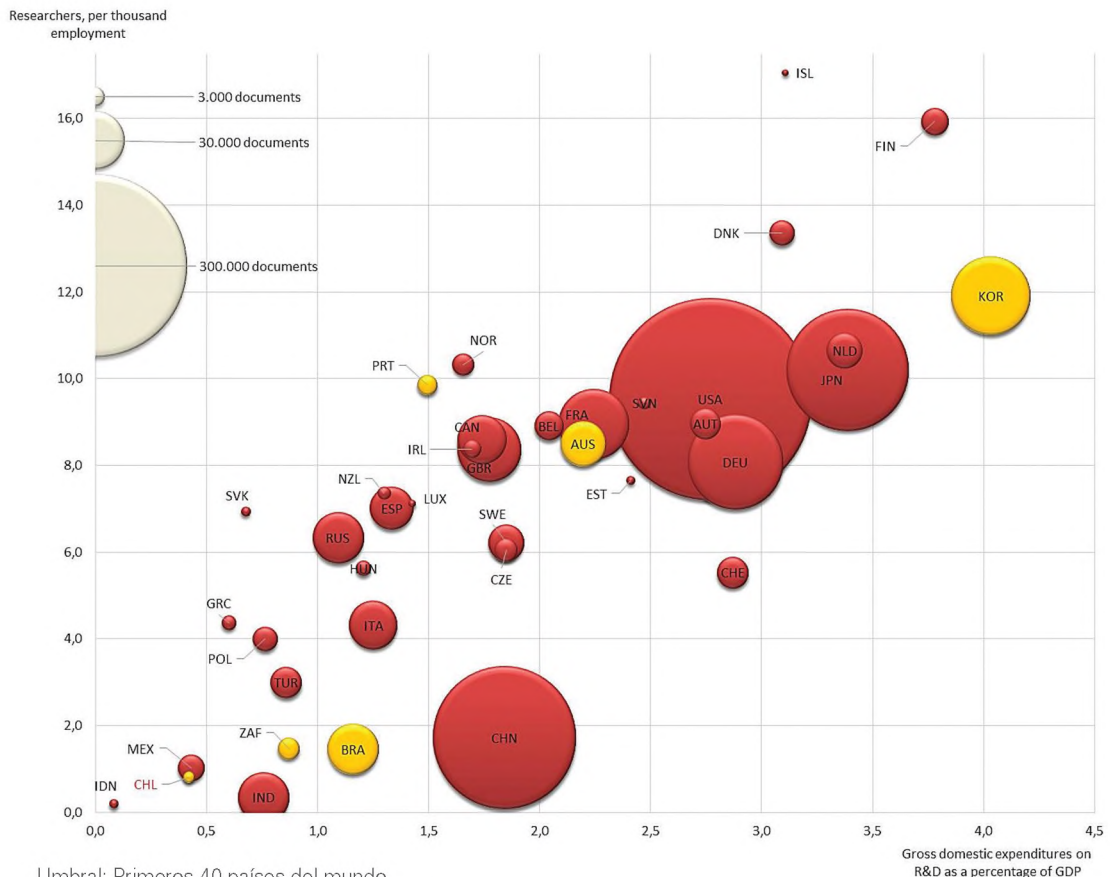
El propósito de este primer capítulo es realizar un análisis macro de las tendencias que se observan en la producción científica a nivel internacional y situar el comportamiento de Chile en este contexto. En un escenario dinámico, donde los actores tradicionales se ven desplazados por países con economías del conocimiento, que basan sus esfuerzos en generar oportunidades para el desarrollo del capital humano avanzado, la investigación científica se transforma en un pilar fundamental para el desarrollo económico y social. El desempeño de estos países en diversas áreas son un referente que Chile debiera considerar.

La producción científica mundial en los últimos cinco años ha crecido a un promedio anual de 2,4%. En el mismo período, Chile creció a un promedio anual de 8,2%, publicando en 2013 9.178 documentos. El país es un actor pequeño en el concierto mundial con un aporte en el año 2013 del 0,34% de la producción del planeta, lo que lo sitúa en la posición número 46 del ranking de producción científica. Disminuyendo en dos posiciones el lugar ocupado en el año 2009.

### 1.1. Gasto en I+D+i y Capital Humano Avanzado

En el 2013 Chile invirtió el 0,39% del PIB en I+D+i, la proporción más baja entre los países que integran la OCDE, donde el promedio de inversión es de 2,4% del PIB (Ministerio de Economía, 2015). En el Gráfico 1, se correlaciona el número de investigadores por población económicamente activa (PEA) con el Gasto en I+D+i expresado como proporción del PIB.

**Gráfico 1.** Stock de investigadores y gasto en ciencia y tecnología en países OCDE en 2012

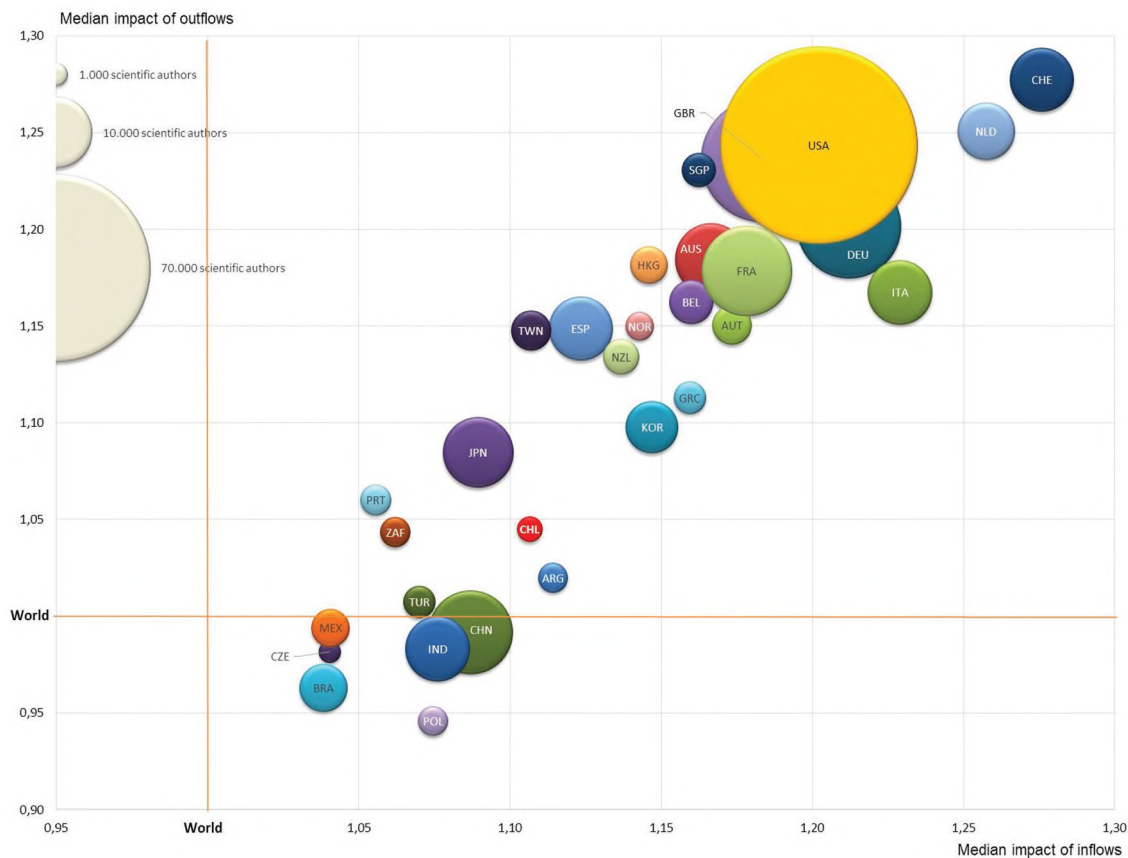


Umbral: Primeros 40 países del mundo.

Fuente: Datos OCDE, UNESCO Institute for Statistics. Análisis SCLmago Research Group.

Siguiendo la tendencia internacional, en Chile, se observa una importante movilidad internacional de investigadores. Esta se infiere, de los cambios de afiliación institución/país de los autores que han generado a lo menos, dos documentos durante el período de referencia. Al correlacionar los flujos de ingreso y los de salida, con los impactos normalizados asociados a cada uno de ellos, se puede valorar el resultado de la movilidad científica, sobre la calidad de la ciencia generada en un país. Para la mayoría de los países de la OCDE, el impacto promedio del flujo de ingreso de científicos tiende a ser mayor que lo que el país pierde por los flujos de salida (OCDE, 2012). En el caso de Chile, se concluye que, el flujo de investigadores desde el extranjero ha generado una diferencia positiva que se expresa en una ganancia de 10,7 puntos porcentuales de impacto de la producción con afiliación Chile (Gráfico 2). Esta migración positiva de investigadores, se concentra en las universidades más que en centros de investigación astronómicos, donde los investigadores en tránsito generalmente no publican con afiliación Chile. El país se ha vuelto atractivo para investigadores europeos, especialmente de España y Europa del Este.

**Gráfico 2.** Impacto de la movilidad internacional de científicos. Flujos positivos y negativos 1996-2011

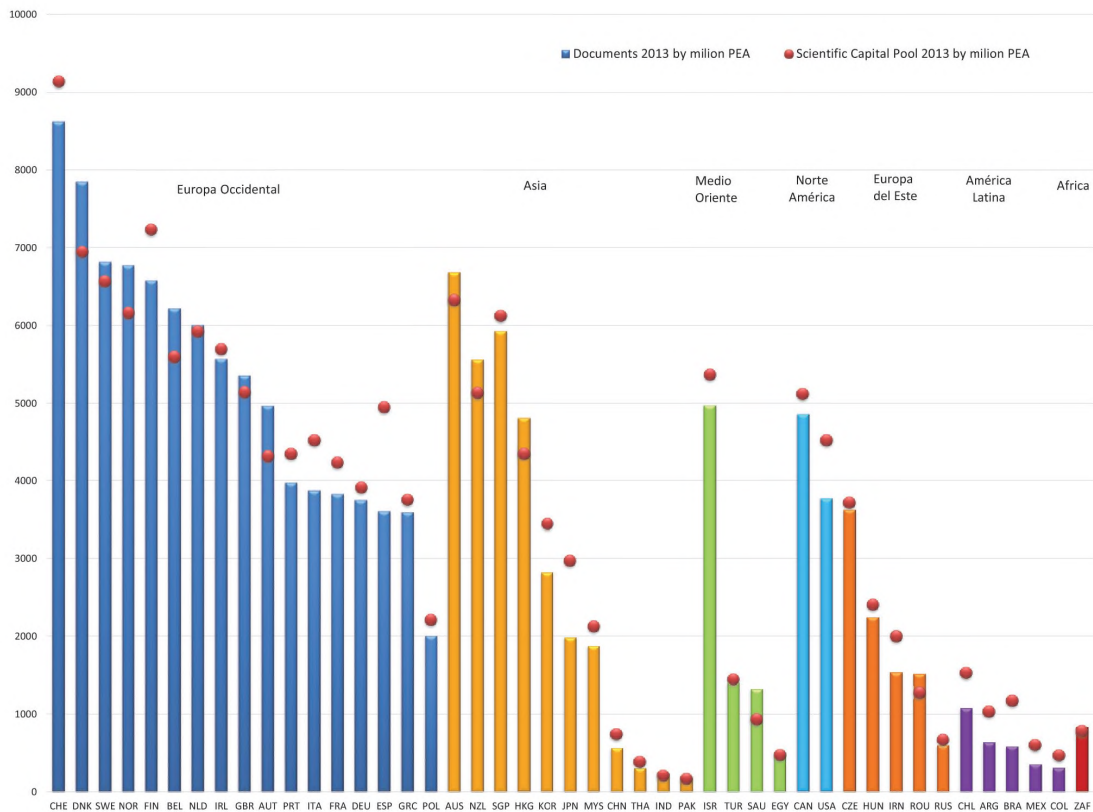


Fuente: Datos OCDE, UNESCO Institute for Statistics. Análisis SCLmago Research Group.

En el período observado, el flujo de ingreso y de salida de investigadores al país fue de 1.462 y de 1.269 individuos respectivamente. A este fenómeno, se agrega la llegada al país de los becarios del Programa Becas Chile (a noviembre de 2014 había 1.147 becarios en formación), así como becarios estudiando en programas nacionales acreditados. La suma de ambos flujos incrementará en 5 años el *stock* de investigadores en cerca de un 30%.

Pese al esfuerzo realizado para reclutar investigadores activos y formar nuevos doctores, el país no alcanza aún la relación de investigadores por millón de PEA requerido para su desarrollo en comparación al nivel mostrado por los países con que nos medimos. Se observa además, que la producción de artículos por población económicamente activa aún está por debajo de los desempeños de los países que integran la OCDE (Gráfico 3).

**Gráfico 3.** Número de documentos por millón de habitantes de población económicamente activa (PEA), comparado con el número de investigadores por millón de PEA



Umbral: 45 países científicamente más productivos del mundo

Fuente: Datos OCDE, Scopus. Análisis SCImago Research Group.

Según la 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> Encuesta Nacional de Innovación (Ministerio de Economía), el *stock* de investigadores en Chile en el último lustro ha pasado de cerca de 5.000 investigadores en 2009 a cerca de 6.000 en 2013, como se indica en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Investigadores JCE por sector de empleo

	2009	2013	Variación
Estado	269	438	62%
Educación Superior	3.007	3.271	9%
IPSFL	570	735	38%
Observatorios		52	
Empresas	1.013	1.448	43%
<b>Total</b>	<b>4.859</b>	<b>5.943</b>	<b>22%</b>

Fuente: 3<sup>ra</sup>. Encuesta de Innovación. Ministerio de Economía. 2015.

En el período 2009-2013 los investigadores JCE crecen en un 22%, siendo el Estado, el sector donde este crecimiento adquiere un mayor dinamismo. En el mismo período la producción científica con visibilidad internacional generada en Chile creció un 38%. La diferencia en estas tasas de crecimiento se explica por un aumento marginal de la productividad.

**Autores Activos – ScientificTalent Pool – STP** es el número de personas diferentes con filiación institucional en un mismo país que figura como autor de la producción científica del mismo dominio en un año determinado. Este es un indicador que puede complementar la noción de *stock* de investigadores.

NOTA METODOLÓGICA

La producción científica de Chile en 2009 fue de 6.648 documentos, los que fueron firmados por algo más de 10.000 autores con filiación en este país. En 2013 la producción científica fue de 9.178 documentos, los que fueron autorados en torno a 13.000 investigadores. La diferencia de un 22,8% de los STP se explica por un incremento en las tasas de coautoría (actualmente los trabajos son firmados por más autores).

En ese contexto, entre 2003 y 2012, se observa un aumento significativo en el *stock* de autores activos en las áreas temáticas: Arts and Humanities (crece de 10 a 398 autores), Nursing (de 6 a 161 autores), Psychology (de 29 a 358 autores), y Social Sciences (99 a 967 autores). Por el contrario, las áreas donde el *stock* de capital humano aumenta de forma menos intensa son: Chemistry (crece de 538 a 833 autores), Neurosciences (de 146 a 240 autores), Veterinary (de 122 a 204 autores) y Environmental Sciences (de 498 a 880 autores). Estos cambios se explican principalmente por la modificación de las pautas de comunicación científica que se dan de manera diferencial según las áreas. En general en Social Sciences y Arts and Humanities la tendencia a internacionalizar los resultados es más reciente que en otras áreas donde ese proceso ocurrió de modo más temprano.

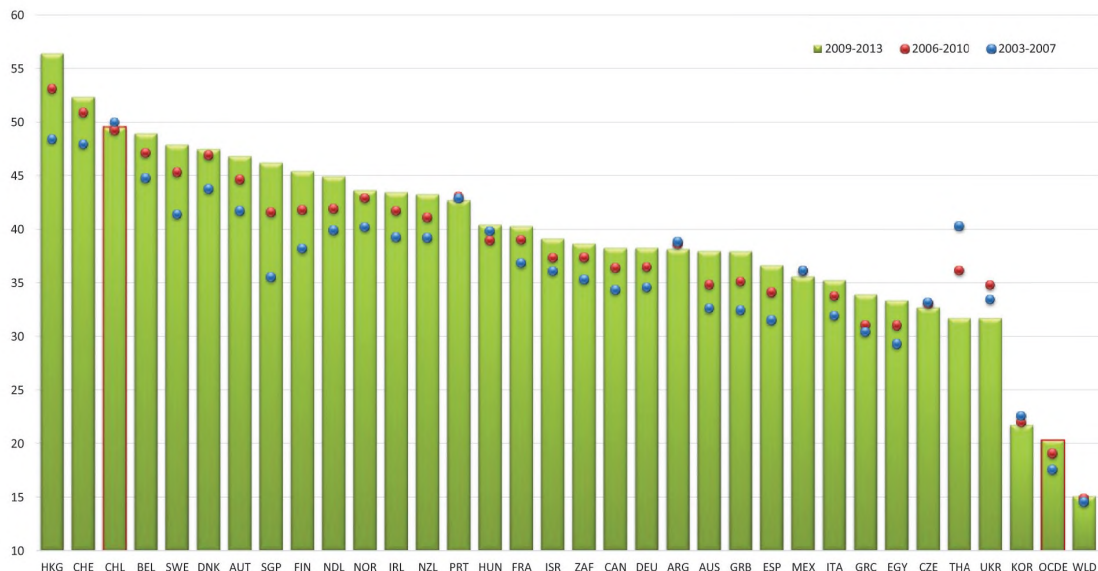
## 1.2. Colaboración internacional

% Colaboración Internacional – % International Collaboration – % Int Col es el porcentaje de documentos de un país que ha sido elaborado junto con instituciones de otro país.

NOTA METODOLÓGICA

La colaboración internacional es un atributo de la investigación científica, que puede generar consecuencias positivas y negativas. Aspectos positivos son la apropiación de nuevas metodologías de investigación, el acceso a laboratorios de última generación y la formación postdoctoral. Entre las consecuencias negativas se aprecia una disminución de la capacidad de un país para definir su agenda de temas a investigar de acuerdo a sus propias prioridades. Una tendencia creciente que estimula el crecimiento de la investigación en colaboración internacional es cierto tipo de investigación que por su costo y complejidad requieren del apoyo de grandes números de investigadores y el financiamiento de equipamiento de alto costo. Ejemplo de este tipo de proyecto son los proyectos ATLAS<sup>1</sup>, GEMINI<sup>2</sup> y ALMA<sup>3</sup>.

**Gráfico 4.** Evolución por series quinquenales del porcentaje de publicaciones firmadas en colaboración internacional



Umbral: 65000 de producción 2003-2013 y más de 30% de colaboración internacional en 2009-2013 + Corea (KOR)

Fuente: Datos Scopus. Análisis SCImago Research Group.

- ATLAS es uno de siete experimentos para detectar partículas (ATLAS, ALICE, CMS, TOTEM, LHCb, LHCf y MODEL), construido en un colisionador de hadrones, en el acelerador de partículas del CERN (European Organization for Nuclear Research) localizado en Suiza.
- El Observatorio Gemini consiste en telescopios ópticos / doble diámetro de 8,1 metros de infrarrojos situados en dos de los mejores sitios de observación del planeta. Desde su ubicación en las montañas en Hawái y Chile, los telescopios del Observatorio Gemini pueden acceder colectivamente todo el cielo.
- El Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) es una asociación internacional entre el Observatorio Europeo Austral (ESO), la Fundación Nacional de Ciencia de EE.UU. (NSF) y los Institutos Nacionales de Ciencias Naturales de Japón (NINS), junto con NRC (Canadá), NSC y ASIAA (Taiwán), y KASI (República de Corea), en cooperación con la República de Chile. ALMA, el mayor proyecto astronómico que existe, es un solo telescopio de diseño revolucionario, compuesto por 66 antenas de alta precisión ubicadas en el llano de Chajnantor, a 5.000 metros de altitud en el norte de Chile.



A escala internacional, los países científicamente más activos muestran una creciente proporción de trabajos generados en colaboración internacional (Gráfico 4). Al analizar el nivel de colaboración internacional alcanzado por ellos, se observa que para el período 2009-2013 mientras Chile mostraba un 49,5%, Australia solo un 38%, Corea 21,8%, Israel 39,1%, Portugal 42,7% y Sudáfrica 38,6%. En tanto el promedio de la OCDE está en 20,4% y del mundo en 15,1%. El actual nivel de colaboración internacional mostrado por Chile lo sitúa 3º del mundo entre los 34 países científicamente más productivos. Esta condición tan extrema de Chile da cuenta de una amenaza sobre el grado de dependencia científica que exhibe el país.

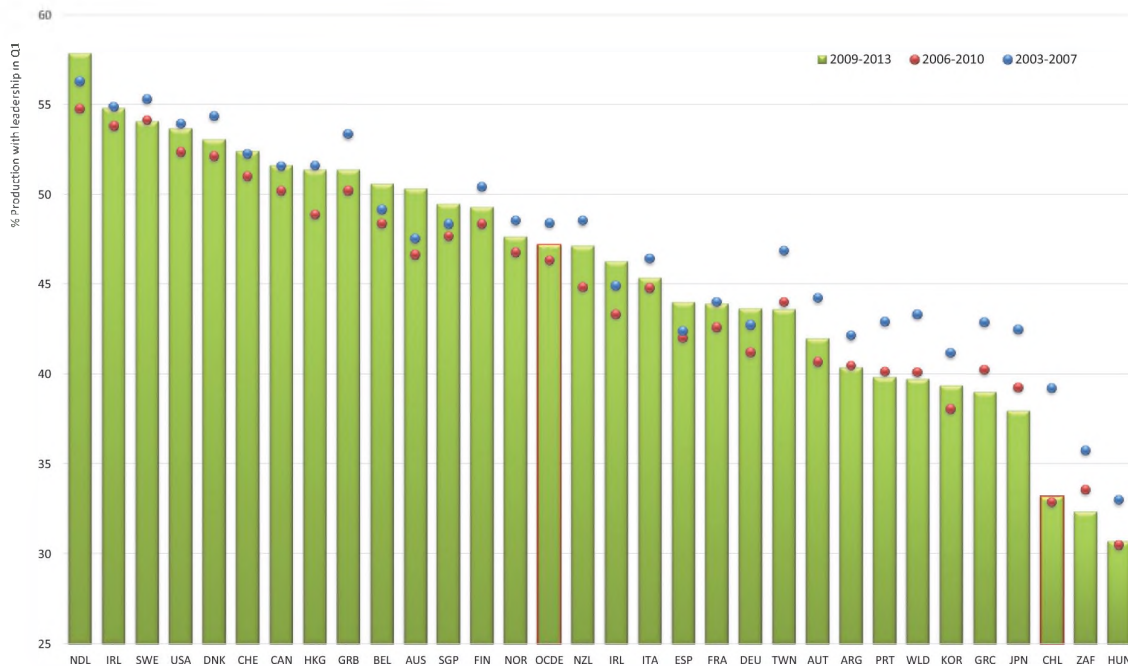
### 1.3. Artículos publicados en las mejores revistas del mundo (Q1)

Q1 - Cuartil 1 indica la proporción de artículos que un país logra publicar en las revistas científicas más prestigiosas del mundo en cada disciplina (25% superior). Este indicador de calidad permite predecir que el impacto que alcanzarán los artículos publicados en esta revistas estará por sobre la media del mundo.

% Liderazgo – % Leadership – %L Número de artículos de un país o institución en que recae la conducción de la investigación (diseño y dirección), determinado a partir del autor correspondiente. Este es un atributo del dominio o institución, nunca de una persona individual.

NOTA METODOLÓGICA

**Gráfico 5.** Evolución del porcentaje de documentos en las mejores revistas (Q1) en los países de la muestra



Umbral: Primeros 30 países con 50.000 o más de producción 2003-2013.

Fuente: Datos Scopus. Análisis SCImago Research Group.



Los países científicamente más activos (con producciones de a lo menos 50 mil documentos entre 2003-2013) muestran resultados desiguales. Una tendencia generalizada es que la proporción de producción liderada en Q1 en el promedio móvil 2009-2013 es inferior a los niveles mostrados en el período 2003-2007 y mejor que el nivel de 2006-2010 (Gráfico 5). Evolución que también caracteriza a los países que integran la OCDE.

Chile, si bien acompaña este retroceso y posterior evolución, es el país que en el conjunto de comparación pierde más capacidad de publicar artículos liderados en Q1: retrocediendo 6 puntos porcentuales en tres promedios móviles y anotando una recuperación marginal en el último promedio móvil.

Algunas de las principales razones para explicar esta conducta son el incremento de grandes proyectos científicos internacionales consorciados, y que los países científicamente menos desarrollados han experimentado un crecimiento del número de revistas nacionales presentes en los índices internacionales, tal como sucede en Chile, especialmente entre los años 2006-2010. Se observa que en este período que un 36,8% de las revistas científicas con visibilidad internacional editadas en Chile se sitúa en Q4, y solo un 8% de las mismas en Q1. Siendo el país más exitoso de América Latina.

**Impacto Normalizado – Normalized Impact – NI** es un índice que compara el número medio de las citas recibidas por los documentos publicados de un país con el número de citas recibidas por la producción científica mundial en el mismo período, corregido por áreas temáticas. Es un indicador de tendencia central que caracteriza dominios y permite comparaciones válidas.

**Impacto Normalizado Liderado – Normalized Impact with Leadership – NIwL** es el mismo índice anterior, que se calcula sólo respecto del total de la producción liderada. A diferencia del indicador anterior, el NIwL no está afectado por el liderazgo del exterior. El NIwL da cuenta de las fortalezas de un país al mostrar la capacidad de los proyectos liderados por investigadores situados en un dominio de producir ciencia de alto impacto internacional.

NOTA METODOLÓGICA

En las tablas 2 y 3, se compara la evolución del impacto normalizado que ha experimentado la producción científica publicada en revistas Q1 por los países de la muestra. En la Tabla 2 se muestra el impacto normalizado total y en la Tabla 3, el impacto normalizado de la producción liderada. Una constante es que la producción en revistas Q1 logra unos NI e NIwL por sobre 1 que representa la media del mundo. Los países de la muestra entre 2003 y 2013 pierden proporción en Q1 e impacto, situación en la que los países de la OCDE muestran una menor variabilidad, producto de su bajo grado de dependencia de la colaboración internacional para generar sus resultados.

En los últimos seis años, la producción científica liderada generada en Chile muestra una recuperación en función del cuartil de publicación. El esfuerzo publicador en revistas Q1 pasa del 31,3% de la producción en 2008 en 35,8% en 2013. Esta recuperación se debe especialmente a políticas públicas que ponen énfasis la calidad; la competencia por adjudicarse fondos públicos concursables, y a las políticas e incentivos institucionales que fomentan la publicación en revistas Q1. Por otro lado, el descenso de este mismo indicador en los años previos se debió al ingreso de revistas nacionales en los índices internacionales, lo que provocó una caída tanto del porcentaje de Q1 como del NI promedio, así como de otros indicadores de desempeño científico.

**Tabla 2.** Evolución temporal del porcentaje de documentos publicados en las mejores revistas (Q1) en los principales países de comparación

Año	Chile		South Africa		Israel		Portugal		Korea		Australia		OCDE		Mundo	
	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1
2003	51,0%	1,44	44,8%	1,34	60,0%	1,58	47,6%	1,59	49,3%	1,41	53,9%	1,70	51,8%	1,67	47,5%	1,63
2004	50,6%	1,41	40,0%	1,56	59,2%	1,60	49,5%	1,71	46,2%	1,42	53,0%	1,78	50,2%	1,67	45,5%	1,63
2005	46,6%	1,40	38,2%	1,67	55,1%	1,68	44,8%	1,66	41,9%	1,49	47,4%	1,88	46,1%	1,72	41,1%	1,67
2006	40,2%	1,58	41,8%	1,71	55,7%	1,73	44,7%	1,76	40,0%	1,50	48,4%	1,90	46,3%	1,73	41,2%	1,68
2007	43,4%	1,41	40,4%	1,64	56,1%	1,64	44,9%	1,83	39,5%	1,55	48,7%	1,91	46,6%	1,73	41,1%	1,67
2008	36,2%	1,49	39,7%	1,73	56,7%	1,71	42,9%	1,74	40,0%	1,49	49,5%	1,94	45,9%	1,72	39,9%	1,66
2009	39,9%	1,56	38,9%	1,69	56,1%	1,70	43,7%	1,80	41,5%	1,51	50,7%	1,91	45,9%	1,69	39,3%	1,64
2010	41,9%	1,50	39,0%	1,80	57,0%	1,74	42,6%	1,72	41,4%	1,56	50,0%	1,91	45,8%	1,68	38,6%	1,63
2011	43,1%	1,64	39,6%	1,82	58,0%	1,84	43,6%	1,76	42,2%	1,61	53,3%	1,91	46,9%	1,69	39,2%	1,63
2012	43,7%	1,71	41,3%	1,93	57,8%	1,84	44,3%	1,84	42,7%	1,65	54,7%	1,97	47,7%	1,67	40,1%	1,61
2013	43,9%	1,68	42,2%	1,78	60,0%	1,79	45,8%	1,70	42,8%	1,48	57,6%	1,90	49,2%	1,62	41,2%	1,56

Fuente: Datos Scopus. Análisis SClmago Research Group.

**Tabla 3.** Evolución temporal del porcentaje de documentos liderados publicados en las mejores revistas (Q1) en los principales países de comparación

Año	Chile		South Africa		Israel		Portugal		Korea		Australia		OCDE		Mundo	
	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1	% Q1	Normalized Impact in Q1
2003	43,6%	1,21	40,9%	1,13	57,6%	1,43	44,3%	1,43	47,6%	1,31	51,5%	1,60	52,0%	1,68	47,6%	1,63
2004	42,7%	1,18	34,5%	1,35	56,4%	1,40	46,5%	1,49	44,0%	1,31	50,1%	1,59	50,4%	1,68	45,5%	1,63
2005	41,2%	1,20	32,6%	1,36	52,8%	1,42	41,5%	1,52	39,8%	1,39	44,4%	1,67	46,3%	1,73	41,1%	1,67
2006	34,0%	1,41	36,9%	1,41	53,5%	1,50	41,1%	1,50	37,6%	1,38	45,8%	1,70	46,5%	1,74	41,2%	1,68
2007	34,6%	1,18	34,1%	1,37	54,1%	1,39	41,3%	1,56	37,0%	1,39	45,8%	1,71	46,9%	1,73	41,2%	1,67
2008	31,3%	1,24	33,7%	1,30	54,2%	1,44	39,7%	1,48	37,6%	1,38	46,6%	1,74	46,2%	1,72	40,0%	1,66
2009	32,0%	1,26	31,8%	1,29	53,4%	1,43	39,5%	1,41	39,1%	1,36	47,9%	1,72	46,1%	1,70	39,4%	1,64
2010	32,5%	1,14	31,6%	1,44	53,9%	1,41	38,9%	1,48	38,8%	1,40	47,0%	1,68	45,9%	1,68	38,7%	1,63
2011	32,4%	1,14	31,7%	1,35	55,3%	1,43	38,9%	1,51	39,2%	1,42	50,2%	1,67	47,0%	1,69	39,2%	1,63
2012	33,3%	1,23	32,9%	1,30	54,9%	1,35	40,1%	1,47	39,7%	1,44	51,6%	1,67	47,8%	1,67	40,1%	1,61
2013	35,8%	1,23	33,8%	1,26	56,6%	1,35	41,6%	1,37	39,9%	1,29	54,8%	1,65	49,2%	1,62	41,2%	1,56

Fuente: Datos Scopus. Análisis SClmago Research Group.

#### 1.4. Impacto Normalizado, Excelencia y Liderazgo

**Excelencia 10 y Excelencia 1 – E10 y E1** representan la proporción de artículos generados en un agregado dado (país, área, categoría) que está incluido en el conjunto formado por el 10% o el 1% de los trabajos científicos más citados del mismo agregado.

**Excelencia 10 Liderada – E10wI y Excelencia 1 Liderada – E1wL** dan cuenta de las fortalezas nacionales, en especial si se combina su lectura con el indicador Impacto Normalizado Liderado.

NOTA METODOLÓGICA

Las verdaderas capacidades científicas de un país se aprecian cuando se analiza la producción científica liderada, pues ella da cuenta de las fortalezas locales. Por otra parte, el Impacto Normalizado es un indicador de tendencia central, que caracteriza las capacidades agregadas de la comunidad científica local. Al incorporar en el análisis el indicador Excelencia 10, se describe la capacidad de los investigadores más destacados del país de generar ciencia de alta calidad. En los Gráficos 6 a 9 se muestra en una visión integrada las capacidades científicas de los países de la muestra y de la OCDE.

En una lectura horizontal de los Gráficos 6 y 7 se obtiene una mirada del desempeño de los impactos normalizados totales y liderados, siendo (1) la media del mundo. En la ventana 2003-2013, Chile, Corea y Sudáfrica realizan esfuerzos para que su producción científica alcance un impacto normalizado igual o superior a la media del mundo (1), mostrando una pendiente positiva. Sin embargo, cuando se analiza la evolución del mismo indicador sobre la producción liderada, (a los tres países anteriores se suma Portugal), estos muestran un desempeño descendiente respecto de uno. No obstante, Chile y Sudáfrica exhiben pendientes negativas, lo que indica una creciente pérdida de impacto, mientras Portugal y Corea, tiene pendientes positivas, lo que habla de una creciente capacidad de alcanzar impactos normalizados cercanos a uno con su producción liderada.

En una lectura horizontal de los Gráficos 8 y 9 se aprecia el desempeño de la Excelencia 10 total y liderada. En general, todos los países de la muestra, así como el conjunto de los países que integran la OCDE, logran que su producción total alcance el 10% de Excelencia esperado. Si se excluyen los dos últimos años, Australia e Israel muestran una pendiente positiva, y los demás, incluyendo la OCDE, una pendiente ligeramente negativa. Sin embargo, al analizar el Gráfico 9, se aprecia la dificultad de Corea, Portugal, Sudáfrica y Chile por alcanzar la Excelencia 10 Liderada. En general, todos los países de comparación y la OCDE muestran una pendiente negativa. No obstante, mientras la OCDE, Australia e Israel se mantienen sobre el 10% esperado, los demás países no logran ese nivel. Chile es el país del conjunto que está más lejano de la Excelencia 10 Liderada.

En una lectura integrada de los cuatro gráficos, se aprecia que Chile en el período observado gana Impacto Normalizado total y pierde Impacto Normalizado Liderado. Se mantiene en el nivel esperado de Excelencia 10, pero pierde Excelencia 10 Liderada. En otras palabras, el Sistema de Ciencia y Tecnología de Chile en el período 2003-2013 ha perdido grados de autonomía para lograr resultados de calidad y el país es cada vez más dependiente de la colaboración internacional para alcanzar impactos altos.

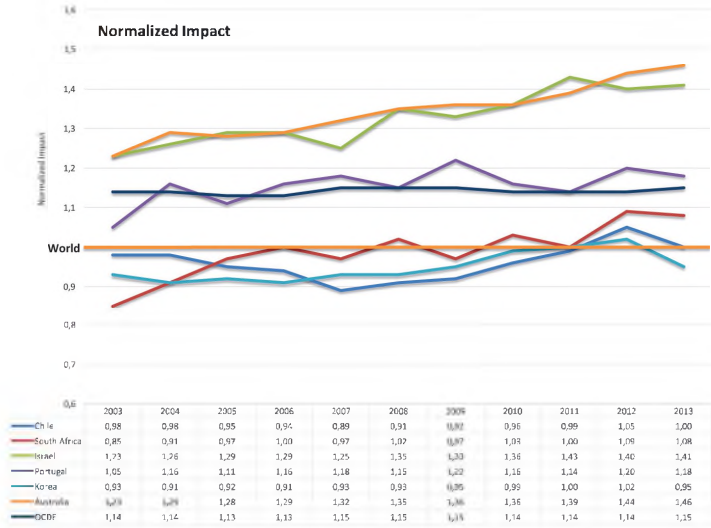


Gráfico 6. Evolución del Impacto Normalizado (NI)

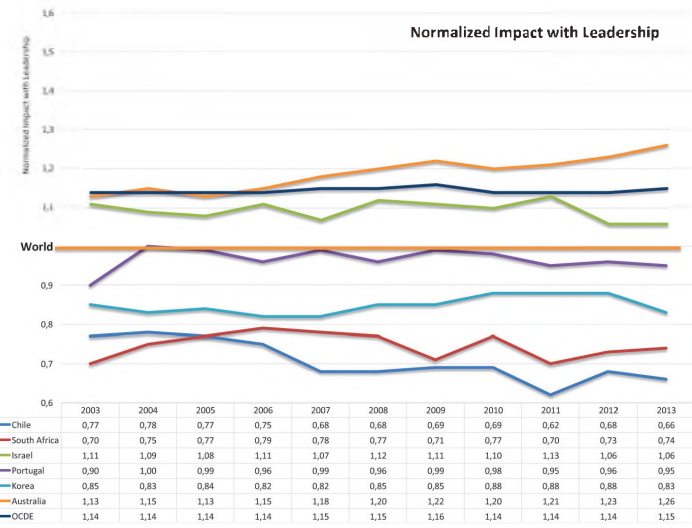


Gráfico 7. Evolución del Impacto Normalizado Liderado (NIwL)

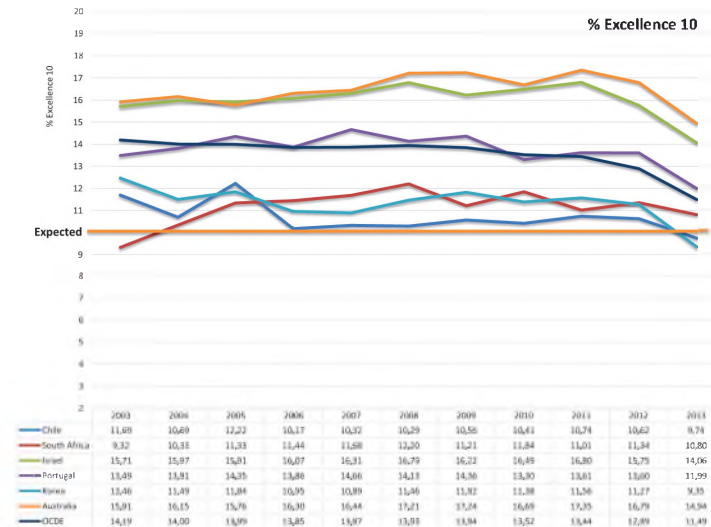


Gráfico 8. Evolución de Excelencia 10 (E10)

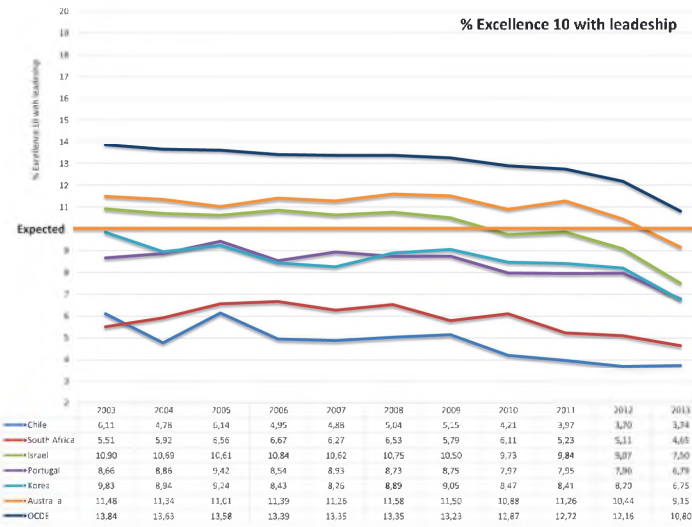


Gráfico 9. Evolución de la Excelencia 10 Liderada (E10wL)

Fuente: SCImago Institutions Ranking. Fuente de datos: Scopus.



## 1.5. Autonomía del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología

**Gap NIT/NIwL** Los sistemas nacionales de ciencia y tecnología se pueden caracterizar a partir de la distancia existente entre el Impacto Normalizado y el Impacto Normalizado Liderado de su producción científica. La distancia porcentual entre NI y el NIwL se denomina Gap NIT/NIwL. Los países con una menor relación de % Gap NI/NIwL, denotan una alta autonomía científica. La autonomía científica se asocia, entre otras características, a la posibilidad que tiene un país de definir en qué temáticas realiza investigación, así como a la posible apropiación de los resultados de la actividad investigadora. Por el contrario, los países que muestran una mayor relación de % Gap NI/NIwL, denotan una baja autonomía científica, lo que limita su agenda de temas investigados a los intereses extranjeros. En la medida que los países se vuelven más dependientes, pierden grados de libertad para definir su agenda de investigación.

NOTA METODOLÓGICA

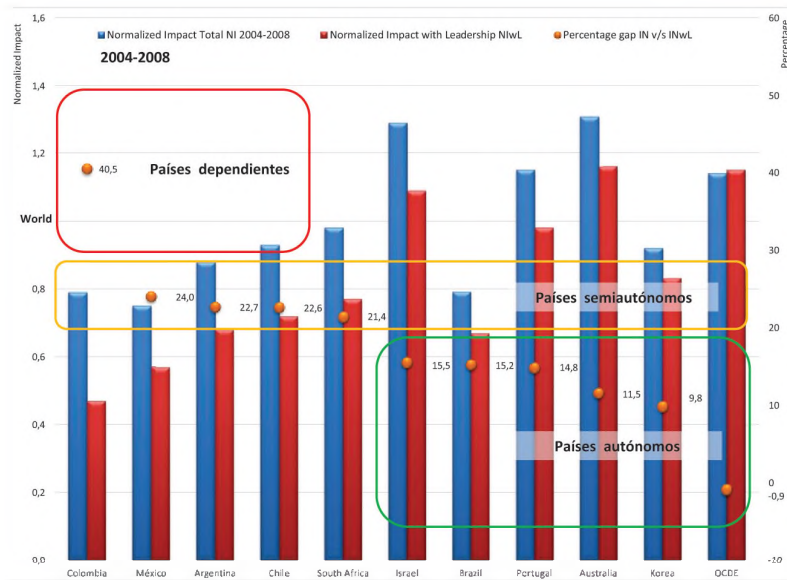


Gráfico 10. Impacto Normalizado total v/s liderazgo 2004-2008

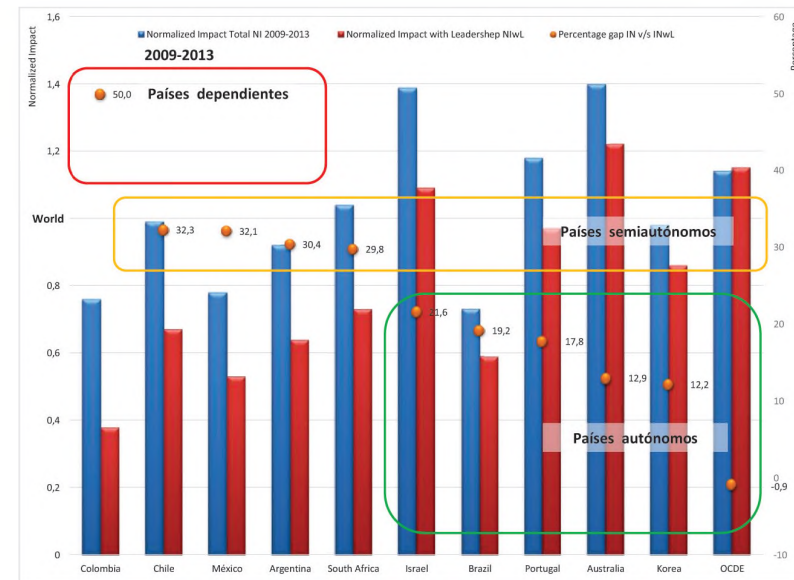


Gráfico 11. Impacto Normalizado total v/s liderazgo 2009-2013

Fuente: SCImago Institutions Ranking. Fuente de datos: Scopus.

Al comparar los dos quinquenios en el conjunto de países seleccionados (Gráficos 10 y 11), se advierte que el Sistema de Ciencia y Tecnología de Chile se parece más a los países científicamente más activos de América Latina que a los países de comparación situados en otros continentes. La situación de Chile, tiende a desmejorar y muestra una creciente dependencia del extranjero para lograr resultados de calidad.

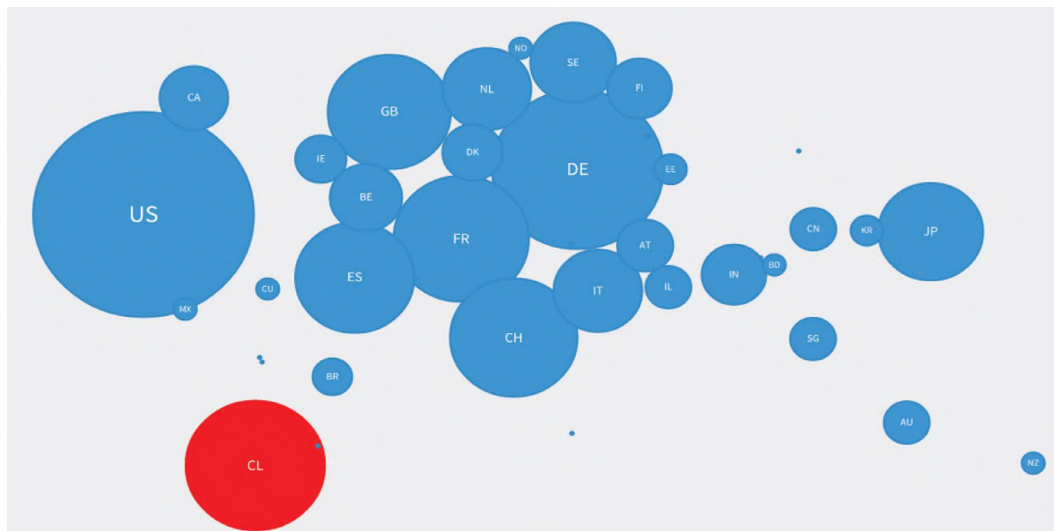
## 1.6. Investigación científica chilena en patentes del mundo

**Conocimiento innovador - Innovative Knowledge -IK.** Se considera conocimiento innovador aquellos documentos que son citados en patentes de las oficinas de patentes de Estados Unidos, de la Unión Europea o de Japón. Esta condición indica que el conocimiento publicado tuvo valor para una patente o una familia de patentes.

NOTA METODOLÓGICA

Chile ha mostrado entre 2003 y 2013 tener capacidad de generar conocimiento útil para detonar procesos de innovación. Sin embargo, muestra dificultades para apropiarse de aquel conocimiento mediante la generación de patentes internacionales registradas desde el país.

**Gráfico 12.** Mapa de apropiación del conocimiento generado en Chile en patentes del mundo



Fuente: SClmago, PatStats. Fuente de datos: PatStats.

En el Gráfico 12 se muestra en azul la capacidad de otros países de citar en sus patentes trabajos científicos realizados en Chile. El tamaño de la burbuja indica la cantidad de documentos. Chile solo ha citado 41 documentos con participación de autores chilenos en patentes internacionales en la ventana 2003-2013. En el mismo período, en patentes concedidas a Estados Unidos se citaron 101 documentos firmados por autores chilenos, 61 documentos citados en Alemania, 37 en Francia, 34 en Suiza, 33 en Inglaterra, 29 en España y 24 en Japón. En América Latina, el Conocimiento Innovador generado en Chile ha sido utilizado en 4 patentes concedidas a Brasil, 2 a Cuba, 2 a México, 1 a Argentina, 1 a Perú y 1 a Ecuador.

Las universidades participaron en el 100% de los documentos que se considera Conocimiento Innovador, el sector empresas en un 2% de este tipo de documentos, y las instituciones del sector

otros en un 1,3% de los documentos (los dos últimos sectores siempre en colaboración con las universidades). A su vez, la capacidad de generar patentes en el país es incipiente. Las universidades de Chile, Católica de Chile y de Concepción concentran el 54% de las patentes del país. Del mismo modo, estas tres universidades reúnen la capacidad de producir documentos citados en patentes.

En el período 2003-2013 las áreas temáticas que mayor proporción de conocimiento innovador aportaron al país fueron: Biochemistry, Genetics and Molecular Biology (19%), Medicine (16%), Agricultural and Biological Sciences (9%), Engineering (8%) e Immunology and Microbiology (7%).

### 1.7. Datos, gráficos y tablas complementarias disponibles en la web

Los gráficos y tablas utilizados en este capítulo, así como otros análisis complementarios útiles para completar la revisión de esta dimensión, se encuentran disponibles en el sitio web [http://www.informacioncientifica.cl/Informe\\_2015/Capítulo\\_1](http://www.informacioncientifica.cl/Informe_2015/Capítulo_1)

1. Evolución de la producción científica por regiones geográficas 1997-2013. DOI:10.19064/2015.001
2. Evolución de la producción científica chilena y aportación a la producción mundial y de América Latina. DOI:10.19064/2015.002
3. Crecimiento promedio anual de la producción científica de las regiones del mundo y de Chile. DOI:10.19064/2015.003
4. Evolución de citas por documento normalizada por región del mundo y por Chile. DOI:10.19064/2015.004
5. Evolución 2009-2013 del Ranking mundial de producción científica. DOI:10.19064/2015.005
6. Capacidad de producción, impacto normalizado y grado de colaboración internacional en países de la OCDE 2009-2013. DOI:10.19064/2015.006
7. Gráfico 1. *Stock* de investigadores y gasto en ciencia y tecnología en países OCDE en 2012. Pág. 17. DOI:10.19064/2015.007
8. Gráfico 2. Impacto de la movilidad internacional de científicos. Flujos positivos y negativos 1996-2011. Pág. 18. DOI:10.19064/2015.008
9. Tasa de graduación de doctores entre 2000-2011. DOI:10.19064/2015.009
10. Investigadores y personal investigador 2001 y 2011. DOI:10.19064/2015.010
11. Gráfico 3. Número de documentos por millón de habitantes de población económicamente activa (PEA), comparado con el número de investigadores por millón de PEA. Pág. 19. DOI:10.19064/2015.011
12. Promedio de citas por documento, autocitas y citas externas emitidas y recibidas por cada uno de los 30 países con más alta cantidad de citas por documento. DOI:10.19064/2015.012
13. Gráfico 4. Evolución por series quinquenales del porcentaje de publicaciones firmadas en colaboración internacional. Pág. 21. DOI:10.19064/2015.013
14. Gráfico 5. Evolución del porcentaje de documentos en las mejores revistas (Q1) en los países de la muestra. Pág. 22. DOI:10.19064/2015.014
15. Tabla 2. Evolución temporal del porcentaje de documentos publicados en las mejores revistas (Q1) en los principales países de comparación. Pág. 24. DOI:10.19064/2015.015  
Tabla 3. Evolución temporal del porcentaje de documentos liderados publicados en las mejores revistas (Q1) en los principales países de comparación. Pág. 24. DOI:10.19064/2015.015
16. Evolución temporal del Impacto Normalizado de la producción liderada en los países de la muestra. DOI:10.19064/2015.016
17. Gráfico 6 y 7. Evolución del Impacto Normalizado (NI) y del Impacto Normalizado Liderado (NIwL). Pág. 26. DOI:10.19064/2015.017



18. Evolución de la producción liderada en los países de la muestra. DOI:10.19064/2015.018
19. Gráfico 8. Evolución de Excelencia 10 (E10). Pág. 26. DOI:10.19064/2015.019  
Gráfico 9. Evolución de la Excelencia 10 Liderada (E10wL). Pág. 26. DOI:10.19064/2015.019
20. Proporción de trabajos en Excelencia 1 y Excelencia 1 Liderada en países de la muestra.  
DOI:10.19064/2015.020
21. Caracterización de los sistemas científicos de países de la muestra en términos de grado de dependencia de la colaboración con otros países.  
Gráfico 10. Impacto Normalizado total v/s liderado 2004-2008. Pág. 27. DOI:10.19064/2015.021  
Gráfico 11. Impacto Normalizado total v/s liderado 2009-2013. Pág. 27. DOI:10.19064/2015.021
22. Gráfico 12. Mapa de apropiación del conocimiento generado en Chile en patentes del mundo. Pág. 28.  
DOI:10.19064/2015.022