

ENSAYO

LA PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA
DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN EN CHILE.
UN ANÁLISIS COMPARATIVO*CLAUDIA CONTRERAS
CONICYTGONZALO EDWARDS
*Pontificia Universidad Católica de Chile*ALEJANDRA MIZALA
Universidad de Chile

The first part of this paper compares the volume and scientific productivity of Business Administration and Economics in Chile with the rest of scientific disciplines at the national and international levels. Given that scientific productivity is heterogeneous among different disciplines, the comparisons utilize an indicator that measures their impact relative to the world in the same field. The second part of the paper compares the amounts of public resources allocated to research in the different fields and discusses their relative efficiency in Chile.

JEL: A12

Keywords: Business Administration and Economics, Scientific Productivity, Citations, Impact Factor, Impact Relative to Field.

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es doble; por una parte, nos interesa contrastar el volumen y la calidad de la productividad científica de las ciencias económicas y administrativas en Chile con el resto de las disciplinas científicas a nivel nacio-

*Agradecemos la ayuda de Carla Benedetti, la colaboración de María Elena Boisier y Macarena Verdugo y los comentarios de Eugenio Bobenrieth, Alan Farcas, Ronald Fischer, Juan Pablo Montero, Andrea Repetto, Klaus Schmidt-Hebbel y dos árbitros anónimos; no obstante, los autores son los únicos responsables del contenido del trabajo.

E-mails: ccontrer@pbct.cl; gedwards@faceapuc.cl; amizala@dii.uchile.cl

nal. Además, con economía, administración y otras disciplinas a nivel internacional. Por otra parte, consideramos los recursos públicos destinados a la investigación en Chile, diferenciando por disciplinas y contrastándolos con un indicador de productividad relativa.

Se comparan dos décadas (1984-2003) de productividad científica medida por publicaciones en revistas indexadas por el *Institute for Scientific Information* (ISI). Se incluye en el análisis a otros países latinoamericanos que muestran una productividad científica relevante como Argentina, Brasil y México y también a la región latinoamericana en su conjunto.¹ Asimismo, consideramos en esta comparación a EE.UU., Canadá, Irlanda, Nueva Zelandia y el mundo en su conjunto.

Los indicadores de productividad que utilizamos son el número de artículos por disciplina, las citas correspondientes a esos artículos, el impacto de los artículos, su impacto relativo a la disciplina a nivel mundial y la productividad por peso invertido.

El trabajo concluye que el comportamiento de la producción científica de economía y administración en Chile es similar a la de otros países, en particular, que economía y administración en todos los países publican un menor número de artículos que disciplinas como, por ejemplo, medicina clínica o química. No obstante lo anterior, se aprecia un aumento significativo del número de artículos en economía y administración en la última década, con un impacto mayor al promedio mundial. Es decir, si bien en economía y administración se producen menos artículos que en otras disciplinas, los trabajos publicados tienen un impacto significativo comparado con el promedio mundial de la disciplina. Asimismo, economía y administración muestran uno de los costos más bajos por artículo equivalente, indicando una elevada productividad por peso invertido.

El resto del trabajo está organizado en cuatro secciones. Luego de la introducción en la segunda se compara la productividad científica de las ciencias económicas y administrativas en Chile con la de otros países y con el promedio mundial; esta comparación en cada disciplina con el mundo nos permite contrastar la productividad de economía y administración con otras disciplinas a nivel nacional. En esta parte del trabajo se revisan brevemente otros estudios realizados en esta área, se describen y explican los datos e indicadores utilizados en el estudio y se analizan los resultados de las comparaciones. En la tercera sección se indaga la relación entre recursos asignados por el estado y productividad científica por disciplina en Chile. La cuarta sección presenta las principales conclusiones que surgen del estudio.

¹Koljatic y Silva (2001) muestran que sólo estos países de América Latina tienen una producción científica sustancial en economía y administración.

2. COMPARACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN

2.1. Revisión de la literatura

La investigación acerca de la productividad científica en disciplinas como economía y administración es relativamente escasa. No obstante, existen algunos artículos que jerarquizan departamentos de economía de universidades europeas o norteamericanas, o priorizan revistas del área.²

Son escasos, asimismo, los estudios que se focalizan en países en desarrollo; de éstos la gran mayoría compara la productividad en ciencias básicas, sin considerar las ciencias sociales.³

Uno de los pocos estudios que aborda la productividad científica comparada de las ciencias económicas y administrativas en países latinoamericanos es el realizado por Koljatic y Silva (2001). Ellos utilizan el *Social Science Citation Index* (SSCI) y analizan el período 1995 a 1999, concentrándose en cuatro países: Argentina, Brasil, Chile y México, los que presentan una producción significativa en la disciplina. El criterio que utilizan para incluir un país en su estudio es que éste debe tener al menos 25 publicaciones en el período analizado. Por otra parte, los autores se focalizan en artículos publicados por investigadores de universidades en América Latina. El estudio concluye que, al corregir por producto interno bruto (PIB), población y número de estudiantes universitarios, Chile muestra los resultados más favorables en la comparación, de acuerdo a indicadores comúnmente utilizados como número de artículos y citas.

Tanto el número como la calidad de las publicaciones en economía y administración en Latinoamérica, incluido Chile, se han incrementado en los últimos años. Esta situación puede ser explicada por diversos factores, tales como la conformación de una masa crítica de investigadores formados en universidades de primer nivel de EE.UU. y Europa; la mayor facilidad para acceder con rapidez, gracias a internet, a las investigaciones que se realizan en otras partes del mundo; el establecimiento de fondos concursables asignados competitivamente de acuerdo a la calidad de los proyectos e investigadores y el establecimiento de una carrera académica en las universidades con mayor tradición, las que asignan gran importancia a las publicaciones internacionales indexadas en sus procesos de evaluación.

2.2. Indicadores e información utilizada

La información con que se realiza este estudio ha sido obtenida de Thomson Scientific's® *National Science Indicators* (NSI) versión estándar para el

²Ver Davis (1998), Extejt y Smith (1990), Johnson y Podsakoff (1994), Laban y Piette (1994), Macharzina y Oesterle (1994), Medoff (1996), Zinkhan y Leigh (1999).

³Ver Krauskopf, Vera y Welljams-Dorof (1995), Lewison, Fawcett-Jones y Kessler (1993), Osareh y Wilson (1997) y Shrum (1997).

período 1981-2003.⁴ Los artículos considerados en esta base de datos corresponden a lo que se denomina producción citable publicada en revistas indexadas por el *Institute for Scientific Information* (revistas ISI). Esta producción citable incluye trabajos, notas, reseñas y *proceedings papers*.⁵

Los artículos son asignados en fuente a una determinada disciplina de acuerdo a la revista en que son publicados⁶, puesto que son las revistas, y no los artículos, las que se clasifican en una determinada disciplina.⁷

Es importante mencionar que algunas revistas, y por tanto sus artículos, pueden ser asignadas a más de una disciplina. El Cuadro A1 del anexo muestra que 7.370 revistas sólo se asignan a una disciplina, mientras que 567 se asignan a dos disciplinas, 17 se asignan a tres disciplinas y 1 se asigna a cuatro disciplinas. Esto significa que la suma de las revistas asignadas a las distintas disciplinas, 8.559, es superior al total de revistas, 7.955. Debido a esto, para cada país considerado en el estudio la suma de artículos de todas las disciplinas es alrededor de un 10% superior al total de artículos efectivos.

Por otra parte, los artículos se asignan, también en la fuente, a los diferentes países dependiendo de la institución de afiliación, no de la nacionalidad del autor. Si el artículo tiene coautores y cada uno está asociado a instituciones de diferentes países, éste se contabiliza como un artículo en cada país y no se divide entre coautores. Finalmente, si hay un único autor del artículo que tiene doble afiliación en instituciones que pertenecen a distintos países, el artículo es contabilizado doblemente, uno por cada país, pero sólo una vez en la clasificación por disciplinas.

Los dos elementos recién mencionados implican que se debe reconocer algún grado de error o sesgo al comparar distintas disciplinas en un mismo país a no ser que se utilice algún mecanismo de normalización; sin embargo, no existiría sesgo al comparar las mismas disciplinas entre los distintos países.

El trabajo considera, en la segunda parte, información proveniente de la Comisión Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (CONICYT) y de la Iniciativa Científica MILENIO referida al número de proyectos y recursos asignados para investigación en las diversas disciplinas. En particular, los proyectos del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT), Fondo de Areas Prioritarias (FONDAP) y MILENIO en el mismo período

⁴Para mayores detalles ver *User Documentation National Science Indicators* (2004).

⁵El incluir notas y reseñas no es una opción de los autores, sino del NSI, ya que ellos consideran en sus bases todos los artículos citables, argumentan que esto es una convención en la literatura cuantitativa. La base de datos en todo caso no incluye editoriales, cartas, correcciones y resúmenes (*abstracts*).

⁶Una excepción a esta regla son los artículos publicados en las revistas *Science*, *Nature* y los *Proceedings of the American Academy of Science*. En este caso, 60% de los artículos son asignados a diferentes disciplinas, de acuerdo a un algoritmo especialmente diseñado por ellos, y el resto son clasificados como multidisciplinarios.

⁷Existe una clasificación llamada estándar que incluye 24 disciplinas y una llamada de *luxury* que incluye 105 subdisciplinas. Nosotros trabajamos con 24 disciplinas.

1984-2003.⁸ Las disciplinas con que se trabaja son las mismas 24 incluidas en la base NSI.⁹

Se utiliza, asimismo, información que permite poner en contexto los distintos países analizados. En particular, el PIB per cápita, el gasto en investigación y desarrollo en universidades como porcentaje del PIB, y la tasa de estudiantes matriculados en educación superior.

Los indicadores de productividad que utilizamos son el número de artículos, las citas correspondientes a esos artículos, el impacto de los artículos y su impacto relativo a la disciplina a nivel mundial.

Es necesario detenernos en este punto y explicar en detalle los indicadores utilizados y justificar su elección. A continuación argumentamos, en primer lugar, por qué utilizamos el número de citas hasta el presente de un artículo y el factor de impacto calculado en base a esas citas y, en segundo lugar, por qué utilizamos el índice de impacto relativo a la disciplina para comparar entre ellas.

El número de citas incluye las citas de un artículo desde la fecha en que se publicó hasta el presente, en nuestro caso el año 2003. El factor de impacto acumulado es calculado como el número de citas hasta el presente de artículos publicados en un determinado año, dividido por el número de artículos publicados en dicho año. Este es diferente al factor de impacto que comúnmente se reporta para evaluar la calidad de las revistas, el cual para un año determinado se calcula como el número total de citas recibidas ese año de los artículos publicados en los dos años anteriores, dividido por el número total de artículos publicados por la revista en esos dos años. Si bien el factor de impacto hasta el presente tiende a subestimar el impacto total de algunos artículos, dado que incluye artículos recientes que pueden demorar en madurar, éste parece más adecuado que el factor de impacto de corto plazo utilizado para evaluar las revistas, el que posee un mayor sesgo temporal puesto que es un indicador de corto plazo.

En efecto, hay disciplinas con mayor rezago en la publicación de artículos y, por ello, se tiende a citar documentos de trabajo que aún no han sido publicados, en vez de artículos ISI. Asimismo, hay disciplinas en que los artículos se citan profusamente, pero por un corto período de tiempo, mientras que en otras éstos continúan siendo citados por muchos años. Este último es el caso de matemáticas, ciencias de la computación y economía y administración que tienen un factor de impacto de corto plazo reducido y un factor de impacto de largo plazo más elevado (ver Contreras, Edwards y Mizala, 2006).¹⁰

El Cuadro 1 muestra asimismo que hay diferencias estructurales en la productividad científica a nivel mundial.¹¹ Determinadas disciplinas como quí-

⁸Se hace notar que los proyectos FONDAP comienzan el año 1994 y los MILENIO el año 1999.

⁹En el Cuadro A1 del anexo de Contreras, Edwards y Mizala (2005) se presentan las equivalencias entre la clasificación de disciplinas de FONDECYT y de *National Science Indicators* (NSI).

¹⁰El Cuadro A2 del anexo muestra para las 24 disciplinas estimaciones del factor de impacto de corto y de largo plazo.

¹¹En la sección siguiente se muestra que estas diferencias en la productividad científica se observan en cada uno de los países considerados en este estudio.

mica, medicina clínica, biología y bioquímica, neurología y neurocirugía producen un mayor número de artículos en revistas ISI y tienden a tener un mayor número de citas por artículo, medido por el factor de impacto acumulado. También tienen un importante número de citas por artículo disciplinas como inmunología, microbiología, biología molecular y genética y ciencias del espacio. Además, hay diferencias significativas en el número de revistas ISI por disciplina.

Asimismo, como se explicó anteriormente, cuando hay coautores de distintos países se contabiliza doblemente en los registros de citas e impactos, uno por cada país; esto podría sesgar positivamente a aquellas disciplinas que usualmente desarrollan trabajo en equipo a nivel internacional. También podría existir un sesgo por el hecho de que ciertas revistas se asignan a más de una disciplina.

CUADRO 1
PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA EN EL MUNDO POR DISCIPLINA 1984-2003.
NUMERO DE ARTICULOS, IMPACTO ACUMULADO Y
NUMERO DE REVISTAS POR DISCIPLINA

Disciplina	Nº artículos	(%)	Impacto	Nº revistas ISI
Ciencias silvoagropecuarias	318.460	2,3	6,40	226
Biología y bioquímica	1.042.195	7,6	21,22	411
Química	1.733.138	12,6	10,24	534
Medicina clínica	2.946.677	21,3	13,44	1625
Ciencias de la computación	131.844	1,0	4,49	201
Ecología y ciencias ambientales	295.153	2,1	9,92	218
Economía y administración	185.016	1,3	7,33	304
Educación	50.819	0,4	3,75	109
Ingeniería	935.128	6,8	4,70	753
Ciencias de la tierra	334.047	2,4	11,33	301
Inmunología	216.652	1,6	28,76	89
Derecho	37.858	0,3	6,18	95
Ciencias de los materiales	434.057	3,1	5,84	232
Matemáticas	240.421	1,7	4,97	211
Microbiología	294.007	2,1	17,88	104
Biología molecular y genética	344.314	2,5	33,09	189
Multidisciplinaria	222.413	1,6	7,61	123
Neurología y neurocirugía	474.801	3,4	22,99	213
Farmacología	309.768	2,2	12,44	150
Física	1.469.311	10,6	9,80	356
Ciencias de las plantas y animales	836.454	6,1	8,44	649
Psicología y psiquiatría	352.395	2,6	12,18	490
Ciencias sociales, general	452.118	3,3	5,37	926
Ciencias del espacio	146.262	1,1	16,57	50
Suma	13.803.308	100,0	12,22	8.559

Fuente: National Science Indicators.

Debido a todas estas diferencias entre las distintas áreas, este trabajo utiliza el indicador de impacto relativo a la disciplina, el que se obtiene dividiendo el impacto de los artículos en la disciplina en el país (o región) por el impacto de la disciplina a nivel mundial. Este indicador reconoce que las disciplinas tienen distintos patrones de publicación y permite, por tanto, normalizar la productividad científica de distintas disciplinas y países, lo que agrega validez a las comparaciones que se realizan en este estudio. Un impacto relativo mayor que uno significa que los artículos de ese país o región tienen un impacto mayor que el promedio mundial en la disciplina.

2.3. Productividad científica comparada

En esta sección, en primer lugar, comparamos la productividad científica de economía y administración en Chile *vis a vis* otros países y otras disciplinas. En segundo lugar, profundizamos en la comparación de la productividad científica de las distintas disciplinas en Chile, analizando su evolución en el tiempo, luego de dividir el período 1984-2003 en quinquenios.

Comparación con países seleccionados

El Cuadro 2 presenta el número de artículos y la participación de cada disciplina en la suma de artículos de cada país para el período 1984-2003.

A nivel general y en términos del número total de artículos publicados, destaca claramente EE.UU. con una producción de más de 4,5 millones de artículos en el período 1984-2003, lo que equivale a un 36,5% de la producción mundial. Le sigue Canadá con un 4,8% de la producción total. Chile representa un 0,22% del total de artículos publicados. EE.UU. supera al resto de los países en las 24 disciplinas consideradas. Esto se podría explicar, al menos en parte, porque un número significativo de las revistas científicas indexadas por ISI son de origen estadounidense.¹²

Es obvio que estos resultados están directamente relacionados con el tamaño de los países, tanto en términos de su producto interno bruto y su población, como su inversión en investigación y desarrollo (I&D) en las universidades y la importancia de su sistema universitario, medido por la tasa de matrícula en educación superior (Cuadro 3). EE.UU. y Canadá efectivamente son los países con mayor producto per cápita y que más invierten en I&D en las universidades: Canadá un 0,59% de su PIB y EE.UU. un 0,39% del PIB; le sigue Nueva Zelanda con una inversión del 0,35% de su PIB. Chile invierte un 0,25% del PIB, que es más de lo que invierten Argentina, Brasil y México, siendo estos últimos países de mayor tamaño poblacional y con un PIB per cápita relativamente similar.

¹²Seglen (1997) ejemplifica este hecho observando que la base de datos del Institute for Scientific Information incluye dos revistas de origen alemán en el área de ciencias sociales, mientras que la base de datos alemana contiene 542 revistas en esta área.

CUADRO 2
NUMERO DE ARTICULOS POR DISCIPLINA Y PARTICIPACION DE CADA DISCIPLINA EN LA
SUMA DE ARTICULOS DE CADA PAIS, 1984-2003

País	Chile		Argentina		Brasil		México		América Latina		EE.UU.		Canadá		Irlanda		Nueva Zelanda		Mundo	
	N° artículos	(%)	N° artículos	(%)	N° artículos	(%)	N° artículos	(%)	N° artículos	(%)	N° artículos	(%)	N° artículos	(%)						
Ciencias silvopropedarias	1.005	3,5	2.814	4,7	7.285	5,7	2.431	5,7	17.495	5,5	91.164	1,8	14.932	2,3	2.114	5,3	5.102	6,9	318.460	2,3
Biología y bioquímica	2.298	7,9	5.848	9,8	11.131	8,7	4.207	8,6	27.444	8,6	408.748	8,0	52.597	7,9	2.778	6,9	4.893	6,7	1.042.195	7,6
Química	3.908	13,4	9.711	16,3	14.290	11,2	6.302	10,2	37.951	11,8	412.563	8,1	59.449	9,0	3.769	9,4	5.205	7,1	1.733.138	12,6
Medicina clínica	6.215	21,4	8.322	14,0	20.496	16,1	8.210	13,3	52.248	16,3	1.147.851	22,6	125.651	18,9	10.659	26,5	14.593	19,9	2.946.677	21,3
Ciencias de la computación	168	0,6	117	0,2	706	0,6	169	0,3	1.264	0,4	58.137	1,1	7.208	1,1	338	0,8	524	0,7	131.844	1,0
Ecología y ciencias ambientales	1.221	4,2	1.563	2,6	3.147	2,5	2.189	3,5	9.935	3,1	121.159	2,4	22.166	3,3	661	1,6	3.312	4,5	295.153	2,1
Economía y administración	236	0,8	148	0,4	462	0,4	316	0,5	1.435	0,4	12.346	2,2	12.545	1,9	782	1,9	1.204	1,6	185.016	1,3
Educación	27	0,1	23	0,0	115	0,1	40	0,1	339	0,1	32.141	0,6	2.977	0,4	70	0,2	577	0,8	50.819	0,4
Ingeniería	862	3,0	2.000	3,4	6.825	5,4	2.879	4,7	13.959	4,4	340.565	6,7	46.871	7,1	2.189	5,4	2.813	3,8	935.128	6,8
Ciencias de la tierra	816	2,8	1.746	2,9	2.810	2,2	1.771	2,9	8.436	2,6	127.847	2,5	28.428	4,3	897	2,2	3.945	5,4	334.047	2,4
Inmunología	169	0,6	929	1,6	1.851	1,5	634	1,0	4.617	1,4	103.313	2,0	9.316	1,4	523	1,3	593	0,8	216.652	1,6
Derecho	9	0,0	22	0,0	8	0,0	8	0,0	65	0,0	33.767	0,7	523	0,1	23	0,1	56	0,1	37.858	0,3
Ciencias de los materiales	483	1,7	1.528	2,6	3.280	2,6	2.199	3,6	8.155	2,5	111.400	2,2	15.507	2,3	939	2,3	1.021	1,4	434.057	3,1
Matemáticas	819	2,8	769	1,3	2.823	2,2	1.126	1,8	6.191	1,9	89.992	1,8	13.324	2,0	880	2,2	1.090	1,5	240.421	1,7
Microbiología	524	1,8	1.968	3,3	3.700	2,9	1.845	3,0	9.392	2,9	105.348	2,1	13.362	2,0	1.255	3,1	1.584	2,2	294.007	2,1
Biología molecular y genética	664	2,3	1.631	2,7	3.895	3,1	1.166	1,9	7.945	2,5	158.317	3,1	19.283	2,9	688	1,7	1.297	1,8	344.314	2,5
Multidisciplinaria	177	0,6	503	0,8	1.538	1,2	677	1,1	3.753	1,2	63.184	1,2	7.533	1,1	533	1,3	1.325	1,8	222.413	1,6
Neurología y neurocirugía	678	2,3	1.943	3,3	3.077	2,4	1.945	3,2	8.517	2,7	220.022	4,3	31.286	4,7	1.324	3,3	2.209	3,0	474.801	3,4
Farmacología	725	2,5	1.374	2,3	3.086	2,4	1.545	2,5	7.776	2,4	101.818	2,0	13.762	2,1	764	1,9	2.039	2,8	309.768	2,2
Física	1.826	6,3	8.450	14,2	21.422	16,8	10.467	17,0	44.272	13,8	408.258	8,0	42.541	6,4	3.257	8,1	2.518	3,4	1.469.311	10,6
Ciencias de las plantas y animales	2.910	10,0	6.077	10,2	9.381	7,4	6.621	10,7	30.973	9,7	283.248	5,6	61.461	9,3	2.884	7,2	11.216	15,3	836.454	6,1
Sicología y psiquiatría	182	0,6	315	0,5	857	0,7	1.313	2,1	3.231	1,0	206.461	4,1	27.732	4,2	1.326	3,3	2.909	4,0	352.395	2,6
Ciencias sociales, general	416	1,4	432	0,7	2.818	2,2	1.512	2,5	6.476	2,0	271.029	5,3	27.911	4,2	1.120	2,8	2.968	4,0	452.118	3,3
Ciencias del espacio	2.759	9,4	1.329	2,2	2.433	1,9	2.135	3,5	8.527	2,4	69.570	1,4	7.236	1,0	402	1,0	486	0,7	146.262	1,1
Suma	29.077	100,0	59.562	100,0	127.436	100,0	61.707	100,0	320.396	100,0	5.078.248	100,0	663.601	100,0	40.175	100,0	73.479	100,0	13.803.308	100,0
Total de artículos	27.002	92,9	54.432	91,4	116.610	91,0	55.690	90,2	291.564	91,0	4.545.130	89,5	594.507	89,6	36.021	89,7	65.640	89,3	12.465.591	90,3

Fuente: National Science Indicators.

Nota: La suma no es igual al total de artículos porque hay revistas que son asignadas a más de una disciplina. Ver texto para detalles sobre este punto.

CUADRO 3
 NUMERO DE ARTICULOS PUBLICADOS, INVERSION EN INVESTIGACION
 Y DESARROLLO, PRODUCTO PER CAPITA Y TASA DE MATRICULA
 EN EDUCACION SUPERIOR. PAISES SELECCIONADOS

	Número total de artículos publicados al año cada 1 millón de habitantes 1984-2003*	Número de artículos publicados al año en Economía y Administración cada 1 millón de habitantes 1984-2003*	Inversión en Investigación y Desarrollo en las universidades sobre PIB Año 2001 (%)	PIB per cápita (precios constantes: Laspeyres) Año 2000 US\$ de 1996	Tasa de matrícula en educación superior Año 2000/2001** (%)
Argentina	96	0,3	0,15	10.995	52
Brasil	45	0,2	0,15	7.185	16
Canadá	1.237	26	0,59	26.922	59
Chile	117	1	0,25	9.920	38
Irlanda	590	13	0,24	26.379	47
América Latina	39	0,2	n.a.	7.071	25 ***
México	38	0,2	0,12	8.766	20
Nueva Zelandia	1.097	20	0,35	18.824	69
Estados Unidos	1.047	26	0,39	33.308	71

Fuente: OECD, Main Science and Technology Indicators, noviembre 2005.

* Este indicador es el cociente entre el número total de artículos en el período y la suma de la población de cada año.

** En cada caso se consideró la información del último año disponible para todos los países.

*** Incluye Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela.

Si consideramos el conjunto de las disciplinas, Chile publicó 117 artículos al año por cada millón de habitantes en el período 1984-2003, Argentina 96, Brasil 45 y México 38. Esto contrasta con 1.047 publicados en EE.UU. y 1.237 en Canadá. Países como Irlanda y Nueva Zelandia publicaron 590 y 1.097 artículos anuales cada millón de habitantes, respectivamente (Cuadro 3).

Por su parte, en economía y administración Chile tiene el mejor desempeño de América Latina con 1 artículo al año por cada millón de habitantes en el período 1984-2003, mientras que Brasil y México tienen 0,2 artículos y Argentina 0,3 artículos anuales. Sin embargo, Chile está lejos de países desarrollados como EE.UU. y Canadá, que publicaron 26 artículos anuales por cada millón de habitantes en el mismo período, y de países como Nueva Zelandia e Irlanda que publicaron 20 y 13 artículos, respectivamente. Como ya mencionamos, todas estas cifras están altamente correlacionadas con el PIB per cápita, la inversión en I&D a nivel universitario y la tasa de matrícula en educación superior (Cuadro 3).

Volviendo al Cuadro 2 podemos observar que la composición disciplinaria de la producción científica es en general similar en todos los países. Medicina clínica es la disciplina que más artículos indexados produce; su participación fluctúa entre un 13,3% en México y un 26,5% en Irlanda. Sólo

en México y Argentina no es la disciplina con más alta participación porque es superada por física y por química, respectivamente. Por otra parte, la disciplina con menor producción científica es derecho, ya que su participación fluctúa entre prácticamente 0% en todos los países latinoamericanos considerados y 0,7% en EE.UU.

Los países de América Latina tienden a tener una mayor participación relativa que el resto en química, física y ciencias de las plantas y animales, y una menor participación relativa en disciplinas como ciencias sociales, sicología y siquiatría.

En economía y administración también se observan diferencias entre los países latinoamericanos y el resto de los países considerados. Mientras que en Latinoamérica la participación más alta la tiene Chile con un 0,8%, en EE.UU. la participación es 2,2%, en Canadá e Irlanda un 1,9% y en Nueva Zelandia un 1,6%. No obstante, en todos los países la producción científica de economía y administración es significativamente menor que en las ciencias básicas como química, física, biología y bioquímica y que en otras disciplinas como ingeniería, ciencias de las plantas y animales y medicina clínica.

Al comparar la estructura de la producción científica chilena con la de otros países destacan las ciencias del espacio (astronomía) con una producción equivalente al 9,4% del total. Esto se explica en gran medida por la ubicación en el norte de Chile de los observatorios astronómicos.

Pero no sólo interesa el número de publicaciones, sino también su calidad, medida por el número de citas. El Cuadro 4 presenta dos indicadores de impacto de los artículos publicados en el período 1984-2003, el impacto acumulado hasta el presente y el impacto relativo a la disciplina a nivel mundial.

Lo primero que se observa es que algunas disciplinas, independientemente de los países donde se produzcan los artículos, tienen un mayor impacto, es decir, tienden a citarse más. Este es el caso de biología y bioquímica, inmunología, microbiología, biología molecular y genética, neurología y neurocirugía y ciencias del espacio. Por esta razón, como ya argumentamos, lo que importa para medir la calidad de la producción científica es el impacto relativo a la disciplina a nivel mundial.

Si observamos el impacto relativo a la disciplina podemos concluir que de los países analizados, EE.UU. tiene un impacto superior al promedio mundial en todas las disciplinas, le sigue Canadá con un alto número de disciplinas (19) con impacto relativo superior a 1; más lejos se encuentran Nueva Zelandia (6 disciplinas) e Irlanda (3). En América Latina en su conjunto, y en Argentina, Brasil y México por separado, ninguna disciplina tiene un impacto superior al promedio mundial. Chile es el único país que tiene tres disciplinas con un impacto igual o superior a 1 (economía y administración, ciencias del espacio y el área multidisciplinaria).

CUADRO 4
IMPACTO ACUMULADO E IMPACTO RELATIVO A LA DISCIPLINA, 1984-2003

Disciplina	Chile		Argentina		Brasil		México		América Latina		EEUU.		Canadá		Irlanda		Nueva Zelanda		Mundo	
	Impacto	I. relativo	Impacto	I. relativo	Impacto	I. relativo	Impacto	I. relativo	Impacto	I. relativo	Impacto	I. relativo	Impacto	I. relativo						
Ciencias silvoagropecuarias	5,64	0,88	4,98	0,78	2,16	0,34	4,46	0,70	3,35	0,52	8,44	1,32	8,33	1,30	6,69	1,05	6,91	1,08	6,40	1,08
Biología y bioquímica	10,23	0,48	7,76	0,37	6,19	0,29	7,82	0,37	7,46	0,35	30,17	1,42	21,59	1,02	13,52	0,64	16,24	0,77	21,22	0,77
Química	5,26	0,51	5,57	0,54	5,43	0,53	5,39	0,53	5,52	0,54	16,66	1,63	13,66	1,33	10,09	0,98	10,54	1,03	10,24	1,03
Medicina clínica	6,16	0,46	8,36	0,62	6,68	0,50	7,61	0,57	7,33	0,55	18,86	1,40	16,83	1,25	10,71	0,80	14,44	1,07	13,44	1,07
Ciencias de la computación	3,59	0,80	1,74	0,39	2,23	0,50	2,38	0,53	2,36	0,53	6,45	1,43	5,01	1,12	2,41	0,54	2,98	0,66	4,49	0,66
Ecología y ciencias ambientales	5,56	0,56	6,34	0,64	6,39	0,64	6,11	0,62	7,10	0,72	12,71	1,28	11,20	1,13	7,14	0,72	10,06	1,01	9,92	1,01
Economía y administración	7,86	1,07	2,38	0,32	3,91	0,53	3,38	0,46	4,01	0,55	9,49	1,29	7,38	1,01	3,16	0,43	3,40	0,46	7,33	0,46
Educación	0,70	0,19	0,43	0,12	2,08	0,55	1,60	0,43	2,05	0,55	4,48	1,19	4,04	1,08	2,78	0,72	2,70	0,72	3,75	0,72
Ingeniería	2,82	0,60	3,54	0,75	3,24	0,69	2,73	0,58	3,19	0,68	6,55	1,39	5,35	1,14	3,41	0,73	4,05	0,86	4,70	0,86
Ciencias de la tierra	7,09	0,63	4,93	0,44	7,60	0,67	6,95	0,61	6,82	0,60	16,63	1,47	11,19	0,99	9,02	0,80	10,31	0,91	11,33	0,91
Inmunología	16,40	0,57	9,20	0,32	14,56	0,51	13,35	0,46	13,57	0,47	37,25	1,30	26,83	0,93	22,49	0,78	18,90	0,66	28,76	0,66
Derecho	2,22	0,36	2,50	0,40	0,25	0,04	0,75	0,12	1,74	0,28	6,72	1,09	3,42	0,55	0,48	0,08	1,96	0,32	6,18	0,32
Ciencias de los materiales	3,32	0,57	5,07	0,87	3,58	0,61	3,39	0,58	3,75	0,64	9,34	1,60	6,75	1,15	4,98	0,85	4,62	0,79	5,84	0,79
Matemáticas	3,59	0,72	3,86	0,78	3,80	0,76	2,82	0,57	3,52	0,71	6,87	1,38	5,29	1,06	3,68	0,74	4,29	0,86	4,97	0,86
Microbiología	8,30	0,46	7,71	0,43	8,91	0,50	11,64	0,65	9,30	0,52	25,44	1,42	17,92	1,00	16,23	0,91	14,91	0,83	17,88	0,83
Biología molecular y genética	12,13	0,37	7,60	0,23	6,91	0,21	12,49	0,38	8,90	0,27	45,22	1,37	28,82	0,87	32,17	0,97	20,75	0,63	33,09	0,63
Multidisciplinaria	7,78	1,02	4,29	0,56	3,88	0,51	3,65	0,48	4,18	0,55	13,24	1,74	10,44	1,37	8,32	1,09	7,13	0,94	7,61	0,94
Neurología y neurocirugía	11,20	0,49	12,87	0,56	10,99	0,48	12,02	0,52	11,61	0,51	29,10	1,27	23,84	1,04	17,89	0,78	19,09	0,83	22,99	0,83
Farmacología	6,69	0,54	6,21	0,50	6,73	0,54	6,45	0,52	6,59	0,53	16,64	1,34	13,95	1,12	12,62	1,01	22,02	1,77	12,44	1,77
Física	7,80	0,80	6,62	0,68	5,90	0,60	4,92	0,50	5,74	0,50	16,19	1,65	11,59	1,18	8,89	0,91	11,49	1,17	9,80	1,17
Ciencias de las plantas y animales	4,98	0,59	4,46	0,53	4,13	0,49	4,40	0,52	4,68	0,56	10,94	1,30	10,17	1,21	6,55	0,78	7,76	0,92	8,44	0,92
Sociología y siquiatría	6,14	0,50	5,85	0,48	6,69	0,55	2,40	0,20	4,57	0,37	14,68	1,20	12,80	1,05	8,80	0,72	10,34	0,85	12,18	0,85
Ciencias sociales, general	3,25	0,61	2,08	0,39	2,37	0,44	2,79	0,52	2,68	0,50	6,64	1,24	5,10	0,95	3,33	0,62	4,37	0,61	5,37	0,61
Ciencias del espacio	18,36	1,11	8,61	0,52	10,45	0,63	11,15	0,67	12,76	0,77	22,59	1,36	20,55	1,24	15,83	0,96	10,55	0,84	16,57	0,84
Suma	7,58	0,62	6,53	0,53	5,80	0,47	6,13	0,50	6,29	0,52	17,67	1,45	13,78	1,13	9,89	0,81	10,95	0,90	12,22	0,90
Todas las disciplinas	8,17	0,60	7,15	0,53	6,37	0,47	6,79	0,50	6,92	0,51	19,74	1,46	15,39	1,14	11,03	0,81	12,26	0,91	13,53	0,91

Fuente: National Science Indicators.

Notas:

- (1) El impacto acumulado mide el número de citas de los artículos desde que fueron publicados hasta el año 2003 dividido por el número de artículos (*impact to present*)
- (2) El impacto relativo a la disciplina mide el impacto hasta el presente de la disciplina en el país dividido por el impacto de la disciplina en el mundo.

Productividad por disciplina en Chile

La información para Chile está en los cuadros 2 y 4 antes mencionados. En el Cuadro 2 se puede observar el número de artículos publicados en cada disciplina en el período 1984-2003, así como la participación de las disciplinas en la producción científica nacional. Por su parte, en el Cuadro 4 se encuentra el impacto acumulado hasta el presente y el impacto relativo a la disciplina a nivel mundial.

En términos del número de artículos destaca en primer lugar medicina clínica, con un 21,4% de los artículos publicados en el país en el período 1984-2003, le siguen química con un 13,4%, ciencias de las plantas y los animales 10%, ciencias del espacio 9,4% y biología y bioquímica 7,9%, economía y administración representa sólo el 0,8% de los artículos publicados. Como ya comentamos, la participación de las disciplinas en el número de artículos es, en general, consistente con lo que ocurre en los distintos países analizados y a nivel mundial.

La calidad de los artículos medida a través del impacto acumulado al presente muestra que en Chile la disciplina con mayor impacto es ciencias del espacio con un factor de 18, seguida por inmunología con 16,4, biología molecular y genética con 12,1, neurología y neurocirugía con 11,2 y biología y bioquímica con 10,2. Los artículos chilenos de economía y administración tienen un impacto acumulado de 7,9.

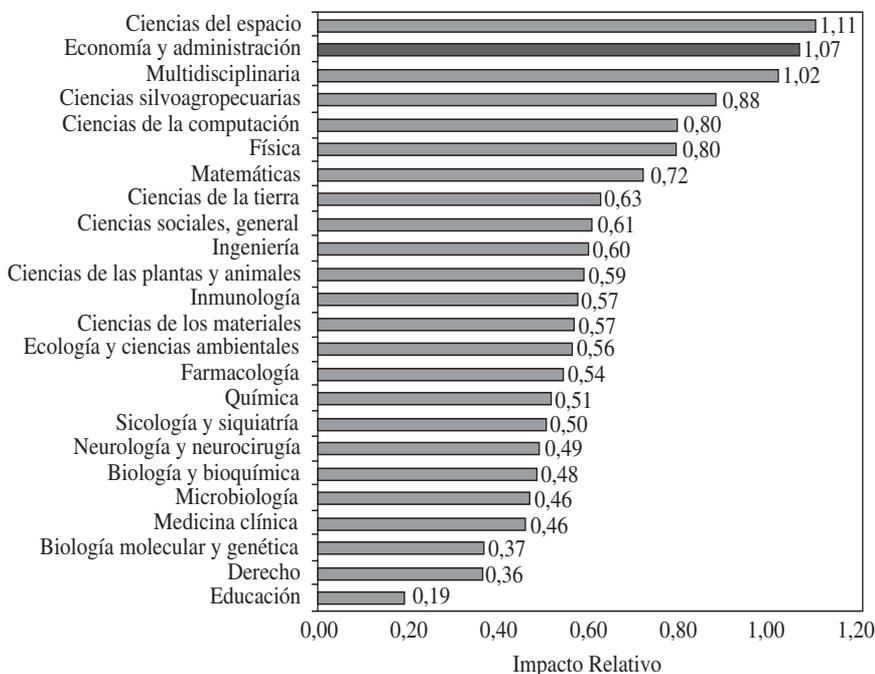
Ahora bien, si analizamos lo que ocurre con el impacto relativo a la disciplina, que permite normalizar la productividad científica de diversas áreas, Chile, como ya se mencionó, posee sólo 3 disciplinas con un impacto relativo superior a 1: economía y administración con 1,07, ciencias del espacio 1,11 y el área multidisciplinaria 1,02. Recordemos que un impacto relativo superior a 1 significa que los artículos chilenos en estas disciplinas tienen un impacto mayor que el promedio mundial (Gráfico 1).

Para dar cuenta de la evolución en el tiempo de la productividad científica por disciplina, el Cuadro 5 muestra la evolución del número de artículos y el impacto relativo a la disciplina en períodos de 5 años, desde el año 1984 al 2003. Se observa un número creciente de artículos a través del período. De hecho, son pocas las disciplinas donde no ha habido un aumento sustantivo de publicaciones, entre ellas, derecho, educación, y psicología y psiquiatría. Este comportamiento es similar al que han tenido las distintas disciplinas en el resto del mundo.¹³ Es interesante sí puntualizar el notable aumento de los artículos indexados en economía y administración; entre 1984 y 1988 se escribieron 15 artículos, cifra que aumentó a 106 artículos en el quinquenio 1999-2003.

En términos de la evolución del impacto relativo a la disciplina se mantiene lo observado anteriormente en Chile: las tres disciplinas ya mencionadas son

¹³En el Cuadro A4 de Contreras, Edwards y Mizala (2005) se presenta la evolución del número de artículos y el impacto relativo de cada una de las disciplinas para todos los países que se han considerado en el estudio.

GRAFICO 1
IMPACTO RELATIVO POR DISCIPLINA
CHILE, 1984-2003



Fuente: Cuadro 4.

las que tienen, en general, el mayor impacto relativo en cada uno de los quinquenios. En el caso de economía y administración el impacto acumulado de los artículos publicados en el quinquenio 1984-88 es muy elevado, 5,06, lo que se explica fundamentalmente por un artículo en particular.¹⁴ Sin embargo, en el período 1994-98 y en el 1999-03, los artículos publicados en esta disciplina también tienen un impacto relativo igual o mayor al promedio mundial de la disciplina, 1,02 y 1,10, respectivamente. Por lo tanto, se observa que ha aumentado la producción de artículos indexados en economía y administración, los cuales han presentado un impacto relevante comparado con el desempeño de la disciplina a nivel mundial.

¹⁴Este mismo fenómeno podría estar ocurriendo en otras disciplinas, sin embargo, este punto no fue examinado en este trabajo.

CUADRO 5
EVOLUCION DEL NUMERO DE ARTICULOS Y DEL IMPACTO RELATIVO A LA DISCIPLINA EN CHILE, QUINQUENIOS 1984-2003

Años	N° artículos					Impacto relativo a la disciplina				
	84-88	89-93	94-98	99-03	84-03	84-88	89-93	94-98	99-03	84-03
Ciencias silvoagropecuarias	213	256	225	311	1.005	0,95	0,91	0,89	0,85	0,88
Biología y bioquímica	490	511	547	750	2.298	0,41	0,48	0,62	0,58	0,48
Química	511	810	1.082	1.505	3.908	0,67	0,54	0,52	0,58	0,51
Medicina clínica	1.079	1.546	1.663	1.927	6.215	0,37	0,37	0,57	0,65	0,46
Ciencias de la computación	10	39	48	71	168	0,70	1,22	0,67	0,95	0,80
Ecología y ciencias ambientales	107	207	308	599	1.221	0,83	0,59	0,60	0,85	0,56
Economía y administración	15	45	70	106	236	5,06	0,52	1,02	1,10	1,07
Educación	5	7	8	7	27	0,19	0,03	0,31	0,57	0,19
Ingeniería	68	106	231	457	862	0,72	0,79	0,88	0,71	0,60
Ciencias de la tierra	74	112	211	419	816	0,80	0,81	0,70	1,02	0,63
Inmunología	24	30	54	61	169	1,14	0,59	0,34	0,59	0,57
Derecho	0	3	4	2	9	-	0,68	0,12	0,21	0,36
Ciencias de los materiales	66	69	131	217	483	0,64	0,61	0,68	0,67	0,57
Matemáticas	83	139	223	374	819	0,75	0,88	1,03	0,95	0,72
Microbiología	82	109	127	206	524	0,47	0,51	0,56	0,53	0,46
Biología molecular y genética	98	115	200	251	664	0,34	0,35	0,45	0,43	0,37
Multidisciplinaria	35	33	43	66	177	0,99	1,45	1,38	0,52	1,02
Neurología y neurocirugía	123	141	184	230	678	0,38	0,48	0,59	0,65	0,49
Farmacología	141	175	201	208	725	0,52	0,47	0,59	0,80	0,54
Física	237	318	480	791	1.826	0,67	1,05	1,02	0,85	0,80
Ciencias de las plantas y animales	481	580	752	1.097	2.910	0,63	0,66	0,68	0,70	0,59
Sicología y psiquiatría	40	46	44	52	182	0,69	0,39	0,34	0,60	0,50
Ciencias sociales, general	63	82	110	161	416	0,68	0,51	0,84	0,65	0,61
Ciencias del espacio	352	543	677	1.167	2.739	1,19	1,14	1,35	1,23	1,11

Fuente: National Science Indicators.

3. RECURSOS PÚBLICOS PARA INVESTIGACIÓN ASIGNADOS POR DISCIPLINAS

En esta parte del trabajo contrastamos el monto de recursos públicos destinados a financiar investigación científica, publicable en revistas de prestigio internacional, en las distintas disciplinas con su eficiencia relativa. La eficiencia de cada disciplina la medimos en términos de la producción de trabajos científicos y su calidad; en particular, a través del número de artículos publicados en revistas ISI y las citas que esos trabajos reciben, comparando esta producción con el desempeño de la disciplina a nivel mundial.

Es importante notar que los recursos considerados en este análisis se refieren sólo a aquellos destinados a financiar investigación científica y no transferencia tecnológica o investigación en políticas públicas. En estos casos el indicador de productividad de la inversión sería diferente, puesto que la contribución al país se daría, por ejemplo, a través de un mayor desarrollo tecnológico o una mayor disponibilidad de opinión experta en temas prácticos.

El Cuadro 6 presenta los fondos públicos asignados a cada disciplina por FONDECYT en el período 1984-2003 y en cada uno de los quinquenios. El Cuadro 7 contrasta los recursos y proyectos asignados por FONDECYT en el quinquenio 1999-2003 con el número de investigadores en cada disciplina. El Cuadro 8 presenta los proyectos FONDAP y MILENIO.¹⁵

Los recursos de FONDECYT adjudicados en el período 1984-2003 están concentrados en unas pocas áreas, fundamentalmente biología y bioquímica, química, medicina clínica e ingeniería. Estas cuatro disciplinas han recibido el 51% de los recursos asignados por FONDECYT. Es importante destacar que no se trata sólo de los recursos –ya que el monto de éstos puede estar asociado a diferencias en las necesidades de cada disciplina, por ejemplo, compra de equipos caros, instalación de laboratorios, etc.– sino que obtienen también un mayor número de proyectos; estas cuatro disciplinas concentran el 47% de los proyectos del período.

Esta concentración de recursos públicos y proyectos parece no explicarse por la existencia de un mayor número de investigadores en estas disciplinas, entendiéndose por investigadores a aquellos que han concursado a proyectos FONDECYT en el período 1999-2003. Sólo medicina clínica tiene una mayor participación en el total de investigadores que de proyectos (Cuadro 7, Gráfico 2).¹⁶

Por su parte, los proyectos FONDAP y MILENIO también han financiado con recursos significativos a biología y bioquímica. En el período 1994-2003 esta disciplina ha recibido \$6.713 millones de junio del 2004]o que equivale a

¹⁵El Cuadro 7 se focaliza en los proyectos FONDECYT del quinquenio 1999-2003 ya que contrastamos los proyectos y los recursos asignados con el número de investigadores que han concursado a proyectos FONDECYT en ese período.

¹⁶Este análisis no corrige por el número de investigadores desalentados en las distintas disciplinas, que dada la baja probabilidad de obtener financiamiento de FONDECYT, podrían decidir no postular a estos recursos.

CUADRO 6
RECURSOS ADJUDICADOS POR FONDECYT, 1984-2003

Disciplinas/Años	Miles de \$ junio 2004										
	84-88	89-93	94-98	99-03	84-03	84-03	84-03	84-03	84-03	84-03	84-03
Ciencias silvopropiciarias	1.110.208	4.404.409	5.729.965	4.809.481	16.054.063	135	339	334	269	1.077	7%
Biología y bioquímica	1.896.374	7.410.838	10.713.234	11.353.103	31.373.549	228	562	569	475	1.834	11%
Química	1.310.654	4.770.277	7.199.839	9.791.119	23.071.889	131	411	529	698	1.769	11%
Medicina clínica	1.741.305	8.551.637	12.782.764	13.641.829	36.717.535	158	669	669	517	2.013	12%
Ciencias de la computación	123.186	589.140	892.218	627.137	2.231.681	12	46	66	63	187	1%
Ecología y ciencias ambientales	149.586	846.989	2.114.095	2.763.881	5.874.551	19	77	114	167	377	2%
Economía y administración	174.380	583.072	669.023	706.358	2.132.833	24	72	64	77	237	1%
Educación	146.459	900.042	1.407.187	1.375.925	3.829.613	25	124	135	125	409	3%
Ingeniería	1.517.885	6.817.548	7.482.094	9.084.197	24.901.724	11%	195	514	691	1.920	12%
Ciencias de la tierra	447.164	2.164.034	2.980.593	3.027.661	8.619.452	4%	59	174	163	545	3%
Inmunología	82.051	965.820	1.608.436	1.916.470	4.572.777	2%	12	66	63	222	1%
Derecho	14.586	343.969	469.560	639.488	1.467.603	1%	2	48	98	211	1%
Ciencias de los materiales	200.695	1.006.538	835.119	823.388	2.865.740	1%	21	63	49	180	1%
Matemáticas	548.557	2.450.642	3.062.524	4.230.216	10.291.939	4%	84	272	321	568	8%
Microbiología	154.534	544.917	1.082.182	1.161.746	2.943.379	1%	19	38	67	187	1%
Biología molecular y genética	416.882	2.682.364	6.187.511	8.472.259	17.758.932	8%	43	156	295	403	5%
Neurología y neurocirugía	28.004	330.563	387.511	1.404.220	2.150.298	1%	3	22	21	59	1%
Farmacología	0	228.119	428.826	265.235	922.180	0%	0	11	20	45	0%
Física	568.795	2.330.681	4.626.643	5.437.429	12.963.548	6%	73	217	377	523	7%
Ciencias de las plantas y animales	340.889	1.277.193	1.578.835	1.728.279	4.925.196	2%	35	114	103	343	2%
Citología y siquiatria	125.193	451.110	863.118	871.338	2.310.759	1%	22	57	83	249	2%
Ciencias sociales, general	398.220	1.992.195	3.028.803	7.909.730	19.909.730	3%	58	248	230	794	5%
Ciencias del espacio	263.555	972.861	1.151.944	1.222.002	3.610.362	2%	35	80	103	288	2%
Total	11.759.162	52.614.958	76.743.649	88.381.564	229.499.333	100%	1.393	4.380	4.921	16.324	100%

Fuente: CONICYT.

Notas:

- (1) Los recursos se asignaron totalmente al año de adjudicación del proyecto y no según los años de entrega de los recursos.
- (2) No se dispone de información de producción científica para las disciplinas Artes y Humanidades, es por esto que los recursos asignados por el FONDECYT a éstas no se consideraran en el estudio. Los recursos asignados a estas disciplinas durante el periodo 1984-2003 alcanzan \$ 14.763.296 miles de pesos de junio del 2004.

CUADRO 7
RECURSOS ADJUDICADOS POR FONDECYT Y NUMERO DE
INVESTIGADORES POR DISCIPLINA, 1999-2003

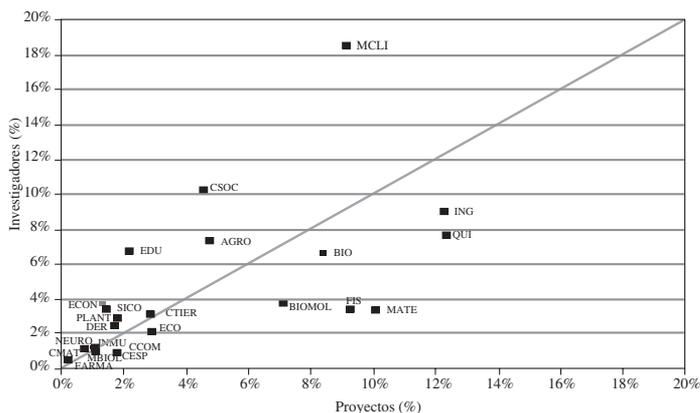
Disciplinas/Años	Miles de \$ junio 2004		N° proyectos		Investigadores	
	99-03	(%)	99-03	(%)	N°	(%)
Ciencias silvoagropecuarias	4.809.481	5	269	5	450	7
Biología y bioquímica	11.353.103	13	475	8	405	7
Química	9.791.119	11	698	12	468	8
Medicina clínica	13.641.829	15	517	9	1.135	18
Ciencias de la computación	627.137	1	63	1	67	1
Ecología y ciencias ambientales	2.763.881	3	167	3	128	2
Economía y administración	706.358	1	77	1	226	4
Educación	1.375.925	2	125	2	410	7
Ingeniería	9.084.197	10	691	12	552	9
Ciencias de la tierra	3.027.661	3	163	3	188	3
Inmunología	1.916.470	2	63	1	61	1
Derecho	639.488	1	98	2	150	2
Ciencias de los materiales	823.388	1	47	1	69	1
Matemáticas	4.230.216	5	568	10	205	3
Microbiología	1.161.746	1	63	1	59	1
Biología molecular y genética	8.472.259	10	403	7	231	4
Neurología y neurocirugía	1.404.220	2	59	1	71	1
Farmacología	265.235	0	14	0	25	0
Física	5.437.429	6	523	9	209	3
Ciencias de las plantas y animales	1.728.279	2	103	2	174	3
Sicología y psiquiatría	871.338	1	83	1	208	3
Ciencias sociales, general	3.028.803	3	258	5	623	10
Ciencias del espacio	1.222.002	1	103	2	53	1
Total	88.381.564	100	5.630	100	6.167	100

Fuente: CONICYT.

Notas: ver notas Cuadro 6.

Se considera como investigador, a aquellos que han postulado al FONDECYT durante los años 2000-2003.

GRAFICO 2
RECURSOS FONDECYT VS NUMERO DE INVESTIGADORES POR
DISCIPLINA (PARTICIPACION)
1999-2003



Fuente: Cuadro 7.

un 29% del total de recursos asignados para proyectos FONDAP. Además, ella ha obtenido \$9.779 millones del Programa MILENIO, lo que equivale al 53% del total asignado por esta iniciativa (Cuadro 8).¹⁷

Otras disciplinas que han recibido un fuerte apoyo financiero de los proyectos FONDAP son ecología y ciencias ambientales, ingeniería, ciencias de la tierra, matemáticas y ciencias del espacio. Estas disciplinas, excepto la última, también han sido financiadas por la iniciativa científica MILENIO (Cuadro 8).¹⁸

Es razonable preguntarse qué justifica el grado de concentración de los recursos públicos para investigación en el país en estas disciplinas específicas. Más aún dado que su participación en el número de artículos indexados es bastante menor que su participación en los recursos asignados y, más importante aún, su impacto es menor que el promedio mundial de la disciplina (Cuadros 2, 4 y 5).

En el Cuadro 9 se presenta un indicador de la relación entre los recursos asignados y la productividad científica de las distintas disciplinas. Se incluye el total de recursos públicos para investigación obtenido por cada disciplina en el período 1984-2003, el número de artículos equivalentes, y los recursos por artículo equivalente. El número de artículos equivalentes se obtiene multiplicando el número de artículos por el impacto relativo a la disciplina a nivel mundial y permite normalizar el número de artículos.

Es necesario hacer notar que el indicador pesos por artículo equivalente no toma en cuenta el hecho de que en determinadas disciplinas se publica normalmente un mayor número de artículos por investigador. En efecto, en algunas disciplinas es frecuente observar investigadores que publican un elevado número de artículos por año, algo que es absolutamente impensado en otras. Por ejemplo, en economía, James Heckman de la U. de Chicago, Peter Phillips, de la U. de Yale, y Jean Tirole de la Universidad de Toulouse, que de acuerdo a Coupé (2003) están entre los investigadores más productivos en el área, publicaron 88, 71 y 49 artículos, respectivamente, en el período 1995-2004. En contraste, uno de los investigadores más fructíferos en química, John Huffman, tiene 294 publicaciones en el mismo período, mientras que en ciencias de los materiales uno de los más productivos es Jeffery Dahn, con 186 publicaciones en el período.¹⁹

Tres disciplinas, ciencias del espacio, ciencias de las plantas y animales y farmacología, tienen una mayor eficiencia científica, en términos de recursos por artículo equivalente, que economía y administración. El resto de las disciplinas presentan una menor eficiencia que economía y administración, es decir, tienen un mayor costo por artículo equivalente.

¹⁷Los proyectos FONDAP comenzaron en 1994 y la Iniciativa Científica MILENIO en 1999.

¹⁸Un 26,5% de los recursos asignados por la iniciativa científica MILENIO se han orientado a química, ciencias de la computación, biología molecular y genética, neurología y neurocirugía y física.

¹⁹Los cinco investigadores mencionados aparecen en la lista de *Highly cited authors* del ISI. Sin embargo, podría haber otros investigadores en otras disciplinas con un mayor número de artículos que Huffman y Dahn.

CUADRO 8
 RECURSOS ADJUDICADOS POR PROYECTOS FONDAP Y MILENIO
 (Miles de \$ junio 2004)

	FONDAP				Iniciativa Científica MILENIO				
	Recursos asignados	N° de centros de excelencia	Recursos asignados	N° centros de excelencia	Participación en los recursos	Recursos asignados	N° centros de excelencia	N° núcleos	Participación en los recursos
Disciplinas	3.570.624	1	3.142.095	1	29%	9.779.258	3	2	53%
Biología y bioquímica	0	0	3.142.095	1	14%	1.237.738		2	7%
Ecología y Cs. ambientales					0%	510.856		1	3%
Química					0%	475.804		1	3%
Ciencias de la computación	3.570.624	1	0	0	16%	465.402	1	1	3%
Ingeniería	0	0	3.142.095	1	14%	1.549.646	1	0	8%
Ciencias de la tierra	0	0	3.317.839	1	14%	477.470		1	3%
Matemáticas					0%	657.368		1	4%
Biología molecular y genética					0%	1.004.975		2	5%
Neurología y neurociencia					0%	2.217.606	1	1	12%
Física	0	0	3.142.095	1	14%				0%
Ciencias del espacio									
Total	7.141.247		15.886.220		100%	18.376.122			100%

Fuente: CONICYT, Iniciativa Científica Milenio.

Notas: (1) Los recursos se asignaron totalmente al año de adjudicación del centro y no según los años de entrega de los recursos.
 (2) El ICM Centro de Estudios Científicos está asociado a tres disciplinas, por esto aparece en cada disciplina.

CUADRO 9
RELACION ENTRE RECURSOS TOTALES Y PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA POR DISCIPLINA, 1984-2003

	Total de recursos miles de \$ 2004	N° artículos	Impacto relativo	N° de artículos equivalentes*	Miles de pesos por artículo equivalente
Ciencias silvoagropecuarias	16.054.063	1.005	0,88	884	18.152
Biología y bioquímica	47.865.526	2.298	0,48	1.103	43.394
Química	23.582.745	3.908	0,51	1.993	11.832
Medicina clínica	36.717.535	6.215	0,46	2.859	12.843
Ciencias de la computación	2.707.485	168	0,80	134	20.145
Ecología y ciencias ambientales	10.254.384	1.221	0,56	684	14.997
Economía y administración	2.132.833	236	1,07	253	8.446
Educación	3.829.613	27	0,19	5	746.513
Ingeniería	28.937.750	862	0,60	517	55.951
Ciencias de la tierra	13.311.193	816	0,63	514	25.893
Inmunología	4.572.777	169	0,57	96	47.470
Derecho	1.467.603	9	0,36	3	452.964
Ciencias de los materiales	2.865.740	483	0,57	275	10.409
Matemáticas	14.087.248	819	0,72	590	23.890
Microbiología	2.943.379	524	0,46	241	12.211
Biología molecular y genética	18.416.300	664	0,37	246	74.961
Multidisciplinaria	0	177	1,02	181	0
Neurología y neurocirugía	3.155.273	678	0,49	332	9.498
Farmacología	922.180	725	0,54	392	2.356
Física	15.181.154	1.826	0,80	1.461	10.392
Ciencias de las plantas y animales	4.925.196	2.910	0,59	1.717	2.869
Sicología y siquiatría	2.310.759	182	0,50	91	25.393
Ciencias sociales, general	7.909.730	416	0,61	254	31.170
Ciencias del espacio	6.752.457	2.739	1,11	3.040	2.221
Total	270.902.923	29.077			

Fuente: CONICYT, Iniciativa Científica Milenio, National Science Indicators.

Nota: (*) La columna número de artículos equivalentes fue obtenida multiplicando la columna número de artículos por el impacto relativo a la disciplina.

IV. CONCLUSIONES

Los datos analizados nos permiten concluir que el comportamiento de la productividad científica por disciplina en Chile es similar al de otros países, esto es, hay disciplinas en las que sistemáticamente se produce un mayor número de artículos y que tienden a citarse en mayor medida que el resto.

Chile muestra un desempeño mejor que otros países de América Latina en su producción de artículos científicos, una vez que se corrige por su tamaño. Sin embargo, muestra un claro rezago al compararse con países desarrollados como EE.UU. y Canadá y con países emergentes como Irlanda y Nueva Zelanda.

Se observa una fuerte concentración de los fondos públicos orientados a financiar la investigación científica en Chile en unas pocas disciplinas, principalmente biología y bioquímica, ingeniería, medicina clínica y química. Los datos respecto del número de investigadores activos de estas disciplinas, su participación en la productividad científica nacional y su impacto relativo a nivel mundial no parecen justificar la asignación preferencial de estos recursos.

Economía y administración tienen una baja participación en la producción científica nacional. Si comparamos con las ciencias básicas, en economía y administración se publica un menor número de artículos; sin embargo, este comportamiento es similar a lo que ocurre en otros países. No obstante, es interesante destacar que se observa un aumento significativo del número de artículos en la última década con un impacto mayor al promedio mundial, es decir, si bien en economía y administración se publica menos que en otras disciplinas, los artículos publicados tienen un impacto significativo comparado con el promedio mundial de la disciplina.

Finalmente, si consideramos los recursos públicos para investigación asignados a economía y administración en el período estudiado, se concluye que ésta es una de las disciplinas que revela uno de los costos más bajos por artículo equivalente, mostrando una elevada productividad por peso invertido.

REFERENCIAS

- Contreras, C., Edwards, G. y A. Mizala (2005). "La productividad científica de economía y administración en Chile. Un análisis comparativo", Dcto. de Trabajo N° 213 Centro de Economía Aplicada, Depto. Ingeniería Industrial, U. de Chile, y N° 301 Instituto de Economía de la Pontificia U. Católica de Chile.
- Contreras, C., Edwards, G. y A. Mizala (2006). "The Current Impact Factor and the Long-Term Impact of Scientific Journals by Discipline: A Logistic Diffusion Model Estimation", *Scientometrics* (por aparecer).

- Coupé, T. (2003). "Revealed Performances: Worldwide Rankings of Economists and Economics Departments, 1990-2000", *Journal of the European Economic Association*, 1(6): 1309-1345.
- Davis, J. B. (1998). "Problems in Using the Social Sciences Citation Index to Rank Economics Journals", *American Economist*, 42 (2): 59-64.
- Extejt M. M. y J. E. Smith (1990). "The Behavioral Sciences and Management: An Evaluation of Relevant Journals", *Journal of Management*, 16: 259-551
- Johnson J.L. y P. M. Podsakoff (1994). "Journal Influence in the Field of Management: An Analysis Using Salancik's Index in a Dependency Network", *Academy of Management Journal*, 37: 1392-1407.
- Koljatic, M. y M. Silva (2001). "The International Publication Productivity of Latin American Countries in the Economics and Business Administration Fields", *Scientometrics* 51 (2): 381-394.
- Krauskopf, M., Vera, M. I. y A. Welljams-Dorof (1995). "A Citationist Perspective on Science in Latin America and the Caribbean, 1981-1993", *Scientometrics* 34 (1): 3-25.
- Laban, D. N. y M. J. Piette (1994). "The Relative Impacts of Economics Journals: 1970-1990", *Journal of Economic Literature*, 32: 640-666.
- Lewison, G., Fawcett-Jones, A. y C. Kessler (1993). "Latin American Scientific Output 1986-91 and International co-authorship patterns", *Scientometrics* 27: 317-336.
- Macharzina, K. y M. J. Oesterle (1994). "International Comparative Evaluation of North American and German Research Output in Business and Management", *Management International Review*, 34: 255-266.
- Medoff, M. H. (1996). "A Citation-Based Analysis of Economists and Economic Programs", *American Economist*, 40:46-54.
- Osareh, F. y C. Wilson (1997). "Third World Countries (WC) Research Publications by Disciplines: A country-by-Country Citation Analysis", *Scientometrics* 39(3):253-266.
- Shrum, W. (1997). "View from afar: 'Visible' Productivity of Scientists in Developing World", *Scientometrics* 40: 215-235.
- Seglen, P. O. (1997). "Why the Impact Factor of Journals Should Not Be Used for valuating Research". *BMJ*: 314-497.
- Zinkhan, G. M. y T. W. Leigh (1999). "Assessing the Quality Ranking of the Journal of Advertising, 1986-1997", *Journal of Advertising*, 28 (2): 51-70.

ANEXOS

CUADRO A1
 NUMERO DE REVISTAS ASIGNADAS A LAS DISCIPLINAS Y SUBDISCIPLINAS

Disciplinas	Número de revistas que aparecen en la disciplina	Número de revistas que sólo aparecen en la disciplina	Número de revistas que aparecen en la disciplina y en una disciplina adicional	Número de revistas que aparecen en la disciplina y en dos disciplinas adicionales	Número de revistas que aparecen en la disciplina y en tres disciplinas adicionales	Número equivalente de revistas en la disciplina	N° revistas equivalente/ total
C. Silvoagropecuarias	226	188	38			207,0	91,6%
Biología y bioquímica	411	311	97	3		360,5	87,7%
Química	534	500	32	2		516,7	96,8%
Medicina clínica	1.625	1.414	202	8	1	1.517,9	93,4%
C. de la computación	201	186	15			193,5	96,3%
Ecología y ciencias ambientales	218	172	43	3		194,5	89,2%
Economía y Administración	304	282	22			293,0	96,4%
Educación	109	109	0			109,0	100,0%
Ingeniería	753	632	115	5	1	691,4	91,8%
Ciencias de la tierra	301	282	19			291,5	96,8%
Inmunología	89	69	20			79,0	88,8%
Derecho	95	95	0			95,0	100,0%
C. de los materiales	232	171	60	1		201,3	86,8%
Matemáticas	211	190	20	1		200,3	94,9%
Microbiología	104	65	39			84,5	81,3%
Biología molecular y genética	189	167	21	1		177,8	94,1%
Multidisciplinaria	123	86	30	6	1	103,3	83,9%
Neurología y neurocirugía	213	133	71	9		171,5	80,5%
Farmacología	150	117	33			133,5	89,0%
Física	356	278	78			317,0	89,0%
C. de las plantas y animales	649	607	41	1		627,8	96,7%
Sicología y psiquiatría	490	414	67	9		450,5	91,9%
Ciencias sociales	926	853	70	2	1	888,9	96,0%
Ciencias del espacio	50	49	1			49,5	99,0%
Total	8.559	7.370	1.134	51	4	7.955	92,9%

CUADRO A2
 FACTOR DE IMPACTO DE CORTO Y LARGO PLAZO POR DISCIPLINA

Disciplina	Factor de impacto de largo plazo M	Factor de impacto de corto plazo CIF	M/CIF
Ciencias silvoagropecuarias	8,49	0,66	12,90
Biología y bioquímica	29,40	1,94	15,15
Química	15,52	0,90	17,29
Medicina clínica	18,82	1,37	13,69
Ciencias de la computación	14,13	0,25	55,82
Ecología y ciencias ambientales	15,81	0,88	18,05
Economía y administración	11,78	0,48	24,49
Educación	5,14	0,27	19,07
Ingeniería	7,55	0,39	19,60
Ciencias de la tierra	18,66	0,89	20,86
Inmunología	41,39	2,57	16,13
Derecho	7,26	0,73	9,91
Ciencias de los materiales	8,77	0,57	15,29
Matemáticas	10,28	0,30	34,43
Microbiología	23,93	1,85	12,96
Biología molecular y genética	47,05	3,32	14,17
Multidisciplinaria	9,59	0,97	9,86
Neurología y neurocirugía	35,67	1,92	18,55
Farmacología	17,31	1,14	15,19
Física	16,43	0,75	21,84
Ciencias de las plantas y los animales	11,90	0,75	15,83
Sicología y psiquiatría	18,92	0,84	22,57
Ciencias sociales, general	7,52	0,48	15,60
Ciencias del espacio	26,68	1,38	19,32

Fuente: Contreras, Edwards y Mizala (2006).

Nota: El impacto de largo plazo fue estimado usando un modelo de difusión logístico, relacionando los resultados al factor de impacto de corto plazo (*current impact factor*).