

Tesis Doctoral

Análisis del  
dominio  
científico de  
América Latina  
y el Caribe  
(Scopus 1996-  
2007)

Doctoranda: Samaly Santa  
Director: Víctor Herrero Solana

Departamento de Biblioteconomía  
y Documentación



Editor: Editorial de la Universidad de Granada  
Autor: Samaly Santa  
D.L.: GR 3151-2011  
ISBN: 978-84-694-0932-9

*A Esperansa*



# ÍNDICE

## **CAPÍTULO 0. INTRODUCCIÓN**

0.1. Delimitación del estudio.....	23
0.2. Limitaciones del estudio.....	25
0.3. Estructura del documento.....	26

## **CAPÍTULO 1. MARCO POLÍTICO-ECONÓMICO**

1.1. Evolución política.....	29
1.2. Evolución económica.....	33
1.3. Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología en América Latina.....	40

## **CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

2.1. Evaluación de la ciencia.....	49
2.2. Bibliometría, Cienciometría y Análisis de Dominio.....	52
2.3. Indicadores científicos.....	54
2.4. Indicadores de visibilidad e impacto.....	59
2.5. Colaboración científica .....	61
2.6. Estudios de corte cuantitativo en América Latina y el Caribe.....	62
2.7. Justificación y Objetivos.....	67

## **CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Fuentes de información.....	71
3.2. Extracción de los datos.....	77
3.3. Niveles de agregación.....	78
3.3.1. Geográfico.....	79
3.3.2. Temático.....	79
3.3.3. Temporal.....	80
3.4. Indicadores y técnicas de análisis.....	81
3.4.1. Indicadores socioeconómicos.....	81

3.4.2. Indicadores de producción científica.....	82
3.4.3. Indicadores de visibilidad e impacto.....	84
3.4.4. Indicadores de colaboración científica.....	86
3.4.5. Indicadores para el análisis estructural y de redes.....	88
<b>CAPÍTULO 4. INDICADORES SOCIOECONÓMICOS.....</b>	<b>93</b>
4.1. ¿Dónde se encuentra América Latina en relación al contexto mundial?.....	94
4.2. Inversión en I+D en América Latina y el Caribe.....	97
4.2.1. Inversión en I+D por países.....	101
4.2.2. Sectores de financiación y ejecución de la I+D.....	107
4.3. Recursos Humanos RRHH.....	114
4.3.1. Recursos humanos por países.....	120
4.3.2. Gasto por investigador.....	125
<b>CAPÍTULO 5. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA.....</b>	<b>129</b>
5.1. LAC en el contexto mundial.....	129
5.2. Producción por países.....	134
5.3. Visibilidad e Impacto.....	137
5.4. Producción por áreas temáticas.....	147
5.4.1. Índice de Especialización Temática Relativa.....	155
5.4.2. Visibilidad e Impacto por áreas temáticas.....	157
5.4.3. Áreas de Excelencia.....	161
<b>CAPÍTULO 6. COLABORACIÓN CIENTÍFICA.....</b>	<b>169</b>
6.1. Colaboración internacional.....	172
6.2. Colaboración por países.....	178
6.3. Colaboración intrarregional.....	187
6.4. Colaboración por áreas temáticas.....	198
6.4.1. Colaboración intrarregional por áreas temáticas.....	205
<b>CAPÍTULO 7. BRASIL</b>	
7.1. Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	223

7.2.	Insumos del Sistema.....	228
7.2.1.	Inversión en I+D.....	228
7.2.2.	Recursos humanos.....	231
7.3.	Producción científica.....	233
7.3.1.	Producción por áreas temáticas.....	235
7.3.2.	Índice de especialización temática relativa .....	237
7.3.3.	Visibilidad e Impacto.....	239
7.4.	Colaboración internacional.....	244
7.5.	Producción científica de las Instituciones de Educación Superior más productivas.....	251

## **CAPÍTULO 8. MÉXICO**

8.1.	Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	257
8.2.	Insumos del Sistema.....	261
8.2.1.	Inversión en I+D.....	261
8.2.2.	Recursos humanos.....	264
8.3.	Producción científica.....	267
8.3.1.	Producción por áreas temáticas.....	268
8.3.2.	Índice de especialización temática relativa .....	270
8.3.3.	Visibilidad e Impacto.....	272
8.4.	Colaboración internacional.....	277
8.5.	Producción científica de las Instituciones de Educación Superior más productivas.....	283

## **CAPÍTULO 9. ARGENTINA**

9.1.	Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	287
9.2.	Insumos del Sistema.....	292
9.2.1.	Inversión en I+D.....	292
9.2.2.	Recursos humanos.....	295
9.3.	Producción científica.....	297
9.3.1.	Producción por áreas temáticas.....	298
9.3.2.	Índice de especialización temática relativa .....	300

9.3.3. Visibilidad e Impacto.....	302
9.4. Colaboración internacional.....	307
9.5. Producción científica de las Instituciones de Educación Superior más productivas .....	313

## **CAPÍTULO 10. CHILE**

10.1. Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	317
10.2. Insumos del Sistema.....	320
10.2.1. Inversión en I+D.....	320
10.2.2. Recursos humanos.....	322
10.3. Producción científica.....	324
10.3.1. Producción por áreas temáticas.....	325
10.3.2. Índice de especialización temática relativa .....	326
10.3.3. Visibilidad e Impacto.....	328
10.4. Colaboración internacional.....	334
10.5. Producción científica de las Instituciones de Educación Superior más productivas .....	340

## **CAPÍTULO 11. VENEZUELA**

11.1. Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	345
11.2. Insumos del Sistema.....	347
11.2.1. Inversión en I+D.....	347
11.2.2. Recursos humanos.....	349
11.3. Producción científica.....	351
11.3.1. Producción por áreas temáticas.....	352
11.3.2. Índice de especialización temática relativa .....	354
11.3.3. Visibilidad e Impacto .....	356
11.4. Colaboración internacional.....	361
11.5. Producción científica de las Instituciones de Educación Superior más productivas .....	367

## **CAPÍTULO 12. COLOMBIA**

12.1. Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	371
12.2. Insumos del Sistema.....	374
12.2.1. Inversión en I+D.....	374
12.2.2. Recursos humanos.....	376
12.3. Producción científica.....	379
12.3.1. Producción por áreas temáticas.....	379
12.3.2. Índice de especialización temática relativa.....	381
12.3.3. Visibilidad e Impacto.....	382
12.4 Colaboración internacional.....	388
12.5 Producción científica de las Instituciones de Educación Superior más productivas.....	393

## **CAPÍTULO 13. CONCLUSIONES Y**

<b>FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>397</b>
--	------------

<b>CAPÍTULO 14. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>403</b>
---------------------------------------	------------

<b>CAPÍTULO 15. ANEXOS.....</b>	<b>423</b>
---------------------------------	------------



## ÍNDICE DE FIGURAS

### MATERIALES Y MÉTODOS

Figura 3.1. Distribución total y porcentual de revistas indexadas WOS vs. Scopus por países.....	76
--	----

### INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

Figura 4.1. Gasto en I+D en relación al PIB por regiones.....	97
Figura 4.2. Producto Interno Bruto, Gasto total y gasto en relación al PIB de LAC (1990-2007).....	99
Figura 4.3. Inversión y esfuerzo en I+D 1995-2007.....	100
Figura 4.4. Peso relativo de los primeros seis productores de la región sobre el GIDE regional.....	102
Figura 4.5. Correlación entre PIB y GIDE (2007).....	104
Figura 4.6. Gasto en I+D como porcentaje del PIB 2007 (Países seleccionados).....	105
Figura 4.7. Relación entre el PIB e Inversión en I+D en relación al PIB (2007).....	106
Figura 4.8. Distribución anual porcentual del gasto en I+D por sector de financiación (1990-2005).....	109
Figura 4.9. Gasto en I+D según sector de financiación por países (2005).....	111
Figura 4.10. Distribución anual porcentual del gasto en I+D por sector de ejecución (1990 – 2005).....	113
Figura 4.11. Gasto en I+D según sector de ejecución por países (2005).....	114
Figura 4.12. Evolución temporal de los Investigadores y Personal EJC (1995 -2005).....	117
Figura 4.13. Evolución temporal de los investigadores por sector (1995-2005).....	120
Figura 4.14. Investigadores por cada 1000 integrantes de la PEA, países seleccionados (2005).....	125
Figura 4.15. Correlación entre intensidad del esfuerzo en I+D e investigadores por cada mil integrantes de la PEA (2005).....	126

### PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Figura 5.1. Crecimiento anual de la producción en el Mundo y LAC (1996-2007).....	130
Figura 5.2. Distribución porcentual anual de la producción mundial por regiones y tasa de crecimiento medio interanual.....	132
Figura 5.3. Evolución anual porcentual de la producción por países en relación al total regional y tasa media de variación interanual del total de producción.....	136

Figura 5.4. Distribución del total de publicaciones de los tres primeros productores (1996-2007).....	137
Figura 5.5. Citas, Autocitas y citas externas por documento por regiones.....	138
Figura 5.6. Correlación entre el número total de citas y documentos (diez mayores productores).....	139
Figura 5.7. Peso relativo de los diez primeros productores en el total de producción y citación regional .....	140
Figura 5.8. %Ndoc Citados , %Autocitas y %Citas externas por países.....	141
Figura 5.9. Citas por documento en países seleccionados, 1996 – 2007.....	143
Figura 5.10. Correlación entre GIDE y producción y GIDE y citas (2005), diez mayores productores.....	144
Figura 5.11. Correlación de h-index respecto al número de total de documentos y número total de citas.....	146
Figura 5.12. Distribución porcentual de la producción mundial por áreas temáticas y regiones.....	148
Figura 5.13. Distribución porcentual anual de la producción regional por áreas temáticas.....	149
Figura 5.14. Distribución porcentual de las categorías temáticas en LAC y el Mundo.....	151
Figura 5.15. Tasa de variación media interanual por áreas temáticas y por series temporales.....	153
Figura 5.16. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas para los diez primeros productores.....	154
Figura 5.17. Índice de Especialización Temática Relativa (IER).....	156
Figura 5.18. Citas por documento por áreas temáticas para LAC y el Mundo.....	158
Figura 5.19. Citas externas por documento y Autocitas por documento por áreas temáticas.....	159
Figura. 5.20. Índice de Atracción.....	160
Figura 5.21. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2007.....	165
Figura 5.22. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001.....	443
Figura 5.23. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2006.....	444

## COLABORACIÓN CIENTÍFICA

Figura 6.1. Patrones de colaboración regional.....	171
Figura 6.2. Tamaño de las redes de colaboración según número de países firmantes 1996-2007.....	173
Figura 6.3. Tamaño de las redes de colaboración de los principales productores, según número de países firmantes .....	174
Figura 6.4. Crecimiento porcentual anual de colaboraciones por regiones y tasa media de variación interanual.....	176
Figura 6.5. Correlación entre el peso relativo en la producción regional y tasa de colaboración internacional.....	178
Figura 6.6. Patrones de colaboración por países.....	180
Figura 6.7. Correlación entre tasas de colaboración intrarregional e internacional....	181
Figura 6.8. Distribución porcentual de las copublicaciones de los diez primeros productores según la zona geográfica.....	184
Figura 6.9. Distribución porcentual de las copublicaciones con los diez principales socios de Europa Occidental.....	185
Figura 6.10. Crecimiento porcentual de la colaboración intrarregional 1975 – 2004 (ISI).....	188
Figura 6.11. Mapa de colaboración intrarregional 1996-2007.....	192
Figura 6.12. Mapa de colaboración intrarregional 1996.....	456
Figura 6.13. Mapa de colaboración intrarregional 1997.....	456
Figura 6.14. Mapa de colaboración intrarregional 1998.....	457
Figura 6.15. Mapa de colaboración intrarregional 1999.....	457
Figura 6.16. Mapa de colaboración intrarregional 2000.....	458
Figura 6.17. Mapa de colaboración intrarregional 2001.....	458
Figura 6.18. Mapa de colaboración intrarregional 2002.....	459
Figura 6.19. Mapa de colaboración intrarregional 2003.....	459
Figura 6.20. Mapa de colaboración intrarregional 2004.....	460
Figura 6.21. Mapa de colaboración intrarregional 2005.....	460
Figura 6.22. Mapa de colaboración intrarregional 2006.....	461
Figura 6.23. Mapa de colaboración intrarregional 2007.....	461
Figura 6.24. Evolución de la tasa de colaboración intrarregional y del índice de densidad de la red 1996-2007.....	194
Figura 6.25. Comparación del grado normalizado y el peso de cada país en las copublicaciones intrarregionales.....	196
Figura 6.26. Distribución porcentual sobre el total de publicaciones según número de países firmantes por áreas temáticas.....	200

Figura 6.27. Patrones de colaboración por áreas temáticas.....	201
Figura 6.28. Tcolintra y Tcolinter por áreas temáticas para 1996 y 2007.....	203
Figura 6.29. Tcolintra y %copublicaciones intrarregionales de cada área temática...	205
Figura 6.30. Mapa de colaboración intrarregional en Agricultural and Biological Sciences.....	212
Figura 6.31. Mapa de colaboración intrarregional en Biochemistry, Genetics and Molecular Biology.....	213
Figura 6.32. Mapa de colaboración intrarregional Chemistry.....	214
Figura 6.33. Mapa de Colaboración intrarregional Earth and Planetary Science.....	215
Figura 6.34. Mapa de Colaboración intrarregional Immunology and Microbiology.....	216
Figura 6.35. Mapa de Colaboración intrarregional Mathematics.....	217
Figura 6.36. Mapa de Colaboración intrarregional Medicine.....	218
Figura 6.37. Mapa de Colaboración intrarregional Physics and Astronomy.....	219

## **BRASIL**

Figura 7.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	226
Figura 7.2. Distribución anual del PIB, gasto absoluto y en relación al PIB.....	230
Figura 7.3. Distribución de los Recursos Humanos (2000-2005).....	232
Figura 7.4. Distribución porcentual de los investigadores por sector.....	233
Figura 7.5. Distribución anual de la producción total y peso en la producción mundial 1996-2007.....	235
Figura 7.6. Peso porcentual de las áreas temáticas en Brasil y el mundo.....	236
Figura 7.7. Índice de especialización temática relativa para el periodo completo y por series cronológicas.....	238
Figura 7.8. Posición de las áreas en el ranking mundial de producción y de citación.....	239
Figura 7.9. Promedio de citas por documento para cada área en Brasil y el mundo..	240
Figura 7.10. Índice de Atracción.....	241
Figura 7.11. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2007.....	243
Figura 7.12. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001.....	475
Figura 7.13. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2007.....	476
Figura 7.14. Patrones de colaboración.....	245
Figura 7.15. Distribución de las colaboraciones por región geográfica.....	246
Figura 7.16. Mapa heliocéntrico de los treinta primeros socios.....	249

Figura 7.17 Patrones de colaboración por áreas temáticas.....	250
Figura 7.18. Indicadores de calidad de las top diez instituciones con mayor Producción.....	254

## **MÉXICO**

Figura 8.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	260
Figura 8.2. Distribución anual del PIB, gasto absoluto y en relación al PIB.....	263
Figura 8.3. Distribución de los Recursos Humanos (1995-2005).....	265
Figura 8.4. Distribución porcentual de los investigadores por sector.....	266
Figura 8.5. Distribución anual de la producción total y peso en la producción mundial 1996-2007.....	268
Figura 8.6. Peso porcentual de las áreas temáticas en México y el mundo.....	270
Figura 8.7. Índice de especialización temática relativa para el periodo completo y por series cronológicas.....	271
Figura 8.8. Posición de las áreas en el ranking mundial de producción y de citación.....	273
Figura 8.9. Promedio de citas por documento para cada área en México y el mundo.....	274
Figura 8.10. Índice de Atracción.....	275
Figura 8.11. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2007.....	276
Figura 8.12. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001.....	484
Figura 8.13. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2007.....	485
Figura 8.14. Patrones de colaboración.....	278
Figura 8.15. Distribución de las colaboraciones según región geográfica.....	279
Figura 8.16. Mapa heliocéntrico con los treinta primeros socios.....	281
Figura 8.17. Patrones de colaboración por áreas temáticas.....	282
Figura 8.18. Indicadores de calidad de las top diez universidades con mayor producción.....	285

## **ARGENTINA**

Figura 9.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	290
Figura 9.2. Distribución del gasto en I+D según sector de ejecución (2007).....	292
Figura 9.3. Distribución anual del PIB, gasto absoluto y en relación al PIB.....	294
Figura 9.4. Distribución de los Recursos Humanos (1997-2005).....	296

Figura 9.5. Distribución porcentual de los investigadores por sector.....	297
Figura 9.6. Distribución anual de la producción total y peso en la producción mundial 1996-2007.....	298
Figura 9.7. Distribución porcentual de las áreas temáticas en Argentina y el mundo.....	300
Figura 9.8. Índice de especialización relativa.....	301
Figura 9.9. Posición de las áreas en el ranking mundial de producción y de citación.....	303
Figura 9.10. Promedio de citas por documento para cada área en Argentina y el mundo.....	304
Figura 9.11. Índice de Atracción.....	305
Figura 9.12. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción (1996-2007).....	306
Figura 9.13. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción (1996-2001).....	493
Figura 9.14. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción (2002-2007).....	494
Figura 9.15. Patrones de colaboración.....	308
Figura 9.16. Distribución de las colaboraciones según región geográfica.....	309
Figura 9.17. Mapa heliocéntrico de los treinta primeros socios.....	310
Figura 9.18. Patrones de colaboración por áreas temáticas.....	312
Figura 9.19. Indicadores de calidad de las top diez universidades con mayor producción.....	315

## **CHILE**

Figura 10.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	319
Figura 10.2. Distribución anual del PIB, gasto absoluto y en relación al PIB.....	322
Figura 10.3. Distribución de los Recursos Humanos (2000-2004).....	323
Figura 10.4. Distribución porcentual de los investigadores por sector.....	323
Figura 10.5. Distribución anual de la producción total y peso en la producción mundial 1996-2007.....	324
Figura 10.6. Distribución porcentual de las áreas temáticas en Chile y el mundo.....	326
Figura 10.7 Índice de especialización temática relativa para el periodo completo y por series cronológicas.....	327
Figura 10.8. Posición de las áreas en el ranking mundial de producción y de citación.....	329
Figura 10.9. Promedio de citas por documento para cada área en Chile y	

el mundo.....	330
Figura 10.10. Índice de Atracción.....	331
Figura 10.11. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2007.....	333
Figura 10.12. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001.....	502
Figura 10.13. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2007.....	503
Figura 10.14. Patrones de colaboración.....	335
Figura 10.15. Distribución del total de colaboraciones según región geográfica.....	336
Figura 10.16. Mapa heliocéntrico con los treinta primeros socios.....	337
Figura 10.17 Patrones de colaboración por áreas temáticas.....	339
Figura 10.18. Indicadores de calidad de las top diez universidades con mayor producción.....	342

## VENEZUELA

Figura 11.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	347
Figura 11.2. Distribución anual del PIB, gasto absoluto y en relación al PIB.....	349
Figura 11.3. Recursos Humanos en I+D (1998-2005).....	350
Figura 11.4. Distribución porcentual de investigadores por sector institucional.....	351
Figura 11.5. Distribución anual de la producción total y peso en la producción mundial 1996-2007.....	352
Figura 11.6. Distribución porcentual de las áreas temáticas en Venezuela y el mundo.....	354
Figura 11.7 Índice de Especialización temática periodo completo y series cronológicas.....	355
Figura 11.8. Posición de las áreas en el ranking mundial de producción y de citación.....	357
Figura 11.9. Promedio de citas por documento para cada área en Venezuela y el mundo.....	358
Figura 11.10. Índice de Atracción.....	359
Figura 11.11. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2007.....	360
Figura 11.12. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001.....	511
Figura 11.13. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2007.....	512

Figura 11.14. Patrones de colaboración.....	362
Figura 11.15. Distribución de las colaboraciones según región geográfica.....	363
Figura 11.16. Mapa heliocéntrico de los treinta primeros socios.....	364
Figura 11.17. Patrones de colaboración por áreas temáticas.....	366
Figura 11.18. Indicadores de calidad de las top diez universidades con mayor producción.....	368

## **COLOMBIA**

Figura 12.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	372
Figura 12.2. Distribución anual del PIB, gasto absoluto y en relación al PIB.....	376
Figura 12.3. Distribución de los Recursos Humanos (1996-2005).....	377
Figura 12.4. Distribución porcentual de investigadores por sector institucional.....	378
Figura 12.5. Distribución anual de la producción total y peso en la producción mundial 1996-2007.....	379
Figura 12.6. Distribución porcentual de las áreas temáticas en Colombia y el mundo.....	381
Figura 12.7. Índice de especialización temática relativa para el periodo completo y por series cronológicas.....	382
Figura 12.8. Posición de las áreas en el ranking mundial de producción y de citación.....	383
Figura 12.9. Promedio de citas por documento para cada área en Colombia y el mundo.....	384
Figura 12.10. Índice de Atracción.....	385
Figura 12.11. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2007.....	387
Figura 12.12. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001.....	520
Figura 12.13. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2007.....	521
Figura 12.14. Patrones de colaboración.....	388
Figura 12.15. Distribución de las colaboraciones según región geográfica.....	389
Figura 12.16. Mapa heliocéntrico de los treinta primeros socios.....	391
Figura 12.17. Patrones de colaboración por áreas temáticas.....	392
Figura 12.18. Indicadores de calidad de las top diez universidades con mayor producción.....	394

## ÍNDICE DE TABLAS

### MATERIAL Y MÉTODOS

Tabla 3.1. Clasificación temática de Scopus de primer nivel.....	80
--	----

### INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

Tabla 4.1. Indicadores mundiales inversión en I+D.....	95
Tabla 4.2. PIB, gasto bruto en I+D y en relación al PIB en LAC.....	423
Tabla 4.3. Distribución anual del gasto absoluto y porcentual en I+D por países (1995-2007).....	423
Tabla 4.4. Gasto en I+D en relación al PIB por países (1990-2005).....	425
Tabla 4.5. Gasto según sector de financiación para el total regional y por países (1990 – 2005).....	425
Tabla 4.6. Gasto en I+D por sector de ejecución para el total regional y por países (1990 – 2005).....	428
Tabla 4.7. Indicadores mundiales de Recursos Humanos (2002 y 2007).....	115
Tabla 4.8 Total personal e investigadores EJC en LAC (1995-2005).....	431
Tabla 4.9. Investigadores / 1000 PEA (1995 – 2005).....	431
Tabla 4.10 Evolución temporal de investigadores EJC por países y sector (1995-2005).....	432
Tabla 4.11. Doctorados formados en Estados Unidos con intención de quedarse....	122
Tabla 4.12 Investigadores en I+D en EJC por países (1995-2005).....	433
Tabla 4.13. Distribución del gasto por investigador por países (1995-2005).....	433

### PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Tabla 5.1. Producción científica total LAC y Mundo y tasas de crecimiento (1996-2007).....	434
Tabla 5.2. Distribución anual de la producción mundial científica por regiones.....	435
Tabla 5.3. Distribución porcentual de la producción mundial por regiones.....	435
Tabla 5.4. Distribución anual del número de documentos por países de LAC.....	436
Tabla 5.5. Distribución porcentual de la producción de los diez mayores productores en relación al total de LAC.....	437
Tabla 5.6. Indicadores de citación por países (diez primeros productores).....	437
Tabla 5.7. Posiciones en el ranking mundial de producción y citación de los primeros diez productores de la región en el primer y último año de estudio.....	142
Tabla 5.8. Distribución del número de publicaciones por áreas temáticas y regiones.....	438

Tabla 5.9. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas y Regiones.....	439
Tabla 5.10. Ranking por áreas temáticas en LAC y el Mundo en relación a su peso porcentual sobre el total de la producción.....	440
Tabla 5.11. IET e IER de LAC para el período completo y por series temporales.....	441
Tabla 5.12. Valores de IER e IA por países (diez mayores productores).....	442

## **COLABORACIÓN CIENTÍFICA**

Tabla 6.1. Evolución anual total y porcentual de las copublicaciones según tipo de colaboración para LAC.....	445
Tabla 6.2. Distribución anual del número de copublicaciones según número de países firmantes.....	445
Tabla 6.3. Distribución porcentual de la colaboración de los diez primeros productores de LAC según el número de países firmantes.....	446
Tabla 6.4. Número total de las colaboraciones por zonas geográficas.....	447
Tabla 6.5. Distribución porcentual de las colaboraciones por zonas geográficas.....	447
Tabla 6.6. Distribución porcentual de los documentos en colaboración por países (50 primeros colaboradores de LAC).....	448
Tabla 6.7. Tipo de colaboración por países.....	449
Tabla 6.8. Evolución anual del total de colaboraciones internacionales por países...	450
Tabla 6.9. Evolución de la tasa de colaboración internacional por países.....	450
Tabla 6.10. Evolución anual del total de colaboraciones intrarregional por países...	451
Tabla 6.11. Evolución de la tasa de colaboración intrarregional por países.....	451
Tabla 6.12. Distribución del número de copublicaciones de los diez primeros productores de la región según zonas geográficas.....	452
Tabla 6.13. Distribución porcentual de las copublicaciones de los diez primeros productores de la región según zonas geográficas.....	452
Tabla 6.14. Distribución porcentual de las colaboraciones de los diez primeros productores de la región con los diez principales socios de Europa Occidental.....	452
Tabla 6.15. Tasa de Colaboración asimétrica (TCA) entre países de LAC 1996 – 2007.....	453
Tabla 6.16. Matriz de colaboraciones entre países 1996 – 2007.....	455
Tabla 6.17. Evolución anual del grado normalizado y del peso de las copublicaciones nacionales en el total regional.....	462
Tabla 6.18. Índice de intermediación y de Cercanía por países para 1996 y 2007....	197
Tabla 6.19. Distribución de las publicaciones por áreas temáticas según número de países firmantes para LAC.....	463

Tabla 6.20. Distribución porcentual de las publicaciones según área temática en proporción al total de publicaciones de cada área.....	464
Tabla 6.21. Distribución porcentual de las publicaciones según área temática en proporción al total de documentos por países firmantes.....	465
Tabla 6.22. Distribución anual del número de colaboraciones intrarregionales por áreas temáticas para LAC.....	466
Tabla 6.23. Número de colaboraciones internacionales por áreas y países.....	467
Tabla 6.24. Peso porcentual de las colaboraciones internacionales sobre el total de producción por área y país.....	468
Tabla 6.25. Número de colaboraciones intrarregionales por áreas y países.....	469
Tabla 6.26. Peso porcentual de las colaboraciones intrarregionales sobre el total de producción por área y país.....	470

## **BRASIL**

Tabla 7.1. Producto Interior Bruto y Gasto en I+D (1995-2007).....	229
Tabla 7.2. Recursos humanos en I+D (2000-2005).....	471
Tabla 7.3. Producción total 1996-2007.....	471
Tabla 7.4. Distribución anual del total de producción por áreas temáticas.....	472
Tabla 7.5. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas.....	473
Tabla 7.6. Distribución porcentual por áreas temáticas a nivel nacional y mundial....	474
Tabla 7.7. Distribución anual del número total de colaboraciones por regiones.....	477
Tabla 7.8. Distribución anual porcentual de las colaboraciones por regiones.....	477
Tabla 7.9. Distribución de la producción internacional por países colaboradores.....	478
Tabla 7.10. Instituciones de Educación Superior con mayor producción (>400 documentos).....	253

## **MÉXICO**

Tabla 8.1. Producto Interior Bruto y Gasto en I+D (1995-2007).....	262
Tabla 8.2. Recursos humanos en I+D (1995-2005).....	480
Tabla 8.3. Producción total 1996-2007.....	480
Tabla 8.4. Distribución anual de la producción por áreas temáticas.....	481
Tabla 8.5. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas.....	482
Tabla 8.6. Distribución porcentual por áreas temáticas a nivel nacional y mundial....	483
Tabla 8.7. Distribución anual del número total de colaboraciones por regiones.....	486
Tabla 8.8. Distribución anual porcentual de las colaboraciones por regiones.....	486
Tabla 8.9. Distribución de la producción internacional por países colaboradores.....	487

Tabla 8.10. Instituciones de Educación Superior con mayor producción (>400 documentos).....	284
---	-----

## **ARGENTINA**

Tabla 9.1. Producto Interior Bruto y Gasto en I+D (1995-2007).....	293
Tabla 9.2. Recursos humanos en I+D (1997-2005).....	489
Tabla 9.3. Producción total 1996-2007.....	489
Tabla 9.4. Distribución anual de la producción por áreas temáticas.....	490
Tabla 9.5. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas.....	491
Tabla 9.6. Distribución porcentual por áreas temáticas a nivel nacional y mundial....	492
Tabla 9.7. Distribución anual del número total de colaboraciones por regiones.....	495
Tabla 9.8. Distribución anual porcentual de las colaboraciones por regiones.....	495
Tabla 9.9. Distribución de la producción internacional por países colaboradores.....	496
Tabla 9.10. Instituciones de Educación Superior con mayor producción (>400 documentos).....	314

## **CHILE**

Tabla 10.1. Producto Interior Bruto y Gasto en I+D (1995-2004).....	321
Tabla 10.2. Recursos humanos en I+D (1995-2005).....	498
Tabla 10.3. Producción total 1996-2007.....	498
Tabla 10.4. Distribución anual de la producción por áreas temáticas.....	499
Tabla 10.5. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas.....	500
Tabla 10.6. Distribución porcentual por áreas temáticas a nivel nacional y mundial..	501
Tabla 10.7. Distribución anual del número total de colaboraciones por regiones.....	504
Tabla 10.8. Distribución anual porcentual de las colaboraciones por regiones.....	504
Tabla 10.9. Distribución de la producción internacional por países colaboradores....	505
Tabla 10.10. Instituciones de Educación Superior con mayor producción (>400 documentos).....	341

## **VENEZUELA**

Tabla 11.1. Producto Interior Bruto y Gasto en I+D (1995-2005).....	348
Tabla 11.2. Recursos humanos en I+D (1998-2005).....	507
Tabla 11.3. Producción total 1996-2007.....	507
Tabla 11.4. Distribución anual de la producción por áreas temáticas.....	508
Tabla 11.5. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas.....	509
Tabla 11.6. Distribución porcentual por áreas temáticas a nivel nacional y mundial..	510
Tabla 11.7. Distribución anual del número total de colaboraciones por regiones.....	513

Tabla 11.8. Distribución anual porcentual de las colaboraciones por regiones.....	513
Tabla 11.9. Distribución de la producción internacional por países colaboradores....	514
Tabla 11.10. Instituciones de Educación Superior con mayor producción (>400 documentos).....	367

## **COLOMBIA**

Tabla 12.1. Producto Interior Bruto y Gasto en I+D (1995-2007).....	375
Tabla 12.2. Recursos humanos en I+D (1996-2005).....	516
Tabla 12.3. Producción total 1996-2007.....	516
Tabla 12.4. Distribución anual del total de producción por áreas temáticas.....	517
Tabla 12.5. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas.....	518
Tabla 12.6. Distribución porcentual por áreas temáticas a nivel nacional y mundial..	519
Tabla 12.7. Distribución anual del número total de colaboraciones por regiones.....	522
Tabla 12.8. Distribución anual porcentual de las colaboraciones por regiones.....	522
Tabla 12.9. Distribución de la producción internacional por países colaboradores....	523
Tabla 12.10. Instituciones de Educación Superior con mayor producción (>400 documentos).....	393

<b>Listado de países de LAC (codificación ISO).....</b>	<b>525</b>
---	------------

<b>Listado de Regiones Geográficas.....</b>	<b>525</b>
---	------------



# CAPÍTULO 0

---



## INTRODUCCIÓN



### CAPÍTULO 0: INTRODUCCIÓN

#### 0.1. Delimitación del estudio

**H**ay una relación directa entre el desarrollo científico y tecnológico de una región y su progreso económico y nivel de bienestar de sus ciudadanos. En este contexto, la gestión, promoción, financiación y evaluación de la ciencia y la tecnología, son compromisos que se han ido incorporando paulatinamente en las agendas de los gobiernos, asumiendo que sólo en esta medida lleguen a incorporarse con éxito en la economía mundial e incrementar su competitividad.

El conocimiento por si sólo no transforma las economías. La ciencia y tecnología sólo se convierten en motores de desarrollo cuando se enmarcan en un sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación y las políticas científicas que lo articulan se inscriben en un amplio proyecto nacional de desarrollo integral.

La formulación de políticas científicas y el seguimiento de su ejecución serán tan exitosos como la fiabilidad de sus indicadores. La información es un recurso estratégico, fundamental en la toma de decisiones que al mismo tiempo retroalimentan el diseño de políticas que articulen y fortalezcan el sistema científico.

Es por ello que en las últimas décadas ha cobrado especial relevancia la evaluación de los sistemas científicos, ya que tanto la comunidad científica en general como los gestores de las políticas científicas, requieren de mejor y mayor cantidad de información, que les permita por una parte justificar a la sociedad la inversión en ciencia y tecnología y por otra orientar de forma estratégica estos recursos.

América Latina y el Caribe (en adelante LAC), comprende un vasto territorio con amplia diversidad en niveles de desarrollo económico y político. Sin embargo, cuando se analizan los países desde la perspectiva de desarrollo científico-tecnológico no son sustancialmente diferentes entre sí. En general los sistemas nacionales de ciencia y tecnología e innovación adolecen de los mismos problemas.

No obstante los países de LAC (básicamente los de mayor tamaño), han emprendido la tarea de evaluar sus sistemas científicos. A la necesidad de justificar los gastos, se suma el creciente interés por conocer cuál es su situación en relación a países de economías de diferente nivel de desarrollo, ya que sólo en esta medida podrán conocer su propia realidad.

Esta tarea no obstante se encuentra en su etapa inicial y queda mucho por recorrer. Aunque con diferente nivel de calidad e intensidad, los países han hecho grandes avances en la normalización y recolección de datos sobre gasto y recursos humanos dedicados a la investigación. No obstante, sigue siendo escasa la información sobre la evaluación de los resultados.

Este trabajo se enmarca en este contexto. En concreto, en esta tesis hacemos una valoración cuantitativa y cualitativa de la producción científica de América Latina y el Caribe indexada en Scopus, con especial énfasis en los mayores productores de la región, para el periodo comprendido entre 1996 y 2007. Igualmente analizamos la colaboración científica, como un importante elemento en la generación de conocimiento en los países periféricos. Todo ello desde una perspectiva del análisis cuantitativo.

El objetivo central es hacer un análisis del dominio científico de América Latina y el Caribe en un marco comparativo tanto a nivel nacional, regional y mundial, que nos sirva para conocer su evolución, su posición relativa en cada nivel de agregación, sus fortalezas y debilidades y los factores sociales, económicos o políticos que han marcado este desarrollo. Al final del capítulo dos se presenta con detalle la justificación y los objetivos que perseguimos con el trabajo.

### **0.2. Limitaciones del estudio**

A pesar del gran avance que ha supuesto para la región la creación de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) en la normalización y sistematización de los indicadores socioeconómicos, es aún notoria la falta de series temporales completas, lo que ha impedido elaborar indicadores para el periodo completo 1996-2007 en algunos apartados.

Otra cuestión que consideramos una limitación de nuestro estudio es que sólo nos centramos en una de las múltiples caras de los resultados de la investigación científica, aquellos publicados en revistas científicas de calidad. Quedan pues como asignatura pendiente los estudios sobre otros resultados de investigación como patentes o proyectos de investigación que ofrecen valiosa información sobre la transferencia de tecnología e innovación.

Aunque sabemos que este tipo de resultados y base de datos recoge sólo una parte de producción que se realiza en LAC, consideramos que es la más representativa.

### **0.3. Estructura del documento**

El presente trabajo de investigación se estructura de la siguiente forma:

En el presente capítulo, realizamos una breve introducción y delimitación del objeto de estudio además exponemos las principales limitaciones.

En el capítulo uno hacemos una breve descripción de la evolución política y económica de la región, así como el proceso de institucionalización de la ciencia y la tecnología en la región y las políticas públicas diseñadas para ello, a lo largo de los últimos sesenta años.

En el capítulo dos se presenta una aproximación teórica de las bases conceptuales de la evaluación de la investigación. Posteriormente hacemos una revisión de los estudios de corte cuantitativo sobre América Latina y el Caribe y finalmente presentamos la justificación del estudio y los objetivos que nos proponemos alcanzar.

En el capítulo tres se describen las fuentes de información utilizadas, los diferentes niveles desde los que se analiza el dominio científico de LAC y los indicadores y métodos utilizados para el análisis. En el capítulo cuatro se analizan los indicadores socioeconómicos. El capítulo cinco presentamos los resultados obtenidos referentes a producción y visibilidad a nivel regional y de forma comparativa de los mayores productores. En el capítulo seis se recogen los datos referentes a la colaboración científica.

Del capítulo siete al doce se analizan los seis primeros productores de la región de acuerdo a la siguiente estructura de contenido:

Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

Indicadores Socioeconómicos

Producción Científica

Colaboración Internacional

Producción científica de las instituciones de educación superior con mayor producción

En el capítulo trece se recogen las principales conclusiones, además se proponen algunas posibles líneas futuras de investigación. Finalmente en el capítulo catorce incluimos la bibliografía y en el quince los anexos con información complementaria a la que se presenta en el cuerpo del trabajo.



# CAPÍTULO 1

---



## MARCO POLÍTICO- ECONÓMICO



## CAPÍTULO 1. MARCO POLÍTICO-ECONÓMICO

### 1.1. Evolución política

**T**anto en el presente apartado como en el 1.2, se pretende dar una visión general del devenir político y económico de LAC en los últimos sesenta años. Consideramos importante describir los hitos que han marcado el desarrollo de la región, ya que esto puede ayudar a entender los fenómenos que se han dado en el ámbito de la ciencia y la tecnología durante el período de este estudio.

La Segunda Guerra Mundial y especialmente la posguerra, dio lugar a un verdadero cambio en las relaciones internacionales de todo el planeta. Europa Occidental, centro de poder mundial durante siglos, quedaba política y económicamente debilitada, y con escasas posibilidades de liderar el nuevo orden mundial. Ante el declive de las principales potencias europeas, fueron los restantes triunfadores de la contienda, Estados Unidos y la Unión Soviética, los que tomaron el relevo y emergieron como principales potencias hegemónicas en el nuevo orden internacional. La lucha contra un enemigo común hizo que las diferencias políticas y económicas entre estos dos países pasaran a un

segundo plano, sin embargo, una vez terminado el conflicto se toparon con modelos de sociedad (comunismo y capitalismo) completamente incompatibles.

Este cambio, en las relaciones internacionales de poder y la confrontación bipolar ruso-estadounidense liderada por dos sistemas ideológicos, económicos y políticos integralmente opuestos, que se prolongó durante varias décadas, ha sido el marco político mundial que determinó la evolución de las relaciones internacionales. Con el fin de la contienda y el advenimiento de la Guerra Fría, las superpotencias emergentes reorientaron su política exterior tanto a nivel global como hacia sus “áreas de influencia” (Carbone, 2006).

Históricamente la política de Estados Unidos hacia América Latina y el Caribe ha sido siempre una política de intervención, exclusión, hegemonía, contención y equilibrio de poder, orientada tanto a mantener la estabilidad en la región y alejar a las potencias extranjeras, como a proteger los intereses fundamentales norteamericanos (Wiarda, 1992, citado en Carbone 2006). Tal como apunta Wiarda, LAC ha sido el “patio Trasero” de Estados Unidos, un área periférica en su política exterior.

En los comienzos de la Guerra Fría América Latina era una zona de baja prioridad dentro de la agenda norteamericana, puesto que en aquella época los partidos comunistas eran minoritarios y en la mayoría de los casos carecían de apoyo popular y de sustento, Washington no los veía como una amenaza para cambiar las políticas llevadas a cabo en la región.

En este marco de política de contención global del comunismo nació la llamada “Alianza para el Progreso”<sup>1</sup>, un plan diseñado para el periodo comprendido entre 1961 y 1970, que buscaba la cooperación y ayuda mutua de los estados

---

<sup>1</sup> Durante la administración de Kennedy se concretó la Alianza, en el marco de la VIII Conferencia de la Organización de los Estados Americanos celebrada en 1961 en Punta del Este (Uruguay), en la que no solamente se resolvió excluir a Cuba del sistema Interamericano (sobre la base de que el marxismo-leninismo de su régimen la hacía incompatible con los principios y objetivos de la organización), sino que además se firmó la “Carta de Punta del Este” en la que formalmente se establecieron los principios de la Alianza

firmantes, el crecimiento económico, el refuerzo de sus comportamientos democráticos y la redistribución justa de la riqueza obtenida con la inyección económica que procuraría la inversión de los 20.000 millones de dólares. De este programa quedó obviamente excluida Cuba, puesto que iba contra la esencia del mismo: evitar la expansión del comunismo en LAC. De este modo, Estados Unidos se aseguraba el refuerzo del dominio económico en la región.

El fracaso de la Alianza estuvo en relación con la falta de realización de las necesarias reformas agrarias y fiscales de los países, así como en la propia dirección de la política exterior estadounidense, que suspendió determinadas ayudas y abusó del intervencionismo en algunos estados.

Aunque el programa de la Alianza para el Progreso no tuvo el efecto que esperaban los países de la región, Estados Unidos logró mantener su hegemonía, logrando frenar cualquier otro prospecto de Guerra Fría real, que le hiciera tambalearse su situación de dominio en la región. A lo largo del período de la Guerra Fría, las dos superpotencias enfrentadas dieron apoyo a muchas organizaciones de la región, a través de financiación, dotación de armas, entrenamiento político y militar. Por un lado los líderes comunistas intentaban extender la doctrina de la revolución y disputar el dominio americano en el hemisferio occidental, brindando apoyo a las guerrillas a través de Cuba. Estados Unidos por su parte, apoyó numerosos grupos de derecha, para intentar contener el avance del comunismo en Occidente y especialmente en el Tercer Mundo (Luttwak, 1983; Asprey, 1994).

En la década de los sesenta y liderados por la revolución cubana, se levantan movimientos guerrilleros en Venezuela, Bolivia, Perú, Colombia y Guatemala, que avanzaban con la idea de que pequeños grupos de combatientes armados, pudieron impulsar el apoyo popular a la causa revolucionaria, para llegar a derrocar los “regímenes burgueses” y reemplazarlos por gobiernos con amplio apoyo popular (Wickham–Crowley, 1992). Aunque estos grupos insurgentes actuaron con violencia durante la década de los sesenta, las fuerzas de seguridad lograron neutralizarlos en Venezuela y Perú, mientras que en

Colombia y Guatemala restringieron las actividades guerrilleras en las zonas rurales. Estos hechos, sumados a los fallos operacionales de los grupos y la muerte del máximo representante de esta doctrina en la región Ernesto “Che” Guevara, resumen el fracaso de la guerrilla rural armada en América Latina, en esta primera etapa de insurrección.

A finales de los sesenta y principios de los setenta, emergieron varios grupos revolucionarios en Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, con dirigentes altamente formados y con el objetivo de acabar con lo que ellos percibían como una decadente sociedad burgués, que llevaba a un continuo deterioro de las condiciones económicas para las clases medias y bajas. Mientras algunos de estos grupos eran aniquilados por fuertes represiones desplegadas por las fuerzas de seguridad, emergían nuevas guerrillas de izquierda en Centroamérica, creadas para combatir la represión de las dictaduras (Feldmann, 2005).

La mayoría de estos movimientos no lograron expandirse y aquellos que lo lograron, fue gracias al apoyo de los campesinos. Aunque en su estudio Wikham-Crowley (Wikham-Crowley, 1992), argumenta que el apoyo campesino por lo general no fue muy distinto entre guerrillas con éxito o sin él, lo cual refuerza su hipótesis de que es una condición necesaria pero no suficiente. El dominio de las guerrillas surge en aquellos lugares donde hay ausencia de autoridad legítima, y donde se ha violado el contrato social por parte del Estado.

La insurgencia de grupos guerrilleros se entendía como consecuencia de la Guerra Fría, por lo que se esperaba que con el final de ésta, disminuyeran o incluso desaparecieran. La desintegración del Bloque Soviético, inició el final de la lucha ideológica entre las superpotencias, además cesó el financiamiento a organizaciones de la región que empleaban el terrorismo. Las predicciones fueron demasiado optimistas, en varios países de LAC, incluso experimentaron un aumento de la actividad de grupos insurgentes desde el final de la Guerra Fría (Feldmann y Perälä, 2004). Desde mediados de los noventa, sin embargo

en LAC el terrorismo como fenómeno ha disminuido notablemente, aunque Colombia representa la excepción a la regla.

Colombia constituyó en América Latina una de las pocas naciones en las cuales sobrevivió el proyecto insurgente posrevolución cubana más allá de los años ochenta, y en todo caso el único país de Sudamérica, tal como ha sido señalado por Chernick (Chernick, 1988) donde se desarrolló una “insurgencia permanente”, que entró a hacer parte del paisaje político en forma crónica. Si bien Colombia tiene una de las democracias más antiguas de América Latina y un crecimiento económico constante a través de la historia (inusual en la región), es a la vez uno de los países que alberga mayor número de grupos insurgentes en el mundo (Holmes; Gutiérrez de Piñeres y Curtin, 2007). Aunque la violencia que sufría el país en los años cincuenta, y los que sufre en la actualidad no se pueden enmarcar dentro de las mismas categorías, si está claro que ha sido constante y que abarca todos los planos político, económico y social, con el coste que esto supone para el país.

En los últimos años se ha dado un resurgir de la izquierda en LAC, fuerzas políticas de izquierda o “progresistas” han alcanzado el Gobierno a través de las urnas en Argentina, Brasil, Chile, Bolivia, Ecuador, Nicaragua, Uruguay, Paraguay y Venezuela, aunque la intensidad y las políticas de este proceso difieren sustancialmente según el país. El fracaso de las políticas neoliberales o el descontento generalizado de los partidos políticos tradicionales, han fomentado este viraje a la izquierda. No obstante habrá que ver si este renacimiento de la izquierda es una ola incidental, o que los países de la región han encontrado un nuevo modelo de capitalismo social tomando como base el modelo brasileño.

### **1.2. Evolución económica**

En el terreno económico, la región mantuvo el modelo conocido como “industrialización mediante la sustitución de importaciones” (ISI), desde principios de la década de los cuarenta hasta finales de los ochenta (Esser,

1993; Pampillón Olmedo, 2003; Ward, 1997). Este modelo se basaba en la sustitución de importaciones de bienes industriales por productos nacionales, y tenía como objetivo primordial proteger la industria nacional frente a productores extranjeros y de acelerar la industrialización. En aquel entonces los países latinoamericanos sufrieron un largo período de proteccionismo y autosuficiencia. Las empresas tenían muy bajos niveles de productividad, generando productos únicamente para el mercado nacional, lo que hacía que la dinámica industrial dependiera esencialmente del tamaño de la demanda interna. El desarrollo de capacidades tecnológicas, se redujo a la adaptación de tecnologías importadas a las condiciones locales, y sólo en pocas oportunidades se llegó a desarrollar productos y procesos productivos competitivos a escala mundial.

El Estado asumió un papel muy activo en el proceso económico, creando una serie de empresas que actuaban en régimen de monopolio en sectores clave tales como: transportes, telecomunicaciones, petróleo, gas, siderurgia, alimentación y textil, por lo que la ineficacia generalizada fue el resultado inevitable.

A principios de los sesenta, el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita de la región, era superior al de los países árabes, Europa del Este y Asia Oriental. Cuatro décadas después, la región sigue anclada en el mundo del subdesarrollo. En indicadores como ingreso per capita, esperanza de vida, mortalidad infantil, alfabetización de adultos o acceso al agua, LAC sólo está por encima de otras regiones pobres del mundo como el África Subsahariana o el Sur de Asia (Gilbert, 1997).

El desempeño económico de LAC a nivel mundial tuvo un crecimiento continuo hasta principio de los setenta, a partir de entonces hubo varias momentos de divergencia entre LAC y las regiones desarrolladas, e incluso entre regiones que partían de niveles de desarrollo similares, caso paradigmático de los “Tigres Asiáticos”, Singapur, Hong Kong, Corea del Sur y Malasia. (Matus, 2002).

En la década de los 70 aumentaron las importaciones debido a la crisis del petróleo, mientras que las exportaciones y la inversión extranjera cayeron como consecuencia de la crisis que estaban atravesando los países desarrollados. Los países de LAC por su parte siguieron con políticas monetarias y fiscales expansivas lo que les exigía mayores créditos externos. Los países de la Organización de Países exportadores de petróleo (OPEP), con grandes ingresos en petrodólares, no fueron capaces de acometer suficientes programas de inversión como para agotar sus ingresos financieros, generando un importante ahorro neto. Este exceso de liquidez, acabó en parte y vía el sistema financiero internacional, en América Latina que absorbió estos recursos financieros a bajos tipos de interés, en los años setenta. En poco tiempo, la deuda externa alcanzó niveles críticos en relación con las perspectivas de crecimiento, y el modelo orientado hacia adentro se desplomó a finales de los ochenta en casi todos los países de la región.

Toda esta situación dada en el plano socioeconómico es contemporánea e interactúa con la instauración de una sucesión de regímenes militares en diversos países de la región. La dictadura de Brasil se instaura durante veinte años desde 1964 a 1985, mientras que en 1966 se produce la denominada Revolución Argentina que continúa hasta 1973. En los años sesenta, la estrategia se aplica en Chile (1973-1990), Uruguay (1973-1984), de nuevo Argentina (1976-1983) y Bolivia (1980-1982). Los procesos que conllevan a la instauración de regímenes dictatoriales eran a la vez, causa y consecuencia de la crisis. Por un lado se entendía que estos cambios políticos institucionales constituían la única forma de controlar los desequilibrios sociales que se habían venido produciendo como resultado de la crisis del modelo económico, y por otro revisten la característica de ser los que permitieron, ya avanzada la segunda mitad de la década de los setenta, comenzar a implementar transformaciones en la orientación económica.

La década de los ochenta también denominada “década perdida”, representa para la región un punto de inflexión en su crecimiento económico. Este período estuvo caracterizado por la crisis de la deuda externa, que afectó a todos los

países de la región y que llevó a un profundo cambio en el modelo de desarrollo. Es considerado el período de mayor divergencia entre el crecimiento regional y el resto de regiones del mundo (Gilbert, 1997; Easterly, 2001). Dentro de sus consecuencias se sitúan:

- ❖ Aumento de la pobreza y desigualdad del ingreso; la proporción de personas que vivían en la pobreza pasó del 36% en 1985 al 46% en 1990.
- ❖ Reducción del gasto social, como consecuencia de los ajustes económicos realizados para subsanar la situación económica, lo que llevó al empeoramiento de los indicadores de desarrollo humano.
- ❖ Escaso crecimiento económico, en algunos países con crecimiento negativo al final de la década.
- ❖ Hiperinflación

Desde que empezara la crisis de la deuda en 1982 cuando México se declara en suspensión de pagos, se asume que los problemas de sobreendeudamiento y especialmente los de sostenibilidad<sup>2</sup> suponen un obstáculo para el crecimiento y desarrollo de los países deudores y un lastre y elemento de desestabilización para el sistema financiero internacional (Delgado Alfaro; Ortiz Aguilar y Martínez Rolland, 2005). A partir de entonces se han recorrido distintas etapas, aunque ninguno de los mecanismos e iniciativas lanzadas desde entonces hayan resultado exitosas (Atienza Azcona, 2001; CEPAL, 2002). La más reciente, la iniciativa lanzada en 1996 para la reducción de la deuda de los países más pobres y endeudados (Heavily Indebted Poor Countries - HIPC)<sup>3</sup>, puede considerarse la más ambiciosa por las magnitudes

---

<sup>2</sup> La sostenibilidad de la deuda, es definida como la capacidad de un país para hacer frente de forma continuada al servicio de su deuda, sin tener que recurrir a una financiación exterior extraordinaria ni a un inasumible ajuste interno.

<sup>3</sup> Programa iniciado por el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial en 1996, en el cual se han seleccionado 38 países de los más pobres del mundo, con el objetivo de reevaluar la deuda de estos países a niveles considerados por estos organismos como sostenibles. Para hacer efectiva la ayuda, estos países deben adoptar fuertes medidas de ajustes estructurales aprobadas por estas dos instituciones.

de reducción que se contemplan, aunque por otro lado se refiere a una corta lista de países de escaso peso financiero y cuya deuda no constituye un problema para los países y entidades acreedoras. Otras iniciativas como los planes Baker I y II o el Brady, no han respondido a la magnitud de los problemas que afrontan los países en desarrollo, que han supuesto medidas parciales o temporales o incluso con mejores resultados para los acreedores.

Según el estudio elaborado por Kraay and Nehru para el Banco Mundial (Kraay y Nehru, 2004), apunta a que las variables no financieras son una de las claves determinantes que llevan a los países de bajos y medios ingresos a ser incapaces de cumplir con la deuda, especialmente la calidad de sus políticas e instituciones. Aunque la deuda que tienen contraída los países de LAC no es muy elevada en proporción a su PIB, la región afronta problemas estructurales causados por la volatilidad de sus políticas macroeconómicas y la inestabilidad política. Esto les enfrenta a una excesiva dependencia del exterior y la pérdida de confianza de los mercados internacionales.

La deuda externa no sólo ha aumentado, sino que su distribución por regiones ha variado. Varios factores han influido en las nuevas tendencias que se observan en relación al monto de la deuda acumulado por las regiones entre los que se incluyen: la inestabilidad financiera de los mercados emergentes, la deteriorada situación socioeconómica en África, y el atractivo que representan para las inversiones extranjeras regiones como Europa del Este, Medio Oriente y Asia (Hernández, 2005). En 2005, el porcentaje de participación de las regiones en el total de la deuda era: África 9.7%, Asia 26%, Medio Oriente 11%, Europa del Este 17.3%, Comunidad de Estados Independientes 8.4% y América Latina 26.9%<sup>4</sup>.

En el caso latinoamericano, las principales crisis históricas de la deuda hasta la Segunda Guerra Mundial, se produjeron como consecuencia de las crisis

---

<sup>4</sup> Se puede ver información relacionada con el tema en: [www.worldbank.org/hipc/](http://www.worldbank.org/hipc/)

económicas mundiales. Sin embargo desde principios de los setenta hasta la fecha, y según reflejan los diferentes ciclos de endeudamiento y crisis de los países latinoamericanos, sugieren que no ha existido una correlación tan estrecha entre las tendencias económicas de los países industrializados y estos, sino que inclusive pueden considerarse como inversas (Marichal, 2005). Según Marichal, esto es consecuencia de los profundos cambios en la política económica y en la arquitectura financiera internacional.

El total de la deuda que tenía la región para el 2005, varía entre los 679 miles de millones de dólares según la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL) y 808 mil millones del Fondo Monetario Internacional (FMI). En lo que si parecen coincidir es la elevada concentración de la deuda acumulada en algunos países, 65% entre Brasil, México y Argentina. Para muchos países de América Latina y el Caribe el problema de la deuda que se gestó en los años setenta, se transformó en los ochenta en un obstáculo permanente para el desarrollo y se sigue aún hoy sin encontrar solución efectiva. Este problema se ha consolidado como factor estructural de inestabilidad política, social, económica y financiera para muchos países.

La deuda externa, sigue siendo uno de los principales lastres que arrastran los países pobres y los mantiene anclados en el mundo del subdesarrollo. Muchos de estos países, como consecuencia de su dependencia estructural de la financiación exterior, viven en continuos ciclos de sobreendeudamiento, reestructuración o condonación de la deuda, entrando en círculos viciosos de los que es difícil salir.

Agotado el modelo ISI, los países se vieron en la necesidad de emprender reformas estructurales necesarias que permitieran cambiar el rumbo económico de la región. Estas nuevas políticas económicas partían de las propuestas hechas por John Williamson en el denominado “Consenso de Washington” (Williamson, 2000). La versión original, formulaba diez propuestas de medidas económicas que les sirvieran a los gobiernos de LAC y a los organismos internacionales, Fondo Monetario Internacional, Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo a la hora de valorar los avances en materia

económica de los primeros al pedir ayuda a los segundos (Casilda Béjar, 2004). Dicho programa económico, se elaboró para encontrar soluciones útiles sobre la forma de afrontar en la región la crisis de la deuda externa, y establecer un ambiente de transparencia y estabilidad económica.

Las propuestas eran:

- Disciplina presupuestaria
- Redirección de las prioridades del gasto público hacia campos que ofrezcan tanto ingresos económicos como mejora de la distribución del ingreso
- Reforma fiscal
- Liberalización de tasas de Interés
- Tasa de cambio competitiva
- Liberalización de mercados
- Política de apertura respecto a la inversión extranjera directa
- Política de privatizaciones
- Política desreguladora
- Derechos de propiedad

En la década de los noventa, la mayoría de los países de la región aplicaron con decisión políticas de corte neoliberal basadas en las propuestas del “Consenso” (Walton, 2004). Las políticas estaban centradas básicamente en ajustes macroeconómicos, liberalización de mercados y privatización de las empresas públicas, proceso que se dio con mayor fuerza en Chile, aunque en la mayoría de los países de la región se genera una ola de privatizaciones a principios de los noventa (Estache y Trujillo, 2004; CEPAL, 2004; Indacochea y Paulette, 1991). La aplicación de estas medidas varió de un país a otro, pero en términos generales se logró disminuir la inflación, aumentar el volumen de exportaciones, disminuir el déficit presupuestario o reducir la deuda pública. Estas reformas llevaron a una recuperación de la maltrecha economía de los ochenta, además de la afluencia de capitales principalmente provenientes de

los procesos de privatización, aunque hubo varias crisis financieras que sufrieron los países de mayor tamaño de la región (Huber y Solt, 2004). La primera de ellas fue la de México en 1994 conocida como “*efecto tequila*”, la crisis de Brasil en 1999, arrastrada por la crisis Asiática en 1997 y 1998 y el colapso de Argentina en 2001 y 2002.

Por otro lado, el crecimiento económico ha sido escaso, un tercio de la población vive en la pobreza, los indicadores de desarrollo social apenas han mejorado y hay un importante aumento de la criminalidad y violencia que afecta la calidad de vida en toda la región (Nathan Cohen y Centeno, 2006). Tales resultados ponen en entredicho la viabilidad del modelo de desarrollo económico adoptado al inicio de los noventa.

Los procesos económicos y políticos, están estrechamente relacionados con la estructura social, la cultura política del país y el funcionamiento de sus instituciones formales (Sindzingre, 2005; Solimano, 2005; Blanco, 2006, Ocampo, 2005). Las crisis de la región se han tratado de solucionar sólo con la aplicación de políticas económicas. Las deficiencias de esta limitada y parcial conceptualización se han manifestado en la incapacidad de los gobiernos de crear un verdadero sistema político, que lleve a un desarrollo continuo de la región. Peor aún, la brecha sigue siendo cada vez más amplia con respecto a otras regiones del mundo y los datos económicos y sociales demuestran la debilidad de la región para insertarse en el nuevo modelo de desarrollo global.

### **1.3. Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología en América Latina**

Ciencia y tecnología (CyT) son a la vez parte e indicadores del grado de desarrollo de las fuerzas productivas, de la economía, del sistema de relaciones sociales, de la cultura, de las estructuras políticas e institucionales de la sociedad (Kaplan, 1980).

La política científica tal como se conoce hoy, nació en la Segunda Guerra Mundial, aunque se había insinuado con anterioridad. A partir de este hecho,

los gobiernos de los países industrializados reconocieron la necesidad de movilizar los recursos científicos y técnicos de su país para servirse de ellos con fines precisos orientados a objetivos estratégicos. La ciencia se incorporó como pieza clave en el propio funcionamiento cotidiano de la sociedad, pasando a desempeñar un papel estratégico como fuerza productiva. Esta situación a su vez dio lugar a un nuevo contrato social que involucró al gobierno, a la industria y a la comunidad científica. Esta nueva concepción quedó plasmada en el documento elaborado por Vannevar Bush en 1945 “*Science: the endless Frontier*”, (Bush, 1945) en donde dio repuestas a la pregunta de cómo la ciencia podía ayudar al progreso de la sociedad.

Una de las principales constataciones que se registraron en la posguerra, no sólo al interior de la comunidad científica americana y mundial sino también en el plano de la sociedad en su conjunto, era el notable incremento de las actividades de corte científico-tecnológico. Este hecho se constituyó como uno de los principales factores que hicieron que se hablara de esta etapa como aquella marcada por una nueva dinámica de organización científica, que Price denominó “*Big Science*”, entendido como la transición de la ciencia de pequeña a gran escala (Price, 1963).

El modelo institucional en materia de ciencia y tecnología, surgido de las experiencias de reconstrucción de los países europeos en forma inmediatamente posterior a 1945, se fue difundiendo a escala planetaria a lo largo de la década de los cincuenta. A partir de entonces se consolidó la idea de que el Estado debía cumplir un papel activo en todo lo relacionado al fomento y financiación de la investigación científica y tecnológica. Este fue el modelo institucional que prevaleció en Europa, un modelo centralizado donde el Estado tenía un papel activo y central y el encargado de crear las instituciones destinadas a impulsar la ciencia como recurso al servicio del país. Por el contrario el modelo estadounidense era descentralizado y las empresas tenían un papel protagónico en las actividades científicas y tecnológicas.

La historia institucional de la política científica y tecnológica en LAC ha transcurrido más próxima a la perspectiva de los intereses de la investigación académica que a las demandas del sector productivo. Los países con mayor desarrollo de la región comenzaron con la creación de enclaves institucionales en materia de ciencia y tecnología desde la década de los cincuenta, con el apoyo fundamental de organismos internacionales tales como la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), Organización de los Estados Americanos (OEA) y particularmente la UNESCO (Bellavista y Renobell, 1999; Oteiza, 1992). Dichos organismos sugerían la creación de cuerpos institucionales, encargados de formular e implementar políticas integrales de CyT y recomendaban que dichas instituciones se ubicaran en los niveles más altos de cada gobierno con el fin de lograr su participación real en la toma de decisiones.

Argentina es el país con la más antigua tradición en investigación científica en el contexto latinoamericano. Fue entre los cincuenta y sesenta cuando alcanzó su máximo esplendor y reconocimiento internacional, lo que llevó a que tres de sus científicos les otorgaran el premio Nobel, aunque sólo dos trabajaban entonces en el país. Paralelamente en la década de los cincuenta, se crearon la mayoría de las instituciones destinadas a diseñar y ejecutar políticas destinadas al desarrollo científico y tecnológico que dieron lugar a las grandes instituciones del actual sistema de ciencia y tecnología (Albornoz, 2006). La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) fue creada en 1950 y reorganizada en 1956; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTA) fue creado también en 1950 y el Consejo Nacional de de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) creado en 1958. Este último fue concebido como un instrumento para promover la investigación científica en las universidades que estuvo parcialmente inspirado en el modelo del Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) francés y que dio lugar a la unificación de la enseñanza con la investigación, actividades que hasta entonces habían estado separadas (Yoguel, Lugones y Sztulwark, 2007).

El desarrollo de la infraestructura científica y tecnológica y la formación y expansión de la comunidad científica brasileña, son procesos que empezaron formalmente a principios de la década de los cincuenta, cuando se crearon las principales instituciones públicas que financiaban y promovían las actividades de investigación en el país. Después de varios intentos infructuosos, en 1951 se crea el Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que pese a los vaivenes políticos se ha consolidado como el principal baluarte del sistema de ciencia y tecnología de este país. El modelo organizativo estaba fuertemente influenciado por la experiencia de los países desarrollados: las referencias fueron las modalidades organizacionales del National Science Foundation (NSF) norteamericano y del CNRS francés. Este organismo seguía las pautas de los países del primer mundo, cuyo principal objetivo era la seguridad nacional. Así en sus primeros años, el CNPq dirigió sus actividades principalmente a la investigación en el área de energía nuclear, puesto que su función más relevante era la de promover el desarrollo de la energía atómica y asesorar al gobierno en este tema. En 1956 se crea la Comisión Nacional de Energía Nuclear, por lo que todas las actividades a este respecto pasaron del CNPq al nuevo organismo, lo que llevó a una larga agonía de este último, puesto que vio disminuir fuertemente sus recursos y sus acciones no lograron ningún impacto en la política nacional.

La década de los sesenta, está marcada por una profundización de la influencia de organismos internacionales en la definición de políticas de CyT por parte de los países latinoamericanos. Varias reuniones organizadas por la UNESCO expresaron estas presiones (Barreiro y Davyt, 1999). En ellas se recomendaba a los países definir y adoptar una política científica explícita y establecer organismos nacionales para la formulación de la política. De igual forma la definición de programas nacionales de desarrollo económico, fue una de las condiciones que debían satisfacer los países, para obtener recursos financieros de Estados Unidos en el marco de la Alianza para el Progreso.

Fue bajo estas circunstancias cuando la década de los sesenta y principios de los setenta, se da un verdadero auge en la creación de instituciones

encargadas de diseñar políticas e instrumentos destinados a orientar y gestionar el desarrollo científico y tecnológico. En este período se crearon las instituciones de Chile (*Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT, 1967)*), Colombia (*COLCIENCIAS – 1968*), México (*Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Tecnológicas – CONACYT, 1976*) y Venezuela (*Consejo Venezolano de Investigaciones científicas y Tecnológicas – CONICIT, 1967*).

Junto a esta nueva estructura organizacional e institucional, también surgió una nueva metodología de hacer políticas relacionadas con la ciencia y la tecnología (Alcorta y Peres, 1998). En los setenta se adoptó a semejanza de los países desarrollados, un enfoque sistémico en la formulación y ejecución de políticas científicas y tecnológicas y su institucionalización. Se instauró la figura de Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, dentro del cual existía una política para la ciencia, una política tecnológica y una política industrial.

Las políticas desarrolladas durante esta época se concentraron básicamente en la construcción de capacidades de Investigación y Desarrollo (I+D) en universidades y centros de investigación públicos, para lo cual se pusieron en funcionamiento procesos como : a) formación de recursos especializados en todas las áreas del conocimiento; b) construcción y equipamiento de infraestructuras de I+D c) elaboración de diagnósticos de las actividades de Ciencia y Tecnología que en algunos casos llevó a la creación de Planes de I+D. Sin embargo, estos sólo dieron lugar al reconocimiento de la debilidad que tenían los países y en general la región al respecto, pero en ningún caso se constituyeron como verdaderos planes de desarrollo por la falta de apoyo político y de continuidad (Bellavista y Renobell, 1999).

Aunque en este período se logró la implementación de importantes capacidades tecnológicas nacionales, no es menos cierto que los incipientes sistemas nacionales de ciencia y tecnología no lograron crear una verdadera masa crítica para el desarrollo endógeno sostenible. Dichos sistemas estaban fragmentados y adolecían de objetivos claros y estratégicos, a la par que las

actividades de ciencia, tecnología e innovación no lograron afianzarse como motores impulsores, capaces de promover un salto cualitativo hacia vías sustentables de desarrollo (Grobart, 2002).

Los esfuerzos realizados durante la década de los setenta tuvieron poca o ninguna continuidad en la siguiente década (Vessuri, 2003). La que debió ser una etapa de consolidación y maduración de muchos de los logros adelantados en las anteriores décadas, significó por el contrario un retroceso importante de lo conseguido hasta entonces y fue el inicio de un período de crisis económica e inestabilidad institucional. Estos efectos en el área de ciencia y tecnología se tradujeron en una caída de la inversión en I+D, recortes presupuestarios en la educación superior y reducción de la contratación del mercado laboral para investigadores, entre otros. Las instituciones nacionales de ciencia y tecnología dejaron de producir indicadores, y las actividades relacionadas con este tema surgieron esporádicamente. Chile, fue el único país que continuó produciendo indicadores de CyT sin interrupción.

En esta etapa, aunque los gobiernos de LAC intentan promover una base científica y técnica, al mismo tiempo se generan las condiciones que obstaculizan su aplicación, además se agrava la desvinculación entre oferta de ciencia y tecnología y la demanda, lo que acentuó la falta de relación entre los centros de investigación y las universidades productoras de conocimiento y las empresas.

Durante la década de los noventa se da un amplio proceso de transformación en el ámbito de las actividades de ciencia y tecnología en la mayoría de los países, motivados principalmente por los cambios estructurales que atraviesan sus economías. Uno de los primeros cambios en la política científica es la constatación del papel que debía desempeñar el sector privado como motor de desarrollo y la necesidad de su incorporación en la financiación y ejecución de las actividades de I+D.

Igualmente se instauró un nuevo paradigma caracterizado por un nuevo tipo de intervención gubernamental, con el que se buscaba regular la obligatoriedad de fomentar las actividades de ciencia y tecnología por parte del Estado y llevar a cabo una planificación a largo plazo. Se empieza a difundir de manera más amplia los planes que contemplan políticas específicas, las cuales pretenden transformar los sistemas de ciencia y tecnología, intentando lograr una integración de las políticas científicas y tecnológicas, con las educativas y las sectoriales y regionales, con claro énfasis en la innovación. Se traslada entonces el concepto de sistema nacional de ciencia y tecnología a sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación (SNCTI), que expresa una visión más integradora aunque esto no signifique que sea totalmente acertada y completa (Erber, 2000; Sánchez Daza, 2004; Velho, 2005). Un sistema de innovación es una red de actores (empresas, instituciones públicas, laboratorios, universidades, organizaciones, etc.) y las interacciones entre ellos que generan, modifican y difunden las nuevas tecnologías. (Freeman, 1987, Lundvall, 2002). El elemento más importante en el sistema no es la capacidad individual de los actores sino las relaciones que se establecen entre ellos.

Algunos de los cambios que se introducen en la legislación de los países y la creación de programas que incentiven la vinculación entre empresas y resto de sectores entre los noventa y los primeros años de este siglo, se presentan en próximos capítulos, concretamente del siete al doce, en los que se hace un pequeño esbozo de los sistemas de los seis productores más importantes de la región.

En el momento actual y a pesar de los cambios realizados, aún se considera que se está al inicio de la reorientación de los sistemas nacionales, pues en la mayor parte de los países las políticas propuestas no han logrado consolidar los cambios que se proponían. La capacidad científica y tecnología de la región sigue siendo frágil y se observan amplias brechas a nivel regional. Países como Brasil, Argentina, México y Chile, cuentan con estructuras científicas, tecnológicas e industriales, relativamente sólidas. Pero sus acciones e interacciones a diferentes niveles y con distintas intensidades siguen siendo

débiles. Un segundo grupo, compuesto por Venezuela, Colombia, Costa Rica, Uruguay, Cuba y los países caribeños de habla inglesa, aunque muestran avances importantes, muestran sistemas aún en desarrollo. La situación institucional en los países más pequeños y pobres de la región es aún más precaria. Existen algunas instituciones satisfactorias en materia de I+D, sin embargo la mayor parte de estos países virtualmente carecen de un marco institucional en la materia, con la excepción de unas pocas universidades.



# CAPÍTULO 2

---



## EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



## **CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **2.1. Evaluación de la ciencia**

Como apunta Macías Chapula es necesario considerar la ciencia como un amplio sistema social cuyas funciones son las de divulgar el conocimiento, garantizar la preservación de ciertos patrones y darle reconocimiento a quienes han contribuido al desarrollo de la misma (Macías Chapula, 2001). Esta concepción de que la ciencia hace parte de un sistema social, implica necesariamente la capacidad de gestionarlo. La evaluación de la actividad científica debe tener en cuenta este contexto social, económico e histórico de la sociedad dentro de la que se enmarca, puesto que a pesar de que la producción de conocimiento es una actividad internacional, las prácticas de la evaluación de la investigación deben estar en el contexto de un sistema científico y dentro de las políticas que tienden a promoverlo. Igualmente debe tenerse en cuenta que las acciones y conductas de los científicos depende de este contexto social (Cronin, 1984; Palmer, 1991), por lo que es necesario conocerlo para evaluar el modo en el que los científicos hacen ciencia o de las

formas en que comunican sus resultados. Así pues, existen significativas diferencias entre los objetos de evaluación, los criterios y las consecuencias que tiene en los diversos sistemas.

La evaluación tiene como misión distribuir de la mejor manera posible los recursos existentes entre los investigadores y las instituciones. Por otra parte, pretende servir de ayuda en la toma de decisiones de política científica tales como el establecimiento de prioridades, el lanzamiento de nuevos programas de investigación y la reorientación o terminación de programas existentes (Navarrete Cortés, 2003).

En las últimas décadas las actividades de diagnóstico y evaluación de la ciencia, han despertado un creciente interés en la vida académica, económica y política de numerosos países. Hechos como el amplio incremento en la financiación pública y privada de la I+D en países desarrollados, la escasez de recursos en los países en desarrollo, el crecimiento de la ciencia, o la incidencia directa de las actividades de I+D en el crecimiento industrial y la competitividad de los países, han contribuido a esta situación. Así, el diagnóstico y evaluación de los sistemas de ciencia y tecnología de cada país requieren de herramientas que les permitan la medición de la actividad científica en todas sus dimensiones (Rinia, 2000), así como un sistema de valoración que cumpla con pautas tanto objetivas, cuantificables y de calidad (Spinak, 2001).

En la dinámica actual la medición por indicadores no solamente remite a los aspectos económicos de la inversión, sino a la calidad de los resultados y al posicionamiento de los países en el esfuerzo científico internacional, por lo que el aspecto comparativo resulta esencial. Así lo han apuntado muchos autores (Maltrás Barba, 1996; Moravcsick, 1989; Van Raan y Van Leeuwen, 1995; Martin, 1996), quienes advierten que la actividad científica es multidimensional y no puede ser caracterizado bajo un indicador aislado, además de que estos indicadores no pueden proporcionar una medida absoluta sino solamente

puntos de referencia que permiten estimar las posiciones relativas entre las entidades evaluadas.

La evaluación de los sistemas nacionales de ciencia y tecnología ha estado suscrita a los países desarrollados donde se tiene ya una amplia experiencia en el diseño y aplicación de técnicas de evaluación. Tal como mencionamos en el apartado anterior, terminada la Segunda Guerra Mundial se nota un especial interés de los gobiernos por conocer cómo pueden servirse de la ciencia para ayudar al desarrollo de sus sociedades. Igualmente cada vez requieren de más información para la gestión de la política científica y el apoyo en la toma de decisiones. El National Science Foundation, publica desde 1973 informes sobre indicadores de ciencia y tecnología de Estados Unidos. En 1984, la OCDE inició la serie titulada Science and Technology Indicators, la cual fue reemplazada en 1998 por Main Science and Technology Indicators. LAC empieza a recoger estos datos de manera regular, a partir de la creación de la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología en 1995, cuyos objetivos y tareas se especifican en el próximo capítulo.

En los países en desarrollo (PED), aunque esta denominación comprenda un vasto y variado conjunto de países, se tiene como característica común que la evaluación de la ciencia se encuentra en un estado aún incipiente y con escaso protagonismo en las agendas políticas, mientras que la disponibilidad de este tipo de información es por lo general escasa o deficiente.

En el caso de LAC, la evaluación de las actividades de ciencia y tecnología, se visualiza aun con poca nitidez y falta darle importancia al hecho de contar con un diagnóstico del estado y funcionamiento del Sistema que permita establecer prioridades por parte del gobierno, las empresas o los organismos públicos. Esta ausencia resulta en extremo paradójica, ya que son precisamente las sociedades que más elementos de juicio requieren para la asignación de los escasos recursos y el crucial establecimiento y consolidación de sus endeble estructuras científicas y tecnológicas.

## **2.2. Bibliometría, Cienciometría y Análisis de Dominio**

El término Bibliometría fue popularizado en 1969 por Pritchard. A partir de entonces han sido numerosas las definiciones que se han dado sobre esta área (White y McCain, 1989; Van Raan, 1997, Tague-Sutcliffe, 1992, Spinak, 2001). A pesar de este problema de orden teórico, lo más significativo es el hecho de que la mayoría de estas definiciones coinciden en que dicha área se centra en la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos a la comunicación escrita y a su comportamiento.

Por mencionar algunas de estas definiciones recogemos la de Tague-Sutcliff para quien la bibliometría, es el estudio de los aspectos cuantitativos de la producción, disseminación y utilización de la información registrada. Desarrolla modelos y mediciones matemáticas para estos procesos y utiliza sus resultados para elaborar pronósticos y tomar decisiones (Tague-Sutcliffe, 1992). Según Spinak, la bibliometría estudia la organización de los sectores científicos y tecnológicos a través de la medición de las fuentes bibliográficas, para identificar a sus autores, sus relaciones y sus tendencias. Así los indicadores basados en la bibliometría se constituyen en una herramienta fundamental para analizar y evaluar los resultados de la actividad científica desarrollada en los diferentes países y su situación en el contexto internacional (Spinak, 2001).

Paralelo al término Bibliometría en 1969 Nalimov y Mulchenko introducen el término Cienciometría, definido como el estudio de los aspectos cuantitativos de la ciencia como disciplina o actividad económica. Forma parte de la sociología de la ciencia y se aplica en la elaboración de las políticas científicas, comprende estudios cuantitativos de las actividades científicas, incluidas las publicaciones con lo que se superpone con la bibliometría y en ocasiones se utiliza de forma intercambiable (Macías Chapula, 2001). Tal como apunta Spinak la cienciometría va más allá de las técnicas bibliométricas, puesto que también evalúa el desarrollo y las políticas científicas, pudiendo establecer comparaciones entre las políticas de investigación entre países con el análisis

de sus aspectos económicos y sociales (Spinak, 2001). Las temáticas que abarca la Cienciometría incluyen el crecimiento cuantitativo de la ciencia, el desarrollo de disciplinas y subdisciplinas, la relación entre ciencia y tecnología, la obsolescencia de los paradigmas científicos, las relaciones entre el desarrollo y el crecimiento económico, entre otras (Spinak, 1996).

En resumen la bibliometría trata con las varias mediciones de la literatura, de los documentos y otros medios de comunicación, mientras que la cienciometría tiene que ver con la productividad y utilidad científica (Spinak, 2001).

Tal como mencionamos en el apartado anterior, la actividad científica hace parte del sistema social, por ello paralelo a la elaboración de estudios métricos es necesario que la evaluación sea sensible con las diferentes dimensiones (social, político, cultural, histórico, etc), para medir su desempeño. Este carácter multidimensional de la actividad científica es la base del Análisis de Dominio.

Uno de los trabajos de mayor impacto sobre el tema ha sido el Hjørland y Albrechtsen publicado en 1995 en el que proponen un nuevo paradigma disciplinar, basado en la premisa de que la evaluación de la ciencia debe hacerse a partir del conocimiento de las prácticas sociales de los científicos. Según este planteamiento el estudio de los dominios científicos se basa en un modelo analítico que debe considerar el entorno social y cultural en que se encuentran inmersos los científicos. En esta medida los Análisis de Dominio comprenden una visión holística que debe considerar determinadas estructuras individuales como: la organización y estructura del conocimiento, los patrones de cooperación, formas y lenguaje de comunicación como reflejo de cada comunidad y el papel que juegan en la sociedad (Hjørland y Albrechtsen, 1995).

Hjørland y Albrechtsen señalan que las técnicas bibliométricas aunque ocupan un papel central en el área de las Ciencias de la Información, deben ser complementadas con enfoques sociales ó epistemológicos que permitan una

interpretación sociocultural de los datos, ya que se entiende el conocimiento como un proceso social o cultural y la bibliometría por sí misma es incapaz de realizar estas interpretaciones (Hjørland y Albrechtsen, 1995). Hjørland propone once enfoques diferentes desde los cuales hacer un estudio de análisis de dominio, los cuales lejos de ser excluyentes, son métodos complementarios y que deben ser combinados en la medida de lo posible para extraer la información subyacente y enriquecer la visión de dominio (Hjørland, 2002).

### **2.3. Indicadores científicos**

En la década de los sesenta se ubica los orígenes de las actuales técnicas métricas para evaluar la ciencia. En este sentido la obra de Price marca un hito, puesto que plantea la necesidad de la evaluación de la ciencia a través de técnicas objetivas, con la utilización sistemática de métodos cuantitativos (indicadores y modelos matemáticos) (Price, 1963). Otro hito fundamental para el corpus teórico de la evaluación de la ciencia es la teoría de citación. Indudablemente la invención del Science Citation Index por Eugene Garfield, marcó el surgimiento de la bibliometría como uno de los principales campos dentro de los estudios de la ciencia, y ha permitido la elaboración de análisis estadísticos de la literatura científica a gran escala. Para evaluar la ciencia que se hace en los PED, tiene sin embargo desventajas ya señaladas por varios autores dentro de las que se destacan la escasa cobertura de las revistas nacionales, (Osareh y Wilson, 1997), o la preferencia por publicaciones en inglés (Van Leeuwen y otros, 2001; Arunachalam y Manorama, 1989; Gaillard, 1989).

Las medidas cuantitativas de la ciencia, los **indicadores**, son guías para encontrar y sobretodo entender el contenido y estructura de la ciencia (Van Raan, 2004). Estos indicadores están esencialmente vinculados a las políticas científicas, ya que constituyen el instrumento necesario para que estas puedan ser aplicadas y sus resultados puedan ser evaluados. A pesar de ello resulta complicado cuantificar en términos de balance coste-beneficio o inversión-

resultado las actividades de ciencia y tecnología, ya que no existen teorías explícitas que guíen el uso y creación de estos indicadores, mientras que sus resultados o beneficios son intangibles, multidimensionales y se revelan sólo indirectamente (Sancho Lozano, 2002).

Los indicadores científicos se basan en la medición de los recursos destinados a la investigación (*Input*) que permite determinar el esfuerzo que realizan los países y por otro lado la medición de los resultados de investigación (*Output*). Existe una amplia trayectoria en la elaboración de indicadores para evaluar los insumos<sup>4</sup> en ciencia y la tecnología, en particular se debe subrayar el trabajo desarrollado por OCDE y la UNESCO, los cuales han desarrollado metodologías normalizadas y complementarias con definiciones y procedimientos usados internacionalmente y que se recogen en tres referencias clásicas: Manual de Frascati, Manual de Oslo y Manual de Canberra. La UNESCO ha ampliado la evaluación de la CyT de los PED, incorporando a la visión mainstream las actividades científicas y tecnológicas (ACT)<sup>5</sup>. Estas actividades incluye la I+D y las actividades de difusión de ciencia y tecnología tales como servicios de bibliotecas, enseñanza y formación científica-técnica, conferencias, etc.

---

<sup>4</sup> En este trabajo se utiliza indistintamente los términos *input*, insumos o recursos para hacer referencia a los recursos destinados a las actividades de ciencia y tecnología, a la vez que hablamos de *output* o publicaciones científicas para referirnos a los resultados de la investigación.

<sup>5</sup> Según definición de Manual de Frascati (OCDE, 2003).

El concepto amplio de ACT ha sido elaborado por la UNESCO según la “Recomendación relativa a la normalización internacional de las estadísticas de ciencia y tecnología” (UNESCO, 1978). Además de I+D, las actividades científicas y tecnológicas comprenden la enseñanza y la formación científica y técnica (STET) y los servicios científicos y técnicos (SCT). Estos últimos servicios incluyen por ejemplo actividades de CyT de bibliotecas y museos, la traducción y edición de literatura en CyT, el control y la prospectiva, la recogida de datos sobre fenómenos socioeconómicos, los ensayos, la normalización y el control de calidad, el asesoramiento a clientes y servicios de asesoría así como las actividades en materia de patentes y de licencias a cargo de las administraciones públicas.

Se ha trabajado también en la adaptación de algunos manuales a las especificidades de regiones periféricas. El “Manual de Bogotá”, inspirado en el Manual de Oslo, es el manual Latinoamericano donde se recogen los criterios y procedimientos necesarios para la construcción de indicadores de innovación y desarrollo tecnológico (Jaramillo, Lugones y Salazar, 2001). Otro paso importante en la homogenización de los criterios y métodos empleados en Iberoamérica para la recolección de información y la construcción de indicadores sobre la Sociedad de la Información, es la elaboración del “Manual de Lisboa”.

La puesta en común a nivel internacional de procedimientos y definiciones para la evaluación del *Output* ha resultado menos exitosa. Según Spinak, esta situación se debe principalmente a que las herramientas que han sido aceptadas para evaluar la producción científica de los países centrales no son suficientes ni adecuadas para evaluar la CyT en los países menos desarrollados (Spinak, 2001). En lo que si están de acuerdo tanto los gobiernos como la comunidad científica en general, es que los indicadores son una herramienta clave en el diseño y gestión de la política científica y que la principal unidad de análisis para evaluar la investigación son las publicaciones científicas, por su disponibilidad y objetividad. En esta medida los artículos científicos se han convertido en la principal fuente de información para los análisis bibliométricos.

No obstante el uso de indicadores bibliométricos en la evaluación de la investigación no ha estado exento de críticas relacionados con la cobertura de la base de datos elegida como fuente de información (Nederhof, 2005, Bordons y Zulueta, 1999, Seglen, 1998); las limitaciones del uso de citas como medida de calidad (MacRoberts y MacRoberts, 1996), especialmente para evaluar la investigación que se realiza en países periféricos (Bordons, Fernández y Gómez, 2002; Velho, 1986).

El uso de indicadores bibliométricos para la evaluación científica requiere el conocimiento de ciertas premisas:

- La fiabilidad de los datos es proporcional al tamaño del objeto de estudio
- El peso de los indicadores siempre es relativo, y variará dependiendo del área de conocimiento.
- Deben estar asociados a valoraciones por expertos del área.
- Es necesario tener en cuenta las características de la base de datos utilizada, puesto que difieren en cobertura temática, criterios de selección de las revistas, sesgos geográficos y lingüísticos, cuestiones que afectan la lectura de los estudios.
- Deben reunir el mayor número de datos posible, ya que evalúan una actividad multidimensional como es la ciencia, por lo que no puede caracterizarse mediante un indicador aislado.

Por su parte la evaluación por expertos (*peer review*), ha sido y sigue siendo el método con mayor consenso internacional utilizado en la evaluación de la actividad científica. No obstante este sistema también presenta algunos inconvenientes y desventajas, entre las que se han señalado su carácter subjetivo (Moravcsik, 1989, Van Raan, 2003), su elevado coste y su aplicación limitada a pequeñas unidades (Moxham y Anderson, 1992; White y McCain, 1989).

Asumiendo que ninguno de las técnicas o modelos de evaluación son por sí solos infalibles, entendemos que los indicadores bibliométricos se constituyen en una herramienta complementaria y eficaz a los juicios emitidos por expertos, aunque para utilizarlos es necesario conocer sus características y las limitaciones que su uso conlleva. Son pues herramientas complementarias, y como lo expresan Rinia y otros, los métodos bibliométricos deben ser usados en paralelo a la evaluación por expertos, puesto que llevan a una mejora sustancial en la toma de decisiones (Rinia y otros, 1998).

Desde aquellos primeros planteamientos de los sesenta dedicados al análisis cuantitativo de la investigación científica hasta la actualidad, se ha enriquecido

notablemente esta área, se ha ido institucionalizando su aplicación, al mismo tiempo que ha adquirido un gran relieve en la política científica (Bellavista y otros 1997, Van Raan 1993, 1997; White y McCain, 1989). Para Leydesdorff esta introducción gradual de indicadores puede ayudar tanto a la sociedad en la medida en que los gestores de políticas científicas pueden contar con argumentos de eficiencia económica, y por otro lado porque contar con un mayor número de datos objetivos, fiables y estandarizados ayudan a legitimar el control de calidad entre las diferentes disciplinas (Leydesdorff, 2005).

Un novedoso aporte al tradicional enfoque de la bibliometría, es la introducción de técnicas para la visualización de la información. A partir de ellas se puede gestionar gran cantidad de datos con el fin de ofrecer en una representación gráfica o mapas, no solo información sobre las unidades de análisis sino y más interesante aún, las relaciones explícitas que establecen entre ellos. Vargas-Quesada, 2005, hace un extenso estudio en su tesis doctoral sobre las técnicas de visualización de grandes dominios.

Dentro de las más utilizadas se encuentran aquellas técnicas relacionadas con la reducción y distribución espacial de la información como: Análisis de componentes principales (PCA), el Escalamiento Multidimensional (MDS) o el Análisis de Clusters (CA). En la misma línea de la representación visual, se encuentran las técnicas basadas en las redes neuronales tales como los mapas auto-organizativos (Self-Organizing Map o SOM) desarrolladas por Kohonen (Kohonen, 1997). Otra técnica, es el Análisis de Redes Sociales (ARS) que en los últimos años se ha extendido su uso para la construcción de mapas mediante la representación gráfica a partir de la información de autores, citas, revistas, palabras, copublicaciones, áreas temáticas entre otros.

El estudio y la representación y visualización de los dominios científicos ha sido una preocupación de varios investigadores desde hace varias décadas. Garfield elaboró mapas mediante el uso de citas (Garfield, 1963). Price demostró que los mapas sobre patrones de citas de documentos científicos podían definir nuevos frentes de investigación (Price, 1965), y Small introdujo

los mapas de análisis de cocitación de los documentos como modelo objetivo para estudiar la estructura intelectual de las especialidades científicas (Small, 1973). A partir de la propuesta del Análisis de Dominio de Hjørland y Albrechtse junto con las primeras ideas de hacer mapas científicos basados en el análisis de citas, llegan las propuestas de cocitación de autores (White y Griffith, 1981), la cocitación de revistas (McCain, 1991) y la cocitación de clases y categorías temáticas (Moya-Anegón y otros, 2004).

Tal como apunta Vargas Quesada, existe una fuerte conexión entre la visualización de dominios y lo que Hjørland y Albrechtse denominan como análisis de dominios, ya que este le aporta técnicas de apoyo al análisis de dominio (Vargas Quesada, 2005). El análisis de redes es una de las técnicas más utilizadas, puesto que no se basa en un análisis individualista de las características de los actores, sino que se sustenta en la información relacional de los actores que componen la estructura de la red, cumpliendo así con las premisas del análisis de dominio, permitiendo la visión holística y objetiva de un dominio y favoreciendo su interpretación.

El reto para el futuro cercano es conseguir indicadores cada vez más sintéticos, que a la vez que agrupan diferentes técnicas, ofrezcan mayor cantidad de información y contribuyan a caracterizar y monitorizar la actividad investigadora en todas sus dimensiones.

### **2.4. Indicadores de visibilidad e impacto**

Un fenómeno que cada vez es más aceptado es que cuanto más se cite un trabajo mejor será. De ahí que se ha generalizado el uso de recuentos de citas en la evaluación de la investigación como medida de calidad.

La visibilidad de un trabajo es un factor determinante en el proceso de citación. Un trabajo es visible cuando el autor de otro relacionado con él puede conocer de su existencia al menos de forma indirecta. La visibilidad, accesibilidad y

disponibilidad influyen necesariamente en la conducta de consumo o utilización en un contexto determinado (Cañedo Andalia, 1999).

Martín e Irvine y Bordons y Zulueta, recuerdan que las citas son un indicador indirecto y parcial. Además distinguen entre calidad e impacto de un trabajo científico ya que no son sinónimos. Según los autores la calidad se refiere al contenido científico de la publicación, a la utilización de la metodología adecuada, a la claridad de la exposición o su originalidad. El impacto por su parte, hace referencia a la influencia efectiva de la publicación en el resto de la comunidad científica (Martin e Irvine, 1983; Bordons y Zulueta, 1999). Estos autores concluyen que dado que no se cuenta con un único indicador que mida la calidad de la investigación, la mejor opción es la combinación de varios indicadores parciales.

Herbertz y Müller-Hill (Herbertz y Müller-Hill, 1995) definen la calidad de la investigación como la utilidad, reflejada a través de la cita, que dicha investigación ha tenido para el resto de la comunidad científica. Afirman que el número medio de citas por trabajo no es necesariamente una medida de la calidad intrínseca del trabajo, pero sí una medida adecuada de la calidad socialmente definida.

El uso de las citas como medida de calidad ha suscitado en amplio debate. Uno de las cuestiones sobre la que se han centrado muchos estudios es sobre los múltiples factores que pueden motivar a la citación, ya que no siempre el acto de citar está relacionado con el reconocimiento a un buen trabajo (Borgman y Furner, 2002; Case y Higgins, 2000). También se han analizado otras limitaciones, como la variación en el comportamiento de las citas según la disciplina (Vinkler, 2002, Seglen, 1998) o el fenómeno de la autocitación (Baldi y Hargens, 1995; Fassoulaki y otros, 2000). No obstante hay suficiente evidencia empírica que las razones para citar no están muy alejadas de motivaciones meramente profesionales, con lo que la medida de la cita sigue teniendo un papel central en las medidas de impacto científico.

### **2.5. Colaboración científica**

La colaboración científica se ha convertido en un componente intrínseco de los procesos de generación de conocimiento, desarrollo de nuevas tecnologías e innovación (Sebastián, 2000). La progresiva internacionalización de estos procesos, junto con la política mundial de apertura económica, social y cultural, ha llevado a que la colaboración alcance igualmente una dimensión internacional, a la vez que se ha convertido en una imperiosa necesidad para abordar los problemas planteados por la ciencia actual.

En las últimas décadas ha habido un gran aumento en la colaboración científica, aunque es un fenómeno tan antiguo como la propia ciencia. Los esfuerzos de la colaboración que involucraban diversos países, se detectaron ya en el siglo XIX (Beaver y Rosen 1978). Factores como la profesionalización de la ciencia (Crawford, Shin y Sölin, 1993) ó el cambio en la estructura organizacional de la investigación (Beaver 2001), han contribuido a tal aumento.

Los factores que animan a la colaboración, varían entre las diferentes áreas científicas, grupos, sectores o países. Katz y Martin (Katz y Martin, 1997) encuentran la necesidad de compartir el uso de equipamientos cada vez más costosos y complejos, y los nuevos patrones de financiación, como las principales razones por las que los investigadores colaboran. El deseo de los investigadores en aumentar su visibilidad y consecuentemente su reconocimiento por los pares, también ha sido apuntado como factor que estimula la colaboración científica (Narin, Stevens y Whitlow, 1991). Beaver, a su vez, hace una lista donde resume los propósitos por los cuales los investigadores colaboran (Beaver, 2001). Además de los factores científicos, existen otros factores que estimulan u obstaculizan la colaboración científica dentro de las que se pueden destacar los factores políticos a nivel nacional, regional y mundial (Glänzel y De Lange, 1997), la proximidad geográfica y cultural y las diferencias en los niveles de desarrollo socioeconómico y científico, (Luukkonen, Persson y Sivertsen, 1992; Okubo y otros, 1992), las

relaciones culturales o el idioma también son factores determinantes en la colaboración científica (Glanzel, 2006).

Además de los factores antes mencionados, la colaboración científica entre los países en vías de desarrollo, está condicionada por otros factores. Velho, (Velho, 2001) plantea que los países del sur históricamente no tienen intereses sistemáticos y significativos de cooperación científica o tecnológica entre sí. Encuentra como causas, lo poco que tienen que ofrecer los investigadores del sur, en términos de acceso a recursos intelectuales, materiales y financieros. Mari, Estébanez y Suárez, (Mari, Estébanez y Suárez, 2001) también encontraron la falta de apoyo de los gobiernos y las asimetrías en el tamaño científico de los países de LAC, como factores que obstaculizan la cooperación horizontal entre los países de la región. Para Godin e Ippersiel (Godin e Ippersiel, 1996), en la colaboración regional existe un centro conformado por un país o grupo de países los cuales producen 1) la mayoría de los trabajos y 2) atraen y ejercen influencia sobre otros países de la periferia. Además el centro, en relación a su producción, colabora poco con otros países pero es un importante colaborador para los países de la periferia.

En las últimas décadas se ha producido una gran proliferación de acuerdos regionales, especialmente en América Latina y el Caribe donde se han firmado más acuerdos regionales de comercio que cualquier otra región en desarrollo (Fondo Monetario Internacional, 2005). Sin embargo, como lo apunta el informe de la UNESCO (UNESCO, 2005), han sido más bien razones comerciales, financieras y políticas las que han inducido a los países de la región a buscar de forma sistemática marcos de cooperación, mientras que se ha prestado poca atención a la cooperación en materia de ciencia y tecnología.

### **2.6. Estudios de corte cuantitativo en América Latina y El Caribe**

El alto crecimiento de la producción científica regional en las últimas décadas, así como su acceso a través de bases de datos bibliográficas automatizadas han potenciado el aumento de los estudios de corte cuantitativo. En los

últimos años este tipo de estudios han sido demandados por parte de la comunidad científica para conocer grupos y áreas de excelencia, disciplinas emergentes y en general el desarrollo, características y estructuras de cada comunidad científica. Al mismo tiempo la presión por justificar y garantizar la correcta y eficaz distribución de los recursos destinados a la I+D, han motivado la realización de este tipo de estudios, que se han tornado en claves para la política científica actual.

La mayoría de este tipo de trabajos analizan la producción científica en determinadas áreas temáticas, principalmente las relacionadas con las ciencias de la salud. Aquí encontramos estudios comparativos entre varios países de la región (Ragghianti y otros, 2006; Pellegrini, Goldbaum y Silvi, 1997; Razzouk y otros, 2007; Mendoza-Parra y otros, 2009, Macías-Chapula, 2005), así como la evaluación de la producción nacional, dentro de los cuales Brasil agrupa el mayor número de ellos. (Pereira y Escuder, 1999; Mijac y Ryder, 2009; Dos Santos y Rumjanek, 2001; Roa-Atkinson y Velho, 2005; Alvis-Guzman y De la Hoz-Restrepo, 2006).

Los estudios sobre el análisis de la ciencia global regional, son más escasos. Aquí podemos nombrar los de Krauskopf y otros, 1995; Glanzel, Leta y Thijs, 2006 y Hermes-Lima y otros, 2007a, quienes estudian el crecimiento de la producción, su impacto y perfil de especialización, con principal énfasis en los mayores productores de la región. En general observan que a pesar del alto incremento en el número de publicaciones, el peso de la ciencia regional en relación al mundo sigue siendo escaso. Además su impacto sigue estando por debajo de la media mundial en la mayoría de las áreas. Una falta de visibilidad que aseguran está relacionada en parte con la escasa inversión en I+D. En esta línea de correlacionar indicadores de inversión con la producción regional, están los trabajos de Moya-Anegón y Herrero-Solana, 1999; Zenteno-Savín, Oliveira-Beleboni y Hermes-Lima, 2006. Los autores concluyen que en general la productividad científica de los países es directamente proporcional a los recursos invertidos, no obstante Moya-Anegón y Herrero-Solana llaman la atención sobre la necesidad de contar con otras variables de tipo social o

político de cada país, que ayuden a entender lo que nos sugieren los resultados.

El fenómeno de la colaboración internacional también ha sido objeto de estudio en varios trabajos. La colaboración de los mayores productores en la década de los ochenta fue analizada por Narváez-Berthelemot, Frigoletto y Miquel, 1992 y Narváez-Berthelemot, Almada de Ascencio y Russell, 1993. La evolución de los hábitos de colaboración en la década de los noventa ha sido estudiada por Sancho y otros, 2006 y Gómez, Fernández y Sebastián, 1999. En términos generales estos trabajos han encontrado una tendencia creciente de la producción en colaboración en todos los países, y una alta correlación entre su tamaño o capacidad para producir nuevo conocimiento y las tasas de colaboración internacional. Russell estudia la evolución de la colaboración entre países de la región en un extenso periodo de tiempo (desde 1975 hasta 2004) (Russell y otros, 2007). A pesar del alto incremento de la colaboración intrarregional, los socios preferidos para colaborar siguen siendo Estados Unidos y los mayores productores de Europa Occidental.

Otra de las características del modelo de producción científica regional es su alta concentración geográfica e institucional, una tendencia que queda reflejada en los trabajos de Licea de Arenas, Castaños Lomnitz y Arenas-Licea, 2002; Zorzetto y otros, 2006; Packer y Meneguini, 2006; Leta, Glanzel y Thijs, 2006. En las universidades públicas se produce entre el setenta y el noventa por ciento de la producción, seguidas por los organismos públicos de investigación y el sector privado. Este es un modelo que parece no haber sufrido importantes modificaciones en relación al que encuentra Martín Sampere en la década de los ochenta (Martín Sampere y Urdín Caminos, 1991).

Existe otro importante número de trabajos centrados en el análisis de un país en particular. En los estudios de Leta, se analiza el perfil de la ciencia brasileña en términos de productividad (Leta y De Meis, 1996), recursos invertidos (Leta, Lannes y De Meis; 1998), y el reconocimiento que alcanza la ciencia en este país medido a través de citas, teniendo en cuenta la influencia que puede

tener en este aspecto la colaboración internacional (Leta y Chaimovich, 2002). En todos ellos se señala el alto incremento del número de publicaciones brasileñas en las últimas décadas, un crecimiento que ha estado más relacionado con el notable aumento del número de personal cualificado en el sistema de ciencia y tecnología, principalmente con grado de doctor, más que con otro tipo de inversión. No obstante, sugieren que estos datos deben mejorarse a través del apoyo financiero, evaluación de programas de posgrado y fomento de la colaboración intrarregional, que ayude a promover la visibilidad de la ciencia regional en su conjunto. La capacidad tecnológica y de innovación del país sigue siendo débil, una situación fruto de la escasa relación entre empresa y universidad (Dutra Zanotto, 2002 y De Meis y otros, 2007).

En el caso mexicano, Russell estudia los patrones de publicación y de colaboración de los investigadores mexicanos más productivos entre 1980 y 1994. Encuentra un alto incremento de la colaboración internacional principalmente con instituciones europeas, mientras que con Norte América, aunque sigue siendo el primer colaborador, los porcentajes disminuyen. Así mismo encuentran que los investigadores mexicanos prefieren publicar en revistas internacionales a expensas de los títulos latinoamericanos (Russell, 1998). Kostoff y otros, analizan la producción científica mexicana a través de indicadores bibliométricos y técnicas de clustering, con el fin de evaluar la validez de estas técnicas para conocer la estructura temática de esta literatura. Identifican cuatro grandes áreas de producción: ciencias biomédicas, física, química y ciencias del medio ambiente, por el contrario las ingenierías parecen no destacar en la producción nacional (Kostoff y otros, 2005). Otros trabajos se centran en la evaluación de la producción científica en determinadas áreas temáticas como es el caso Bravo-Vinaja y Sanz Casado, 2008, quienes caracterizan la actividad científica de las instituciones mexicanas en ciencias agrícolas mediante indicadores bibliométricos. Los resultados que encuentran, demuestran que los investigadores prefieren las revistas nacionales para difundir este tipo de investigación de mayor aplicación en el contexto local. Además las instituciones internacionales participan en pequeña proporción.

Krauskopf estudia el desarrollo de las ciencias biológicas en Chile, una de las áreas de investigación con mayor peso en el país, debido en gran parte a los recursos destinados a los grupos de investigación en las últimas décadas. Los indicadores que se presentan dan cuenta del escaso crecimiento de esta área respecto al que ha sufrido la región en su conjunto, sin embargo, el impacto relativo sobrepasa al regional, y disciplinas como la fisiología sobrepasa incluso el promedio mundial (Krauskopf, 2002). Este mismo autor señala la falta de conciencia de los países de la región en general, sobre los beneficios de la producción de conocimiento endógeno de ciencia, como una herramienta para el crecimiento económico, aunque se centra en datos de Chile (Krauskopf, Krauskopf y Méndez, 2007). Zumelzu y Presmanes, 2003, analizan la colaboración científica entre Chile y España. La mayor tasa de colaboración con este país se ubica en química, astrofísica, biología, tecnología y ciencias de la salud. Los autores señalan como beneficios de este tipo de cooperación, la formación de nuevos investigadores y la retroalimentación de las experiencias para la enseñanza universitaria. Vogel por su parte estudia los efectos de la colaboración internacional en la visibilidad del área de Física. El impacto de los artículos de Chile en esta área es superior al que alcanza en el resto de países de la región, una situación debida en gran parte a la alta participación de investigadores extranjeros en dicha producción (Vogel, 1997).

El impacto que la crisis económica argentina de 2001 tuvo sobre el desarrollo de la actividad científica del país, ha sido estudiada por Miguel y otros (Miguel, Moya-Anegón y Herrero-Solana, 2010). Una de las conclusiones a la que llegan es la alta dependencia del sistema científico del contexto socioeconómico. Estos autores también hacen un análisis de dominio institucional, para estudiar el perfil investigador de la Facultad de Ciencias Naturales y el Museo de la Universidad de la Plata de Argentina (Miguel, Moya-Anegón y Herrero-Solana, 2007).

La producción científica colombiana es estudiada por Anduckia y Gómez, quienes se centran en la producción científica entre 1983 y 1994, como resultado de los proyectos de investigación financiados por COLCIENCIAS, la

institución responsable de la investigación en ciencia y tecnología en el país. Además de resaltar un bajo índice de publicación de los científicos colombianos, encuentran una alta concentración de la producción en áreas como física y ciencias de la vida y en sólo unas pocas universidades. La colaboración internacional es un importante factor en la publicación de trabajos en revistas internacionales (Anduckia, Gómez y Gómez, 2000). El problema de la concentración de la producción en unas pocas regiones del país y en unas pocas instituciones, también ha sido apuntado en un estudio previo sobre la ciencia en Colombia (Meyer y otros, 1995).

El modelo de publicación de los investigadores cubanos es analizado por Araújo-Ruíz y otros (Araújo-Ruíz y otros 2005). En este trabajo intentan recopilar toda la producción científica de los autores cubanos, tanto en revistas de corriente principal como en revistas nacionales. Por ello, utilizan los datos de ISI y CubaCiencias, una base de datos nacional. Un dato a destacar es la caída de las publicaciones en revistas nacionales, mientras que las publicaciones en revistas internacionales presentaron un aumento continuo en el mismo período. Los autores señalan como causas la necesidad de los investigadores cubanos de buscar alternativas a las escasas posibilidades en las revistas cubanas y a los importantes retrasos de publicación en la mayoría de revistas nacionales. Dorta-Contreras y otros, comparan la productividad y visibilidad de los neurocientíficos del país, en las bases de datos de Scopus y WoS. Los autores apuntan a la necesidad de realizar investigaciones que profundicen en las características de Scopus como herramienta alternativa al WoS en las evaluaciones científicas y académicas. (Dorta-Contreras y otros, 2008).

### **2.7. Justificación y objetivos**

Toda esta literatura constituye un gran aporte conceptual y metodológico sobre la evaluación del dominio científico latinoamericano. No obstante se nota un amplio contraste entre el número de trabajos y dimensiones desde los que se han abordado en cada país. Brasil, como objeto de estudio, concentra el mayor

número de ellos y las áreas relacionadas con las ciencias de la salud sobre las que más se ha estudiado. Igualmente las bases de datos más utilizadas para estos trabajos, han sido las de ISI.

Del mismo modo, se ha hecho un gran avance en la recolección y normalización de datos referentes a los recursos destinados a las actividades de ciencia y tecnología. La disponibilidad de información sobre los resultados de investigación y el impacto de la inversión en los sistemas científicos, sin embargo, sigue siendo bastante escasa.

En el mejor de los casos se han hecho diagnósticos del estado de los sistemas científicos, que demuestran que a pesar de la heterogeneidad que caracteriza los países de la región, sus sistemas de ciencia y tecnología en general adolecen de los mismos problemas. La mayoría de estos sistemas se encuentran aún en desarrollo y los gestores de las políticas científicas requieren cada vez de mayores elementos de juicio que permitan consolidar las endeble estructuras científicas y tecnológicas. En este sentido, la información sobre las fortalezas temáticas, constituye una información de gran valor para la distribución de los recursos en sectores estratégicos para los países.

Varios estudios han abordado el fenómeno de la colaboración y sus efectos en la productividad y visibilidad internacional de la producción científica nacional o regional. No obstante, poco se conoce sobre la información que subyace en las redes de colaboración.

En un intento por profundizar en estos aspectos y por intentar aportar nuevos elementos de juicio, en el presente trabajo abordamos la evaluación de la producción científica de LAC desde una perspectiva holística, intentando obtener un mapa global del dominio científico de la región en su conjunto y de los países de mayor peso en la producción regional, a partir de las publicaciones recogidas en la base de datos Scopus durante un periodo de doce años (1996-2007).

Para ello hemos elaborado una batería de indicadores bibliométricos y relacionales que se han complementado con algunos socioeconómicos, de tal forma que nos permitiera obtener información sobre el dominio de la región desde diferentes dimensiones. El resultado final, será una valoración cuantitativa y cualitativa a nivel macro de la producción científica latinoamericana que servirá para conocer el desarrollo de los sistemas científicos, sus fortalezas y debilidades y las incidencias del entorno político, social y económico en los resultados de investigación.

Como objetivos particulares y que ayuden a lograr el objetivo central están:

- Situar el dominio científico de LAC en relación a otras regiones.
- Conocer el grado de desarrollo de los sistemas de ciencia y tecnología en relación a los insumos (input) en Investigación y Desarrollo.
- Analizar la producción científica de LAC en general, y de los principales productores en particular de tal forma que podamos conocer:
  - El crecimiento a lo largo del periodo y participación de cada país en la ciencia regional y mundial.
  - Perfiles temáticos.
  - La visibilidad internacional que alcanzan la ciencia regional.
  - Las áreas de excelencia
- Identificar y analizar las redes de colaboración, con especial énfasis en las que se establecen en el ámbito regional.
- Analizar las instituciones de educación superior más productivas en cada uno de los seis mayores países de la región.



# CAPÍTULO 3

---



# MATERIALES Y MÉTODOS



## CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Fuentes de Información

Los indicadores socioeconómicos, fueron tomados de la “Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT)”<sup>6</sup>, creada en 1995 dentro del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología (CYTED). El objetivo de esta iniciativa es diseñar, recopilar y publicar indicadores de ciencia y tecnología de los 28 países que la integran, así como también capacitar a profesionales especializados en estos temas (Albornoz y Fernández, 1999). Aquí se recogen indicadores de *input* (insumo) y de *output* (producto) de los Sistemas de Ciencia y Tecnología de los países miembros de la red. Dentro de los primeros se pueden encontrar indicadores sobre gastos de I+D en relación al producto interno bruto (PIB), por habitante, por sector de financiamiento, personal dedicado a actividades de ciencia y tecnología, entre otros. Y para los segundos, se cuenta con indicadores bibliométricos realizados sobre las principales bases de datos internacionales, indicadores sobre patentes y algunos datos sobre innovación.

---

<sup>6</sup> Disponible en: [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org)

Una de las características de esta fuente, es la dualidad en la presentación de los datos sobre gasto. Recoge datos tanto del gasto estricto en investigación y desarrollo (I+D) como de las actividades de ciencia y tecnología (ACT), que son la suma del gasto en I+D conjuntamente con los gastos de la enseñanza y formación científica y técnica, y los servicios científico-técnicos. Albornoz y Fernández señalan que para los países de la región es de vital importancia contar con indicadores tanto de la formación de recursos humanos, como la creación y mantenimiento de una infraestructura de servicios científicos y tecnológicos. Como se verá más adelante, algunos países de la región sólo cuentan con datos referentes a ACT, lo que no permite tener un dato real de la inversión en I+D y su comparación a nivel regional e internacional. Cabe destacar aquí los datos de Venezuela, que a pesar de estar dentro de los mayores productores de la región, sólo presenta información de input referida a ACT.

Durante más de 40 años las bases de datos del Institute for Scientific Information (ISI) fueron las únicas que permitían el trabajo bibliométrico. Su carácter multidisciplinar, la información sobre la afiliación institucional, la disponibilidad de las referencias bibliográficas, entre otras muchas características, las pusieron a la vanguardia durante décadas. No cabe duda de que la invención del *Science Citation Index* por Eugene Garfield, marca un hito en el modo de evaluar la ciencia y supone el nacimiento de la evaluación no sólo de corte cuantitativo sino también cualitativo a través del análisis de citación.

A partir de 2004 la editorial Elsevier pone en marcha Scopus, una base de datos que hoy en día indexa alrededor de 17.500 frente a las 11.170 del ISI sobre datos de diciembre de 2009, en todas las áreas del conocimiento. Scopus se convierte, por tanto, en la mayor base de datos multidisciplinar existente, y rompe la supremacía de ISI.

Como Scopus contiene también referencias bibliográficas, su mayor cantidad de revistas fuentes permiten identificar, a priori, un mayor número de citas. Sin

embargo, hay que destacar que si bien Scopus tiene mayor cobertura, su exhaustividad pierde fuerza para las referencias anteriores a 1996. Los trabajos de (Bar-Ilan, Levene y Lin, 2007; Bakkalbasi, y otros, 2006; Neuhaus y Daniel, 2008), se han centrado en comparar los conteos de citación en ISI y Scopus, concluyendo que los datos de citación están fuertemente influenciados por la cobertura de cada una de ellas, y la elección de una u otra depende del área temática y el periodo de estudio.

Con la aparición en escena de Scopus aumenta también la posibilidad de comparación, una característica muy apreciada en evaluación de la ciencia. Varios autores han centrado sus trabajos en la comparación de las características de ambas bases de datos, teniendo en cuenta cuestiones como el precio, funcionalidades, interfaces de consulta, entre otros. (Goodman y Deis, 2005; Jacsó, 2005). También han sido comparadas desde la perspectiva de su cobertura: títulos de revistas, áreas temáticas, idiomas, editores, distribución geográfica, etc. (Gavel y Iselid, 2008; Moya-Anegón y otros, 2007; Norris y Oppenheim, 2007, López-Illescas, Moya-Anegón y Moed, 2008; Gorraiz y Schloegl, 2008; Archambault y otros, 2009). A pesar de las diferencias en las políticas de cobertura y volumen de información que manejan, los autores concluyen que son las dos fuentes de datos más robustas para hacer análisis de la actividad científica nacional.

La validez de las bases de datos ISI para evaluar la ciencia LAC, ha sido cuestionada por muchos autores (Gibbs, 1995; Gaillard, 1996; Cetto y Alonso-Gamboa, 1998, Krauskopf y otros, 1995, Araújo Ruíz y otros, 2005). No obstante, la mayoría de trabajos de corte cuantitativo se han hecho con esta fuente. Para ampliar la cobertura de la ciencia regional en esta base de datos y probablemente por la fuerte presión que ejerce Scopus, se anuncia en 2008 la incorporación de 700 revistas “periféricas”, aunque de ellas sólo el 11% se editan en LAC, siendo otras regiones las más favorecidas (Leydesdorff y Wagner, 2009).

A partir de la entrada en escena de esta nueva fuente, se ha empezado ya a abordar estudios de este tipo como una alternativa complementaria a la evaluación de la calidad de la investigación de LAC, haciendo análisis comparativos de la producción científica de un país en ambas bases de datos (Arencibia-Jorge y Moya-Anegón, 2010), sobre un campo temático específico (Wainer, Xavier y Bezerra, 2010; Dorta-Contreras y otros, 2008) ó sobre la validez y comparabilidad de algunos de los indicadores disponibles (Jacsó, 2009).

A partir de la información contenida en Scopus y mediante una alianza entre Elsevier y el grupo de investigación Scimago, nace como resultado la plataforma Scimago Journal and Country Rank (SJR)<sup>7</sup>. Esta plataforma es una alternativa “open access” a los productos de Thomson Scientific (*Journal Citation Report – JCR* y *Essential Science Indicators – ESI*). Ofrece indicadores tanto para países como para revistas (Grupo Scimago, 2007). Permite generar rankings por áreas de conocimiento (27), categorías temáticas (295), regiones (10), países (233), revistas (17.500) y año (1996-2008).

Se puede crear rankings en función de: documentos totales y citables, citas totales, citas por documento ó por el SJR (SCImago Journal Rank). El SJR es un indicador basado en el algoritmo de Page Rank utilizado por Google, el cual se basa en ponderar las revistas citantes en función de su prestigio a través de un cálculo interactivo (Grupo Scimago 2007c). Es decir, que no todas las citas son consideradas por igual, ya que tienen mayor peso aquellas que provienen de revistas con mayor prestigio. Algunos autores han reconocido la importancia del portal y las características como su naturaleza “open access”, una amplia base de datos y la evaluación de la calidad de las citas como pilares fundamentales para convertirse en una seria alternativa al tradicional factor de impacto (Falagas y Otros, 2008).

La plataforma SJR incluye además datos sobre el índice h, a nivel de revistas, países, áreas ó categorías temáticas. Desde que en 2005 Hirsch (Hirsch, 2005)

---

<sup>7</sup> Disponible en: [www.scimagojr.com](http://www.scimagojr.com)

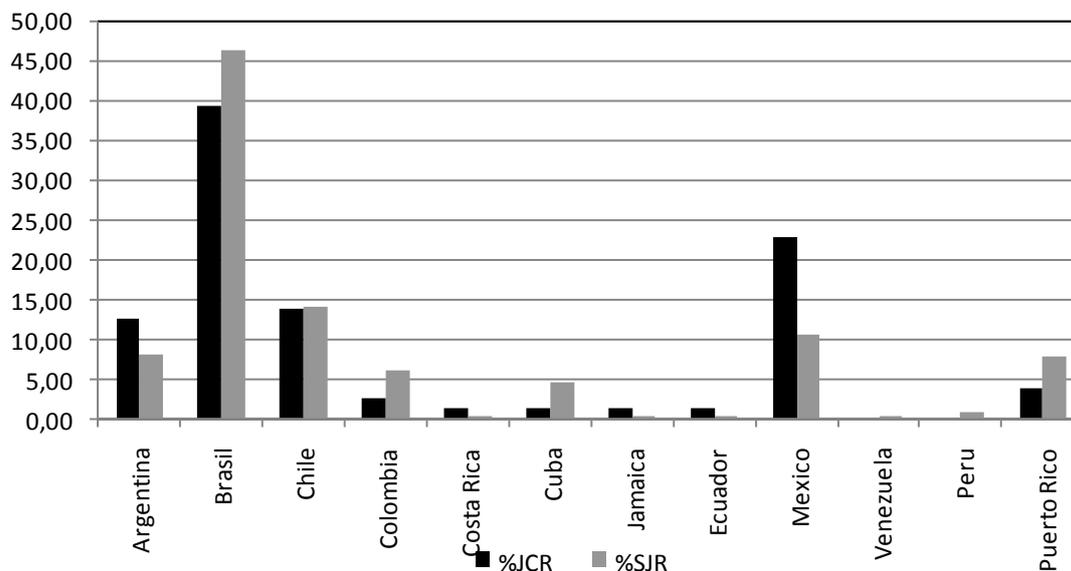
propusiera este innovador indicador para medir la excelencia de un investigador, se han publicado numerosos trabajos que han tratado de identificar sus ventajas dentro de las que destacan su robustez (Vanclay 2007), la capacidad de combinar en un sólo indicador medidas de cantidad e impacto (Costas y Bordons, 2007) o la sencillez en su obtención (Braun, Glanzel y Schubert, 2006). Otros autores han trascendido en su aplicación no sólo a un investigador sino a grupos de investigación (Van Raan, 2006), a nivel institucional (Molinari y Molinari; 2008) revistas (Bornmann, Marx, Schier, 2009; Braun, Glanzel y Schubert, 2006) o países (Csajbók y otros, 2007). Sin embargo, este índice no ha estado exento de polémica sobre su validez y aplicabilidad, por lo que muchos trabajos han demostrado sus limitaciones dentro de las que destacamos: dificultad para comparar científicos de diferentes áreas (Batista y otros 2006; Hirsch, 2005) y con diferentes trayectorias académicas (Kelly y Jennions, 2006) o el problema de las autocitas (Schreiber, 2007).

En el SJR se indexa un total de 444 revistas de LAC, mientras que en el Journal Citation Report (JCR) de ISI el número disminuye a 79 revistas en la edición 2008. Tal como apunta López-Illescas (López-Illescas, Moya y Moed, 2008), las revistas que se incluyen en Scopus y no están incluidas en ISI tienden a estar orientadas a la publicación de investigaciones de tipo nacional-regional. Es decir, sirven como canal de comunicación principalmente a la comunidad científica nacional. En ISI se concentra el núcleo de revistas con mayor impacto, cubriendo las fuentes de mayor prestigio, por su parte Scopus aunque tiene mayor cobertura, el impacto de citación de las revistas es menos discriminatorio, esta base de datos tiene una política de selección más comercial.

En la figura 3.1, se presenta la distribución por países del número de revistas cubiertas en cada base de datos. Como se puede ver, todos los países tienen mayor número de revistas indexadas en SJR frente a las de JCR. El número de revistas de Brasil indexadas en JCR sólo representan el 15% de las que indexa

SJR, para Argentina aumenta hasta el 27%, mientras que para México representa el 38%, este es el país donde hay mayor equilibrio.

**Figura 3.1. Distribución total y porcentual de revistas indexadas en WOS vs. Scopus por países**



**Total de revistas indexadas por países JCR versus SJR**

País	JCR	SJR
Argentina	10	36
Brasil	31	206
Chile	11	63
Colombia	2	27
Costa Rica	1	1
Cuba	1	20
Ecuador	1	2
Jamaica	1	1
México	18	47
Perú	0	2
Puerto Rico	0	4
Venezuela	3	35

Fuente: SJR y JCR (edición 2008)

Como es de esperar, Brasil es el que concentra el mayor número de revistas en ambas bases de datos, aunque es mayor su presencia en SJR donde representa alrededor del 46% del total de revistas de la región, mientras que en JCR es de 39%. Todo lo contrario ocurre con México, país que tiene mayor

peso en el total de títulos de revistas indexadas en JCR (22%), frente a las que se incluyen en SJR (10%). Argentina también pierde peso en SJR, donde las revistas de este país representan el 8% del total de revistas frente al 12% que representan en JCR. Chile es el país con la participación más equilibrada.

La razón para elegir esta base de datos como fuente principal de información para evaluar la ciencia de América Latina y el Caribe, se debe fundamentalmente a la mayor cobertura de revistas nacionales. Esto sugiere una mejor representación de la ciencia regional, solventando en alguna medida una de las principales críticas que siempre se ha mantenido sobre la validez de los datos de ISI para evaluar la ciencia que se hace en países periféricos.

Para el análisis de las instituciones de educación superior más productivas de cada país, se ha utilizado como fuente el Ranking Iberoamericano SIR 2010 elaborado por el grupo Scimago. En él se ofrece información cuantitativa y cualitativa de todas las instituciones Iberoamericanas de Educación Superior (Grupo Scimago, 2010)<sup>8</sup>. Para la elaboración del ranking se analizan los datos de citación y publicación correspondientes al periodo 2003 y 2008 en Scopus, e incluye todas las universidades iberoamericanas que han producido alguna comunicación científica en 2008. Este ranking ofrece indicadores relacionados con el total de producción científica de cada institución, porcentaje de documentos en colaboración internacional (Tcolinter), calidad científica promedio (CCP) y porcentaje de publicaciones en revistas del primer cuartil SJR (Q1).

### **3.2. Extracción de los datos**

A través de la plataforma SCimago Journal and Country Rank (SJR), recuperamos la información referente a:

- Número total de publicaciones y citaciones de cada una de las diez regiones geográficas para las que se ofrece información y para el mundo discriminada por año.

---

<sup>8</sup> Disponible en [www.scimagoir.com](http://www.scimagoir.com)

- Total de autocitas y citas externas para cada región
- Promedio de citas por documento para cada región
- Índice h para cada región
- Número total de publicaciones de cada uno de los 48 países que se adscriben a la región de LAC.

Para los diez mayores productores de la región descargamos además:

- Número del total de citaciones
- Número total de autocitas
- Número total de citas externas
- Número total de documentos no citados
- Índice h
- Promedio de citas por documento
- Posición del país en el ranking mundial de producción y citación

Todos ellos discriminados por año y área temática

Para el análisis de colaboración, fue necesario acceder directamente a la base de datos de SJR (a través de lenguaje SQL) ya que esta información no está disponible vía Web. En este caso los datos obtenidos fueron:

- Número total de copublicaciones
- Afiliación institucional de cada una de las publicaciones

Discriminados por año y área temática para cada uno de los 48 países de LAC.

Una vez recopilada toda esta información se volcaron los registros a una base de datos relacional ad-hoc, de tal forma que se pudiera operar de forma rápida y sencilla para la elaboración de los indicadores. Las descargas de la información se realizó en mayo de 2008.

### **3.3. Niveles de agregación**

Está claro que la actividad científica es de carácter multidimensional y que no pueden ser caracterizada bajo un indicador aislado, que en ningún caso será una medida absoluta sino solamente puntos de referencia que permiten estimar posiciones relativas entre las entidades evaluadas. Para conocer esos puntos

de referencia del estado de de la ciencia regional hemos considerado las siguientes dimensiones de análisis: geográfico, temporal y temático.

### 3.3.1. Geográfico

En este apartado podemos hablar de varios subniveles de agregación. El primero es el nivel *regional*<sup>9</sup>, donde hemos elaborado un conjunto de indicadores que nos permiten comparar la posición relativa de LAC frente a las otras nueve regiones para las que recoge información SJR. Luego hemos hecho un análisis *nacional*, donde trabajamos básicamente con los mayores productores, debido a que los más pequeños tienen muy poca producción y los resultados arrojan poca información para nuestros objetivos. Este nivel de análisis nos permite obtener un marco general del sistema científico de cada país y de forma relativa al sistema regional y mundial de la ciencia. A la vez, que conocer la influencia de las políticas científicas en cada uno de ellos y los factores que han podido influir en él<sup>10</sup>.

### 3.3.2. Temático

La clasificación temática es uno de los aspectos más interesantes en los estudios bibliométricos por su aporte al análisis sintético, además permite conocer perfiles, corrientes o tendencias de investigación. El uso de esquemas de clasificación de las revistas para categorizar las publicaciones en áreas o categorías temáticas ha sido ampliamente estudiado (Olmeda Gómez, 2006). En este trabajo hemos utilizado la clasificación temática de primer nivel de Scopus, una clasificación formada por 27 grandes áreas temáticas. Dentro de ellas está incluida *Multidisciplinary*, una categoría con la que hemos optado no trabajar por su escaso peso en la producción regional (1%), y por la alta distorsión temática que proporcionaba en los datos de citación. La asignación temática de cada publicación viene dada por el área o áreas temáticas asignadas a la revista en donde fue publicada. En este sentido debemos

---

<sup>9</sup> Ver tabla Listado de Regiones Geográficas en el apartado de Anexos

<sup>10</sup> Ver tabla Listado de países de LAC en el apartado de Anexos

aclarar que una revista puede estar incluida en varias áreas temáticas lo que genera solapamiento por lo que la suma de los datos totales o porcentuales pueden no coincidir con el total real. En la Tabla 3.1 se recoge la denominación de cada una de estas áreas y la denominación abreviada que utilizamos a lo largo del trabajo.

**Tabla 3.1. Clasificación temática de Scopus de primer nivel**

<b>Denominación áreas temáticas Scopus</b>	<b>Nombre abreviado</b>
Agricultural and Biological Sciences	<i>Agricultural</i>
Arts and Humanities	<i>Arts</i>
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	<i>Biochemistry</i>
Business, Management and Accounting	<i>Business</i>
Chemical Engineering	<i>Chemical</i>
Chemistry	<i>Chemistry</i>
Computer Science	<i>Computer</i>
Decision Sciences	<i>Decision</i>
Dentistry	<i>Dentistry</i>
Earth and Planetary Sciences	<i>Earth</i>
Economics, Econometrics and Finance	<i>Economics</i>
Energy	<i>Energy</i>
Engineering	<i>Engineering</i>
Environmental Science	<i>Environmental</i>
Health Professions	<i>Health</i>
Immunology and Microbiology	<i>Immunology</i>
Materials Science	<i>Materials</i>
Mathematics	<i>Matemathics</i>
Medicine	<i>Medicine</i>
Neuroscience	<i>Neuroscience</i>
Nursing	<i>Nursing</i>
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	<i>Pharmacology</i>
Physics and Astronomy	<i>Physics</i>
Psychology	<i>Psychology</i>
Social Sciences	<i>Social</i>
Veterinary	<i>Veterinary</i>

### **3.3.3. Temporal**

Este estudio comprende un período de doce años que va desde 1996 hasta 2007 para el análisis de la producción científica. Para incluir cada trabajo en un período cronológico se toma como referencia el año de publicación del número de la revista en la que es publicado. Igualmente gran parte de la información es analizada en períodos de seis años (1995-2001 y 2002-2007) con el objeto de

ver los efectos acumulados en períodos intermedios. Para los indicadores socioeconómicos en cambio, se han tomado varias ventanas de tiempo dentro del rango 1990-2007, dependiendo de la disponibilidad de los datos.

### **3.4. Indicadores y técnicas de análisis**

Cabe mencionar que gran parte de los indicadores seleccionados para este estudio han sido ampliamente explicados y utilizados en los trabajos llevados a cabo por el Grupo SCImago. Destacamos las tesis doctorales de: Chinchilla Rodríguez, 2005; Vargas Quesada, 2005, Corera Álvarez, 2006 y Miguel, 2008. Igualmente este grupo ha elaborado numerosos informes regionales o nacionales dentro de los que destacamos: Fecyt, 2008, Moya Anegón y Solís Cabrera, 2003, 2005.

#### **3.4.1. Indicadores socioeconómicos**

##### **Inversión**

Hay dos grandes tipos de insumos en los sistemas de ciencia, tecnología e innovación: recursos financieros y recursos humanos. Como se comentó en apartados anteriores, existe una amplia trayectoria a nivel internacional sobre las metodologías para medir los insumos. A partir de la información obtenida a través de la RICYT, presentamos los datos de:

##### ***GIDE, Gasto en investigación y desarrollo.***

Representa la inversión nacional dedicada a actividades de investigación y desarrollo discriminada según sea pública, privada, por sector de financiación y sector de ejecución.

En nuestro caso el gasto bruto en I+D lo hemos expresado en millones de dólares corrientes tanto para los países como para la región en su conjunto, de tal forma que pudiéramos hacer comparaciones a nivel regional y mundial

**%GIDE/PIB** *Gasto en investigación y desarrollo en relación al Producto Interior Bruto (PIB).*

Este indicador expresa el esfuerzo relativo de cada país en materia de ciencia y tecnología, tomando como parámetro comparativo el producto interior bruto.

**Gasto por investigador**

Presenta la relación entre el gasto en I+D y el número de investigadores. Este indicador representa la dotación per capita de recursos para la investigación.

**Personal e investigadores equivalentes a jornada completa (EJC).**

Número total de personas e investigadores equivalentes a jornada completa (EJC), dedicados a actividades de investigación y desarrollo.

**Investigadores por cada 1000 habitantes de la población económicamente activa (PEA):**

Este indicador se utiliza principalmente para hacer comparaciones internacionales. Mide la cantidad de investigadores de un país en relación a la fuerza de trabajo empleada y ofrece información sobre la importancia relativa de la carrera investigadora en el mercado laboral y sobre la presencia de una masa crítica en ciencia y tecnología.

### 3.4.2 Indicadores de producción científica

**Ndoc** Número total de documentos de cualquier tipo de algún país o agregado

$$Ndoc = doc_1 + doc_2 + doc_n$$

**%Ndoc** Porcentaje de documentos de un agregado particular respecto del total

$$\%NDOC_{(i)} = \frac{NDOC_i}{NDOC} * 100$$

### ***IET Índice de Especialización Temática***

Indicador que refleja el nivel de especialización, entendido como el esfuerzo relativo que un país dedica a una disciplina o área temática en un contexto regional o mundial. Este indicador tiene la ventaja de identificar las fortalezas o debilidades temáticas en cada dominio o agregado, con lo que se convierte en una herramienta útil para identificar el perfil de especialización. Para calcular este indicador hemos utilizado la siguiente fórmula:

$$IET = \frac{Ndoc_{\text{area1}(p)} / Ndoc_{\sum \text{area}(p)}}{Ndoc_{\text{area1}(m)} / Ndoc_{\sum \text{area}(m)}}$$

Donde:

$NDOC_{\text{area1}(p)}$  Número total de documentos de un país en un área

$NDOC_{\sum \text{area}(p)}$  Número total de documentos del país

$NDOC_{\text{area1}(m)}$  Número total de documentos del mundo en un área

$NDOC_{\sum \text{area}(m)}$  Número total de documentos del mundo

### ***IER Índice de Especialización Relativa***

Este indicador normaliza el IET y se utiliza para comparar la especialización en cualquier nivel de agregación.

$$IER = \frac{IET - 1}{IET + 1} + 1$$

Un  $IER = 1$  indica que la especialización en el área se corresponde con la media mundial

Si  $IER < 1$  indica que no alcanza la media mundial.

Si  $IER > 1$  indica que supera la media mundial.

En otras palabras si el IER toma un valor de -1 indica un vacío de investigación en esta temática, si el valor es de +1 supone mayor actividad en este campo y finalmente si el valor que toma es 1, el esfuerzo del país en el área se

corresponde con el esfuerzo general que hace el país en el mundo (Schubert y Braun, 1986).

En nuestro caso, los valores de IER son los que hemos sometido a comparación. Igualmente hacemos referencia al esfuerzo relativo o especialización temática para referirnos a él.

### **TV Tasa de Variación**

Este indicador representa la tasa de variación cuantitativa de la producción de un periodo temporal (año, sexenio, etc.) respecto al periodo anterior.

$$TV = \frac{Ndoc/Ndoc_{n-1}}{Ndoc_{n-1}} * 100$$

En este trabajo calculamos este indicador para el periodo completo comparando el primer y último año de cada agregado representado como **TVP**. La tasa de variación media para el periodo **TVM** y por series de seis años **TV96-01** y **TV02-07**.

### **3.4.3. Indicadores de visibilidad e impacto**

Asumiendo sus limitaciones, entendemos que los conteos de citación son un indicador parcial de la calidad, que sirve como medida de la visibilidad, difusión, utilidad e impacto del trabajo en la comunidad científica.

En este trabajo hemos utilizado los siguientes indicadores:

**Ncitas:** Número total de citas en cualquier agregado

**%Citas:** Peso relativo de las citas en relación a cualquier agregado

**Autocitas:** Total de citas que un país o región recibe, que proceden del mismo país o región.

**%Autocitas** Peso relativo de las autocitas en relación al total de citas recibidas en cualquier agregado.

**Citas externas** Total de citas que un país o región recibe, que proceden de un país o región diferente al citado.

**%Citas externas** Peso relativo de las citas externas en relación al total de citas recibidas en cualquier agregado.

**%NdocCitados** Porcentaje de documentos citados al menos una vez en relación al total de documentos en cualquier agregado.

**h index** el índice h es el número de artículos de un país (h) que han recibido al menos h citas.

**Citas/Ndoc** Promedio de citaciones por documento en relación a cualquier agregado.

### **IA Índice de Atracción ó Impacto relativo**

Schubert y Braun, lo definieron como el impacto relativo de las publicaciones en un país en determinado campo temático (Schubert, y Braun, T., 1986). Su definición implica la existencia de países que superen la media mundial en algunos campos a expensas de no alcanzarlos en otros.

IA = 1 indica que las citas recibidas por un país o región se corresponden con la media mundial

IA > 1 indica que supera la media mundial

IA < 1 indica que no alcanza la media mundial

Para su cálculo hemos utilizado la siguiente fórmula:

$$IA_{\text{area1}} = \frac{N_{\text{citas}}_{\text{area1}(p)} / N_{\text{citas}}_{\Sigma \text{area}(p)}}{N_{\text{citas}}_{\text{area1}(m)} / N_{\text{citas}}_{\Sigma \text{area}(m)}}$$

Donde

$N_{\text{citas}}_{\text{area1}(p)}$  Número total de citas del país en un área

$N_{\text{citas}}_{\Sigma \text{area}(p)}$  Número total de citas del país

$N_{\text{citas}}_{\text{area1}(m)}$  Número total de citas del mundo en un área

$N_{\text{citas}}_{\Sigma \text{area}(m)}$  Número total de citas del mundo

### **CCP *Calidad Científica Promedio***

Impacto científico de una institución después de eliminar la influencia del tamaño y el perfil temático de la institución. Este indicador permite comparar la “calidad” de la investigación de instituciones de diferentes tamaños y con distintos perfiles de investigación. Una puntuación 0.8 significa que una institución es citada un 20% menos que la media mundial. Un valor de 1.3 indica que la institución es citada un 30% más que la media mundial.

### **Q1 *Porcentaje de revistas del primer cuartil SJR***

Indica el porcentaje de publicaciones que una institución ha conseguido colocar en revistas incluidas en el primer cuartil ordenadas por el indicador SJR.

### **3.4.4. Indicadores de colaboración científica**

Los indicadores utilizados en este apartado son:

***Ncolintra*** Número de documentos firmados por al menos dos autores de algún país de la región.

***Tcolintra*** Porcentaje de documentos firmados en colaboración con autores de la región sobre el total de producción en cualquier nivel de agregación.

***Ncolinter*** Número de documentos firmados en colaboración por al menos dos autores de diferentes países (se incluyen tanto las colaboraciones regionales como extrarregionales).

***Tcolinter*** Porcentaje de documentos firmados en colaboración con autores de diferentes países respecto al total de documentos en cualquier nivel de agregación.

***Ncolinter-intra*** Número de documentos firmados por autores de dos o más países de la región y uno o más países extra-regionales.

***Tcolinter-intra*** Porcentaje de documentos firmados por autores de dos o más países de la región y uno o más países extra-regionales, respecto al total de documentos en cualquier nivel de agregación.

**TprodnaI** Porcentaje de documentos nacionales (aunque pueden estar firmados por varios autores, pero de un mismo país), en relación al total de documentos en cualquier nivel de agregación.

### **Tasa de Colaboración Asimétrica (TCA)**

Como lo señala Glanzel, los pesos de la colaboración entre dos países que colaboran no son iguales y la falta de simetría en las redes que se establecen es una característica común de la colaboración científica (Glanzel, 2001).

La relación que se establece entre dos actores no necesariamente tiene el mismo peso para ambos, en realidad casi nunca coincide. En nuestro caso la cooperación con un país vecino puede ser muy importante para uno pero no tiene por qué haber reciprocidad en dicha relación. Zitt, Bassecoulard y Okubo, 2000 lo definen como **Índice de Afinidad** el cual indica el peso relativo de las copublicaciones de dos agregados en un período de tiempo concreto, en relación al total de colaboraciones establecidas por cada agregado. En nuestro caso este indicador se centra en las colaboraciones intrarregionales con el fin de averiguar el peso específico de cada país y determinar el grado de dependencia en la colaboración de un dominio respecto a otro.

Para elaborar este indicador hemos utilizado la siguiente fórmula:

$$TCA_{A \rightarrow B} = \frac{Col_{A \rightarrow B}}{Ndoc_A}$$

$$TCA_{B \rightarrow A} = \frac{Col_{B \rightarrow A}}{Ndoc_B}$$

Donde:

$Col_{A \rightarrow B}$  y  $Col_{B \rightarrow A}$  es el número de copublicaciones conjuntas entre los agregados

$Ndoc_A$  es el número total de documentos del agregado A

$Ndoc_B$  es el número total de documentos del agregado B

### 3.4.5. Indicadores para el análisis estructural y de redes

Como mencionamos en apartados anteriores, el uso del análisis de redes para la visualización de los dominios científicos se ha popularizado en los últimos años. El aporte del Análisis de Redes Sociales (ARS) en este campo ha sido de suma importancia puesto que brinda información sobre las relaciones que establecen cada uno de los actores que integran la red, independientemente de las características individuales de cada uno de ellos. El ARS se basa en la teoría de grafos que le ha servido de marco conceptual y metodológico para analizar las propiedades de las estructuras sociales.

Una red social se conforma de al menos dos componentes: los actores (*nodos, vértices*) que se relacionan entre sí y las relaciones (*lazos o vínculos*) que establecen. El ARS pretende analizar las formas en que los actores de la red (individuos u organizaciones) están vinculados, con el objetivo de determinar la estructura general de la red, sus grupos, la posición de cada uno de ellos en la misma y el impacto o influencia de estas relaciones sobre la conducta de los actores de la red (Sanz Menéndez, 2003, Wasserman y Faust, 1998).

Los actores pueden desempeñar diferentes roles en función de su centralidad, prestigio o poder en relación a los demás. De este modo, los vínculos entre ellos pueden ser directos o indirectos, direccionales o no-direccionales, tener diferente intensidad, cuestiones que determinan el tipo de relación que establecen y el tipo estructura de la red (Rodríguez, 1995 citado en Miguel, 2008).

Aunque las relaciones que se dan al interior de la comunidad científica pueden ser de muchos tipos, en este apartado nos centramos en las copublicaciones entre los países de LAC como unidad de análisis. En el caso de la red global sólo consideramos aquellos países que tuvieran al menos cincuenta copublicaciones intrarregionales a lo largo de los doce años de estudio, mientras que para los mapas de colaboración por área temática el umbral fue de cinco documentos.

En el análisis de redes se han desarrollado un gran número de medidas para caracterizar la estructura general de la red y la posición y desempeño de cada actor dentro de ella. En nuestro caso hemos utilizado:

#### - **Densidad**

La densidad es una de las medidas más sencillas para conocer las relaciones que se establecen entre los puntos de la red y nos indica la alta o baja conectividad de la red. Esta medida representa el número de vínculos que se establecen entre los actores de la red con relación a un número máximo que pudiera establecerse si todos los actores estuvieran conectados directamente por una línea con todos los demás. Este indicador toma valores entre 0 y 1 y mide la proporción de relaciones existentes sobre el total de relaciones posibles, donde 1 significa que se establecen todos los lazos posibles en la red.

En una red direccional (esto es AB es diferente de BA) este indicador se obtiene de la siguiente manera:

$$L / k(k-1)$$

Donde

L es el número de líneas

K es el número de nodos

Así, por ejemplo, en una red direccional compuesta de 10 nodos en la que se establecen 30 enlaces, la densidad sería:  $30 / (10*9) = 0.33$ . En este caso la densidad es de 0.33, lo que significa que el 33% de los lazos posibles están presentes en la red o que la red está conectada en un 33%.

Si hablásemos de una red no direccional sería  $L / k(k-1)/2$

Para nuestro ejemplo sería entonces  $30 / (10*9)/2 = 0.66$ , o que la red está conectada en un 66%.

### Medidas de centralidad:

Las medidas de centralidad de la red ayudan a identificar los actores más centrales, prominentes, poderosos o prestigiosos.

#### - **Grado nodal (*Degree*)**

Esta medida indica la *centralidad local* de un actor respecto al resto de actores. El grado se define como el número de otros actores a los cuales un actor está directamente unido. Esta sencilla medida de centralidad organiza a los actores en función del número efectivo de sus relaciones directas en el conjunto de la red. El **grado normalizado**, por su parte es la proporción de relaciones reales sobre el total de relaciones posibles

#### - **Intermediación (*Betweenness*)**

Mide el número de veces que un nodo aparece en el camino más corto, entre otros puntos del mapa. El *índice de intermediación* es la suma de los cocientes entre el número de caminos geodésicos, es decir, la suma de los caminos más cortos existentes en la red, que unen dos nodos y el número de ellos que pasan por el nodo en cuestión. La intermediación nos da una aproximación al peso como *conector* (como “hub”) del nodo, su importancia de cara a que la red se mantenga unida (Sanz Menéndez, 2003).

#### - **Cercanía o proximidad (*Closeness*)**

Es la suma de las distancias que separan a un nodo del resto de nodos en la red, representa la capacidad que tiene un nodo de comunicarse directamente con el resto. La cercanía tiene en cuenta no solamente los nodos con los que el nodo se encuentra directamente conectado, sino también la distancia con el resto de los nodos.

Freeman resume estos indicadores como: el *grado* representa el nivel de la actividad comunicativa (la capacidad de comunicar directamente con otros); la *proximidad* representa la independencia (la capacidad de llegar a muchos de los otros miembros de la red directamente, esto es sin apoyarse en

intermediarios), mientras que la *intermediación* representa el control de la comunicación de otros y su capacidad de restringirla. (Freeman, 1979, citado en Sanz Menéndez, 2003).

Para la construcción de los mapas hemos seguido la siguiente metodología:

- Elaboración de las matrices en base al total de copublicaciones para cada uno de los diferentes agregados.
- Esta matriz la transformamos a otra de tasas de colaboración asimétrica.
- La matriz resultante la procesamos a través del software Pajek, luego aplicamos el algoritmo de Kamada Kawai, el cual asigna coordenadas a los nodos tratando de ajustar al máximo las distancias existentes entre ellos a distancias teóricas (Vargas Quesada, 2005).
- Finalmente exportamos los mapas a en formato Scalable Vector Graphics (SVG)

Para obtener las medidas de densidad y centralidad de la red fue necesario el uso del software UCINET.

Para la lectura de los mapas resultantes hay que tener en cuenta que el volumen de cada nodo (esfera) es proporcional al tamaño de producción (Ndoc). Las líneas que las unen son las copublicaciones que generan, y el color y grosor indican la intensidad de las relaciones (cuanto más gruesa y oscura son las líneas más intensa es la relación). Las asimetrías en la colaboración se representan a través de flechas, siendo su grosor y dirección un indicador de influencia y atracción. El sentido de la flecha se debe leer como la dependencia que un agregado tiene respecto a otro. De esto modo cuando los enlaces son  $A \rightarrow B$  significa que las copublicaciones entre ambos tienen más peso para A que para B, o que A tiene mayor dependencia de la colaboración de B.

Para la construcción de mapas heliocéntricos, hemos utilizado el total de copublicaciones entre cada uno de los países (seis mayores productores) y sus treinta primeros socios que orbitan alrededor de él, a una distancia que es

proporcional a la intensidad de las relaciones. Igualmente hemos procesado los datos a través del Pajek con el algoritmo Kamada Kawai. Hemos identificado con un mismo color los diferentes países de una misma región.

# CAPÍTULO 4

---



## INDICADORES SOCIOECONÓMICOS



### CAPÍTULO 4. INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

**E**n este capítulo presentamos una visión general de los gastos nacionales y regionales dedicados a I+D, lo que también denominamos inversión, así como los gastos en proporción al PIB ó la intensidad en la inversión. Se presentan los datos sobre gasto en I+D tanto por sector de financiación como por sector de ejecución. Finalmente se ofrecen los datos sobre recursos humanos dedicados a actividades de I+D, su proporción en relación a la población económicamente activa y el gasto por investigador.

Aunque hay un amplio consenso acerca de la importancia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo económico de las regiones y países, y por consiguiente de la evaluación de su impacto a través de indicadores, la disponibilidad de datos confiables, actualizados y aptos para su comparación en el plano internacional sigue siendo una asignatura pendiente en gran parte de las administraciones de ciencia y tecnología de LAC.

La puesta en marcha en 1995 de la RICYT ha supuesto un punto de inflexión en la normalización de metodologías, la recopilación y la disponibilidad de estos indicadores en la región. A pesar de ello siguen siendo escasos los datos sobre los sistemas científicos de los países de menor nivel de desarrollo. En el

caso de los países de mayor tamaño, sigue pendiente la tarea de normalizar las metodologías en la obtención de los datos. La falta de financiación, personal capacitado, problemas operativos, o incluso cuestiones culturales, son algunos de los obstáculos con que se encuentran los países para elaborar este tipo de indicadores. No obstante, y tal como señala la RICYT, se han emprendido importantes esfuerzos en los últimos años para perfeccionar sus sistemas nacionales de indicadores en ciencia y tecnología (RICYT, 2009).

Tal como se mencionó en la literatura revisada, una de las evidencias empíricas a la que han llegado varios autores es la relación directa que existe entre los recursos dedicados a la I+D y los resultados obtenidos. Ya que el principal objetivo de este trabajo es conocer el desarrollo de la producción científica en América Latina y el Caribe y qué variables han influido en su modelo de desarrollo, el análisis de indicadores socioeconómicos es sin duda una de las principales variables a estudiar. Además, a partir de este análisis obtendremos información sobre el estado de desarrollo de los sistemas científicos, conocer cual ha sido la tendencia de crecimiento de los recursos dedicados a la I+D, o qué factores han podido intervenir en esta tendencia.

### **4.1. ¿Dónde se encuentra América Latina en relación al contexto mundial?**

A pesar de los esfuerzos por incrementar la inversión en I+D, el gasto sigue siendo muy bajo para los países en desarrollo (PED). En la tabla 4.1 se presentan los datos comparativos sobre el gasto total en I+D (GIDE), el aporte de cada región y el gasto en I+D en relación al PIB (%GIDE/PIB) para los años 2002 y 2007. Durante este periodo el peso de los PED en el gasto mundial aumentó seis puntos porcentuales a la vez que el gasto bruto se duplicó. No obstante, la intensidad de la inversión se sigue manteniendo en niveles bajos, alrededor de 1%, comparados con los que alcanzan otras regiones como la Unión Europea que llega al 1.8%, Norteamérica 2.6% o la media de los países de la OCDE con 2.3%, para el mismo año. Tal como se observa, los recursos dedicados a la I+D están altamente concentrados en unos pocos países. Estados Unidos, Japón sumado a los países de la Unión Europea concentran alrededor del 75% de la inversión que se hizo en el mundo en 2007. Los PED

## CAPÍTULO 4. INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

en los cuales se concentra el 70% de la población y el 40% del PIB mundial, sólo representan el 23% del gasto.

La buena noticia es que esta concentración ha ido disminuyendo a la largo del periodo. Asia es la región que mas terreno ha ganado, un crecimiento jalonado principalmente por el incremento de la inversión de China que ha llegado casi a duplicar su peso pasando de representar el 5% del gasto total mundial en 2002 al 9.2% en 2007. También aumentan de forma considerable India y los países asiáticos de reciente industrialización. La contribución de África se ha mantenido en los mismos niveles, mientras que en Europa y Norte América la tendencia ha sido a la baja.

Aunque se observa un alto incremento de los PED en el gasto mundial en I+D, lo cierto es que este incremento se debe a la creciente participación de Asia y en especial de China. Para el resto de países la situación no ha variado sustancialmente y el devenir de los datos no parece indicar un cambio en la situación a corto plazo. Por otra parte, está claro la posición central de los países (regiones) desarrollados en la producción de conocimiento y la disponibilidad de recursos para ello.

**Tabla 4.1. Indicadores mundiales de inversión en I+D**

Regional totals for R&D Expenditure (GERD) 2002 and 2007						
	GERD (in billions PPP\$)		% world GERD		GERD as % of GDP	
	2002	2007	2002	2007	2002	2007
World	788,5	1.137,9	100,0%	100,0%	1,7%	1,7%
Developed countries	653,3	864,2	82,9%	75,9%	2,2%	2,3%
Developing countries (excl. less developed countries)	134,0	272,0	17,0%	23,9%	0,8%	1,0%
Less-developed countries	1,2	1,7	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%
<b>Americas</b>	<b>318,5</b>	<b>427,9</b>	<b>40,4%</b>	<b>37,6%</b>	<b>2,1%</b>	<b>2,1%</b>
North America	297,8	394,5	37,8%	34,7%	2,6%	2,6%
Latin America and the Caribbean	20,7	33,3	2,6%	3,0%	0,5%	0,6%
<b>Europe</b>	<b>238,6</b>	<b>310,2</b>	<b>30,3%</b>	<b>27,3%</b>	<b>1,7%</b>	<b>1,6%</b>
EU (27 countries)	206,1	260,9	26,1%	22,9%	1,8%	1,8%
Central, Eastern and Other Europe	14,1	21,8	1,8%	1,9%	1,2%	1,3%
<b>Africa</b>	<b>6,9</b>	<b>10,4</b>	<b>0,9%</b>	<b>0,9%</b>	<b>0,4%</b>	<b>0,4%</b>
South Africa	2,3	4,1	0,3%	0,4%	0,7%	1,0%
Other Sub-Saharan countries (excl. South Africa)	1,8	2,8	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%
Arab States in Africa	2,6	3,3	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%
<b>Asia</b>	<b>213,3</b>	<b>371,6</b>	<b>27,1%</b>	<b>32,7%</b>	<b>1,5%</b>	<b>1,6%</b>

## CAPÍTULO 4. INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

Japan	108,2	147,6	13,7%	13,0%	3,2%	3,4%
China	39,4	104,9	5,0%	9,2%	1,1%	1,5%
Israel	6,1	8,8	0,8%	0,8%	4,7%	4,7%
India	12,9	24,8	1,6%	2,2%	0,7%	0,8%
Newly Industrialised Economies in Asia	40,3	72,9	5,1%	6,4%	1,5%	1,8%
<b>Oceania</b>	<b>11,2</b>	<b>17,8</b>	<b>1,4%</b>	<b>1,6%</b>	<b>1,7%</b>	<b>2,1%</b>
<b>Other groupings</b>						
OECD	661,3	885,9	83,9%	77,9%	2,2%	2,3%
European Free Trade Association	9,8	13,4	1,2%	1,2%	2,3%	2,4%
Sub-Saharan Africa (incl. South Africa)	4,3	7,2	0,5%	0,6%	0,4%	0,5%
Other in Asia (incl. Japan, China, India, Israel)	171,5	296,5	21,8%	26,1%	1,6%	1,7%
<b>Selected countries</b>						
Argentina	1,2	2,7	0,1%	0,2%	0,4%	0,5%
Brazil	12,1	17,3	1,5%	1,6%	0,9%	1,1%
Egypt	0,5	0,9	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%
France	38,2	43,4	4,8%	3,8%	2,2%	2,1%
Germany	56,7	69,7	7,2%	6,1%	2,5%	2,6%
Mexico	4,2	5,9	0,5%	0,6%	0,4%	0,5%
Russian Federation	16,0	23,5	2,0%	2,1%	1,2%	1,1%
United Kingdom	30,6	37,7	3,9%	3,3%	1,8%	1,8%
United States of America	277,1	368,8	35,1%	32,4%	2,7%	2,7%

Fuente: UIS, Julio 2009

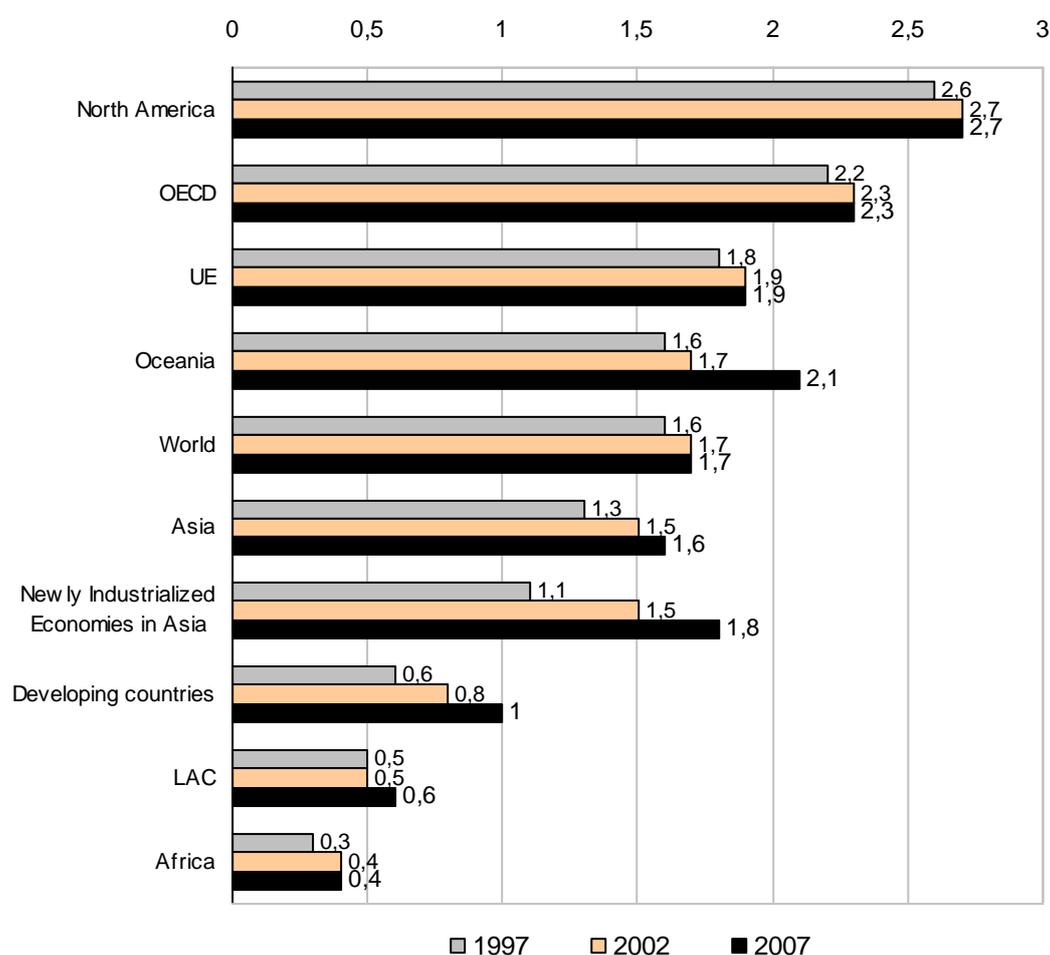
El aporte de los países de LAC al gasto mundial en I+D ha sido apreciablemente menor que su participación en la economía mundial. Mientras el PIB representa alrededor del 6%, su aporte a la inversión se ha mantenido sobre el 2% en las dos últimas décadas. Tal como se observa en la Tabla 4.1, la región pasa de representar el 2.6% en el 2002 al 3% en el 2007 lo que supone un crecimiento de 11% a la vez que el gasto bruto creció un 60%.

Al comparar a LAC con el resto de regiones en términos de intensidad del esfuerzo los datos son menos alentadores. En términos generales los países de la región invierten entre el 0.1% y el 1.0% de su PIB, con un promedio regional de 0.5%, una cifra que apenas ha sufrido cambios durante las dos últimas décadas (Figura 4.1). LAC sólo supera a África, además el estancamiento de los datos ha dado lugar a que se siga aumentando la brecha respecto al resto de regiones e incluso se aleja de la media de los países en desarrollo.

A partir de los cambios experimentados en los últimos años en la mayoría de los sistemas institucionales, la región se encuentra ahora ante una nueva situación en la que los gobiernos reconocen la necesidad de contar con sistemas científicos capaces de potenciar las capacidades nacionales en

ciencia y tecnología, y de usarlas para dinamizar la producción y afrontar los grandes problemas colectivos de la región. No obstante, LAC tal como podemos ver sigue estando a la cola. En la mayoría de los países falta una clara decisión política y económica para hacer de la ciencia y la tecnología realmente instrumentos para el desarrollo, hasta ahora y con pocas excepciones los gobiernos no han tomado ese camino con el grado de compromiso necesario.

**Figura 4.1. Gasto en I+D en relación al PIB por regiones**



Fuente: Elaboración propia sobre datos de UIS Disponible en (<http://www.uis.unesco.org>)

#### **4.2. Inversión en I+D en América Latina y el Caribe**

Tal como se documentó en capítulos anteriores, en la década de los noventa los países de la región sufrieron importantes transformaciones en su modelo

económico a la vez que estos cambios influyeron de forma directa en los Sistemas Nacionales de Ciencia y Tecnología. La aplicación de políticas de apertura económica junto a la privatización de las empresas del sector público, alteraron la organización interna de las economías de la región que llevaron a cataclismos financieros en los países con más peso: México (1994), Brasil (1999) y Argentina (2001). La línea de crecimiento del PIB muestra dos pronunciadas caídas, la primera en 1999 y la segunda en 2001 y 2002 debidas básicamente al efecto que las crisis de Brasil y Argentina han tenido sobre la evolución del PIB regional (Figura 4.2).

Los datos sobre *insumos* de los países de LAC son tomados básicamente de la RICYT. Sin embargo, deben ser consideradas las diferentes capacidades con que cuenta cada país para su producción y la trayectoria en la elaboración de estos indicadores, que en algunos casos son bastantes recientes o inexistentes. Por tanto, los datos sobre el total regional deben ser considerados sólo como aproximaciones más que un reflejo exacto, lo que en cualquier caso permite tener una visión aproximada de la situación de la región.

En términos absolutos, el gasto en I+D en América Latina creció un 327% entre 1990 y 2007, pasando de 5.393 a 23.074 millones de dólares, con un incremento promedio anual de 9%. Sin embargo, no se trató de un proceso con tendencia constate, sino por el contrario registró fuertes oscilaciones<sup>11</sup>. Por otra parte el desempeño de cada uno de los países manifestó grandes disparidades con respecto al conjunto tal como veremos en el siguiente apartado, donde hacemos un análisis detallado del comportamiento y desempeño de los mayores productores de la región.

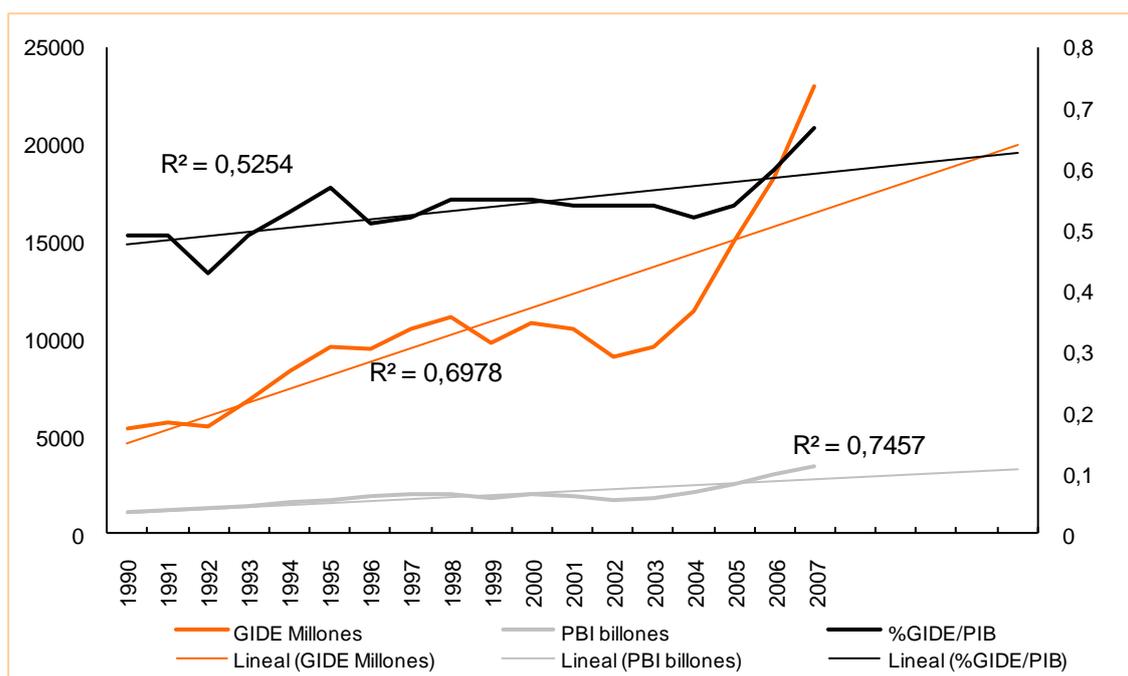
Entre 1990 y 1998 la inversión bruta en I+D en la región tuvo una tendencia de incremento sostenido con una tasa promedio anual de 10%, paralelo al crecimiento económico que logró la región. Entre 1999 y hasta 2002 el crecimiento es negativo (-4%) arrastrado por las crisis económicas de los países de mayor peso de la región. Esta tendencia de nuevo se invierte entre

---

<sup>11</sup> Ver tabla 4.2 del Anexo de resultados donde se presentan los datos de inversión en la región para el periodo completo

2003-2007 en el que vuelve a tener un crecimiento positivo con el mayor índice anual del 20% (figura 4.2). Estos datos sin duda, vienen a demostrar la correlación directa que existe entre los sistemas científicos nacionales y su contexto socioeconómico tal como lo explica Miguel en su trabajo sobre el análisis del dominio argentino (Miguel, 2008).

Figura 4.2. Producto Interno Bruto, Gasto total y gasto en relación al PIB de LAC (1990-2007)

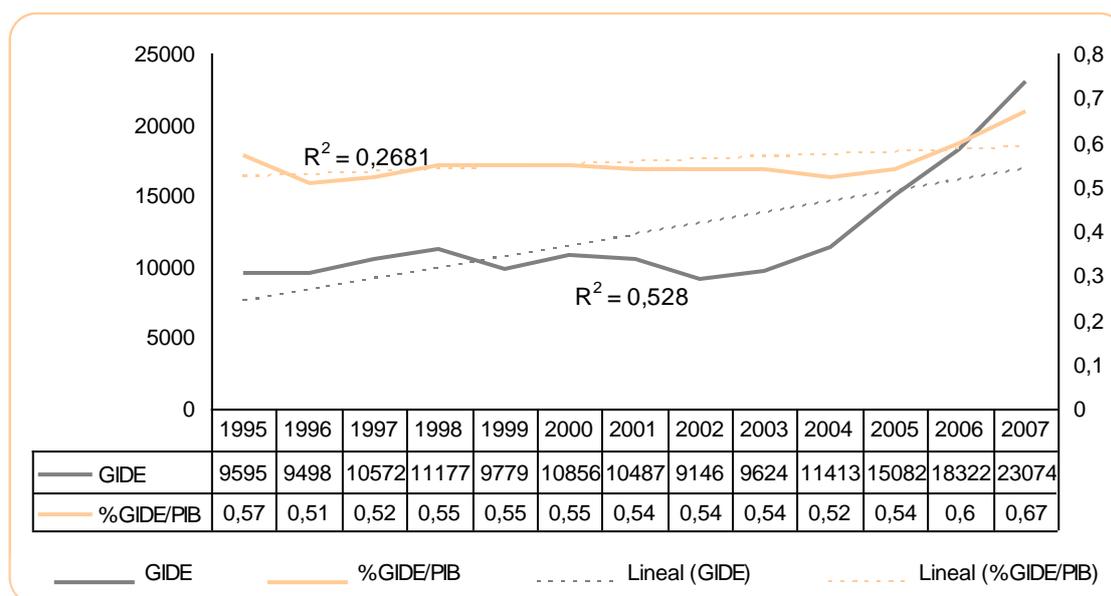


La intensidad del esfuerzo en I+D por su parte, solo logró un crecimiento medio anual de 2% entre 1990 y 2007 y un incremento en términos absolutos de 36%. Aunque el gasto en términos absolutos ha crecido de forma considerable, lo cierto es que la región en su conjunto dedica muy pequeñas cantidades del total de sus recursos económicos a estas actividades y según la tendencia de crecimiento el escenario no parece que vaya a mejorar a corto plazo.

En la figura 4.3 se presentan los datos del GIDE y %GIDE/PIB entre 1995 y 2007. Como se puede ver existe un crecimiento con constantes oscilaciones negativas tanto en inversión bruta como en esfuerzo, con una media de crecimiento anual de inversión bruta de 8%, una cifra que parece sigue siendo escasa para disminuir las distancias y converger con los niveles de los países

desarrollados. El gasto en proporción al PIB después de haberse mantenido sobre el medio punto porcentual desde 1990, a partir de 2006 logra superar esta barrera y se observa un ligero cambio de tendencia.

Figura 4.3. Inversión y esfuerzo en I+D 1995-2007



Además de que LAC parte de cifras muy bajas de gastos brutos (**inversión**) y de gastos en relación al PIB (**esfuerzo**), sus índices de crecimiento siguen siendo escasos y no tienen una trayectoria constante, sino por el contrario con fuertes altibajos. Esto nos lleva a la conclusión de que las políticas de inversión en I+D en la región siguen sin aplicarse con decisión y que los avatares políticos y económicos han afectado especialmente este apartado. Además las distancias con otras regiones no disminuye sino por el contrario la brecha sigue ampliándose y parece seguir esta tendencia, a menos que los países de la región hagan esfuerzos muy importantes.

Después de cuatro décadas de esfuerzos internacionales y regionales para estimular el desarrollo de una infraestructura científica en la región se nota un claro crecimiento en términos absolutos. A pesar de ello la distancia con respecto a los países desarrollados en términos relativos apenas ha sufrido modificaciones y la ciencia y la tecnología siguen estando lejos de ser una prioridad.

### 4.2.1. Inversión en I+D por países

Hasta ahora hemos presentado los datos sobre gasto en I+D de forma genérica para la región. En este apartado compararemos a los principales productores, ya que los países de economías pequeñas o bien carecen de datos, o bien tienen series bastante incompletas. La intención es analizar la situación actual de cada uno de ellos en relación a la región y al mundo y cual ha sido su evolución a lo largo del periodo de estudio.

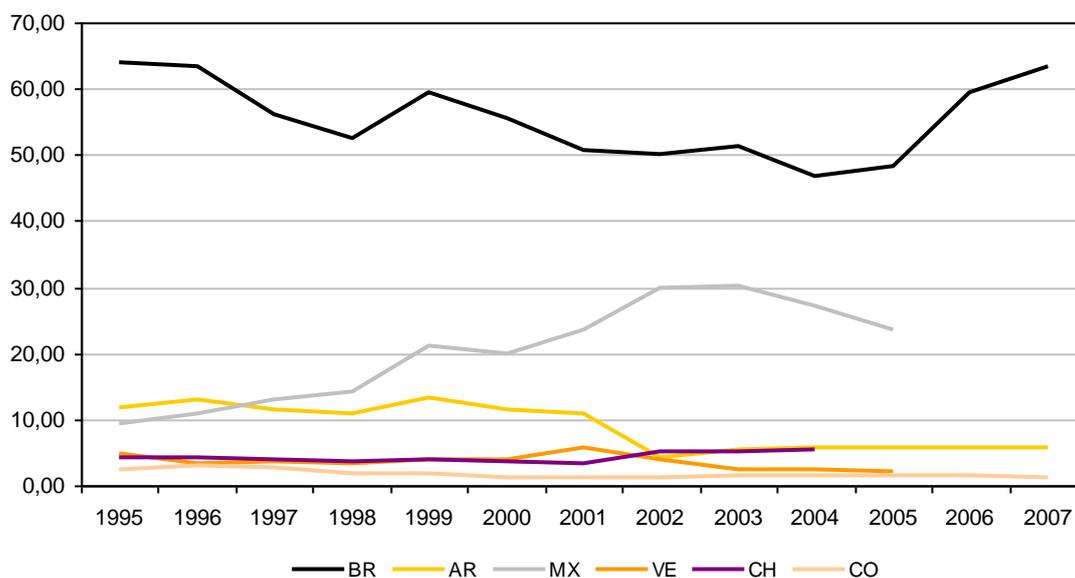
Aunque el gasto bruto regional tiene un alto crecimiento, lo cierto es que el comportamiento de cada uno de los países varía considerablemente. En la figura 4.4 recogemos la evolución del peso de cada país dentro del comportamiento regional. Tal como se puede ver el volumen absoluto de inversión en I+D difiere enormemente entre ellos, dados sus contrastes en cuanto a estado de desarrollo, tamaño de la economía y población, unas diferencias que se han mantenido sin grandes cambios a lo largo del periodo<sup>12</sup>.

Aunque Brasil redujo su cuota de participación en el total regional de forma continuada hasta el 2004, a partir de este año cambia la tendencia y vuelve en 2007 a representar el 63% del gasto, la misma cifra con la partía en 1995. México por su parte ve aumentar su cuota de participación del 9% en 1995 al 30% en 2003, a partir de esa fecha ha perdido peso no obstante se sitúa en 16% en 2007 lo que supone siete puntos por encima de la cifra de partida.

---

<sup>12</sup> Los datos del gasto absoluto y relativo a LAC por países se pueden ver en la Tabla 4.3 Anexo resultados.

Figura 4.4. Peso relativo de los primeros seis productores de la región sobre el GIDE regional



Chile también ha visto aumentar su participación, aunque en una proporción mucho menor. Argentina se mantuvo más o menos en los mismos niveles hasta 2001, año a partir del cual ve reducir fuertemente su peso relativo para terminar en 2007 aportando el 5% del gasto regional frente al 11% del que partía en 1995. A pesar de que este país logró alcanzar en 2007 las mismas cifras de gasto bruto de las que tenía antes de la crisis, su peso relativo no ha logrado remontar en la misma proporción. También descienden Colombia y Venezuela. Así pues no se puede hablar de un aumento generalizado, sino más bien de la consolidación de Brasil como el motor regional, cuya inversión para periodo completo 1995-2007 supuso el 55% del total de LAC. También hay que destacar el esfuerzo de México que ha alcanzado un significativo salto cuantitativo. Para el resto de países el escenario ha variado poco en el mejor de los casos, o incluso ha empeorado.

Al analizar la evolución del gasto bruto por países entre 1995 y 2007, se observa en general un crecimiento con fuertes oscilaciones, un comportamiento típico de países en desarrollo. Uno de los factores que ha contribuido a este débil crecimiento es la inestabilidad económica, que queda patente en el caso argentino. Este país destinaba 1.140 millones de dólares corrientes en 1995, una cifra que cae hasta 396 millones en 2002, lo que supuso una caída del

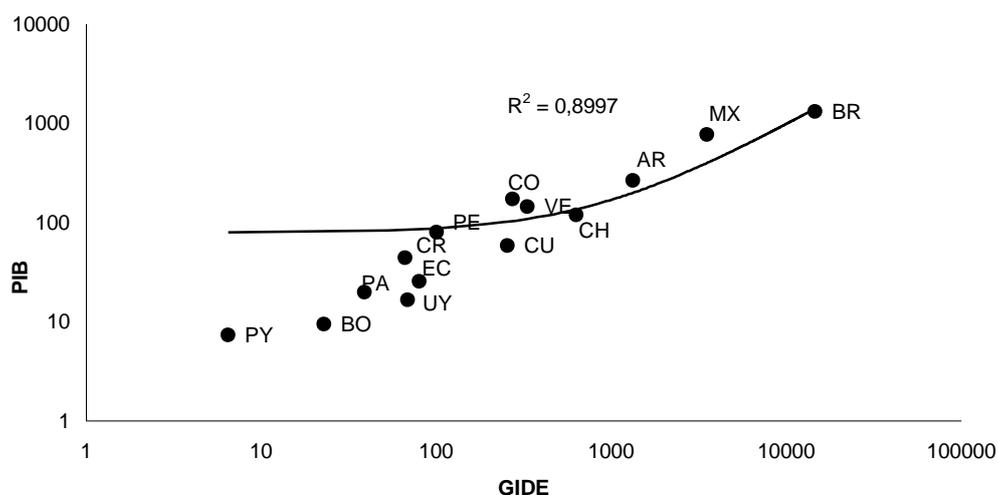
65%, una tendencia especialmente agravada por la depreciación de la moneda nacional frente al dólar. Además este país representa un importante renglón en la economía regional y como se ha podido ver arrastra los datos de gasto de la región, mientras que su aporte pasa del 10% en 2001 al 4% en 2002. No obstante se observa una rápida recuperación y a partir de 2003 se produce un cambio de tendencia que se mantiene en los años siguientes. En 2007 Argentina vuelve a tener los mismos datos de los que partía en el 2000, a pesar de esta rápida capacidad de reacción, el crecimiento en lo que va de década en este país, ha sido la recuperación a los niveles en los que se encontraba antes de la crisis.

En el caso brasileño se observa igualmente un descenso entre 1998 y 1999 paralelo a la crisis económica que atravesó. Después de México, Brasil es el país que más ha aumentado el gasto total en I+D en términos absolutos, con un crecimiento entre series de 276%.

El gasto en Colombia también sufrió un fuerte descenso entre 1995 y 2002, que supuso casi el 50% menos de inversión. A partir de 2003 se observa una clara recuperación del gasto bruto, no obstante siguen siendo cifras muy escasas y habrá que ver si se mantiene en el tiempo esta tendencia de crecimiento. En el caso chileno el crecimiento fue de 56%, un aumento que se nota desde 2002 ya que el gasto se mantuvo sin apenas modificaciones en la segunda mitad de la década de los noventa. Venezuela, a pesar de ser la cuarta economía de la región, tiene un escaso peso en el gasto en I+D. Este es el único país dentro de los grandes productores en el que desciende el gasto bruto a lo largo del periodo en total 29%. México, por el contrario es el único país en el que se observa un crecimiento positivo constante logrando aumentar cuatro veces el GIDE entre 1995 y 2007.

Al cruzar las variables del PIB de cada país con el GIDE sobre datos de 2007 se aprecia una alta correlación, tal como era de esperar (Figura 4.5). No obstante llama la atención la posición de Colombia, país con un PIB que supera ampliamente la cifra de Cuba y Chile, sin embargo se queda por detrás de estos o en la misma posición respecto al gasto en I+D.

Figura 4.5. Correlación entre PIB y GIDE (2007)\*



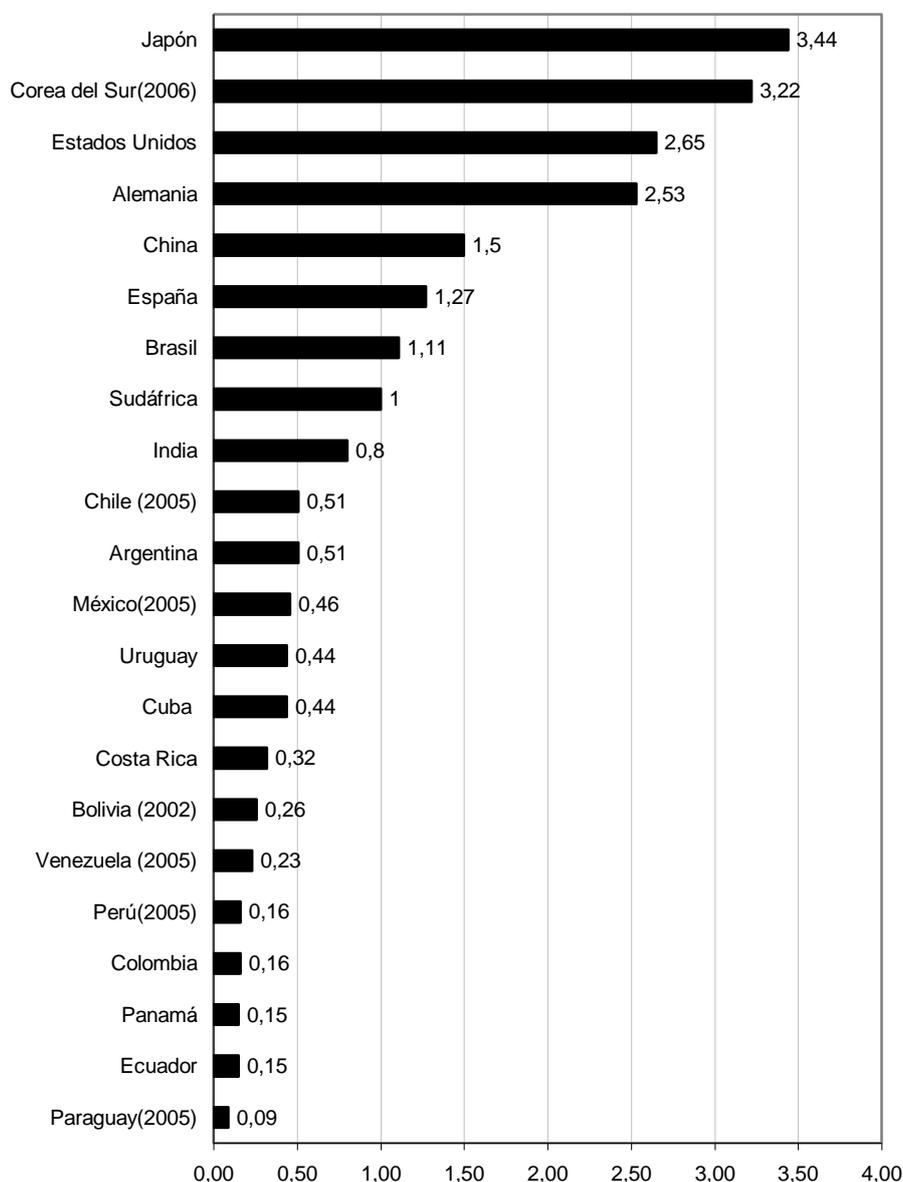
\* O último año disponible

En cuanto a la intensidad en el esfuerzo, Brasil ha sido el único país que ha logrado superar el umbral del 1% en 2006 y la tendencia continúa al alza en el año siguiente. Argentina a pesar del fuerte descenso en inversión total debido a la crisis, ha mantenido su esfuerzo en los mismos niveles (alrededor del 0.4%), excepto en 2002 que bajó al 0.3% aunque volvió a remontar y en 2007 alcanzó el 0.5%. Chile partía en 1995 con 0.6% no obstante ha tenido un crecimiento con muchos altibajos y en 2005 (último año para el que el gobierno reporta datos) se ubica en 0.51%. México no ha logrado superar el 0.4% a pesar del alto incremento en el gasto bruto. En Colombia este indicador ha caído del 0.29% en 1995 al 0.16% en 2007, ubicándose en los mismos niveles de las economías más pequeñas del grupo. Así pues aunque el gasto bruto regional haya tenido un importante incremento, lo cierto es que la inversión en I+D no es una prioridad para los países de la región.

Al comparar el esfuerzo que realizan los países de la región respecto a otras economías con diferente grado de desarrollo, los datos son desalentadores (Figura 4.6). Brasil es el que alcanza la mejor posición del grupo y el único que parece haber emprendido con decisión la transición hacia un nuevo modelo de

desarrollo a través de un fuerte impulso a las actividades de ciencia, tecnología e innovación<sup>13</sup>.

Figura 4.6. Gasto en I+D como porcentaje del PIB 2007  
(Países seleccionados)

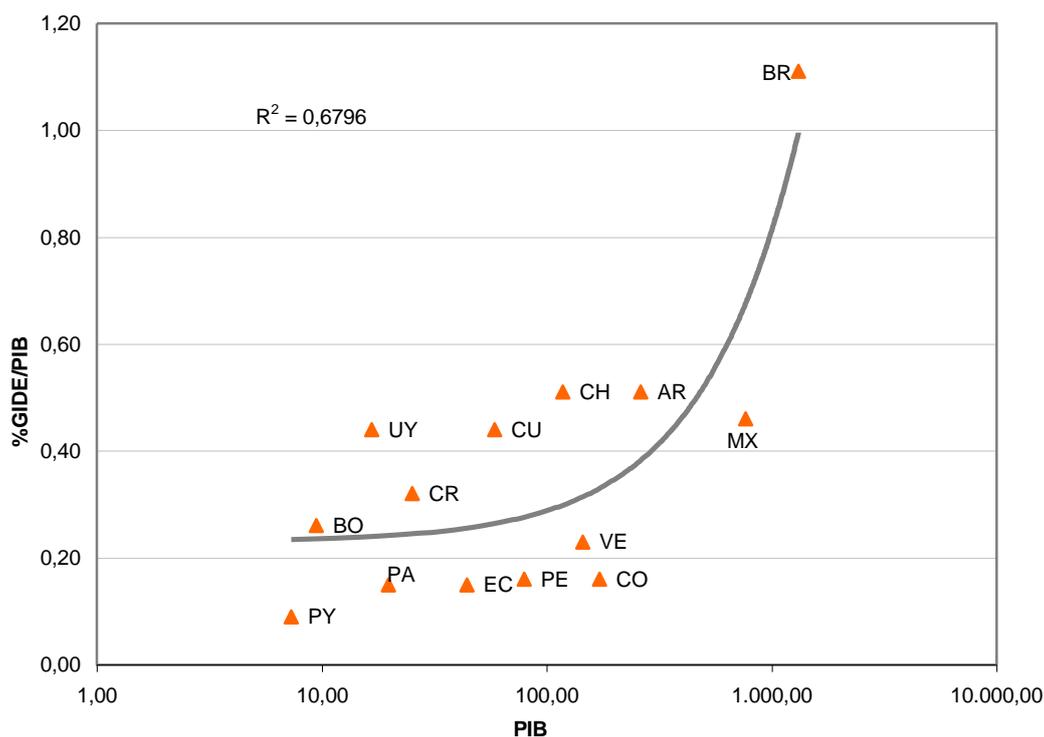


En general los datos revelan que en LAC no existe una correlación estrecha entre la riqueza de los países (expresada en PIB) y %GIDE/PIB (Figura 4.7). Brasil, Argentina, Chile, Cuba, Costa Rica y Uruguay, se ubican por encima de la línea de regresión. México por el contrario muestra un marcado déficit en

<sup>13</sup> Ver tabla 4.4 Gasto en I+D en relación al PIB por países (1990-2005) en el Anexo resultados

esfuerzo en I+D teniendo en cuenta su alto PIB, aunque también habría que resaltar que es uno de los pocos que ha mantenido un incremento continuo durante todo el período, mejorando ampliamente los datos de los que partía a principios de los noventa. Igualmente Venezuela y Colombia con un PIB alto en relación al grupo, se ubican por debajo de la línea de regresión y muy por detrás de la media de intensidad en el esfuerzo.

Figura 4.7. Relación entre el PIB e Inversión en I+D en relación al PIB (2007)\*



\*O último año disponible

A partir de los datos observados sobre inversión en I+D, cabe preguntarnos entonces, ¿cuáles son las razones por las que los países de la región alcancen índices tan bajos y las tendencias de crecimiento no permitan ver una mejoría del panorama a corto plazo?.

Según Albornoz resulta difícil determinar si la baja inversión es la causa de los problemas o la consecuencia de la configuración estructural de la economía de los países de la región (RICYT, 2007). Evidentemente, un nivel adecuado de inversión en I+D es una condición necesaria para el despegue de las

economías de la países de la región. A pesar de ello, creemos que la incapacidad de mejorar sustancialmente el gasto se podría deber más a la segunda hipótesis planteada por Albornoz, es decir a la estructura de sus economías. Tal como vimos en el capítulo 1, una de sus características ha sido su alta vulnerabilidad externa, donde las crisis económicas mundiales y regionales han marcado su desarrollo científico.

Otra dato importante que nos arroja el análisis de estos indicadores es un crecimiento en general con amplias fluctuaciones. Esta falta de regularidad puede llegar a destruir capacidades adquiridas en ciclos anteriores, con efectos muy negativos en la consolidación de los sistemas científicos y los agentes que forman parte de él.

Otro factor que ha marcado el estancamiento del esfuerzo en I+D es su alta dependencia del sector público, tal como veremos a continuación. Parece que sólo en la medida en que el sector privado se inserte como un fuerte inversor en la I+D no se logrará superar el 0.5% del PIB mantenido desde 1990. La prueba de esto la encontramos en Brasil, un país donde el sector privado ha entrado de forma importante a financiar la I+D y ha sido el único capaz de alcanzar el 1%. En México también ocurre esto aunque en menor medida, en este país aunque la intensidad del esfuerzo sigue siendo modesta ha tenido un significativo incremento el GIDE paralelo al crecimiento de las tasas de inversión del sector privado.

### **4.2.2. Sectores de financiación y ejecución de la I+D**

Aunque no existe una combinación óptima para la financiación de la I +D, hay que reconocer que las actividades de financiación de cada sector suelen afectar las actividades realizadas por otros sectores. Tal como apunta el informe de la Comisión Europea, la inversión privada en las economías emergentes sólo puede tener lugar después de una amplia inversión pública en recursos humanos, infraestructuras y tecnologías, de tal modo que cimienten el contexto adecuado para incentivar el gasto privado (European Commission, 2003).

Al menos en términos teóricos, el sector público tradicionalmente se ha encargado de la financiación de la investigación básica, mientras que la empresa prefiere llevar a cabo investigación aplicada. Por su parte, la atracción de fondos extranjeros dependerá en parte de la existencia de centros de excelencia y de la disponibilidad de personal altamente cualificado. En esta medida la estructura de financiación y ejecución de la I+D nos ofrecerá información sobre el estado de desarrollo de sus sistemas científicos.

Para determinar el origen de los fondos de la financiación, la RICYT sigue la clasificación propuesta en el Manual de Frascati: gobierno, empresas, educación superior y organizaciones privadas sin fines de lucro (OPSFL). Tal como apunta Velho, la mayoría de las instituciones de educación superior que realizan investigación en LAC son públicas, y gran parte del gasto en I+D de este sector proviene de los fondos públicos. Esta distribución dificulta el análisis de los fondos públicos versus los privados (Velho, 2004). Por esta razón hemos optado por sumar al sector gobierno los fondos procedentes del sector de educación superior y presentarlo conjuntamente como sector público.

La estructura de la inversión en LAC reclama un mayor protagonismo del sector privado. En promedio, el sector público financia más del 65% del total del gasto en I+D entre 1990 y 2005 tanto si se tiene en cuenta la inversión en I+D como las Actividades de Ciencia y Tecnología (ACT)<sup>14</sup>. Los fondos procedentes del sector privado componen el segundo sector de financiación con el 32%, mientras que en ACT baja hasta el 29%. Este modelo de financiación claramente contrasta con el de países industrializados donde el gasto está fundamentalmente financiado por el sector privado. Según datos de Eurostat<sup>15</sup> en 2005 este sector fue el responsable del 76% del gasto en Japón, 75% en Corea del Sur, 67% en Alemania ó 64% en Estados Unidos.

---

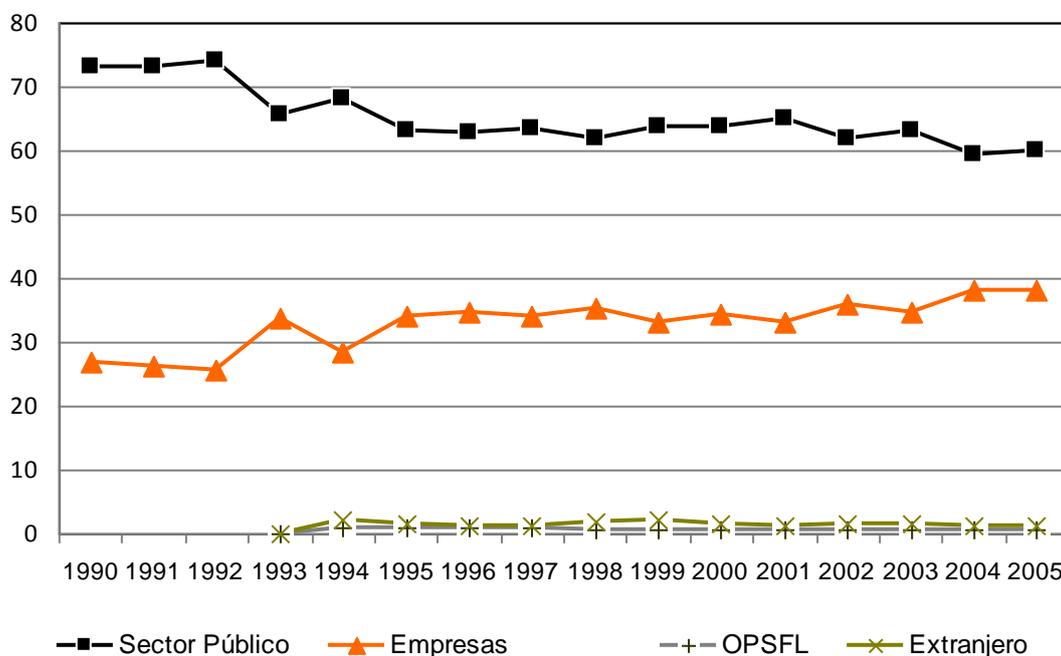
<sup>14</sup> Ver tabla 4.5. Gasto según sector de financiación para el total regional y por países (1990 – 2005) del Anexo resultados

<sup>15</sup> Disponible en: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>

En tercer lugar se ubica la financiación extranjera que aporta en torno al 1% y en último lugar las organizaciones privadas sin fines de lucro (OPSFL) con 0.5% con los mismos promedios tanto en las ACT como en I+D.

A pesar de que sigue siendo alta la dependencia de los fondos públicos, su importancia relativa disminuye a lo largo del tiempo (Figura 4.8). Este sector pasó de representar el 73% del gasto en I+D en 1990 al 60% en 2005, descenso especialmente marcado entre 1990 y 1995 paralelo a la aplicación de políticas neoliberales con numerosas privatizaciones de empresas públicas. A partir de 1995 la participación del sector público en el GIDE se ha mantenido sin grandes modificaciones. Este descenso sin embargo debe verse con cierta precaución, puesto que el retiro progresivo del Estado de la financiación de las actividades científico-tecnológicas no ha sido acompañado como se esperaba por un importante incremento de la participación del sector privado (Grobart, 2002).

Figura 4.8. Distribución anual porcentual del gasto en I+D por sector de financiación (1990-2005)



El peso del sector privado en la financiación de I+D ha pasado del 26% en 1990 al 38% en 2005, aunque su mayor ritmo de crecimiento lo tuvo entre 1990 y 1995. Entre 1996 y 2003 apenas se observan modificaciones, aunque en los

dos últimos años se nota una ligera recuperación debido al crecimiento de este sector en Brasil y México.

Otros sectores que financian la I+D son los OPSFL y los fondos extranjeros. Aunque estas fuentes no representan más del 2% del gasto, ambos son muy significativos en los países de economías más pequeñas con sistemas de CyT más endeble. En el caso de Bolivia cerca del 19% del gasto procede de OPSFL. El sector extranjero por su parte financia el 17% de la I+D en Ecuador y el caso extremo de Panamá donde llega al 57%, una situación debida a la alta presencia de organismos internacionales con sede en el país que participan en la financiación y ejecución del gasto en I+D. En el caso panameño por ejemplo, el gasto en I+D incluye el gasto del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, un organismo estadounidense presente en el país desde 1960 y de gran tradición y peso en el sistema nacional de CyT.

La distinción entre las OPSFL y los fondos externos es un poco ambigua. La mayoría de las Organizaciones sin fines de lucro ubicadas en LAC que realizan actividades de I+D no cuentan con fondos propios y gran parte depende de fondos internacionales. Hay sin embargo un descenso en ambas fuentes de financiación, debido básicamente al descenso de los fondos destinados a la región por las organizaciones internacionales (Velho, 2004).

Por países, en general prevalece el modelo regional que describimos antes, es decir, el sector público es el que financia la mayor parte del gasto de estas actividades. Si tenemos en cuenta los datos aportados por los países para el 2005 o último año para el que se presentan datos, Brasil (48%), Chile (45%) y México (41%), son los países donde el sector privado tiene mayor protagonismo en la financiación de la I+D<sup>16</sup>.

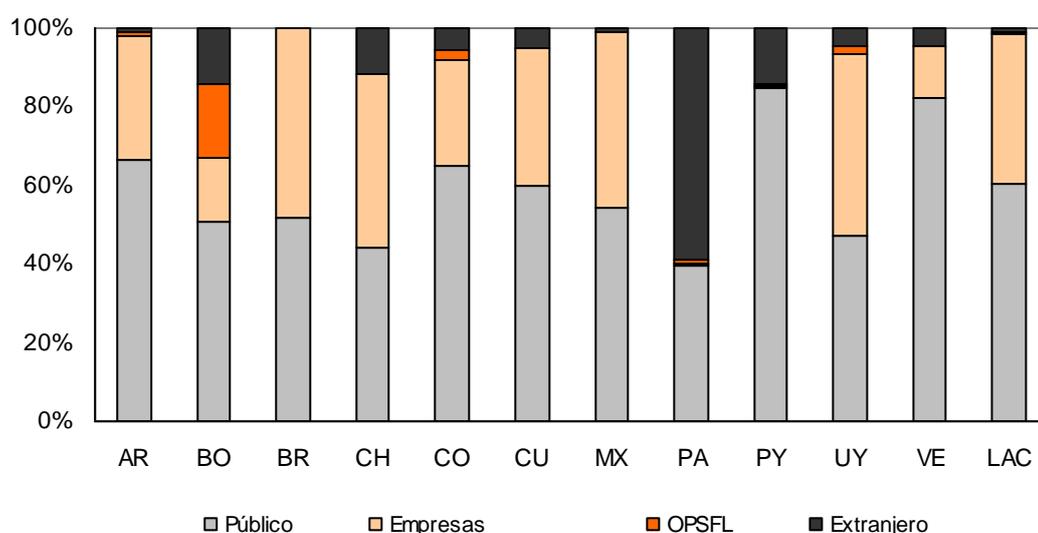
Cabe destacar el importante incremento de los fondos provenientes del sector privado en México, el cual ha pasado de aportar el 14% en 1993 al 41% en

---

<sup>16</sup> Los datos sobre la estructura de financiación de la I+D y las ACT para los países de la región están recogidos en la Tabla 4.5 del Anexo resultados

2005, lo que supone un aumento del 187%. Esta situación es fruto de la aplicación de políticas en los últimos años, que han privilegiado la implementación de programas e incentivos orientados a estimular la inversión privada en I+D (véase capítulo 8). En Brasil también ha experimentado un importante incremento los aportes de este sector a lo largo del período, con un aumento de casi veinte puntos porcentuales entre 1994 y 2005. En este caso, el paquete de medidas como bajas tasas de interés, subvenciones directas a las empresas, programas de cooperación entre empresa-universidad o la creación de fondos sectoriales han creado las condiciones para la incorporación de las empresas en la financiación de la I+D (véase capítulo 7). En el lado opuesto Panamá, el país donde el sector privado tiene la más baja aportación, sólo el 1,3% de la financiación de la I+D en este país proviene de este sector. (Figura 4.9).

**Figura 4.9. Gasto en I+D según sector de financiación por países (2005)\***



\*O último año disponible

En la figura 4.10 se muestra la evolución del porcentaje de gastos según los sectores de ejecución en la región. El sector de educación superior es el encargado de la ejecución del 40% del gasto en I+D, seguido por las empresas (32%), el gobierno (24%) y los OPSFL (2%)<sup>17</sup>. El sector de educación superior

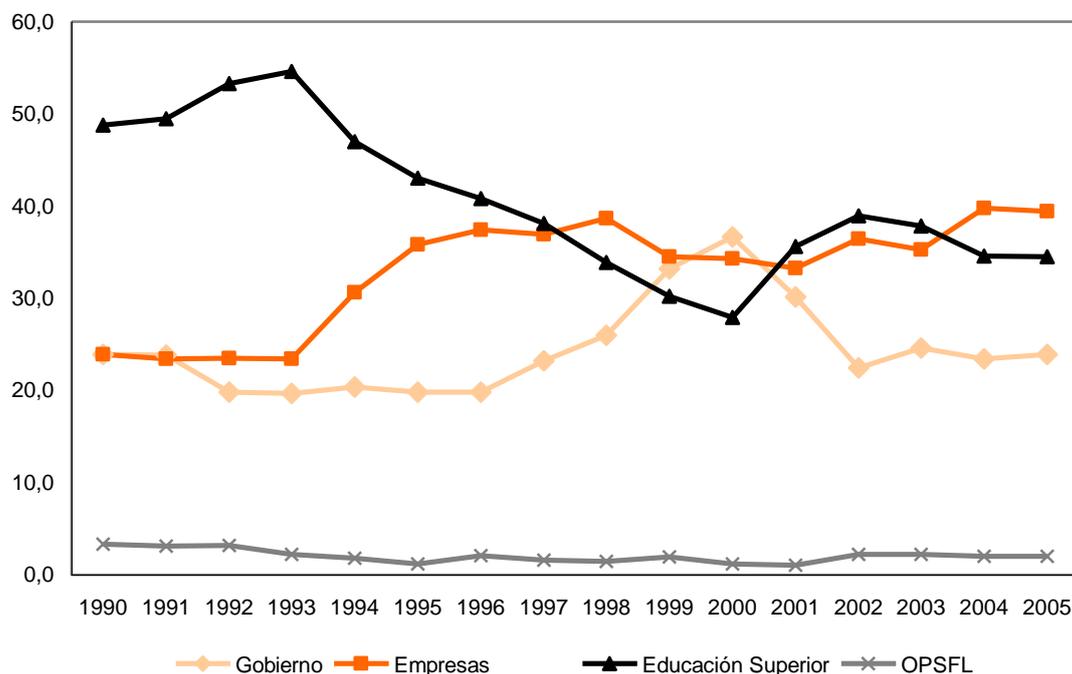
<sup>17</sup> Ver tabla 4.6 Gasto en I+D por sector de ejecución para el total regional y por países (1990 – 2005) Anexo resultados.

ha mantenido un descenso sostenido entre 1993 y 2000, año a partir del cual registra un ligero incremento alcanzando una tasa de variación negativa para el periodo del -29%.

El sector gobierno en cambio, presenta un crecimiento constante entre 1996 y 2000, año en el que alcanza el peso más alto de todos los sectores, aunque a partir de ese año vuelve a descender y alcanza los valores sobre los que se mueve en los primeros años de la década de los noventa. El pico de crecimiento de este sector para el 2000 se debe probablemente a la incorporación de los datos de Brasil, que como se puede ver en la tabla 4.6 de los anexos, entre 1994 y 1996, el sector gobierno ejecutaba alrededor del 12% de la I+D, mientras que en el año 2000 cuando vuelven a presentarse datos de este país, el porcentaje sube al 35%. Lo mismo ocurre con el sector de educación superior, que en este país presenta importantes picos de crecimiento, que indudablemente marcan la trayectoria regional, lo que pone en evidencia la dependencia regional del comportamiento de Brasil.

El sector productivo por el contrario, es el que registra un crecimiento más sostenido a lo largo del periodo alcanzando una tasa de variación del 64%, pasando de representar el 23% en 1990 al 39% en 2005.

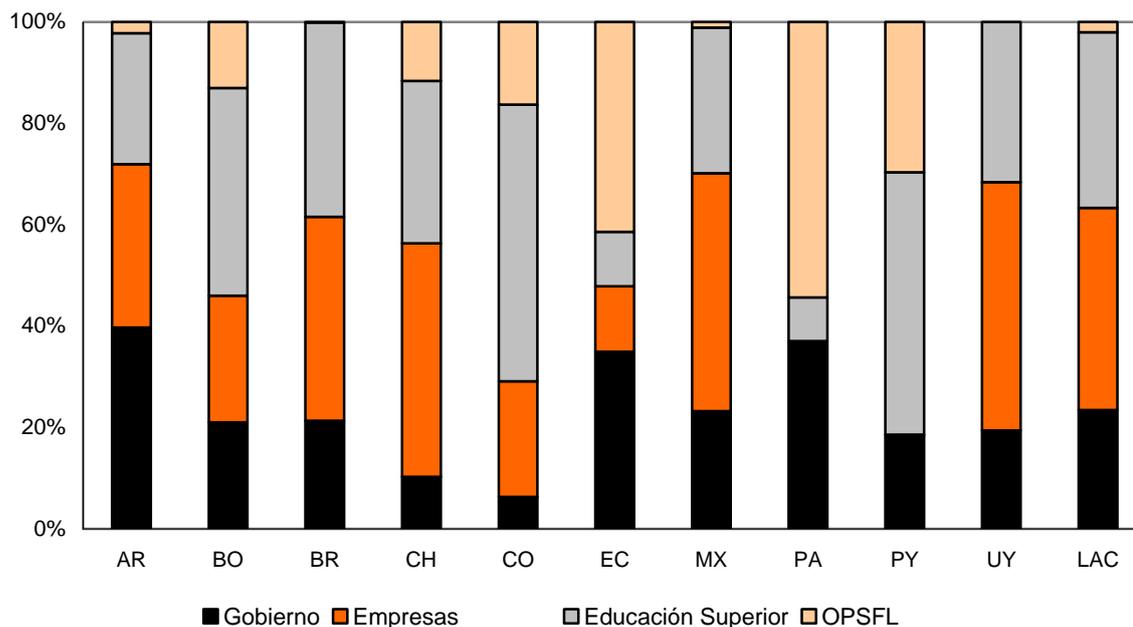
Figura 4.10. Distribución anual porcentual del gasto en I+D por sector de ejecución (1990 – 2005)



En la figura 4.11, se presentan los datos de gasto según sector de ejecución por países para el año 2005<sup>18</sup>. Cabe mencionar que en este apartado Cuba y Venezuela no presentan datos en la RICYT, además las series están bastante incompletas para la mayoría de los países. Brasil, México y Chile son los países en los que el sector privado ejecuta la mayor proporción del gasto superando el 40%. En el caso de Argentina la mayor concentración se encuentra en el sector gubernamental con el 32%. Para el resto de países a excepción de Panamá, el sector de educación superior es el que ejecuta la mayor proporción.

<sup>18</sup> La serie completa por países se puede ver en la tabla 4.6 Anexo resultados

Figura 4.11. Gasto en I+D según sector de ejecución por países (2005)\*



\*datos para 2005 o último año disponible

### 4.3. Recursos Humanos RRHH

Los recursos humanos disponibles en un sistema científico son cruciales para la generación y la difusión del conocimiento y se constituyen en el elemento central de la transformación, del progreso científico en avance tecnológico y del desarrollo económico y social. De este modo, la mayoría de los esfuerzos por incrementar la financiación y actualizar la infraestructura tecnológica, sería en vano si estas actividades no son apoyadas por un suficiente stock de capital humano.

En este apartado de nuevo se confirma la desigual distribución de recursos en I+D. Según datos de la UNESCO, en 2007 alrededor del 60% de los investigadores del mundo se concentran en países desarrollados y sólo el 37% en países en desarrollo (Tabla 4.7). No obstante esta concentración ha tenido una significativa variación respecto a los datos de 1996 que eran de 72% y 28% respectivamente (UNESCO, 2001). Los PED están relativamente mejor representados en términos de recursos humanos que en términos de inversión en I+D, como el caso paradigmático de Rusia que en el año 2007 representaba

## CAPÍTULO 4. INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

alrededor del 6% en recursos humanos en el mundo y sólo el 2% en términos de gasto en I+D y China (20% y 9% respectivamente), debido probablemente a que cuentan con un sector público bastante amplio.

Los países desarrollados presentan claramente más intensidad en inversión que en recursos humanos. Por ejemplo, USA representa el 32% del total mundial de inversión en I+D, mientras que su peso en cuanto a número de investigadores con respecto al mundo es de 20%, Alemania 6% y 4% ó Japón 13% y 10%, respectivamente. LAC, presenta en general un peso similar en ambos indicadores alrededor de 3%.

El crecimiento mundial de los recursos humanos, ha sido positivo en todas las regiones, aunque con trayectorias muy dispares (Tabla 4.7). La tasa de variación en el mundo entre 2002 y 2007 se ubica en torno el 22%, por su parte LAC es la región que alcanza mayor índice con 54% seguida por Asia con 42%.

China de nuevo es el país que más ve incrementado su stock de investigadores alcanzando un incremento del 75%. Esto supone subir seis puntos porcentuales su peso en el mundo en sólo seis años. Brasil también presenta un fuerte incremento del 64%, aunque su participación mundial sólo ha aumentado cinco décimas. El aporte de LAC en el mundo se ve incrementado un 25%, una cifra que supera el crecimiento en inversión que como señalamos anteriormente se queda en un 11%.

**Tabla 4.7. Indicadores mundiales de Recursos Humanos (2002 y 2007)**

Regional totals for R&D Expenditure (GERD) and Researchers, 2002 and 2007:								
	Researchers (thousands)		% world researchers		Researchers per million inhabitants		GERD per researcher (thousands PPP\$)	
	2002	2007	2002	2007	2002	2007	2002	2007
World	5.774,3	7.093,6	100,0%	100,0%	919,3	1.063,3	136,6	160,4
Developed countries	4.023,5	4.370,5	69,7%	61,6%	3.364,3	3.592,1	162,4	197,7
Developing countries (excl. less developed countries)	1.722,1	2.688,6	29,8%	37,9%	393,7	577,9	77,8	101,2
Less-developed countries	28,7	34,6	0,5%	0,5%	40,3	43,1	40,5	49,2
<b>Americas</b>	<b>1.620,2</b>	<b>1.828,1</b>	<b>28,1%</b>	<b>25,8%</b>	<b>1.890,9</b>	<b>2.012,9</b>	<b>196,6</b>	<b>234,1</b>
North America	1.453,9	1.571,6	25,2%	22,2%	4.527,3	4.654,3	204,8	251,0

## CAPÍTULO 4. INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

Latin America and the Caribbean	166,3	256,5	2,9%	3,6%	310,4	449,6	124,6	130,0
<b>Europe</b>	<b>1.844,1</b>	<b>2.017,0</b>	<b>31,9%</b>	<b>28,4%</b>	<b>2.320,0</b>	<b>2.514,8</b>	<b>129,4</b>	<b>153,8</b>
European Union	1.170,5	1.339,9	20,3%	18,9%	2.420,3	2.727,7	176,1	194,7
Community of Independent States in Europe	577,7	549,8	10,0%	7,8%	2.789,5	2.728,2	31,8	50,0
Central, Eastern and Other Europe	95,9	127,2	1,7%	1,8%	920,7	1.164,5	147,2	171,7
<b>Africa</b>	<b>132,9</b>	<b>162,8</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,3%</b>	<b>154,9</b>	<b>169,2</b>	<b>51,8</b>	<b>64,2</b>
South Africa	14,2	18,6	0,2%	0,3%	308,2	384,7	158,7	221,9
Other Sub-Saharan countries (excl. South Africa)	32,2	43,1	0,6%	0,6%	51,3	60,3	57,1	64,1
Arab States in Africa	86,5	101,1	1,5%	1,4%	471,9	506,8	29,6	32,2
<b>Asia</b>	<b>2.058,6</b>	<b>2.940,2</b>	<b>35,7%</b>	<b>41,4%</b>	<b>550,5</b>	<b>741,6</b>	<b>103,6</b>	<b>126,4</b>
Japan	646,5	710,0	11,2%	10,0%	5.071,6	5.548,1	167,3	207,9
China	810,5	1.423,4	14,0%	20,1%	629,1	1.071,3	48,7	73,7
Israel	...	...	0,4%	0,4%	...	...	...	...
India	115,9	154,8	2,3%	2,2%	110,8	136,5	102,8	126,7
Community of Independent States in Asia	40,8	39,5	0,7%	0,6%	570,2	526,1	11,6	18,2
Newly Industrialised Economies in Asia	291,6	428,1	5,0%	6,0%	732,3	1.007,1	138,0	170,2
Arab States in Asia	21,2	23,8	0,4%	0,3%	199,8	197,9	50,4	60,1
Other in Asia (excl. Japan, China, India, Israel)	91,9	126,4	1,6%	1,8%	139,3	177,6	53,0	82,7
<b>Oceania</b>	<b>118,5</b>	<b>145,5</b>	<b>2,1%</b>	<b>2,1%</b>	<b>3.712,1</b>	<b>4.262,2</b>	<b>94,9</b>	<b>122,5</b>
Arab States all	107,7	124,9	1,9%	1,8%	372,1	390,5	33,7	37,6
Community of Independent States all	618,6	589,3	10,7%	8,3%	2.219,4	2.131,0	30,5	47,8
OECD	3.552,7	4.044,0	61,5%	57,0%	3.100,2	3.416,9	186,1	219,1
European Free Trade Association	48,1	52,7	0,8%	0,7%	3.960,0	4.221,2	203,4	254,7
Sub-Saharan Africa (incl. South Africa)	46,4	61,8	0,8%	0,9%	68,8	81,0	93,1	116,5
Other in Asia (incl. Japan, China, India, Israel)	1.705,0	2.448,9	29,5%	34,5%	538,9	732,3	100,6	121,1
Argentina	26,1	38,7	0,5%	0,5%	692,9	978,5	44,6	68,7
Brazil	71,8	118,3	1,2%	1,7%	400,7	624,8	167,8	146,6
Egypt	...	49,4	0,8%	0,7%	...	653,8	...	18,8
France	186,4	211,1	3,2%	3,0%	3.114,9	3.442,5	204,7	196,6
Germany	265,8	284,3	4,6%	4,0%	3.222,5	3.442,0	213,1	245,1
Mexico	33,6	48,4	0,5%	0,7%	327,3	464,2	130,8	122,3
Russian Federation	491,9	469,1	8,5%	6,6%	3.365,8	3.291,8	32,5	50,1
United Kingdom	174,4	175,5	3,0%	2,5%	2.937,2	2.887,6	175,6	215,1
United States of America	1.342,5	1.425,5	23,2%	20,3%	4.615,9	4.707,3	206,4	244,6

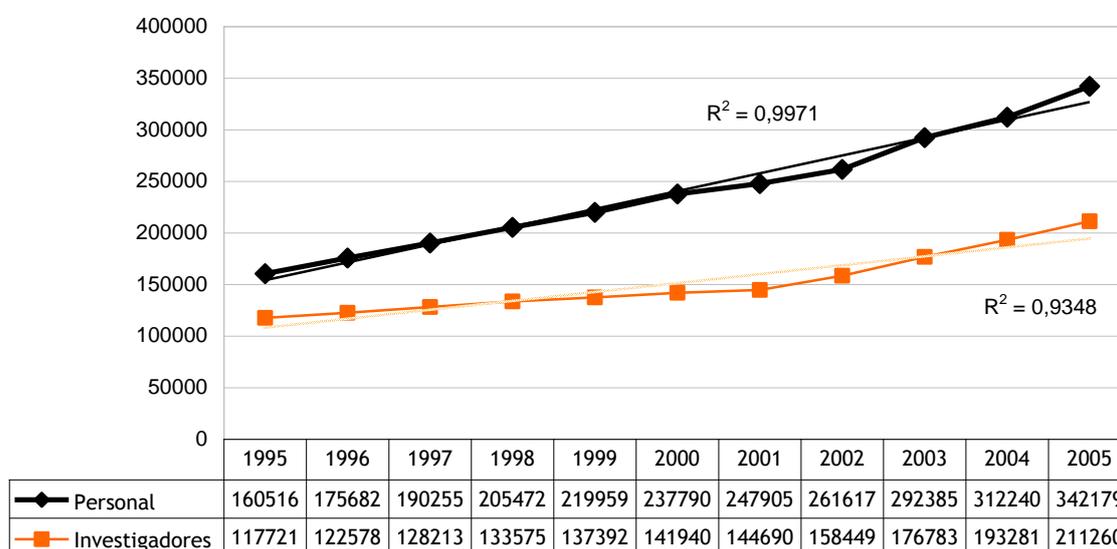
Fuente: UIS, Julio 2009

Según datos de la RICYT, en América Latina y el Caribe en el año 2005 había alrededor de 211 mil investigadores<sup>19</sup>. Esto supone un aumento del 79% frente a la cifra alcanzada en 1995 de 117.721, mostrando una línea de crecimiento continuo ( $r^2=0.93$ ), mientras que el incremento en el personal fue de 113%, con un crecimiento lineal ( $r^2=0.99$ ) (Figura 4.12).

<sup>19</sup> En la tabla 4.8 del Anexo resultados se recogen los datos de recursos humanos para LAC 1990-2005

El número de investigadores equivalente a jornada completa (EJC)<sup>20</sup>, por cada mil personas económicamente activas (PEA) nos ofrece información sobre la importancia relativa de la carrera investigadora en mercado laboral. En este caso el aumento ha sido del 40% pasando del 0.62% en 1995 al 0.87% en 2005<sup>21</sup>. Aunque existen significativas diferencias entre los países de la región, en general siguen siendo cifras que están muy alejadas de los promedio de países como USA con 9.6 investigadores por cada mil de la PEA, Japón con 11 ó España 5.7 (OCDE, 2009).

Figura 4.12. Evolución temporal de los Investigadores y Personal EJC (1995 - 2005)



Muchos analistas coinciden en que esta cifra sigue siendo escasa para mejorar la calidad de la investigación en la región. Si bien en Argentina o Chile los recursos humanos dedicados a actividades de ciencia y tecnología son relativamente numerosos, el panorama general de la región indica la existencia de una brecha respecto a los países de mayor nivel de desarrollo.

<sup>20</sup> La equivalencia a jornada completa (EJC), se calcula considerando para cada persona únicamente la proporción de jornada que dedica a I+D por año. Aún cuando la jornada (período) laboral normal puede diferir de un sector a otro, e incluso de una institución a otra, se toma como estándar la jornada promedio de cada uno de los sectores o instituciones, sin ajustarla a las particularidades que pudieran aparecer.

<sup>21</sup> Ver tabla 4.9 Anexo resultados

El sistema de desarrollo de recursos humanos no es el único factor que determina estos resultados, ya que solo explica el problema desde el punto de vista de la oferta, también es preciso considerar la demanda. Sistemáticamente las empresas han asignado poca prioridad a la inversión en conocimiento y la innovación tecnológica como medio importante de obtener beneficios. En términos generales, las universidades de la región producen más investigadores que los que demanda el sistema productivo. También se debe considerar que menos del 6% del personal que trabaja en las universidades tiene grado de doctor, y menos del 26% tiene al menos una especialización (García Guadilla, 1998). Salvando las diferencias que puedan existir entre los diferentes países, estos datos pueden dar información acerca de la calidad de la formación de los recursos humanos.

En la región existe igualmente un amplio crecimiento y diversificación de los programas de posgrado y por ende un creciente aumento del número de posgraduados, que evidentemente forman parte importante de los recursos humanos en I+D. Sin embargo, el crecimiento de este tipo de programas presenta algunos problemas debido a la naturaleza ambigua de los grados de master, puesto que bajo la misma denominación se pueden encontrar programas académicos que se enmarcan dentro de un doctorado y otros orientados a la formación profesional. Aunque en menor medida que las maestrías, el número de programas de doctorado también han sufrido un importante auge, como consecuencia del aumento de doctorados en Brasil, los cuales representan dos tercios del total de programas de doctorados de LAC (Barrere, Luchilo, y Raffo, 2004).

Una de las principales barreras para ampliar el stock de investigadores en LAC, es la falta de oportunidades de una carrera profesional. En la región la mayoría de las universidades han tenido poca o ninguna relación con el sector privado (Arocena y Sutz, 2001). En consecuencia los programas de doctorado no han llegado a ser vistos como una carrera profesional para el sector privado, sino principalmente asociados a una carrera profesional académica pública (Hansen y otros, 2002). Es pues necesario que los países de la región planteen un importante cambio que haga los programas de doctorado más atractivos y más

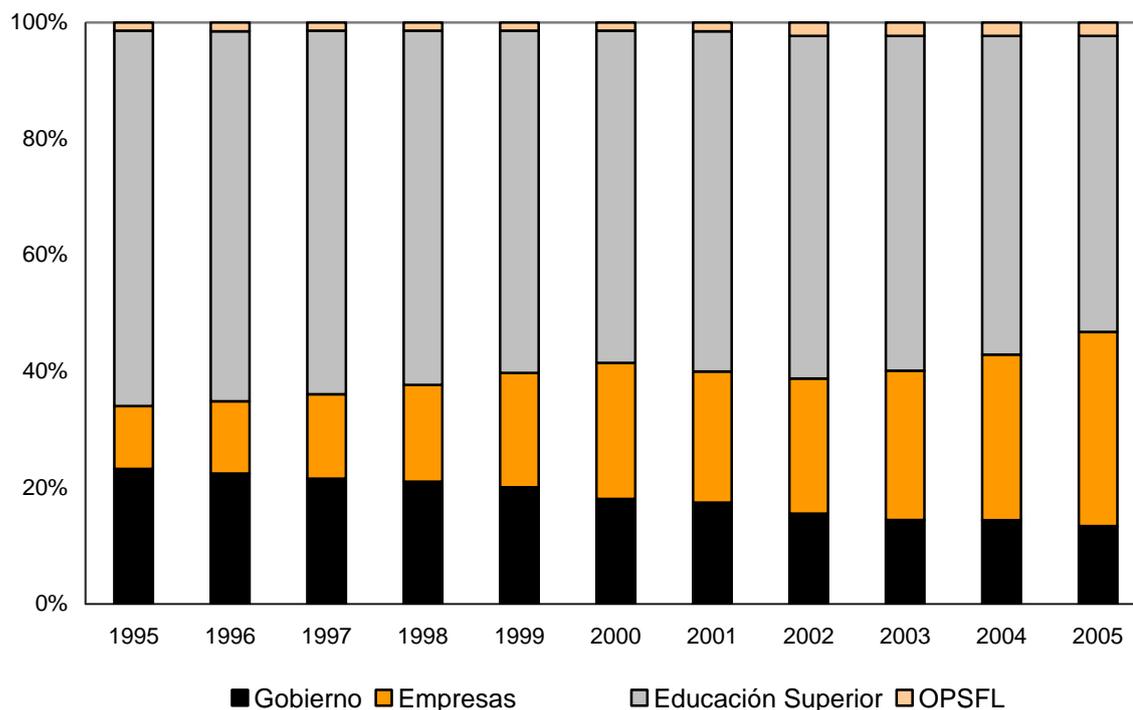
en consonancia con las necesidades de la economía. Esto podría permitir que los doctores tengan más posibilidades en el sector privado, lo que a su vez podría estimular el incremento en las matrículas de programas de doctorado.

En LAC pocos científicos e ingenieros trabajan en empresas privadas, entre 1995 y 2005 en promedio el 20% estaba ubicado en este sector, mientras que en el sector universidades se concentra alrededor del 58% del total de investigadores, según datos de la RICYT. En el caso de países miembros de la OCDE ocurre lo contrario donde alrededor del 60% de los investigadores trabajan en el sector privado, aunque este dato puede variar considerablemente de un país a otro. En los países de la Unión Europea este porcentaje está sobre el 50%, mientras que en Estados Unidos supera el 80%, en España el 30% o Japón el 70%. Como se observa en la Figura 4.13, el sector privado es el que más crece a lo largo del período cuyo peso se ha triplicado, pasando del 10% en 1995 al 33% en 2005. El sector público es el que ha perdido mayor peso con un incremento medio anual del -5,1%, seguido del sector universitario con -1,7%<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Ver tabla 4.10 Evolución temporal de investigadores EJC por países y sector (1995-2005) Anexo resultados

Figura 4.13. Evolución temporal de los investigadores por sector (1995-2005)



#### 4.3.1. Recursos humanos por países

Aunque la concentración de investigadores empleados en el sector público y universitario varía entre los diferentes países de la región, lo cierto es que la baja participación de investigadores en el sector privado es generalizada, un modelo que de nuevo contrasta con el que prevalece en los países de mayor desarrollo. Sin embargo, ello en parte es consecuencia de la baja tasa de participación en la financiación y ejecución de la I+D del sector productivo. Brasil es el que presenta mejores índices de participación en este sector, con un promedio de 30%, además este país junto con México son los únicos que superan la media regional del porcentaje de investigadores ubicados en empresas privadas, una situación en consonancia con la creciente incorporación del gasto privado en I+D en los últimos años. Para el caso argentino, los investigadores ubicados en las empresas han ido disminuyendo a lo largo del periodo, mientras que el sector público ha sido el que más ha crecido.

Como consecuencia de esta baja participación de investigadores en el sector empresarial y de la baja inversión de este sector en I+D, la región en general cuenta con escasas capacidades para desarrollar investigación aplicada, llevada a cabo principalmente por el sector privado (Cardoza, 1997).

Otro factor que se debe tener en cuenta en el incremento del stock de investigadores en los países en desarrollo, es el fenómeno cada vez más frecuente de la “fuga de cerebros” o migración cualificada como la denomina Pellegrino (Pellegrino, 2001), hacia regiones más desarrolladas, principalmente Norteamérica y Unión Europea. Existe consenso en que el nuevo modelo de producción de conocimiento ha difuminado las fronteras y lleva a un continuo nomadismo de los científicos, (Merton, 1973; Gibbons y otros, 1994). Como plantea Gaillard y Gaillard (Gaillard y Gaillard, 1997), la ciencia se basa por naturaleza en la circulación de personas e ideas, por lo que la migración de profesionales actualmente constituye una característica intrínseca del conocimiento científico. En LAC sin embargo, el fenómeno de la emigración no parece seguir este paradigma, puesto que las cuestiones que subyacen bajo este fenómeno no siempre son la necesidad de intercambio de conocimiento.

Según datos del National Science Foundation (NSF)<sup>23</sup>, las razones que han motivado a los científicos e ingenieros de Sudamérica a viajar a los Estados Unidos es la posibilidad de mejorar su nivel educativo, sin embargo para los de Centroamérica y el Caribe parecen prevalecer más las razones familiares y económicas (Kannankutty y Burrelli, 2007). Entre 1996 y 2006 obtuvieron el grado de doctor en Estados Unidos 7.382 investigadores, de los cuales el 25% provenían de México, en segundo lugar Brasil con el 20%. Este último sin embargo ha mantenido un descenso sostenido desde 1999, paralelo al incremento que han tenido los programas de doctorado en este país como lo indicamos anteriormente. Cabe también mencionar el importante incremento de los doctores graduados en Estados Unidos de Argentina y Colombia a partir de 2002.

---

<sup>23</sup> Disponible en [www.nsf.org](http://www.nsf.org)

Si tenemos en cuenta las intenciones de permanecer en el país, Brasil y Chile entre 2000 y 2003, son los que se quedan con la menor tasa, mientras que Argentina y Perú concentran el mayor porcentaje de doctores con planes de quedarse en los Estados Unidos, alcanzando 73% y 77% respectivamente, un escenario nefasto para el país (Tabla 4.11).

**Tabla 4.11. Doctorados formados en Estados Unidos con intención de quedarse**

Appendix table 2-33

(Page 5 of 5)

Plans of foreign recipients of U.S. S&E doctorates to stay in United States, by field and place of origin: 1992–2003

Field and place of origin	Foreign S&E doctorate recipients			Plans to stay (%)			Definite plans to stay (%)		
	1992–95	1996–99	2000–03	1992–95	1996–99	2000–03	1992–95	1996–99	2000–03
North/South America.....	716	813	823	50.4	55.7	59.5	27.4	37.5	41.1
Canada .....	166	177	166	62.0	76.8	77.7	43.4	57.1	51.8
Mexico.....	99	143	215	43.4	44.1	51.6	20.2	28.7	36.3
Argentina .....	38	46	41	71.1	82.6	73.2	44.7	60.9	61.0
Brazil .....	173	203	123	24.9	34.0	40.7	8.7	21.2	27.6
Chile .....	31	17	36	35.5	29.4	30.6	22.6	17.6	27.8
Colombia .....	39	30	64	59.0	60.0	62.5	25.6	33.3	42.2
Peru.....	31	27	22	87.1	81.5	77.3	41.9	40.7	54.5
Other .....	139	170	156	60.4	60.0	65.4	30.2	40.0	42.3
Country unknown.....	38	103	108	94.7	73.8	20.4	26.3	32.0	5.6

S = suppressed for reasons of confidentiality

\*Includes Hong Kong.

NOTES: Data include permanent and temporary residents. Recipients who plan to stay report plan to locate in United States; those with definite plans report postdoctoral research appointment or definite employment plans in United States.

SOURCE: National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics, Survey of Earned Doctorates, special tabulations (2004).

Science and Engineering Indicators 2006

Aunque los datos sobre emigración son escasos y no permiten un análisis detallado de la situación, Pellegrino describe las tendencias y consecuencias de este fenómeno en la región (Pellegrino, 2000; Pellegrino, 2001). Una de las causas de este fenómeno está relacionada con los problemas políticos, sociales y económicos que ha afrontado la región a lo largo de su historia y que obliga a la movilidad de sus científicos en búsqueda de mejores oportunidades, y en pocos casos retornarán a su país de origen a menos que cambie sustancialmente la situación.

El perfil de los emigrantes de LAC y el tipo de flujos de migración varía entre países. Según los estudios de Pellegrino, los emigrantes de América Central incluido México tienen en promedio un bajo nivel educativo, mientras que en el caso de Argentina, Venezuela y Chile, el porcentaje de personas con doctorado sobrepasa el promedio de emigrantes regionales. Argentina, Brasil y

Venezuela, tienen la mayor proporción de emigrantes científicos e ingenieros en relación a su población, indicando un fuerte flujo de personal cualificado. En general aunque predominan los menos cualificados en el volumen total, el número de emigrantes cualificados es muy importante en relación a la dotación de personal con nivel educativo similar en los respectivos países de origen. Igualmente, escasean los estudios que permitan determinar si la migración es transitoria o permanente, esta situación también estará fuertemente influenciada por la estructura de los sistemas de ciencia y tecnología de cada país, y de los programas que pongan en marcha para su retorno.

Brasil es uno de los países que presenta una situación más favorable, puesto que alrededor del 80% de sus doctores de áreas tecnológicas o ciencias básicas están ubicados en universidades nacionales o instituciones de investigación, y alrededor del 85% de estos contribuyen a la producción científica nacional (Velloso, 2004). Igualmente Chile y Costa Rica, han sido capaces de retener a la mayoría de los investigadores que han formado, para lo que han aplicado importantes políticas de inserción de este personal en el sistema. En este sentido Argentina, uno de los países más afectados por la diáspora de sus investigadores, ha creado el programa Raíces, cuyo principal objetivo es lograr la permanencia de investigadores en el país y el retorno de aquellos ubicados en el exterior e interesados en desarrollar actividades en el país.

También es necesario tener en cuenta la insuficiente oferta de programas de doctorado lo que hace que un número importante de estudiantes completen sus estudios en países avanzados. Estos en su mayoría no retornan a su país de origen, sumándose al listado de personal cualificado que emigra continuamente. Se estima que entre 1961 y 1983, 700 mil profesionales altamente cualificados emigraron a USA, Canadá y Reino Unido, el equivalente a casi cuatro veces el total de investigadores a jornada completa en la región, el flujo de emigración sigue creciendo ampliamente desde entonces.

Los datos que recoge la RICYT para los países de la región en cuanto a recursos humanos dedicados a Actividades de Ciencia y Tecnología se

presentan tanto para Investigadores, como para el total de personas físicas en equivalencia a jornada completa (EJC) vinculadas a estas actividades. Es necesario señalar la falta de series de datos completas en la mayoría de los países. Además, existen variaciones en la medición de estos datos, como el caso de Chile que pasa de 7 mil investigadores EJC en 2002 a 12 mil en 2003, esto se debe a que a partir de este año se suman a los datos de RRHH la información proveniente del sector privado. En el caso cubano no presenta datos referentes a personal EJC<sup>24</sup>.

En este apartado, sigue siendo Brasil el que concentra el mayor número de investigadores EJC de la región (28%). México es el segundo país con mayor número de investigadores y su peso promedio a nivel regional está cercano al de la inversión bruta con un 17%. Argentina, es el tercer país con mayor número de investigadores, en este país se concentra el 11% de los investigadores de LAC. Por lo tanto, estos tres suman casi el 56% del total de investigadores EJC de LAC. En Argentina, sin embargo, aunque ha tenido un incremento constante en el número de investigadores, su proporción a nivel regional ha disminuido del 15% en 1997 al 11% en 2005, en beneficio de otros países como México que ve incrementar su cuota del 16% en 1995 al 20% en 2005. El resto de países que tiene una aportación más o menos significativa son Chile (4%), Cuba (3,5%) y Colombia (2,3%).

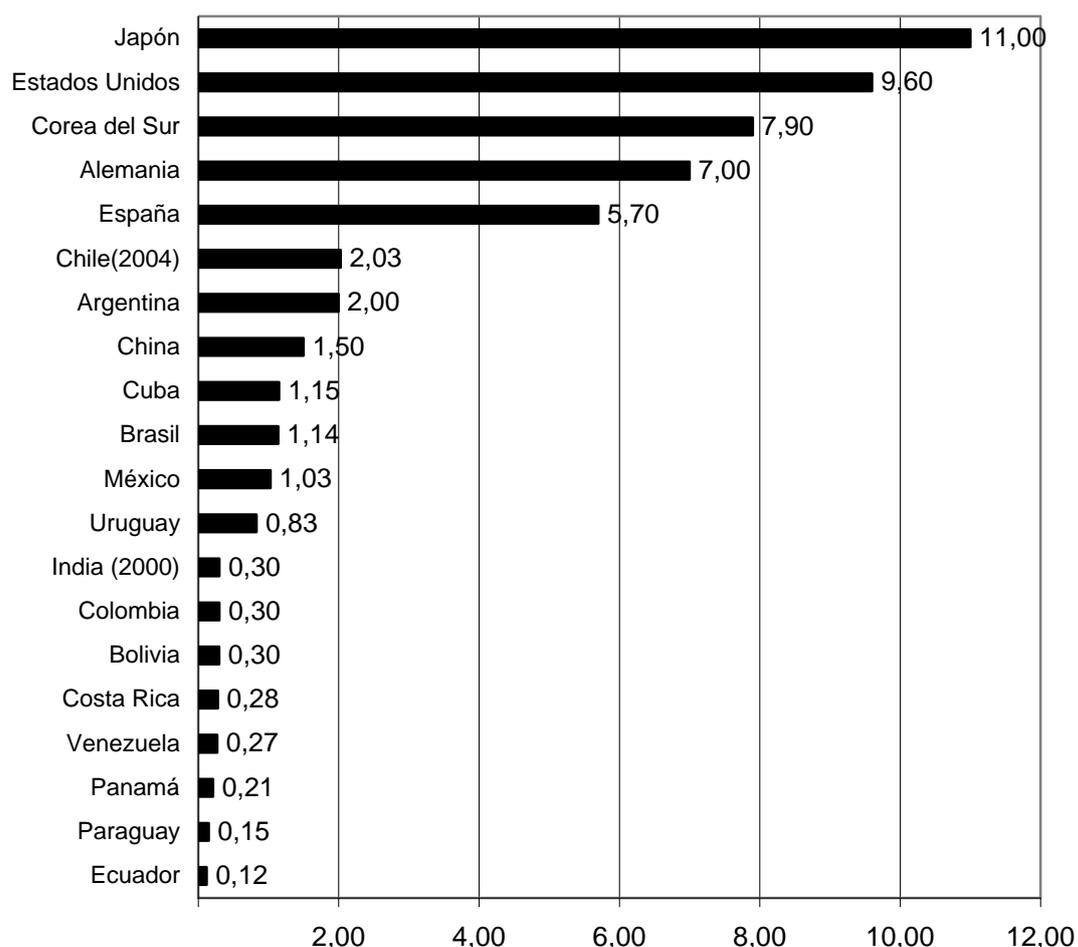
Los países de América Latina y el Caribe difieren considerablemente en términos de población y tamaño de fuerza de trabajo. Por ello no sólo se debe tener en cuenta el porcentaje de participación de investigadores en la población como medida del esfuerzo nacional o regional, sino también y más útil aún es el tener datos sobre el personal involucrado activamente en actividades de I+D en relación a la población económicamente activa (PEA), lo que viene a indicar la base científica de una economía. Argentina y Chile con dos investigadores por cada mil de la PEA (para el último año que aportan datos) son los que

---

<sup>24</sup> Ver la tabla 4.12 del Anexo resultados donde se recogen los datos sobre el total de investigadores en I+D en EJC por países para el periodo 1995-2005.

mejores cifras alcanzan, les sigue Brasil, Cuba y México con un investigador, el resto se queda por debajo de esta cifra (tabla 4.9 Anexo resultados). De nuevo la comparativa con otras economías deja ver la amplia diferencia que existe (Figura 4.14).

**Figura 4.14. Investigadores por cada 1000 integrantes de la PEA, países seleccionados (2005)\***



\* O último año disponible

### 4.3.2. Gasto por investigador

El gasto promedio por investigador en la región durante el período fue de alrededor de 70.000 dólares, valor que ha ido disminuyendo con una tasa de variación anual del -8%, pasando de de 81 mil dólares en 1995 a 54 mil en 2005. Por encima de esta media sólo están Panamá con 122 mil, México con

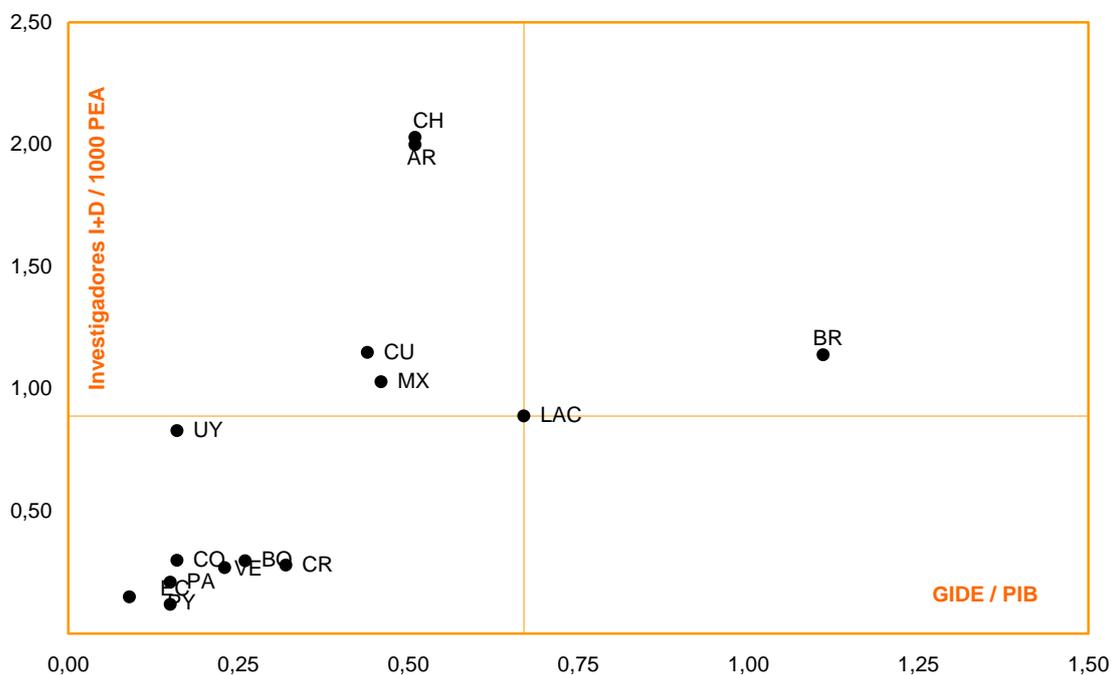
78 mil, Brasil con 72 mil y Venezuela con 81 mil, aunque hay que anotar que este último, presenta estos datos sólo para el total de personas físicas. Argentina, aunque concentra un importante número de investigadores de la región, sólo alcanza una media de 35 mil dólares por investigador, y se encuentra en niveles similares a los de Bolivia que gasta 33 mil por investigador. Argentina ha experimentado un descenso progresivo en el gasto por investigador durante todo el período, pasando de gastar 49 mil dólares en 1996 a 13 mil en 2005. La caída más importante la registra en 2002<sup>25</sup>.

Cuando se correlacionan las variables de esfuerzo en I+D y los recursos dedicados a I+D en relación a la población económicamente activa (PEA) en 2005 (Figura 4.15), se observa como Argentina y Chile son los países con el mayor índice de investigadores por cada mil de la PEA, mientras que en esfuerzo se ubican por debajo de la media regional. Brasil, por el contrario, alcanza una alto esfuerzo en I+D en relación al grupo, mientras que tiene una relativa baja dotación de investigadores. No obstante, es el único que se ubica en el cuadrante superior derecho superando la media regional en ambas variables. Cuba y México también superan la media regional en investigadores pero se alejan de la media de esfuerzo. Venezuela y Colombia, dentro de los países más grandes, no alcanzan la media regional en ninguna de las dos variables.

---

<sup>25</sup> Ver tabla 4.13 Anexo resultados

Figura 4.15. Correlación entre intensidad del esfuerzo en I+D e investigadores por cada mil integrantes de la PEA (2005)\*



\*O último año disponible

## Conclusiones

- Se observa en general escasa inversión en actividades de ciencia y tecnología y baja prioridad de estas actividades en la agenda política.
- Alta dependencia del sector público tanto en la financiación como en la ejecución del gasto en I+D en detrimento del sector privado.
- Crecimiento de la inversión con muchos altibajos. Los sistemas científicos son altamente sensibles al contexto socioeconómico, tal como lo demuestran los efectos que la crisis brasileña y sobretodo la argentina tuvieron en los insumos del sistema. Esta falta de regularidad puede llegar a destruir capacidades adquiridas en ciclos anteriores, con efectos muy negativos en la consolidación de los sistemas científicos y los agentes que forman parte de él.
- Baja dotación de recursos humanos. A nivel regional, Chile y Argentina son los países con mayor proporción de investigadores en relación a la población económicamente activa. No obstante en la comparativa

mundial, los países de la región siguen estando bastante rezagados incluidos estos dos.

- La mayor proporción de investigadores se ubican el sector gubernamental o en las instituciones de educación superior, estos son los sectores que ofrecen mayores posibilidades de una carrera investigadora.

# CAPÍTULO 5

---



## PRODUCCIÓN CIENTÍFICA



## **CAPÍTULO 5: PRODUCCIÓN CIENTÍFICA**

**E**n el presente capítulo se pretende conocer la capacidad de generación de conocimiento de la región medido a través del número de publicaciones. A partir de los datos obtenidos del SJR describiremos la tendencia general de los patrones de publicación en la región y de los principales productores en un marco comparativo regional e internacional. Analizaremos además el impacto y visibilidad internacional de la ciencia que se produce en la región a través de la citación. Finalmente, hacemos un análisis de las fortalezas temáticas en función de su especialización y visibilidad.

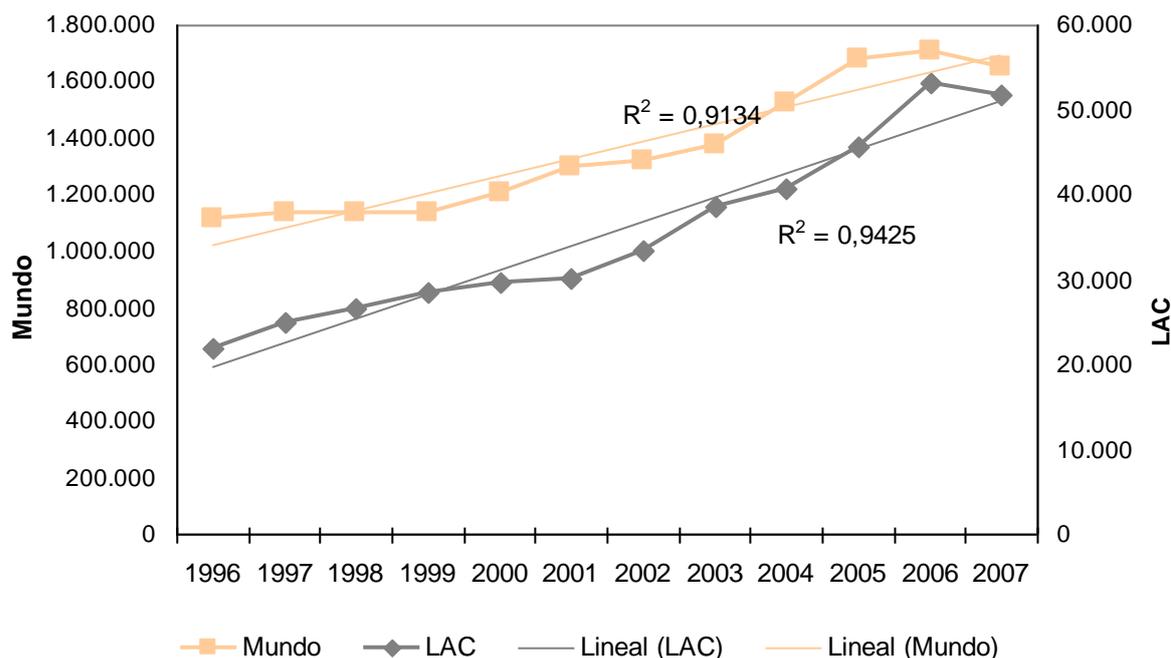
### **5.1. LAC en el contexto mundial**

La producción científica en LAC ha experimentado un significativo incremento en las últimas décadas, no sólo en términos absolutos sino también en términos relativos. Según datos de ScienceWatch, pasó de representar menos del 1.5% de las bases de datos de ISI-Wos en 1981 al 3.2% en 2000 (ScienceWatch, 2001). Es además una de las regiones que ha experimentado las mayores tasas de crecimiento (Grupo Scimago, 2007a; UNESCO 2005a;

Hill, 2004) una tendencia que se ha mantenido a lo largo del tiempo, lo que parece indicar que la región seguirá ganando terreno en este ámbito.

El crecimiento absoluto de la producción regional en Scopus ha sido de 137% durante el período estudiado, pasando de 21.809 documentos en 1996 a 51.833 en 2007, mientras su peso a nivel mundial pasó del 1.96% al 3.13% en el mismo periodo. En la figura 5.1 se presenta los datos de producción total tanto para el mundo como para LAC. La tasa de crecimiento medio para la región fue de 8.35%, duplicando el promedio mundial que se queda en 3.74%. El crecimiento fue mayor en el segundo sexenio tanto para la región (9%) como para el mundo (4%), mientras que en el primero los datos fueron de 6% y 3% respectivamente<sup>26</sup>.

Figura 5.1. Crecimiento anual de la producción en el Mundo y LAC (1996-2007)



A pesar del alto crecimiento de la producción científica regional su cuota de participación en la producción mundial sigue siendo escasa en relación a las otras regiones (figura 5.2). En términos relativos Asia es la región que más ha crecido, aumentando su participación mundial en casi diez puntos porcentuales

<sup>26</sup> La distribución cronológica de la producción total mundial y de LAC se recoge en la tabla 5.1 del Anexo resultados.

para ubicarse, en 2007 en los mismos niveles de Norte América con 23% de la producción científica mundial.

LAC junto con Asia son las regiones que alcanzan una de las mayores tasas de crecimiento medio (8%), no obstante, su peso mundial escasamente supera el 3%. A pesar del importante esfuerzo de Norte de África que logra duplicar su peso en la producción científica mundial, lo cierto es que sigue siendo una cifra marginal de 0.32% en 2007. El resto de regiones de África (Centro y Sur), además de partir de escasos índices crecen en muy poca proporción para lograr mejorar sus cifras de forma significativa. Otras regiones como Europa del Este o el Pacífico, se han mantenido en los mismos niveles durante todo el periodo<sup>27</sup>.

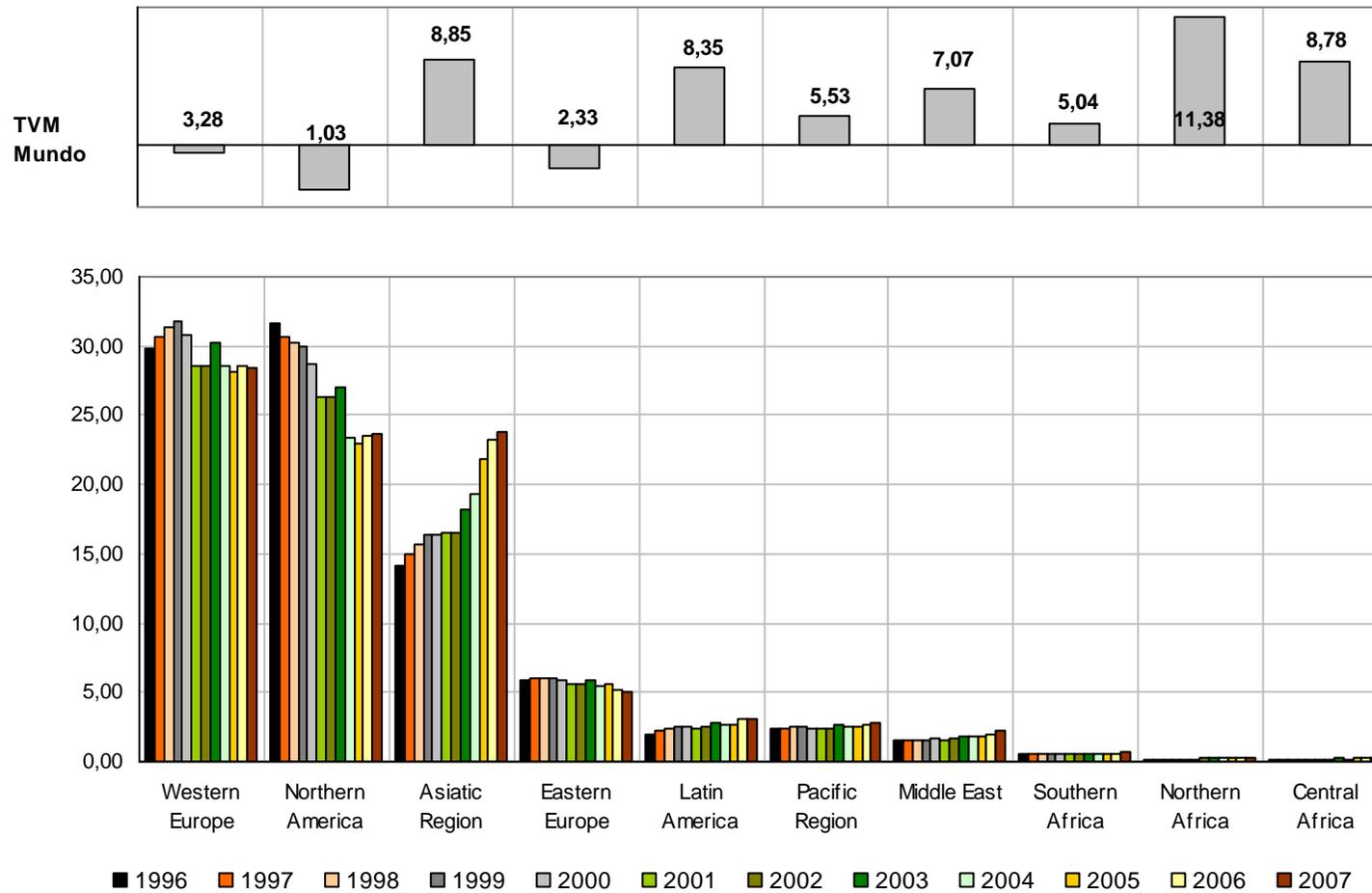
Las dos regiones con mayor peso en la producción mundial, han perdido peso. América del Norte retrocede alrededor de ocho puntos porcentuales lo que supone una caída del 25%. Europa Occidental también pierde peso, aunque registra una caída mucho menos acentuada, perdiendo sólo un punto porcentual con una tasa de variación del -4%. Una tendencia por otra parte normal teniendo en cuenta su volumen de producción, ya que en esta materia la posibilidad de crecimiento es inversamente proporcional al volumen neto de las publicaciones.

Según los datos de Moya-Anegón y Herrero-Solana; Zenteno-Savín y otros, la productividad científica de los países y su visibilidad, tienen una alta correlación con los recursos invertidos, así que cuanto menos sorprende que este amplio crecimiento de la producción científica no esté acompañado por un incremento paralelo de la inversión en I+D (Moya-Anegón y Herrero-Solana, 1999; Zenteno-Savín, Oliveira Belebóni y Hermes-Lima, 2006). Hermes-Lima y otros sugieren que este alto aumento de las publicaciones quizás sea a costa de su calidad, o que quizás sólo se trate de un efectivo uso de los recursos invertidos (Hermes-Lima y otros, 2007a).

---

<sup>27</sup> en las tablas 5.2 y 5.3 Anexo resultados, se presenta la distribución total y porcentual de cada una de las regiones.

Figura 5.2. Distribución porcentual anual de la producción mundial por regiones y tasa de crecimiento medio interanual



Podríamos añadir otras cuestiones tales, como si la falta de recursos invertidos en I+D la compensan a través de la financiación externa, o través de la colaboración internacional. De cualquier modo los investigadores de la región arrastran importantes desventajas con respecto a sus colegas de otras regiones desarrolladas, dentro de las que se pueden subrayar bajos salarios, difícil acceso a las fuentes de información, inestabilidad laboral, entre otros. Es por ello que cabe preguntarse ¿a qué factores se debe entonces el alto incremento de la producción en la región?

Podría pensarse que este incremento se puede deber a la amplia cobertura de la fuente con la que trabajamos. Sin embargo, el alto incremento de la producción regional también se notó en las bases de datos de ISI-WOS, donde la cobertura de las revistas de la región sigue siendo bastante escasa. Otra hipótesis podría ser que el amplio crecimiento de Brasil ha sido el que ha marcado la tendencia regional. Sin duda la progresión de este país ha ayudado fuertemente a alcanzar estas tasas de crecimiento, no obstante, esta tendencia ha sido generalizada en los países de mayor peso en los últimos veinte años (Glanzel, Leta y Thijs, 2006; Hermes-Lima y Otros, 2007; Russell, Del Río y Cortés, 2007).

Igualmente las altas tasas de crecimiento de la producción científica frente al escaso incremento en la intensidad de la inversión en I+D comparado con países desarrollados, reflejan la naturaleza del tipo de investigación que se lleva a cabo en la región. Ésta es menos costosa y con pocas posibilidades de destacar en frentes como la biología molecular, biofísica ó astrofísica donde la infraestructura y la tecnología punta que se requiere para su desarrollo, difícilmente es accesible para los investigadores de los países.

Así pues, el alto nivel de crecimiento en revistas de corriente principal, por los datos con los que contamos de inversión y de recursos humanos dedicados a la I+D, parece estar jalonado por la capacidad personal que tienen los científicos para ser creativos y eficientes con los escasos recursos con los que cuenta y por la presión cada vez más urgente que ejerce el medio de publicar en estas revistas para recibir financiación o remuneraciones a su trabajo.

(Barcinski, 2003; De Meis y otros, 2003; Louzada y Silva-Filho, 2005; Zenteno-Savín, Oliveira Beleboni y Hermes-Lima, 2007).

### 5.2. Producción por países

En este apartado nos centraremos en ver detalladamente la producción científica y su evolución a lo largo de los últimos doce años, de los diez principales productores de la región<sup>28</sup>.

Todos los países alcanzaron un crecimiento positivo, aunque con diferente intensidad (Figura 5.3). Perú alcanzó la mayor tasa de variación media anual con 13%, seguido por Colombia (12%) y Brasil (11%), también Cuba y Chile se ubican por encima de la media regional. En el lado opuesto Puerto Rico y Venezuela con solo el 3%. Brasil el país con mayor peso de la región, es además uno de los que más ha crecido a lo largo del periodo, con lo que su peso en la producción total ha pasado del 38% al 50%, aumentando la concentración geográfica puesto que el resto de países no logran contrarrestar su peso a nivel regional. A nivel mundial también ha logrado aumentar su peso relativo del 0.76% a 1.59%. En este sentido hay que recordar que la política de Scopus para incluir revistas es de tipo comercial y Brasil dentro de los países emergentes se sitúa como un importante cliente. Esta situación ha favorecido la cobertura de mayor número de revistas nacionales y por ende ha mejorado notoriamente sus datos de producción.

En segundo lugar se encuentra México con el 19% del total de la producción regional, con un promedio de crecimiento menor que la media regional (7%), por lo que su peso relativo en la región ha experimentado un leve descenso pasando del 20% en 1996 al 17% en 2007<sup>29</sup>.

---

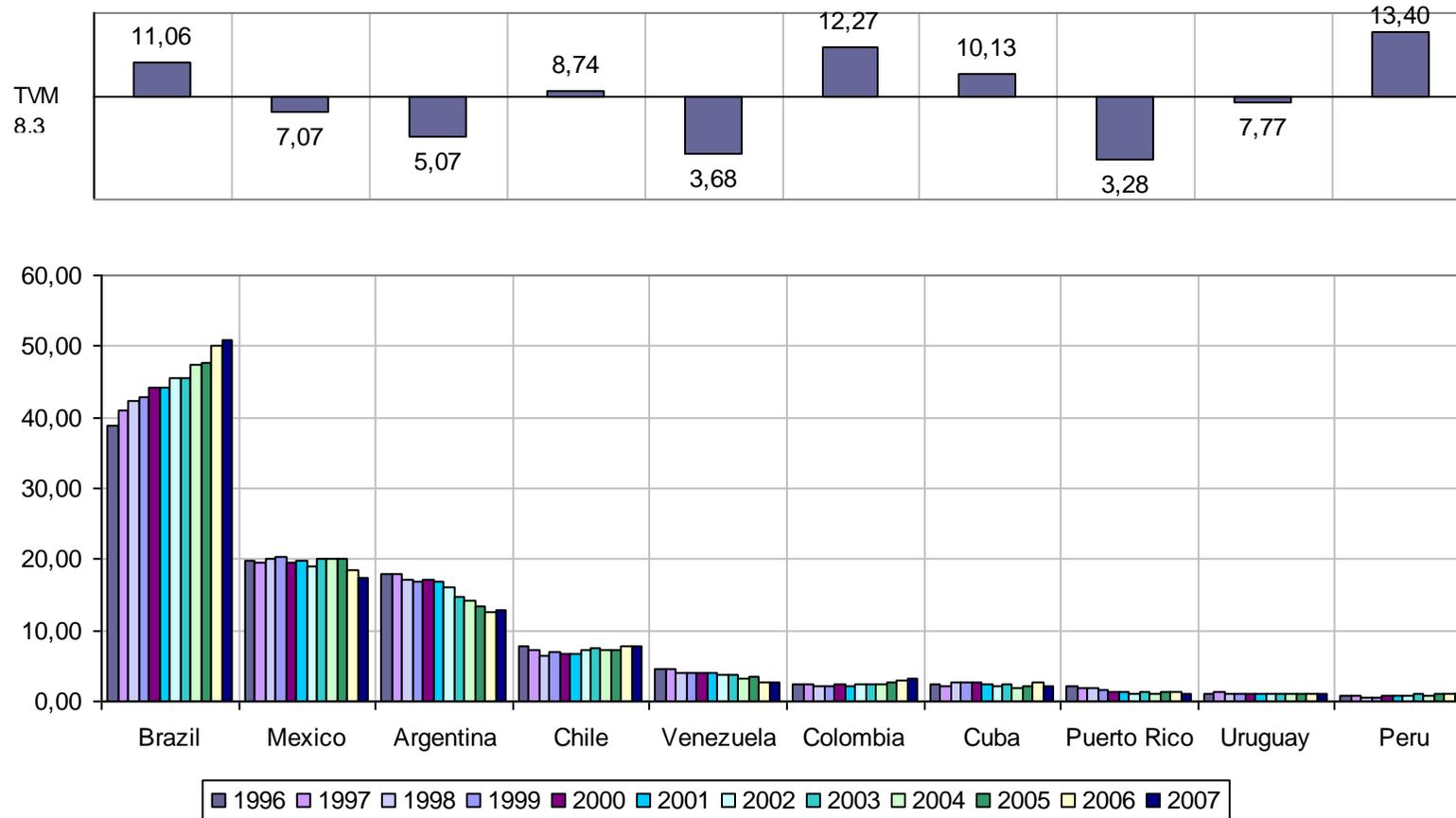
<sup>28</sup> En la tabla 5.4 del Anexo resultados se presenta la distribución anual del total de publicaciones para todos los países que tienen alguna publicación en Scopus y su peso porcentual en el total regional

<sup>29</sup> Ver tabla 5.5 Anexo resultados

En tercer lugar Argentina que representa el 15% del total de la producción regional y una tasa de crecimiento anual del 5%. Al igual que México experimenta un descenso aunque mucho más acusado, pasando de representar el 18% en 1996 a representar el 13% en 2007, lo que supone una caída del 28%. Sólo en estos tres países, se agrupa el 80% de las publicaciones que se firman en la región, lo que manifiesta la alta concentración en cuanto a distribución geográfica de la producción científica se refiere.

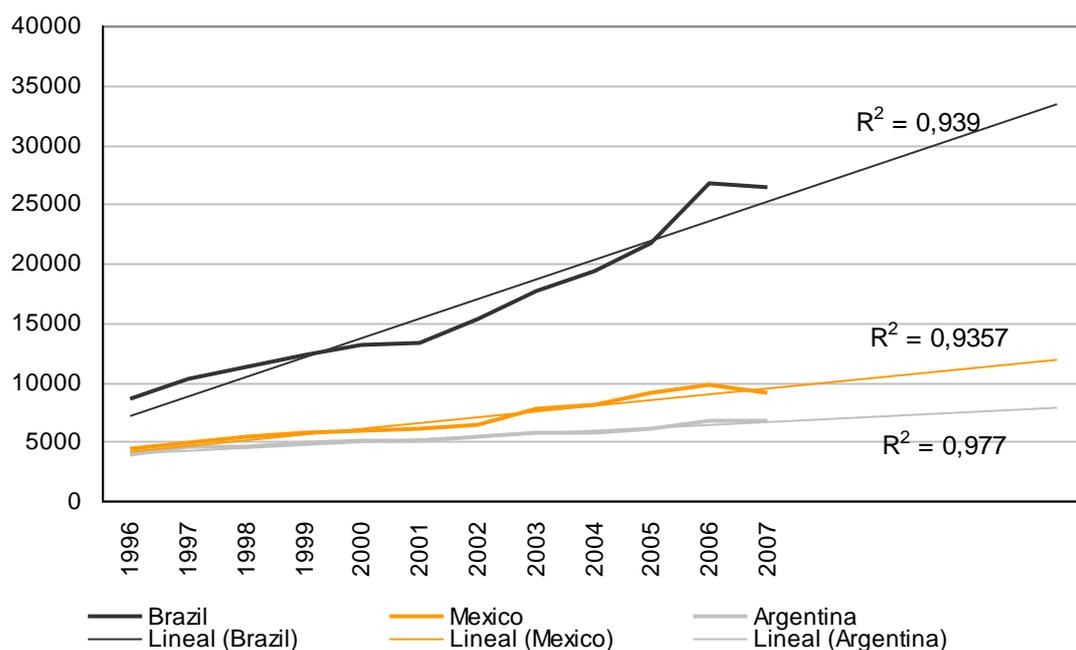
Existen cuatro países que tienen un peso medio con porcentajes que oscilan entre el 2 y el 7 por ciento y que suman el 15% del total de la producción regional. Estos países son: Chile (7%), que ha mantenido su peso relativo alrededor de esta cifra a lo largo del periodo. Venezuela (3%) que ha experimentado un descenso sostenido pasando del 4.5% en 1996 al 2.6% en 2007. Colombia (2.6%) que junto con Brasil, Perú y Chile son los únicos que han ganado terreno en cuanto al peso relativo en la región. Los otros 41 países restantes que cuentan con alguna publicación en Scopus, sólo representan el 5% del total regional, con porcentajes en su mayoría igual o menor al 1%.

Figura 5.3. Evolución anual porcentual de la producción por países en relación al total regional y tasa media de variación interanual del total de producción



Brasil además de ser el mayor productor es uno de los países que más crece, por lo que de seguir esta tendencia, cada vez será más marcada la diferencia con el resto. Las líneas de crecimiento que marcan México o Argentina no muestran un aumento que a corto plazo permita igualarse al crecimiento de Brasil y tal como se observa en la figura 5.4 el crecimiento es lineal divergente.

**Figura 5.4. Distribución del total de publicaciones de los tres primeros productores (1996-2007)**



### 5.3. Visibilidad e Impacto

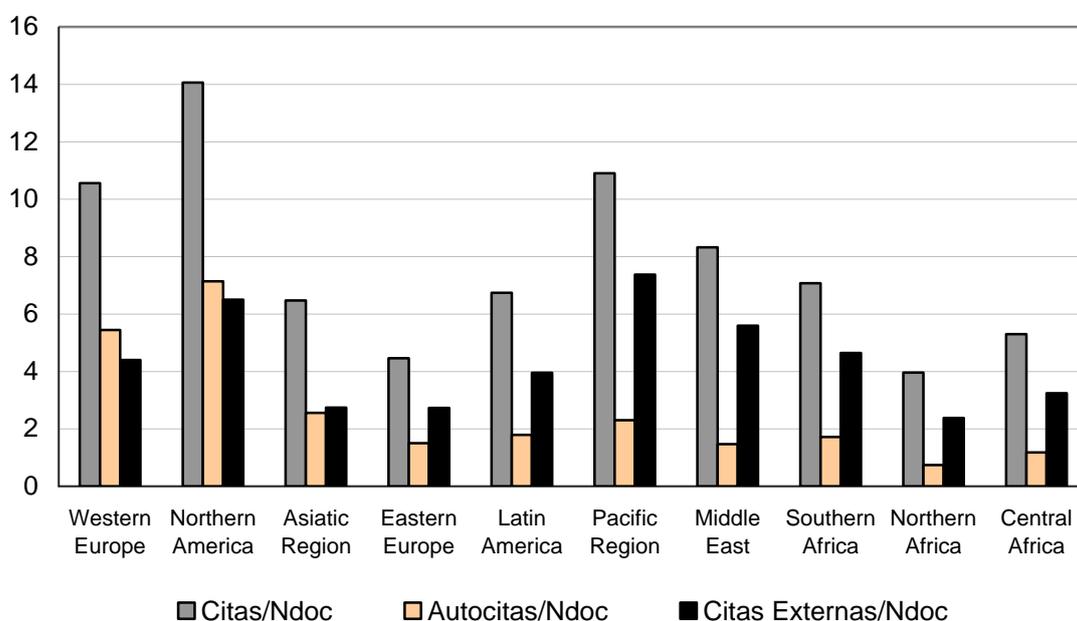
Como lo apuntaron Leta y Chaimovich (Leta y Chaimovich, 2002) el reconocimiento es proporcional al tamaño de la comunidad científica, así que debe suponerse que el importante incremento de la producción regional debería ir acompañado de un mayor impacto medido por el número de citas.

En la figura 5.5 se recogen los datos de citas, autocitas y citas externas por documento para cada una de las regiones. En este caso, la autocitación son las citas que hacen los autores a sus colegas en la misma región, por lo que es un contexto diferente al tema de las autocitas que se hacen los propios autores y a la que tantas discusiones ha llevado. Sin embargo, en este escenario es necesario tener en cuenta el factor tamaño. El promedio de autocitas en las dos

regiones más productivas está por encima del 50% y como se observa en el gráfico son las únicas donde el promedio de autocitas por documentos es superior a las citas externas por documento. Esto parece lo más lógico, teniendo en cuenta que es donde se origina la ciencia de corriente principal y el gran tamaño de su comunidad científica.

En el caso de LAC, alrededor del 31% de las citas son autocitas, en la región de Asia llega al 48% y Europa del Este 35%, que a la vez son la tercera y cuarta en total de producción, por lo que existe una alta correlación entre tamaño y autocitación. Norte América es la región que logra el mayor promedio de citas por publicación (14), seguida por la región del Pacífico (10.9), que supera ligeramente Europa Occidental (10.5). En el lado opuesto Norte de África con una media de 3.9, seguida por Europa del Este con 4.4 citas de media. En América Latina está en torno a 6.7 citas por trabajo, por debajo de la media mundial que se ubica en 8.7 citas y sólo por encima de las cifras de Norte y Centro de África y Europa del Este.

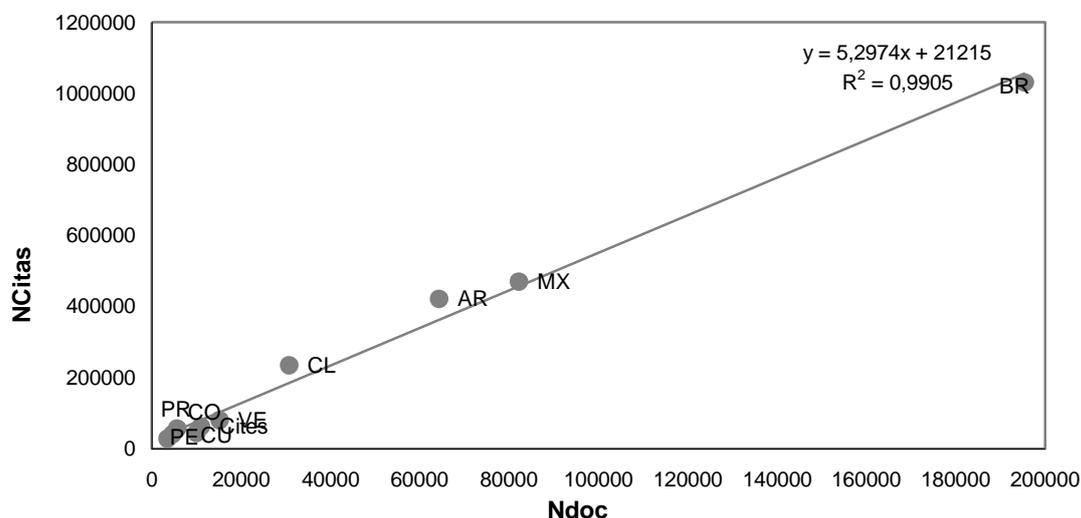
**Figura 5.5. Citas, Autocitas y citas externas por documento por regiones**



En la figura 5.6 se puede observar la alta correlación que existe cuando comparamos la producción de los diez primeros productores y sus datos de citación ( $r^2=0.99$ ). Argentina y Chile están ligeramente por encima de la línea de regresión mientras que los países de menor tamaño con muy poco peso en

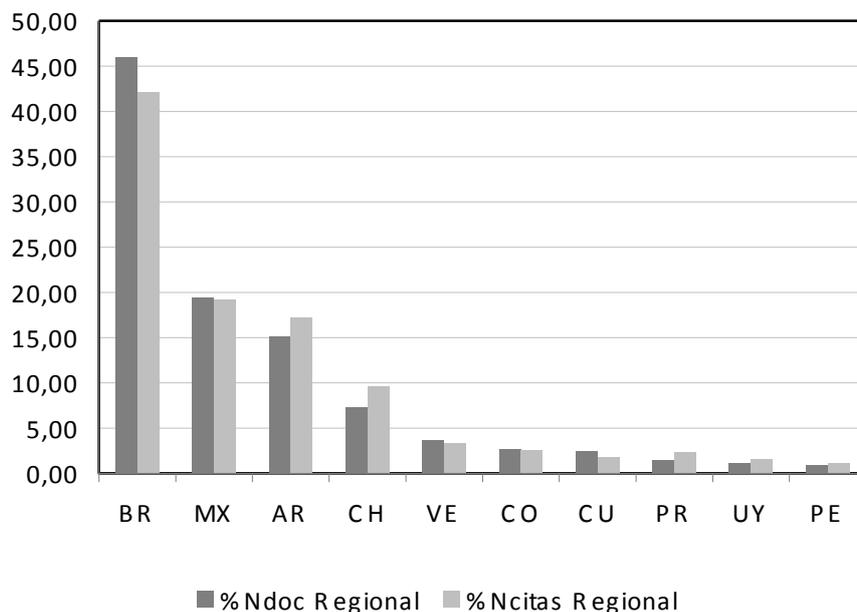
la producción y citación regional, están ubicados por debajo de la línea de regresión.

**Figura 5.6. Correlación entre el número total de citas y documentos (diez mayores productores)**



En general se observa una participación regional homogénea de los países tanto en producción como en citación. Brasil representa alrededor del 46% del total de la producción regional mientras que su peso en el total de citas baja hasta el 42%. México por su parte tiene el mismo peso, tanto en producción como en citación 19%. Argentina como hemos visto ha perdido peso en el total de publicaciones, no obstante, su aportación en el total de citas tiene mayor peso de lo que se podría esperar, con 15% de producción y 17% en citas. Igual situación se da en Chile donde su peso en citas también está dos puntos por encima de su aportación en la producción regional. Puerto Rico es donde se observa la mayor diferencia, aportando 1.6 veces más en citación que en producción (Figura 5.7).

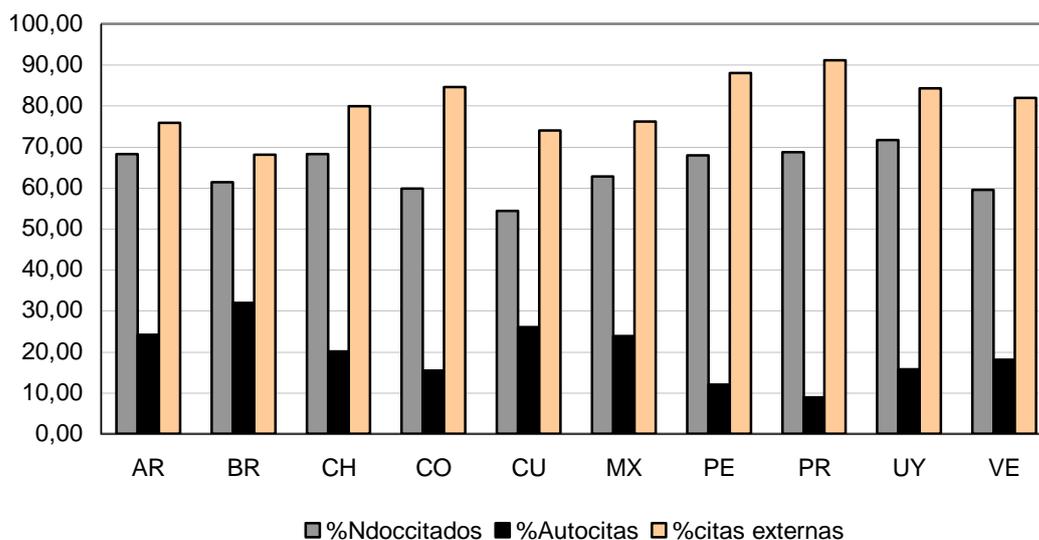
Figura 5.7. Peso relativo de los diez primeros productores en el total de producción y citación regional



Por el contrario, no hay ninguna correlación entre tamaño científico y número de documentos citados (figura 5.8). Cuba es el país que tiene el menor número de documentos citados en relación a su producción y después de Brasil el que tiene la tasa más alta de autocitas. En este caso las altas tasas de autocitación podrían estar relacionadas con la dificultad de los investigadores cubanos para acceder a fuentes bibliográficas extranjeras. Tal como decíamos, Brasil es el país con la tasa más alta de autocitación y una de las más bajas tasas de documentos citados. En este caso la alta cobertura de revistas nacionales ha ayudado a aumentar su productividad en detrimento del impacto internacional. Por el contrario, los que tienen menor número de revistas nacionales como Puerto Rico, Perú o en el caso de Uruguay que no tiene ninguna revista nacional indexada en Scopus, son los que alcanzan en general mayor visibilidad internacional<sup>30</sup>.

<sup>30</sup> Ver Tabla 5.6 Anexo resultados donde se recogen los indicadores de citación para los diez mayores productores

Figura 5.8. %NdocCitados , %Autocitas y %Citas externas por países



Cuando comparamos las posiciones que ocupan los países en el ranking mundial tanto en producción como en citación al inicio y fin del periodo, se observan algunas diferencias (Tabla 5.7). Sólo tres países de los diez que estudiamos ganan terreno en ambos apartados. Estos países son Brasil y Colombia que suben seis puestos en ambos apartados y Perú que sube 20 puestos en el ranking de citas y 12 en el de producción.

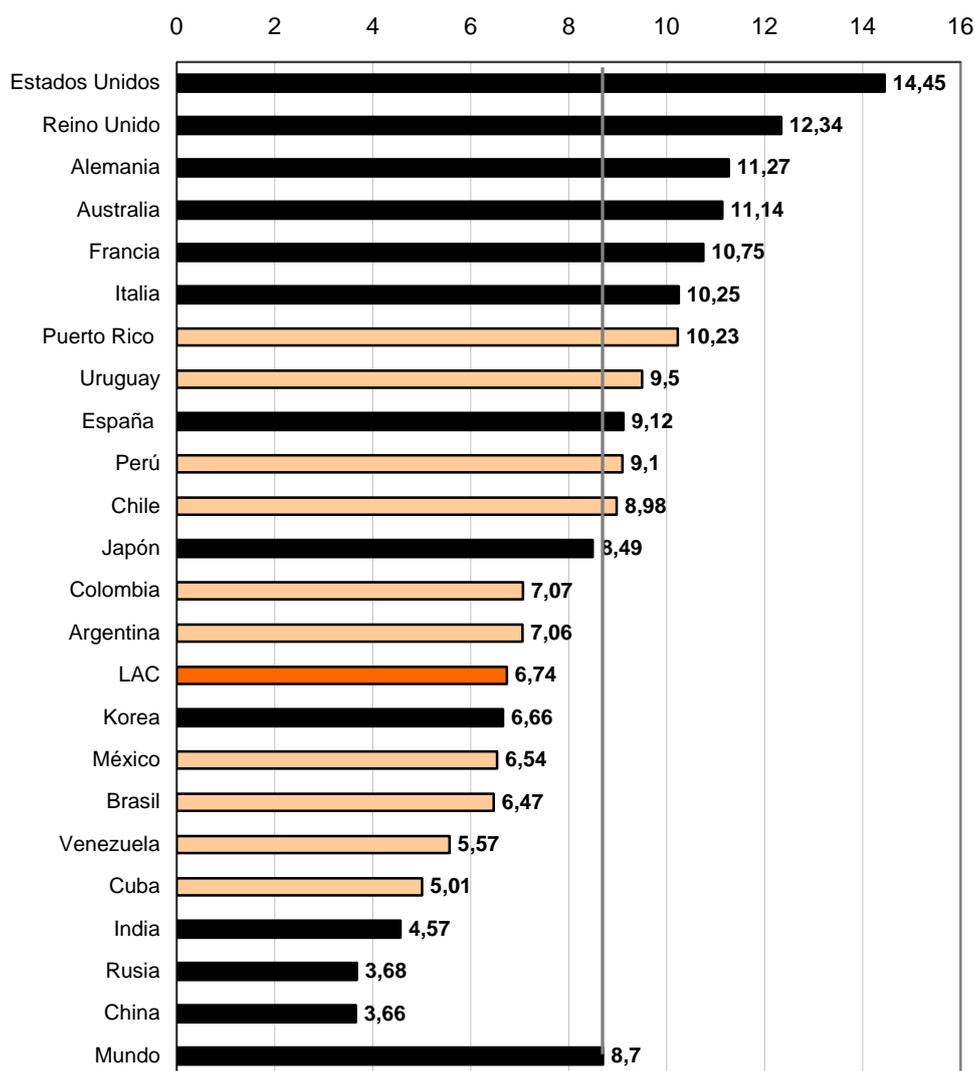
Otros tres países han ganado terreno en su posición a nivel mundial en cuanto a producción pero han perdido peso en el ranking de citas. México aumenta un puesto en producción a lo largo del período pero ha perdido cinco puestos en el ranking de citación. Chile ha ganado un puesto en producción, pero ha perdido una posición en total de citación y Uruguay que ha aumentado tres puestos su posición en producción mientras que en citación ha perdido nueve. Argentina baja tres puestos en producción pero logra quedarse en el mismo lugar en citación. Por último, tres países han perdido posiciones en ambos apartados: Venezuela, Cuba y Puerto Rico. En ningún caso sube la citación y baja la producción, lo cual es bastante razonable teniendo en cuenta la relación directamente proporcional que existe entre tamaño de la comunidad científica y probabilidad de recibir citaciones.

**Tabla 5.7. Posiciones en el ranking mundial de producción y citación de los primeros diez productores de la región en el primer y último año de estudio**

	Ranking mundial de Citación		Ranking mundial de Producción	
	1996	2007	1996	2007
Brasil	25	19↑	21	15↑
México	30	35↓	31	30↑
Argentina	34	37↓	35	35=
Chile	38	39↓	44	43↑
Venezuela	48	65↓	50	56↓
Colombia	54	48↑	59	53↑
Cuba	61	71↓	60	61↓
Puerto Rico	50	66↓	62	72↓
Uruguay	63	72↓	77	74↑
Perú	82	62↑	88	76↑

En la figura 5.9 presentamos los datos sobre citas por documento de los diez primeros productores de la región, comparados con algunos países de mayor peso en la producción mundial. En general se observa como los países asiáticos son los que descienden mayores posiciones respecto a la producción. China a pesar de ser el quinto productor se queda en última posición del grupo con el menor promedio, sólo 3.6 citaciones por documento, Japón también desciende notoriamente su posición. Dentro de LAC, Puerto Rico es el que se encuentra mejor posicionado. Uruguay, Perú y Chile se ubican por encima de la media mundial. Con los promedios de citación más bajos están: México, Brasil, Venezuela y Cuba que se quedan incluso por debajo de la media regional.

Figura 5.9. Citas por documento en países seleccionados, 1996 - 2007

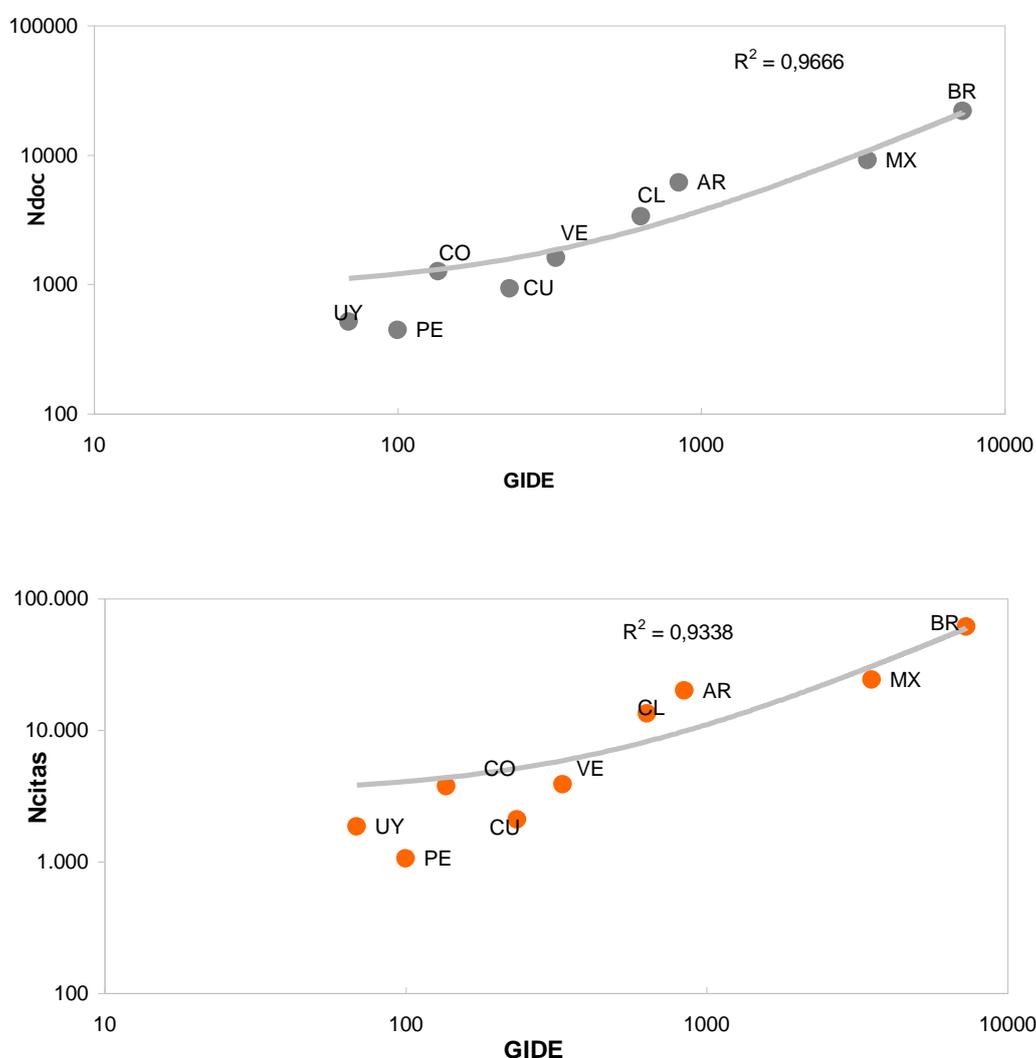


El gasto en I+D es un indicador de “input”, lo que significa que mide solo el esfuerzo dedicado a I+D, pero no la eficacia de dichos recursos para producir nuevo conocimiento. Es decir, debería esperarse que los países que gastan aproximadamente la misma proporción de dinero en I+D alcancen unos resultados también proporcionales, pero esto no es así. Los resultados de cada país pueden variar considerablemente en función de la eficacia de sus Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación, las políticas que regulan la inversión y disponibilidad de recursos humanos, entre otras causas.

La correlación de indicadores de inversión en I+D de los países seleccionados con el número de publicaciones y el número de citas registradas en Scopus, sugiere que además de existir una correlación positiva entre estas variables,

algunos países han sido capaces de optimizar sus recursos y conseguir mejores resultados de los esperados en función de sus gastos en I+D. Como se puede ver en la figura 5.10, Chile y Argentina se ubican por encima de la media regional, tanto en citas como en producción. Colombia invierte en I+D en 2005 la mitad de la cantidad que destina Venezuela, sin embargo, alcanza casi los mismos niveles de citación en ese año, aunque en producción se queda por detrás. México se ubica por debajo de la línea de regresión en citas, aunque en producción está más equilibrado.

**Figura 5.10. Correlación entre GIDE y producción y GIDE y citas (2005), diez mayores productores**



Aunque el índice h se propuso para actividad científica de los investigadores, la metodología se ha trasladado para la evaluación de grupos de investigación

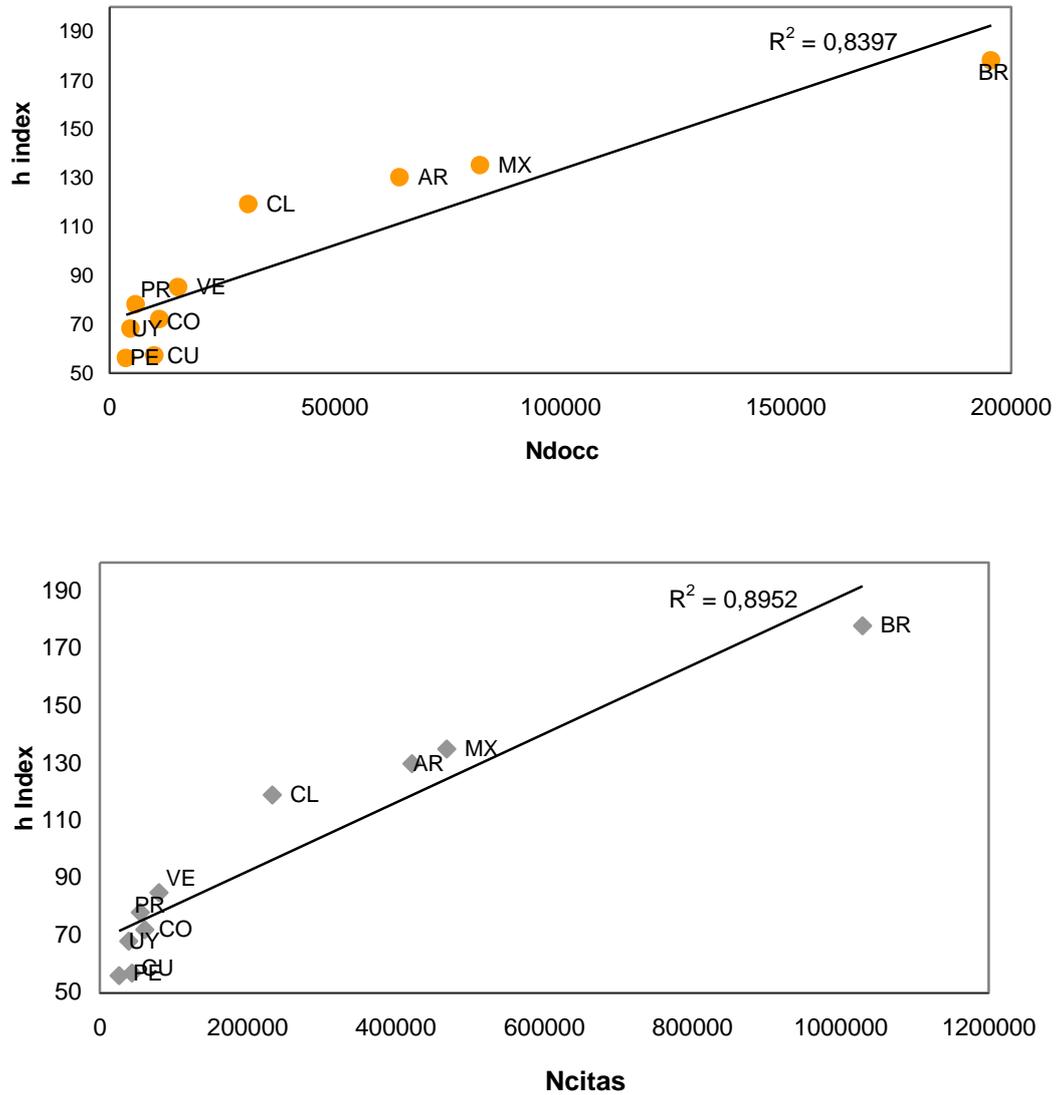
(Van Raan, 2006), instituciones (Prathap, 2006), revistas (Braun, Glanzel y Schubert, 2006) o países (Csajbók y otros, 2007). Jacsó comprueba la validez y comparabilidad de este índice sobre datos de Scopus y Wos en diez países de América Latina, y encuentra que los valores que alcanzan en ambas fuentes son muy similares (Jacsó, 2009). La plataforma SJR ofrece el índice  $h$  para todos los países, en este caso, un país tiene un índice  $h$  si  $h$  de sus  $n$  artículos han tenido al menos  $h$  citas. Este indicador es más sintético ya que combina tanto cantidad como impacto.

En este caso de nuevo Cuba es el que alcanza los peores datos en relación a su producción. Aunque ocupa el séptimo puesto en el total de producción, cuando ordenamos por el índice  $h$  se queda en noveno lugar sólo por encima de Perú, que ocupa la última posición. Por el contrario Puerto Rico de nuevo es el que obtiene mejores valores en relación a su producción<sup>31</sup>. En la figura 5.11 correlacionamos los valores del índice  $h$  de los diez mayores productores con su producción total y número total de citas, en ambos casos encontramos una correlación positiva  $R^2=0.83$  y  $0.89$ . Esta misma situación también ha sido observada por Van Raan 2006 en su estudio de 147 grupos de Holanda adscritos al área de química, ó Costas y Bordons (2007) cuando estudian las publicaciones de científicos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en el área de recursos naturales. En ambas figuras Chile, Argentina y México, tienen mejores datos de los esperados en cuanto al índice  $h$ , en función de sus datos de producción y citación. Brasil por el contrario, parece tener aún terreno por ganar.

---

<sup>31</sup> Ver tabla 5.6 Anexo resultados

Figura 5.11. Correlación de h-index respecto al número de total de documentos y número total de citas



### 5.4. Producción por áreas temáticas

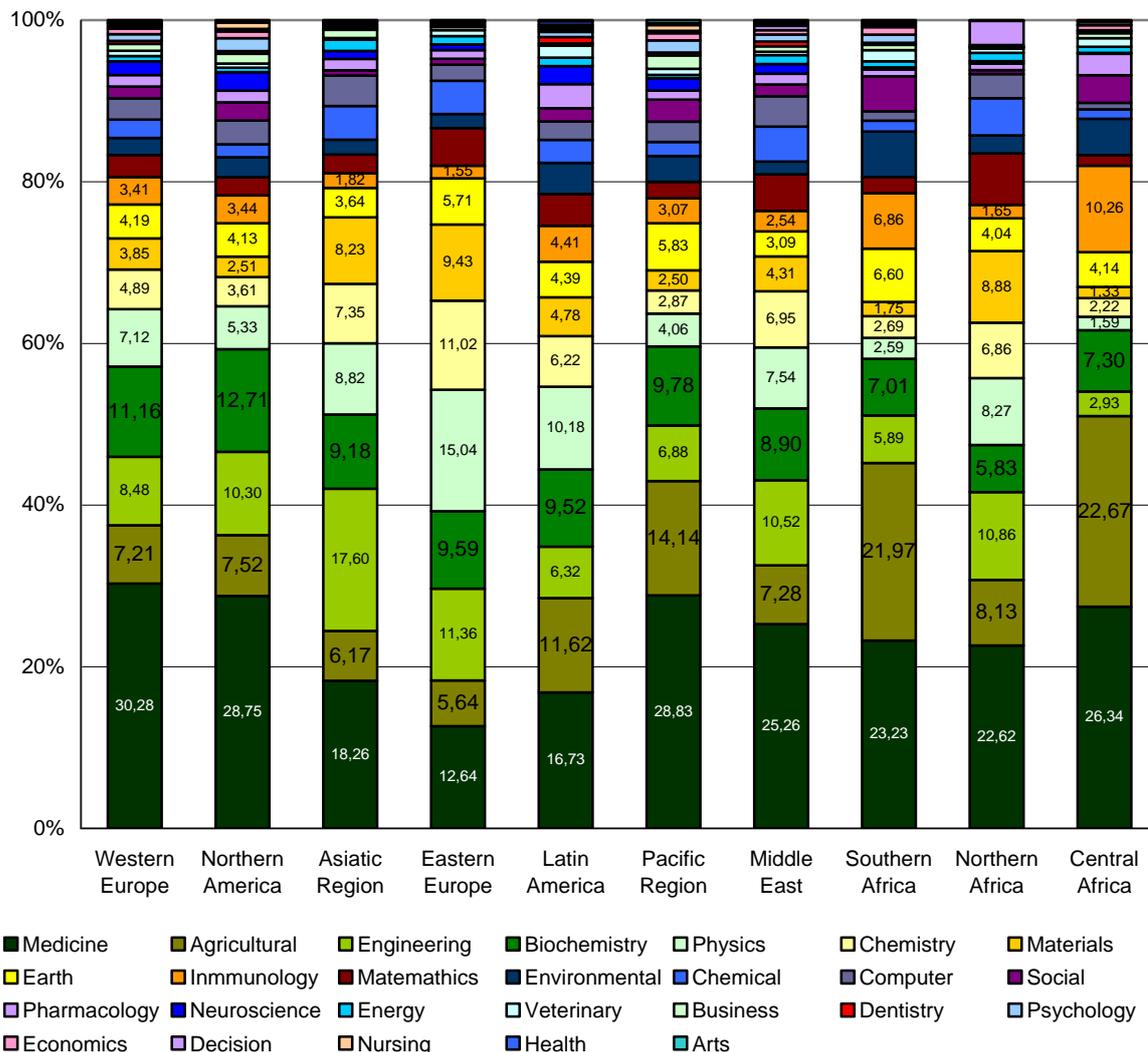
La clasificación temática que establece Scopus consta de veintiséis áreas (excluyendo *Multidisciplinary*), sobre las que analizaremos la cobertura temática de la región y de los países que la integran. Trataremos de identificar aquellas de mayor influencia, las de mayor especialización y visibilidad y si a lo largo del tiempo se mantienen las mismas tendencias o surgen nuevas áreas de interés para la región.

En general, se observa el predominio de *Medicine*, siendo el área de mayor peso en la mayoría de las regiones. Sólo en el caso de Europa del Este es mayor el peso de *Physics* (15%), en segundo lugar está *Medicine* (12%) y muy cerca está *Chemistry* (11%). Destaca también el importante peso de *Agricultural* en África tanto del sur como central (22% y 23% respectivamente). Cabe destacar en esta última región el peso de las publicaciones que se adscriben al área de *Immunology*, la tercera en producción con 10%. En la región asiática destaca *Engineering* (17%) la segunda área de mayor peso en esta región muy cercano al peso de *Medicine* (18%)<sup>32</sup>. En Europa Occidental, se concentra el 30% de sus publicaciones en *Medicine* y a una gran distancia encontramos *Biochemistry* en segundo lugar, que sólo representa el 11%. El mismo modelo encontramos en Norte América, donde *Medicine* representa el 28% y en segundo lugar *Biochemistry* 12% (Figura 5.12).

---

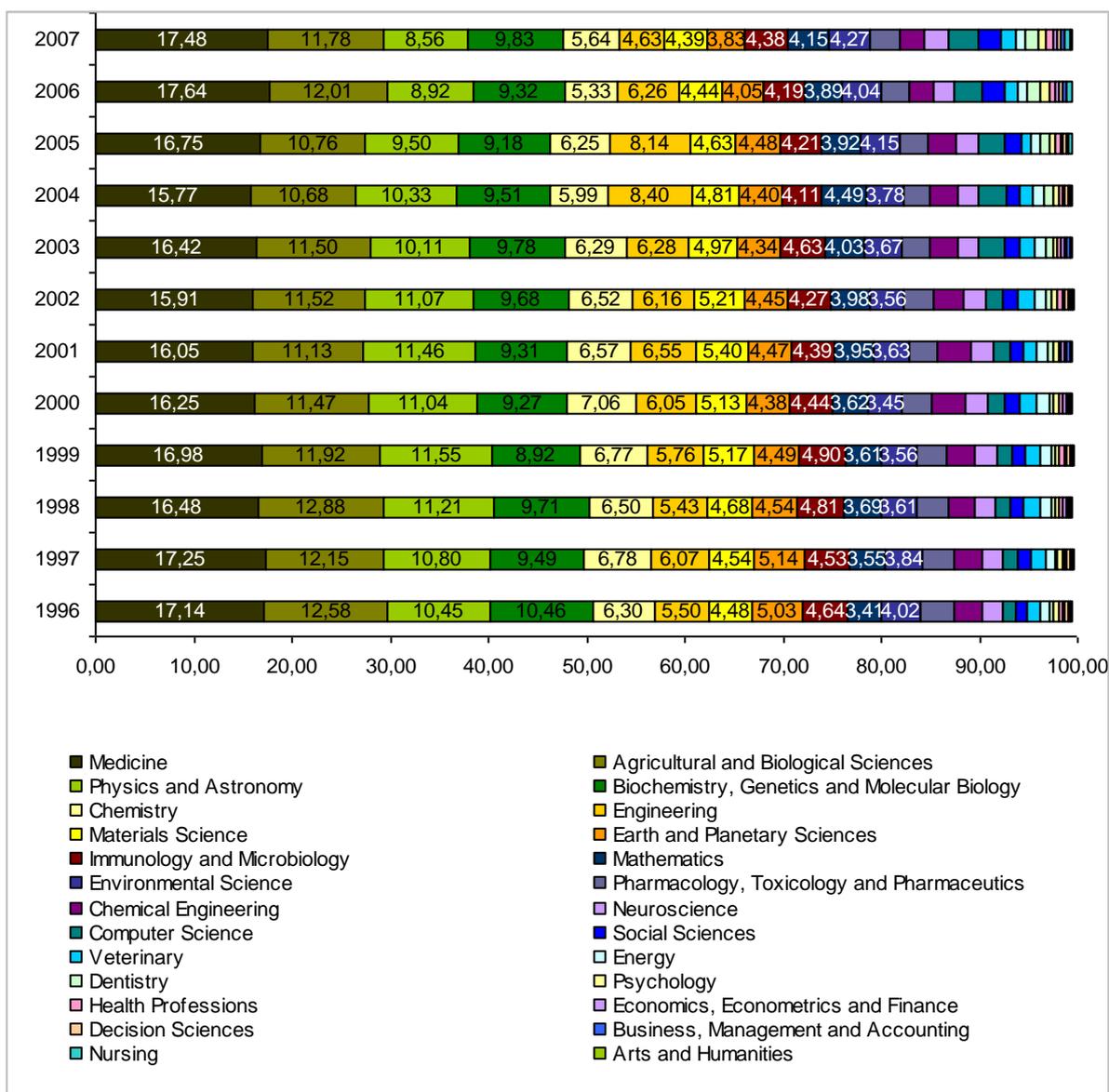
<sup>32</sup> En las tablas 5.8 y 5.9 del Anexo de resultados, se presentan los datos sobre la producción total y porcentual por áreas temáticas para cada una de las regiones geográficas.

Figura 5.12. Distribución porcentual de la producción mundial por áreas temáticas y regiones



En el caso de LAC, *Medicine* es el área que concentra el mayor volumen de producción con 16% (Figura 5.13). Le siguen *Agricultural* con 11% y *Physics* 10%. Por debajo de esta cifra están *Biochemistry* 9%, *Engineering* y *Chemistry* con 6%, *Materials*, *Immunology* y *Earth* con 4%. Alrededor del 3% se ubican *Mathematics*, *Environmental* y *Pharmacology*. Las 14 áreas restantes, se ubican por debajo del 3%.

Figura 5.13. Distribución porcentual anual de la producción regional por áreas temáticas



La cuota de participación de un área temática en la producción nacional refleja las prioridades de investigación en los países (Gupta y Dhawan, 2009). En la figura 5.14 se comparan las cuotas de participación de cada área en la producción regional y mundial para ver cuánto se aleja o asemeja el perfil temático regional del mundial. Sólo *Medicine* ocupa la misma posición en el ranking, aunque en la producción mundial esta área representa el 20% mientras que en LAC sólo alcanza el 16%. En el caso de *Agricultural*, ocupa el segundo lugar en la región con el 11% de la producción total, mientras que a nivel mundial baja hasta la séptima posición alcanzando sólo el 5%. En *Physics* también es mayor el peso en la región (10% y 7%), aunque las posiciones que

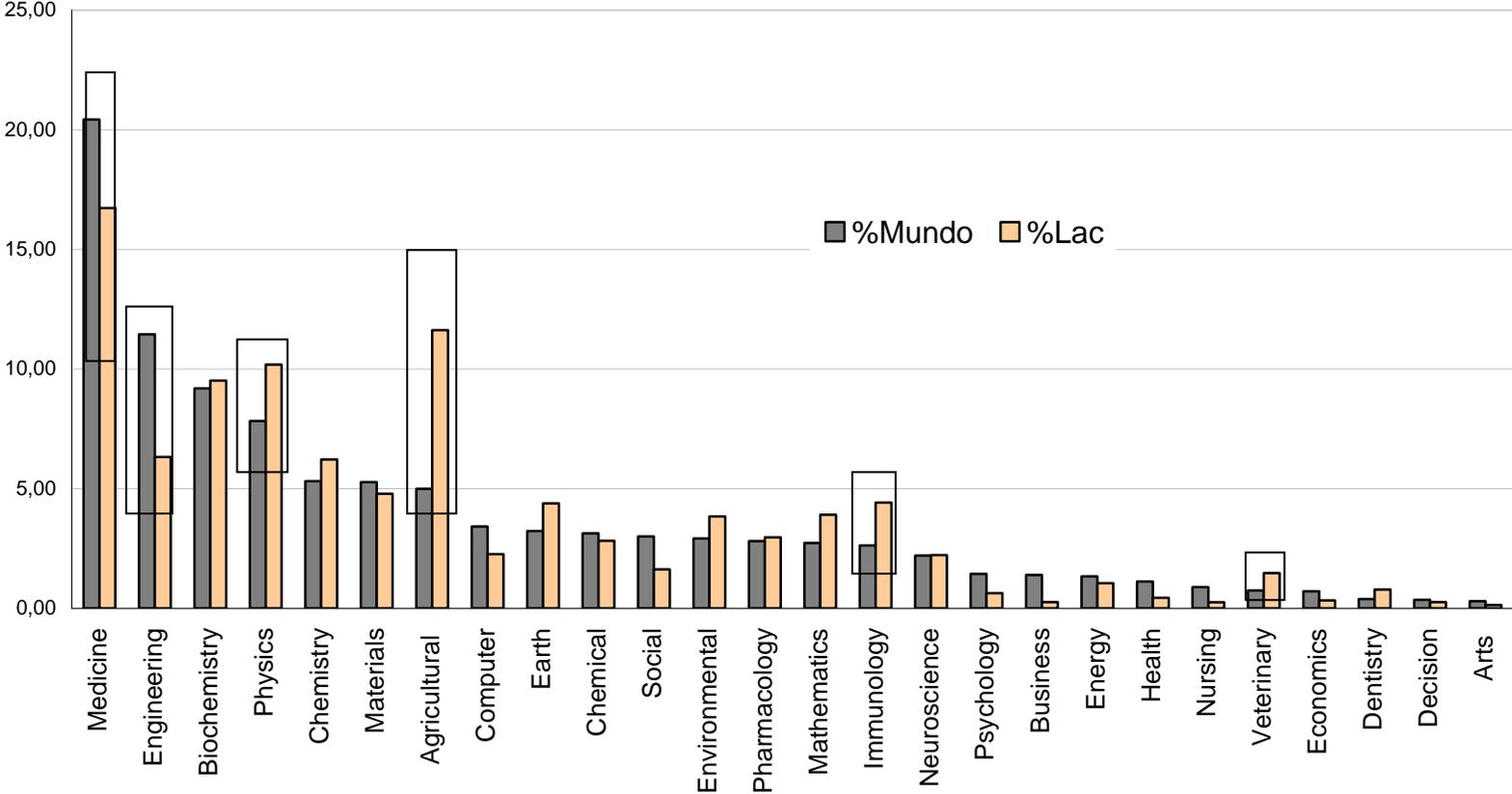
ocupan en el ranking son similares a nivel regional (3) e internacional (4). El peso de *Immunology* en la región (4%) duplica el mundial (2%) y alcanza posiciones en el ranking de 8 y 15 respectivamente. Lo contrario ocurre con *Engineering* que ocupa el segundo lugar a nivel mundial representando el 11%, mientras que en la región sólo alcanza el quinto puesto con 6%. Otras importantes diferencias las encontramos en *Social*, que en la región sólo alcanzan el puesto 16 y a nivel mundial alcanzan la octava posición, *Dentistry* que ocupa el puesto 19 en LAC y el 26 a nivel mundial, *Arts* que ocupa el último puesto en la región mientras que a nivel mundial ocupa el puesto 18 y *Veterinary* que en la región alcanza el 17 mientras que a nivel mundial desciende al puesto 24<sup>33</sup>.

En cuanto a volumen de crecimiento (Figura 5.15), hay que decir que en la región ningún área experimenta un crecimiento negativo a lo largo del período en términos absolutos. Son las áreas de menor tamaño las que presentaron una mayor tasa de crecimiento medio anual, como es el caso de *Arts* 30%, *Dentistry* 25% y *Nursing* 24%. Por su parte, las que menos crecieron fueron *Earth*, *Physics* 6% y *Pharmacology* 7%. A nivel mundial tampoco hubo crecimiento negativo para el periodo. *Energy* y *Business* fueron las áreas que experimentaron mayor tasa de crecimiento por encima del 10% anual, mientras que *Pharmacology*, *Earth* e *Immunology* fueron las que menos crecieron con 2%.

---

<sup>33</sup> Ver tabla 5.10 Anexos resultados

Figura 5.14. Distribución porcentual de las categorías temáticas en LAC y el Mundo



Por series temporales hay que resaltar el importante crecimiento de *Nursing*, que mientras en el primer sexenio sólo creció alrededor del 4% anual, en el segundo sexenio alcanzó un crecimiento del 41% (figura 5.15). En la mayoría de las áreas temáticas se experimentó un mayor crecimiento en el segundo sexenio, exceptuando *Business*, *Energy*, *Materials*, *Chemical*, *Chemistry* y *Physics*, con descensos importantes como el caso de *Chemical* y *Engineering* que pasan de un crecimiento medio de 11% anual en el primer periodo, al 5% en el segundo, y en el caso de *Physics* que pasa de 9% al 4% anual.

Cuando analizamos la distribución por áreas temáticas para los diez mayores productores de la región, *Medicine* es el área que concentra el mayor número de documentos en todos ellos, aunque su concentración es mayor en países como Perú o Cuba con más del 20% del total de producción. Esta distribución está relacionada con la cobertura de la base de datos. En el caso cubano, por ejemplo, las veinte revistas nacionales indexadas en Scopus se ubican en su mayoría en el área de *Medicine*, lo que sin duda influye en el perfil científico del país. En Brasil también representa un importante renglón de la producción nacional (18%), con una notable diferencia sobre *Agricultural*, la segunda área con mayor producción que cae hasta el 10%, por debajo incluso de la media de la región (11%). Chile duplica la media regional en *Earth*, media que también superan Argentina, México, Perú y Puerto Rico. Uruguay parece destacar en *Agricultural* y *Biochemistry*, mientras que México y Puerto Rico lo hacen en *Physics*. Argentina y Venezuela, parecen tener una distribución temática más homogénea (Figura 5.16).

Figura 5.15. Tasa de variación media interanual por áreas temáticas y por series temporales

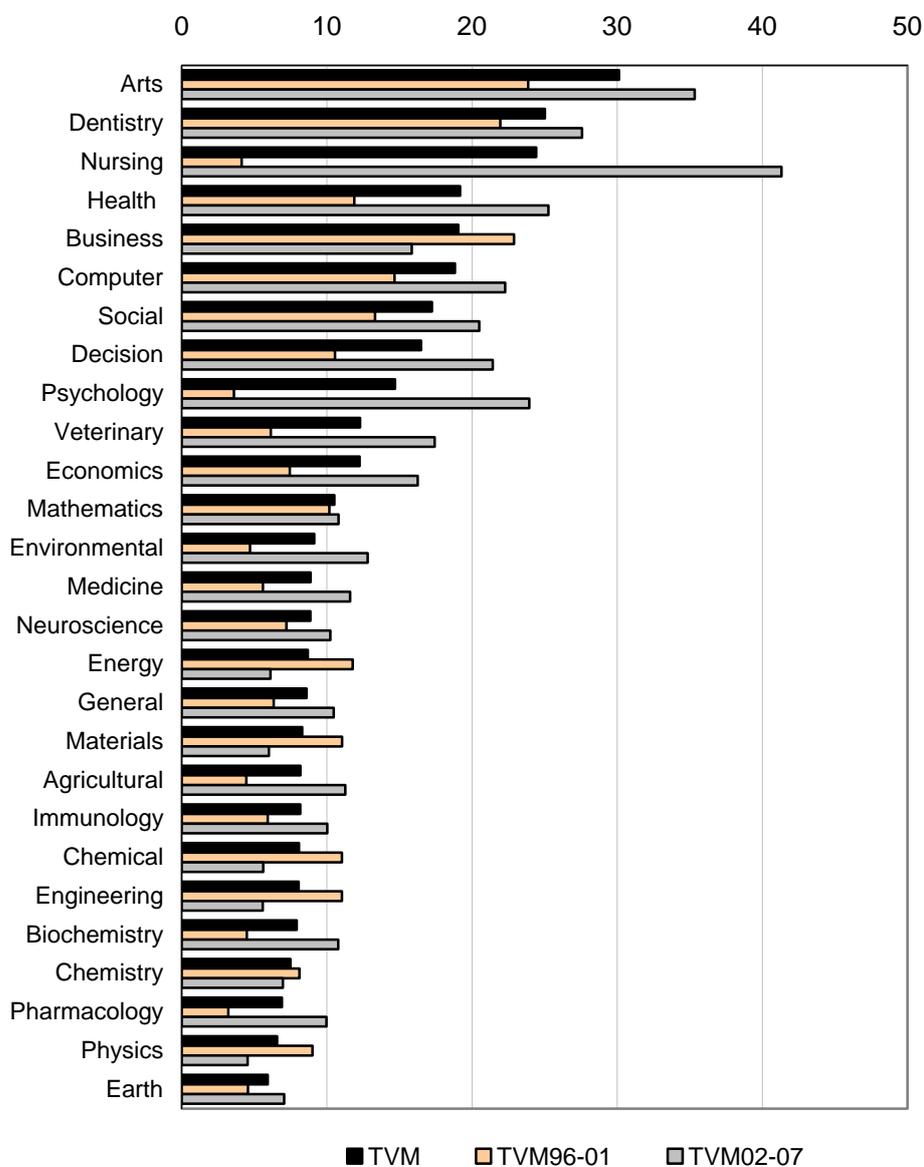
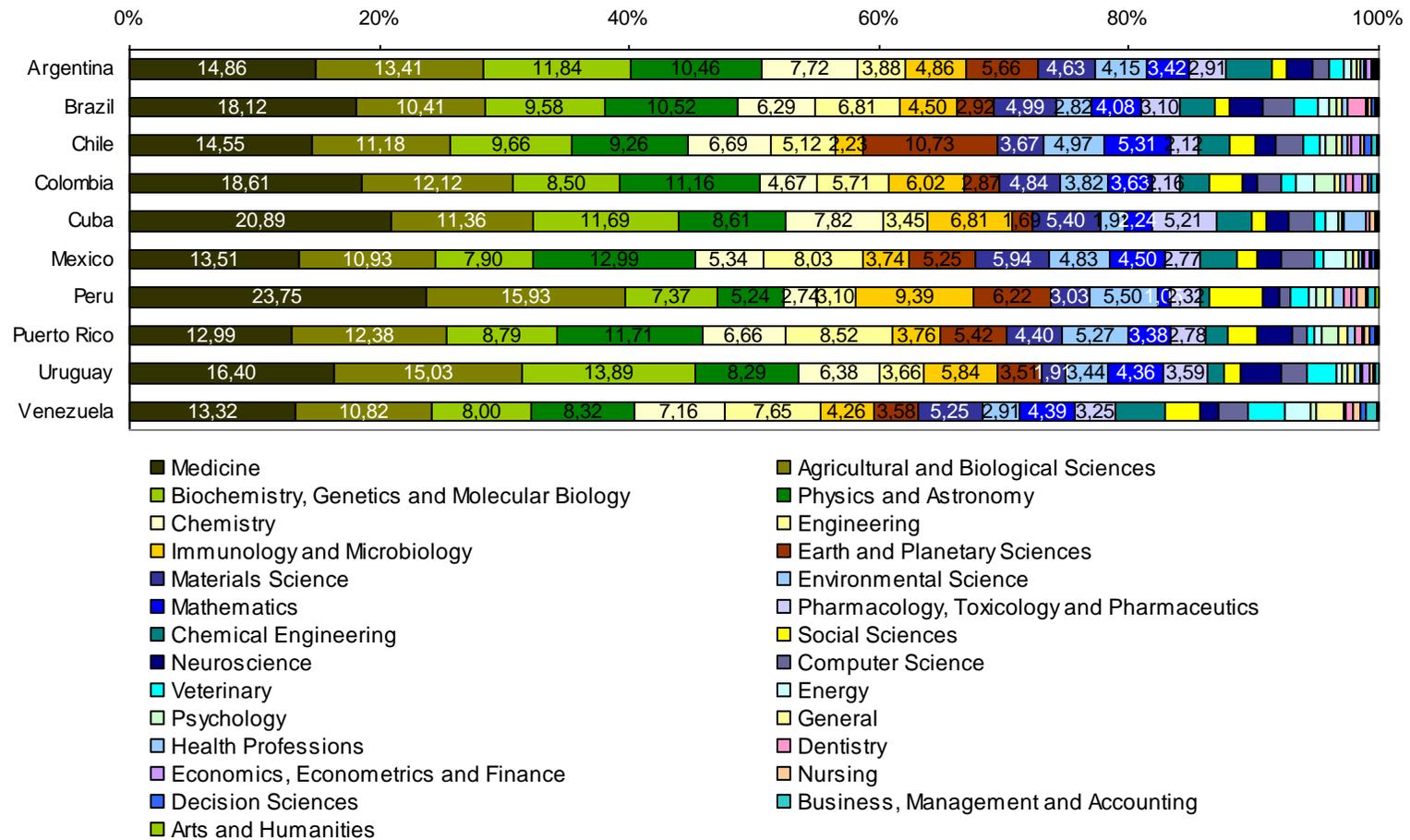


Figura 5.16. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas para los diez primeros productores



### 5.4.1 Índice de Especialización Temática Relativa

Los valores absolutos y porcentuales que hasta ahora se han presentado pueden darnos datos reales de producción de la región con respecto al mundo, o de los países que la integran, con respecto a la región. Cuando se quieren identificar las áreas más fuertes y en las que se ha dedicado mayor esfuerzo, es necesario relativizar estos valores con respecto a la producción global.

Como se ha visto en los datos del total de producción, *Medicine* es el área que reúne el mayor número de documentos en la región. Sin embargo cuando esta producción se cuantifica de forma relativa con respecto a la mundial, las áreas de especialización muestran ciertas diferencias respecto al ranking en términos absolutos.

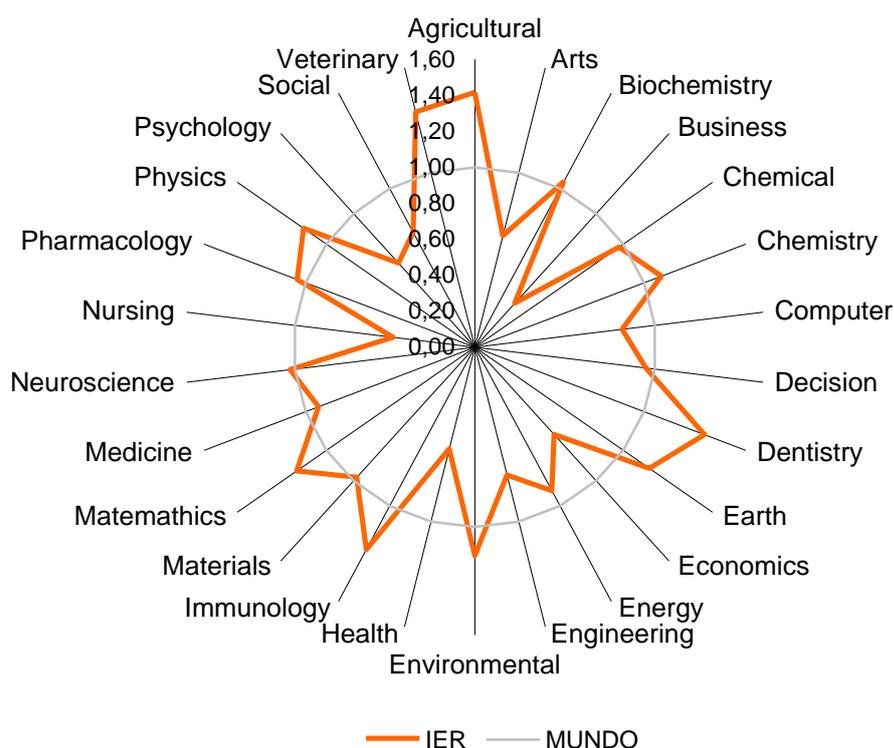
El índice de especialización relativo (IER) refleja el esfuerzo relativo de un dominio o agregado en un campo temático, indicando su nivel de especialización respecto al dominio o agregado de referencia. En la figura 5.17 se presenta el índice de especialización relativa de la región para el periodo completo en relación a la producción mundial. Tal como se puede ver LAC alcanza una mayor especialización en doce de las veintiséis áreas temáticas estudiadas. Los primeros puestos del ranking de las áreas de mayor especialización no coinciden exactamente con los puestos alcanzados por las áreas más productivas. Dentro de las áreas de mayor especialización se encuentran las ciencias agrarias donde *Agricultural* alcanza el mayor esfuerzo relativo, un área que además es la segunda en tamaño en la región y *Veterinary*. Este contexto parece estar en consonancia con el modelo de crecimiento de los países en desarrollo, ya que es el sector agrícola la principal fuente de ingresos, empleo, divisas e impuestos.

En los últimos años además el interés por el papel de la agricultura en los países en desarrollo, se ha visto aumentado ya que se ha percibido la conexión entre su mejora y la reducción de la pobreza, la seguridad alimentaria o la conservación de los recursos naturales para garantizar la sostenibilidad de la producción nacional. A pesar de ello, el 60% del gasto en investigación y

desarrollo a nivel global en esta área, se hace en los países desarrollados y del 40% restante que invierten en los PED, alrededor de la mitad, se concentra en India, China y Brasil (Echevarría y Beintema, 2009).

Otra de las áreas de mayor especialización en relación al mundo es *Dentistry*. La fortaleza en esta área a nivel regional está marcada básicamente por su peso en la producción brasileña, donde alcanza un esfuerzo muy superior al resto de áreas y cuya producción representa el 81% del total regional. A nivel mundial la producción de este país en esta disciplina también alcanza uno de los mayores índices de especialización sobre datos de ISI-WOS (Gil-Montoya y otros, 2006). Del resto de los diez mayores productores, Colombia, Venezuela, Puerto Rico y Perú también superan la media mundial en dicha área<sup>34</sup>.

**Figura 5.17. Índice de Especialización Temática Relativa (IER)**



También destacan como fortalezas temáticas: *Immunology*, *Mathematics*, *Earth*, *Environmental*, *Physics*, *Chemistry*, *Pharmacology*, *Biochemistry* y *Neuroscience*.

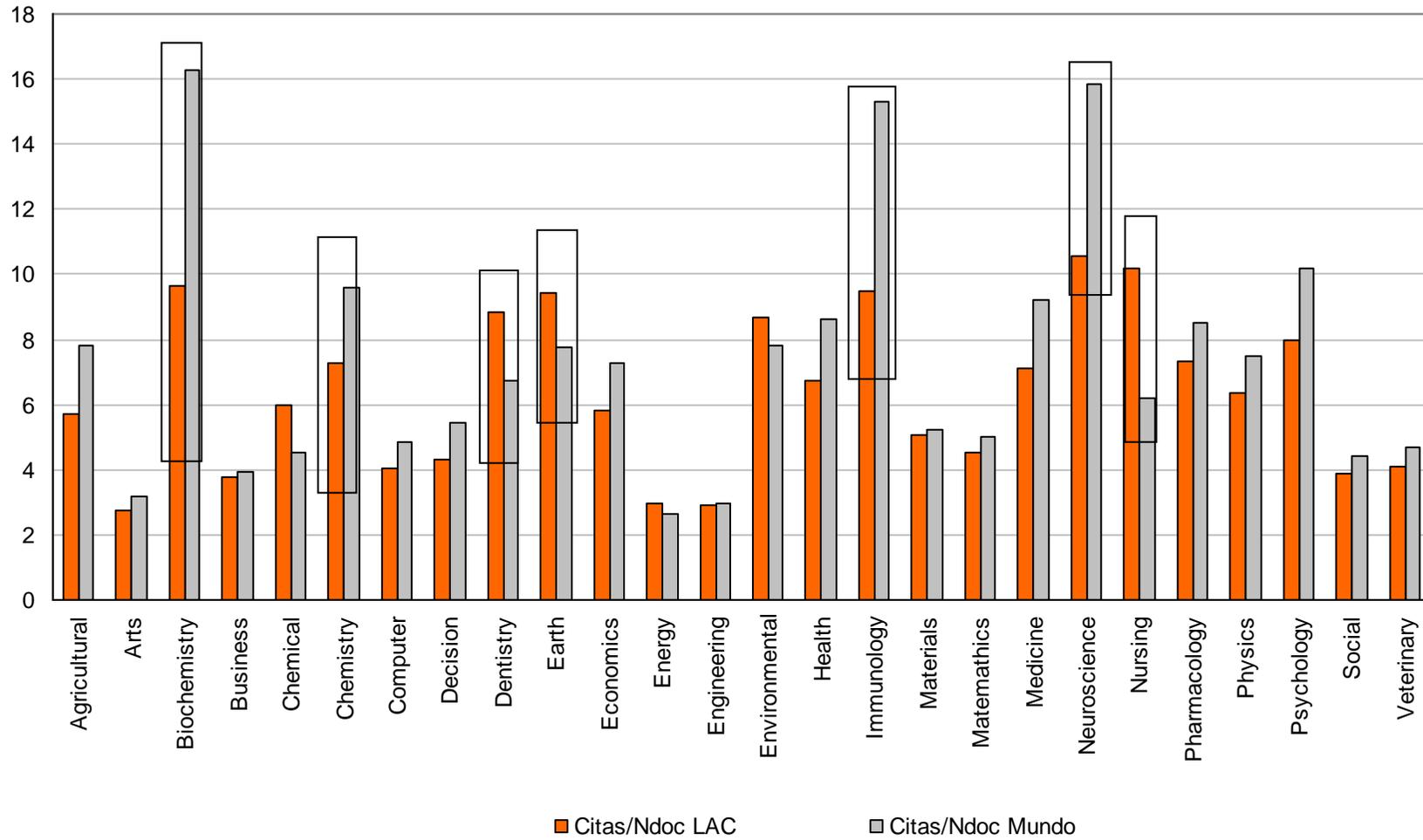
<sup>34</sup>En la tabla 5.11 del Anexo resultados, se presentan todos los datos de IET e IER para el periodo completo y por series de seis años para LAC.

Dentro de las áreas de menor especialización se encuentran las relacionadas con las ciencias sociales, artes y las ciencias de la salud. *Medicine*, aunque supone una parte importante de la producción regional, no es una de las áreas donde se centra el mayor esfuerzo relativo. Tampoco destacan las ingenierías, ni la computación. Tal como se observa el perfil de publicación de la región, sigue el “*Bioenvironmental model*” (Glanzel, 2001), típico de países en desarrollo y que tienen como áreas centrales Biología, Agricultura y Ciencias de la Tierra y el Espacio. Como se mencionó anteriormente, existen doce áreas que presentan un grado de especialización por encima de la media mundial, pero ¿son estas áreas las que obtienen mayor impacto y visibilidad internacional de la región? Trataremos de responder este interrogante en el siguiente apartado.

### 5.4.2. Visibilidad e Impacto por áreas temáticas

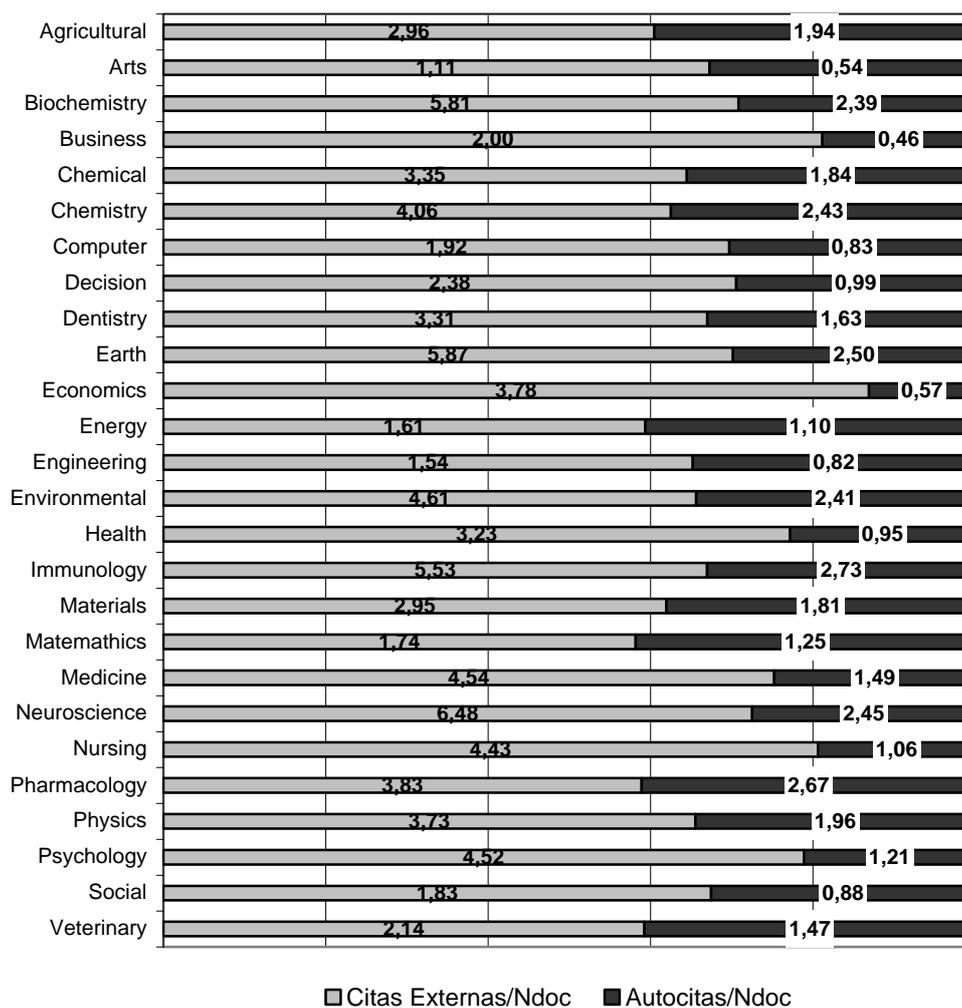
En términos generales la producción científica regional presenta bajos índices de impacto. No obstante, la visibilidad varía considerablemente según el área temática. A continuación intentaremos determinar aquellas áreas en las que la región ha logrado obtener mayor visibilidad internacional. En primer lugar comparamos los datos de citas por documento de cada una de las áreas temáticas de LAC y el mundo. Sólo en seis de las veintiséis analizadas tienen un promedio más alto de citas por documento que la media mundial. Como se puede observar en la figura 5.18 estas áreas son: *Chemical*, *Dentistry*, *Earth*, *Energy*, *Environmental* y *Nursing*, siendo esta última la que logra mayor diferencia con 10 citas en promedio, mientras que a nivel mundial el promedio es de 6. De este grupo sólo tres destacan además como áreas de mayor especialización en la región: *Dentistry*, *Earth* y *Environmental*. En otras áreas como *Biochemistry*, *Immunology* o *Neuroscience* el promedio citas están muy alejadas de la media mundial.

Figura 5.18. Citas por documento por áreas temáticas para LAC y el Mundo



El análisis de la procedencia de las citas en cada área, es decir, si son autocitas o citas externas nos deja ver cómo en aquellas áreas prioritarias en la región son por lo general donde se observa mayor porcentaje de autocitación. Por el contrario, las áreas relacionadas con las ciencias sociales o las ciencias de la salud el mayor porcentaje de las citas son externas (figura 5.19).

**Figura 5.19. Citas externas por documento y Autocitas por documento por áreas temáticas**

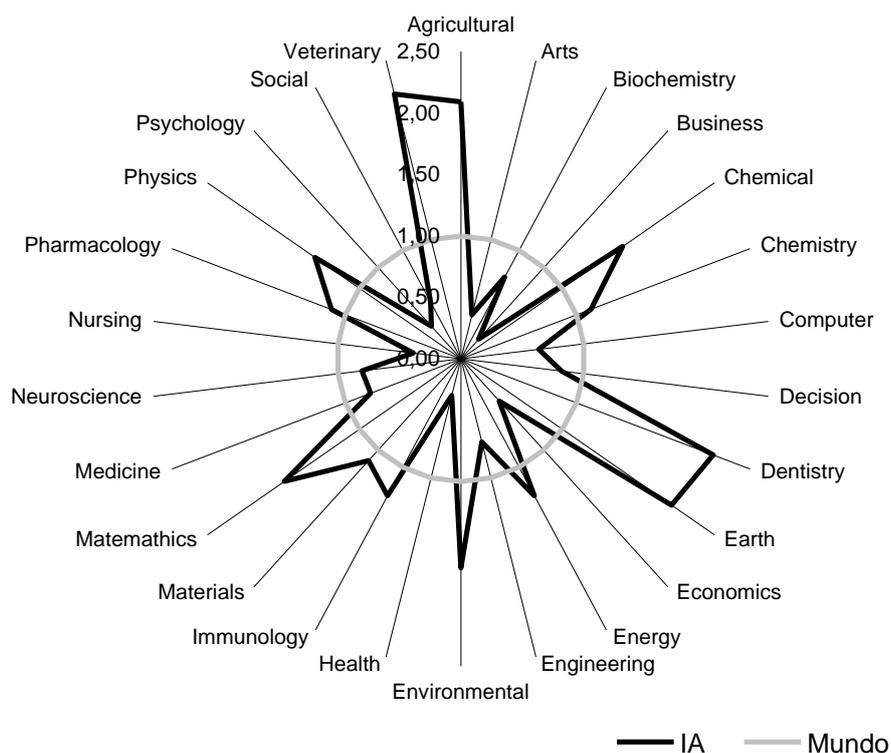


Si bien las citas por documento de cada área es un indicador que nos permiten una primera aproximación al impacto que éstas alcanzan en la comunidad científica, por sí sólo no representa correctamente la visibilidad internacional ya que la distribución de las citas por trabajo no es estadísticamente normal tal como lo señala en su trabajo el Grupo Scimago (Grupo Scimago, 2007b).

Con el fin de identificar las áreas con mayor visibilidad de forma relativa hemos obtenido el índice de atracción (IA) o impacto relativo, que nos indica las áreas en las que un dominio obtiene mayor impacto en unas áreas a expensas de otras en relación a la citación mundial.

Aquí encontramos que aunque *Veterinary* no alcance la media mundial de citas por documento, es el área que alcanza mayor impacto relativo, seguida de *Dentistry* que parece consolidarse como una de las fortalezas temáticas en la región. Otras cuatro áreas de las cinco que alcanzan mayor promedio de citas por documento que la media del mundo, *Chemical*, *Earth*, *Energy* y *Environmental*, superan igualmente la media en impacto relativo. *Nursing* siendo la que mayor promedio de citas por documento presenta en relación al mundo, se queda bastante lejos de alcanzar la media mundial en impacto relativo. Como vemos en la figura 5.20, además de las áreas antes mencionadas también superan la media mundial *Agricultural*, *Mathematics*, *Physics*, *Immunology*, *Chemistry*, *Pharmacology* y *Materials*. Dentro de las áreas que no alcanzan la media se ubican las ciencias sociales, artes y humanidades, ingeniería y ciencias de la salud.

**Figura. 5.20. Índice de Atracción**



### 5.4.3. Áreas de Excelencia

La combinación de mayores valores tanto en especialización como en impacto las denominamos como áreas de “excelencia”. En la figura 5.21 se hace una representación bivariante de cada área. El eje x representa el índice de atracción, en el eje y la especialización temática relativa y el tamaño de la esfera el total de documentos. Como se puede observar en el **cuadrante superior derecho** tenemos las diez áreas de excelencia para la región ya que son las que se ubican por encima de la media mundial tanto en especialización como en impacto. Aquí encontramos: *Agricultural, Dentistry, Veterinary, Earth, Mathematics, Environmental, Physics, Immunology, Chemistry* y *Pharmacology*.

Dentro de las áreas que superan la media de impacto, pero no alcanzan la media de especialización están: *Materials, Energy* y *Chemical*, ubicadas en el **cuadrante inferior derecho**. Por el contrario las que superan la media mundial en especialización pero no alcanza la media en impacto, encontramos *Biochemistry*, y *Neuroscience* ubicadas en el **cuadrante superior izquierdo**. Por último, restan once áreas que no alcanzan las medias mundiales, ni en esfuerzo, ni en impacto, dentro de las que se encuentra *Medicine* el área de mayor volumen de producción ubicada en el **cuadrante inferior izquierdo**.

En las figuras 5.22 y 5.23 del Anexo resultados, hacemos la representación bivariante por periodos de seis años. Observamos como en general las áreas se mantienen sin apenas modificaciones. Sólo *Chemical* y *Materials* en el primer sexenio están dentro del grupo de las áreas de excelencia y para el segundo periodo sólo alcanzan la media de impacto pero no destacan como áreas prioritarias. El cambio más significativo lo apreciamos en *Dentistry* que en el segundo sexenio se ubica como el área con el mayor impacto relativo duplicando el valor que obtuvo en el primer periodo, e igualmente tiene un alto crecimiento en especialización.

Si analizamos las disciplinas de excelencia en los diez mayores productores de la región, nos encontramos que *Agricultural* en todos los países se ubica por encima de las media mundial tanto en especialización como en impacto

relativo. *Veterinary* también destaca en todos los países excepto en Puerto Rico, donde no alcanza las medias en ninguno de los dos apartados. *Immunology* también destaca como fortaleza temática en la mayoría de los países, donde de nuevo Puerto Rico es el único país donde no se ubica como área de excelencia aunque sí que alcanza una especialización mayor que la media mundial. Así pues está claro que hay que pensar en la región como la “*natural knowledge-economy*” tal como la denomina Bound, puesto que su sistema de I+D+i está construido en gran parte en base a los recursos naturales y el medio ambiente. Un modelo económico que se considera como indicio de economía relativamente inmadura en su desarrollo y que debe ser superado si se quiere ampliar las fronteras de las posibilidades tecnológicas (Bound, 2008). O bien como lo indica el propio autor y en estudios del Banco Mundial (Neal y Morrison, 2001), aplicar a todo el potencial de esta economía de recursos naturales conocimientos, capital humano, instituciones sólidas y el compromiso de aprovechar las reservas globales de conocimientos prácticos y progreso tecnológico, de tal forma que se convierta en el motor de desarrollo de la región<sup>35</sup>.

No contamos con datos a nivel regional ni por países para analizar datos de inversión por disciplinas, sólo en el caso argentino ofrece este tipo de información. Según el informe del Ministerio de Ciencia y Tecnología, el mayor incremento en la inversión por disciplinas entre 2003 y 2007 fue para las ciencias sociales y las ingenierías y tecnologías, esta última además representa el mayor porcentaje en el gasto nacional en I+D con 38% (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2008). Este crecimiento es fruto del Plan Nacional plurianual 1999-2001 donde se incorporaron áreas prioritarias nacionales relacionadas con industria, la microelectrónica, violencia y seguridad ciudadana o estudios de género (Colombo y Bergonzelli, 2006). No obstante, este incremento no ha sido traducido en publicaciones científicas con visibilidad internacional, donde estas áreas están lejos de destacar como prioritarias a nivel nacional. Sorprende en cambio el amplio incremento de la producción en *Agricultural* y *Veterinary* que superan la media nacional mientras

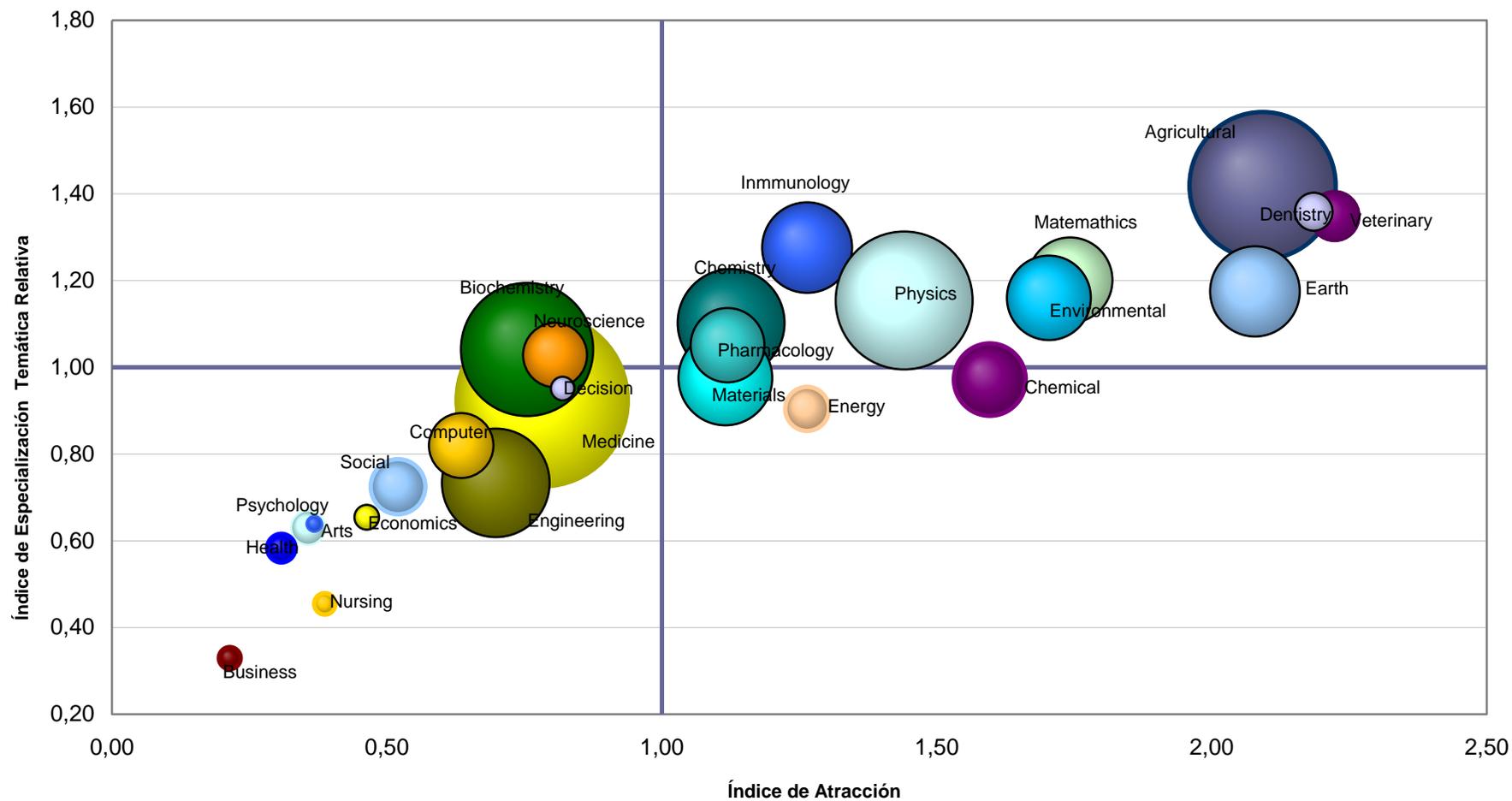
---

<sup>35</sup> Ver tabla 5.12 del Anexo resultados donde se presentan los datos de IER e IA para los diez mayores productores.

que la inversión ha disminuido ligeramente pasando de 16% en 2004 al 15% en 2007. Estas disciplinas además destacan por su alto índice de especialización y de visibilidad internacional y han sido reafirmadas en los diferentes planes nacionales como rumbo estratégico del crecimiento económico y como forma de insertarse en la economía mundial. También encontramos como fortalezas temáticas las Ciencias Exactas y Naturales, que además son las segundas en mayor inversión en I+D y donde este país tiene amplia trayectoria investigadora y la mayor concentración de investigadores (Vessuri, 1995).

En el caso chileno el CONICYT también ofrece algunos datos sobre inversión en I+D por áreas temáticas (CONICYT, 2004). Destaca *Earth and Planetary Sciences* donde el esfuerzo y el impacto relativo triplica la media regional y se ubica como la tercera en volumen de producción nacional, mientras que en la región se queda en la novena posición. Esta es una situación fruto del esfuerzo de las políticas nacionales para potenciar el desarrollo de esta área y ciencias afines a través de financiación de proyectos, formación de recursos humanos o instrumentación con la creación de programas como “Astronomía”. Al mismo que tiempo su ubicación geográfica con un ecosistema peculiar, lo ha convertido en una centro de investigación donde participan grupos de primer nivel y de diferentes regiones. También destacan en este país como áreas de excelencia *Mathematics, Physics, Agricultural, Veterinary* y *Decision*. Este perfil de producción se encuentra muy en consonancia con el modelo de inversión donde el 34% está dedicado a las Ciencias Exactas y Naturales y el 32% a las Ciencias Agrícolas.

Figura 5.21. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2007



*Energy* alcanza una amplia visibilidad en Venezuela donde el impacto relativo triplica la media mundial. Aunque la producción científica en este sector representa sólo un escaso 2% de la producción nacional, no cabe duda de su fuerte repercusión en el sector económico y social. Entre 1996 y 2001 la producción en esta área se duplicó mientras que en el segundo sexenio descendió 29%, una caída que también se ha notado fuertemente en la visibilidad y que podría estar relacionada con los cambios políticos ya que coincide en el tiempo con la implementación en 2001 de la ley Orgánica de Hidrocarburos y sobretodo con la migración de investigadores a otros países que en su mayoría hacían parte de este sector y del de salud (véase capítulo 11). *Energy* también se ubica como área de excelencia en México y Colombia, aunque la diferencia con la región es menos marcada que con Venezuela. No obstante, aunque en los tres países supera el esfuerzo mundial alcanza mejores valores en impacto. Resulta llamativo que esta área no sea una fortaleza temática para Brasil, teniendo en cuenta su amplia trayectoria en producción de energías alternativas como el bioetanol donde es el primer productor mundial, un sector que además ha recibido un gran impulso económico a través de fondos sectoriales.

*Dentistry*, se ubica como área de excelencia en: Puerto Rico, Colombia, Venezuela y Brasil. En el caso brasileño esta área supera ampliamente al resto tanto en visibilidad como en esfuerzo. En todos ellos, esta área supone un escaso renglón de su producción y su alta visibilidad parece deberse más al trabajo de investigadores o grupos de investigación con prestigio a nivel internacional que la respuesta a una política nacional.

Así pues aunque hablemos de amplias diferencias en los estados de desarrollo de los sistemas de Ciencia, Tecnología e Innovación así como en los niveles de inversión y resultados, los países de la región claramente tienen como fortaleza las ciencias agrícolas y las ciencias exactas y naturales. A pesar de que *Medicine* es el área que concentra el mayor número de publicaciones no destaca como área prioritaria en la región. En cambio *Immunology* sí que destaca en la mayoría de los países, como respuesta a los problemas críticos en la salud de su población.

### Conclusiones

- América Latina y el Caribe es una de las regiones con mayor crecimiento en número publicaciones de corriente principal, a pesar de ello su crecimiento relativo en la producción mundial no ha sido tan significativa.
- La producción se encuentra concentrada en sólo unos pocos países de la región, sólo Brasil representa el 45% de la producción total y sumada a la producción de Argentina y México representan el 80%.
- Brasil se consolida como el gran productor, fruto de la importante entrada de revistas nacionales en Scopus, mientras que México y en especial Argentina pierden peso relativo a lo largo del período analizado.
- Colombia es la gran sorpresa, es un país que ha conseguido mantener un crecimiento continuo a lo largo del período y ha logrado escalar puestos en el ranking regional y mundial. También hay que destacar el crecimiento de Perú, un país que aunque representa una parte marginal del total de la producción regional, ha experimentado una de las mayores tasas de crecimiento en el período y es el que más lugares ha ganado en el ranking de producción y citación a nivel mundial.
- La ciencia regional en general alcanza baja visibilidad internacional. La media de citas por publicación está por debajo de la media mundial. En cuanto a promedio de citas externas, sólo supera las regiones de Asia, Europa de Este y las zonas Norte y Centro de África.
- Puerto Rico es el país que alcanza el mayor promedio de citas por documento dentro de los diez mayores productores. Además de este país Uruguay, Perú y Chile, también superan la media mundial. En el lado contrario está Cuba, que en términos generales es el que tiene menor visibilidad internacional, con el menor promedio de citas por documento, junto a la tasa más baja de documentos citados y una de las tasas más altas de autocitación.
- *Medicine, Agricultural y Physics* son las áreas más productivas en la LAC.
- Las fortalezas temáticas se ubican en las ciencias agrícolas: *Agricultural, Veterinary y Environmental*. Las ciencias exactas y naturales: *Physics,*

*Mathematics, Earth y Chemistry*. Dentro de las áreas de la salud: *Dentistry, Immunology y Pharmacology*.

- Además de *Agricultural y Veterinary* que en la mayoría de países se ubican como áreas de excelencia, podemos destacar la amplia visibilidad de *Earth* en Chile, *Energy* en Venezuela y México, *Dentistry* en Brasil y Colombia ó *Chemical* en Argentina. *Medicine* aunque es la que más producción concentra en todos los países, sólo es un área prioritaria en Cuba y Perú, en este último también alcanza superar la media en impacto.



# CAPÍTULO 6

---



## COLABORACIÓN CIENTÍFICA



### CAPÍTULO 6. COLABORACIÓN CIENTÍFICA

**E**n este capítulo vamos a identificar cual ha sido la trayectoria que ha seguido la colaboración tanto en la región en su conjunto como en los mayores productores, qué países son socios fuertes en la generación de conocimiento regional y nacional y por último hacer un análisis de las redes de colaboración entre los países de la región.

Para conocer y analizar las relaciones que se establecen entre los países, tomamos en cuenta aquellos trabajos que han sido firmados por más de un país de la región, lo que denominaremos colaboración intrarregional. Aquellos trabajos que están firmados por más de un país ya sean de fuera o dentro de la región, la denominamos colaboración internacional. Finalmente un tercer tipo de colaboración será aquella en la que participen dos o más países de la región y uno o más países extra-regionales: la colaboración intra-internacional. Aunque la colaboración intrarregional es igualmente colaboración internacional, hemos querido hacer esta diferenciación para conocer cual ha sido su trayectoria a través de los doce años que comprende el estudio. De esta forma podremos determinar el incremento o descenso en las relaciones que se establecen, la creación de redes tanto a nivel general como desagregado por

áreas temáticas. Con los datos de colaboración internacional se pretende conocer los principales socios de fuera de la región, su peso en la producción regional, y la capacidad de internacionalización de los grupos de la región.

Como se plantea en el estudio de la Fecyt (Fecyt, 2008), la colaboración en la ciencia es un indicador del grado de madurez y eficiencia de las ramas del saber, del adecuado nivel de infraestructuras y de la coordinación de múltiples autores. En el caso de países en desarrollo, en concreto en América Latina y el Caribe, nos surge la duda de si el patrón de colaboración que se mantiene es causa de una fuerte internacionalización de la ciencia regional, o si simplemente es causa de una débil estructura de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación, que llevan a sus científicos a buscar socios fuera de sus fronteras. Igualmente nos planteamos si la colaboración internacional es un factor en el alto incremento de la productividad regional. A lo largo del capítulo iremos analizando las características de la colaboración científica regional, su peso e influencia en la producción para dar respuesta a estas hipótesis.

De los 425.258 documentos publicados en la región entre 1996 y 2007, el 39% (166.849) han sido firmados por autores de más de un país (de fuera o de dentro de la región), y sólo 14.820 en los que participan dos o más países de la región. Esto supone el 3.48% del total de publicaciones<sup>36</sup>.

En la figura 6.1 se presentan los datos de las copublicaciones según los diferentes tipos de colaboración analizados (internacional, intrarregional e intra-internacional). La primera lectura es la importante diferencia entre los porcentajes de colaboración internacional frente a los que se dan en la colaboración entre países de la región. Hay que destacar además que de los 14.820 documentos en los que participan al menos dos países de la región, en el 41% (6.195) participa uno o más países extra regionales. Como afirman Sancho y otros (Sancho y otros, 2006), estos datos demuestran el poco interés en establecer políticas regionales que impulsen la creación de redes científicas

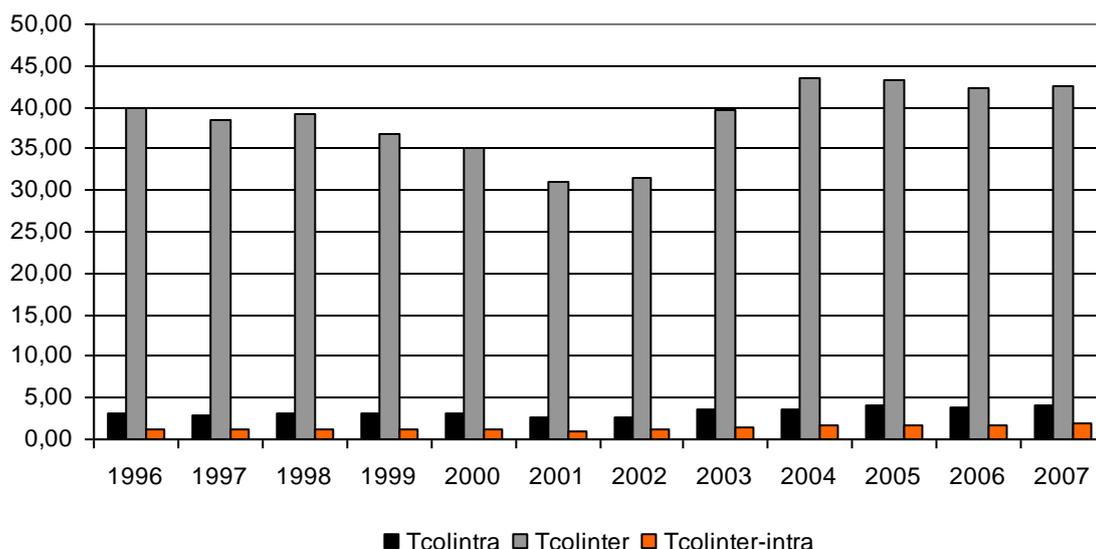
---

<sup>36</sup> Ver tabla 6.1 Anexo resultados donde se presentan los datos de colaboración para en LAC para el periodo.

interregionales en América Latina que fomenten la investigación de calidad. A pesar de que en las últimas décadas se ha producido una gran proliferación de acuerdos regionales, han sido más bien razones comerciales, financieras y políticas las que han inducido a los países de la región a buscar de forma sistemática marcos de cooperación, mientras que se ha prestado poca atención a la cooperación en materia de ciencia y tecnología (UNESCO, 2005). La segunda cuestión que se debe anotar es el descenso de los índices de colaboración entre 1999 y 2002, una situación que está más relacionada con la cobertura de la base de datos sobre la que trabajamos. Según anotó Jacsó, existe una deficiencia de los datos en Scopus, que se estima puede estar en alrededor del 11% de las publicaciones que no ofrecen información completa sobre la afiliación institucional de todos los autores (Jacsó, 2009a).

Al comparar los ritmos de crecimiento de la colaboración intrarregional con los de la internacional, tanto en términos porcentuales como absolutos, la primera obtuvo mejores índices. En términos porcentuales la colaboración intrarregional creció un 36%, frente al 6% que alcanzó la colaboración internacional, mientras que en términos absolutos fue de 224% y 152% respectivamente.

Figura 6.1. Patrones de colaboración regional



### 6.1. Colaboración internacional

En esta apartado se analizan las publicaciones firmadas por dos o más países donde al menos uno de ellos sea de LAC, para tratar de identificar los principales socios, la formación de redes de colaboración según el número de países, áreas geográficas implicadas y el peso de las colaboraciones bilaterales, trilaterales o multilaterales.

Además de los factores que llevan a los países a colaborar, parece lógico que la cooperación internacional es la mejor y en algunos casos la única opción que tienen los países en desarrollo para abordar ciertos temas de investigación, acceder a nuevas tecnologías, información ó financiación. Igualmente, la creación por parte de los gobiernos de países industrializados de un número significativo de agencias y programas que promueven la cooperación científica es evidencia de que tal aproximación les es de interés.

Como se hizo mención antes, un total de 166.849 se realizaron en colaboración internacional, lo que significa que el 39% de las publicaciones fueron firmadas por al menos dos países.

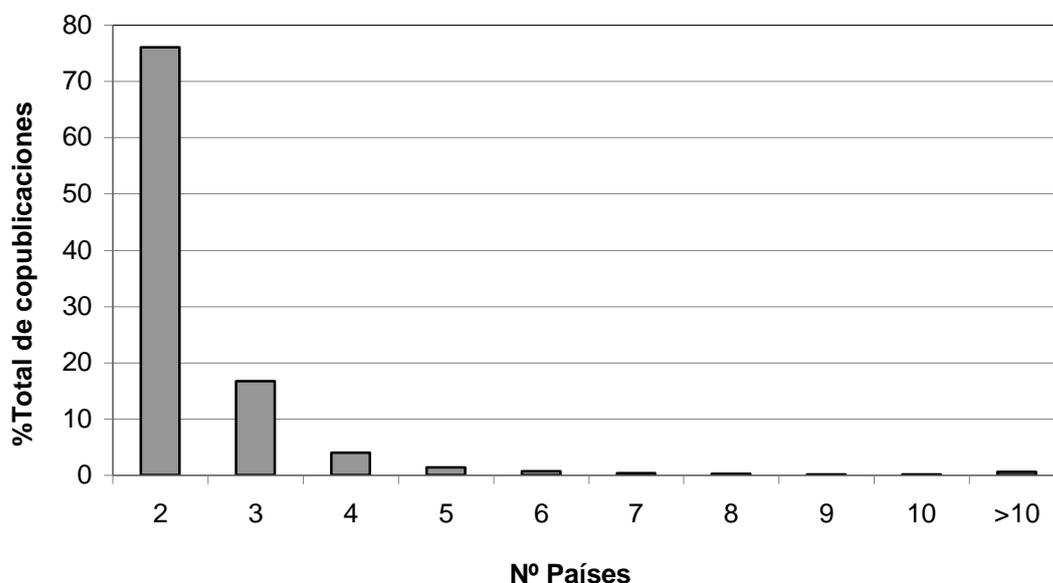
La colaboración científica internacional sugiere la existencia de redes de cooperación en los que participan grupos de investigación de varios países, el análisis del número de países implicados nos da información sobre la magnitud de las redes que se establecen. En la figura 6.2, se presenta la distribución porcentual de las copublicaciones según número de países participantes. Tal como se puede ver, la colaboración más frecuente es la bilateral con 126.803 documentos lo que supone el 76% del total de copublicaciones. A una gran distancia se encuentran la cooperación trilateral que supone el 16%. Las publicaciones firmadas por cuatro o más países, representan el 7% de las copublicaciones<sup>37</sup>. Aunque a lo largo del periodo se han incrementado todos los tipos de colaboración, se aprecia un mayor aumento de aquellas

---

<sup>37</sup> Ver tabla 6.2 Anexos resultados

colaboraciones en las que participa un mayor número de países, lo que nos indica el creciente interés por la cooperación multilateral.

**Figura 6.2. Tamaño de las redes de colaboración según número de países firmantes 1996-2007**

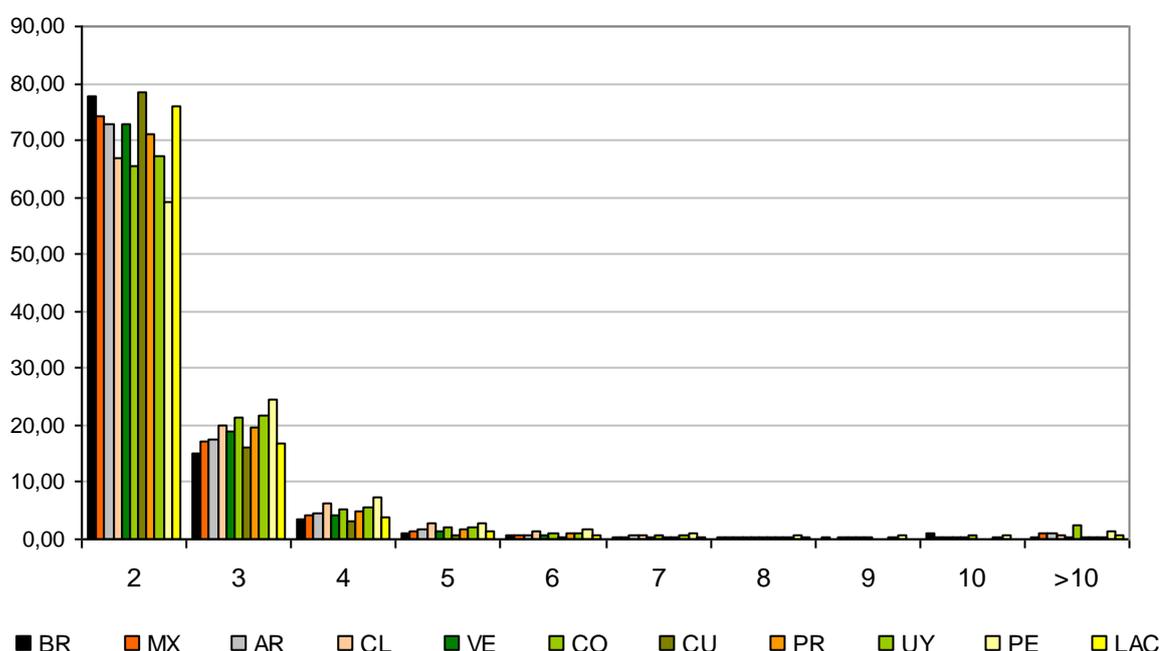


La distribución porcentual de las colaboraciones de los diez primeros productores de la región según el número de países firmantes, se recoge en la figura 6.3. De nuevo la cooperación bilateral es la que prevalece en todos los países aunque con diferente intensidad. En Cuba y Brasil, es mayor la cooperación bilateral mientras que la participación en redes de mayor número de países es menor que la de sus vecinos. En Perú, Colombia y Chile se observa una menor participación en este tipo de redes, no obstante, estos países tienen una mayor participación en la cooperación multilateral. En el caso colombiano, por ejemplo, el 2.5% de sus copublicaciones están firmadas por más de diez países, mientras que la media regional es de 0.5%. En general Colombia y Perú son los países donde tiene mayor peso la cooperación multilateral (Tabla 6.3 anexos).

En la figura 6.4 se presenta la cuota de participación de cada una de las regiones geográficas en el total de publicaciones internacionales para el periodo completo. Europa Occidental participa en el 44% de las

copublicaciones, siendo la región con la que más colaboran los países de LAC. En segundo lugar se ubica Norte América que participa en el 37%. En tercer lugar, aunque a una gran distancia, están las colaboraciones entre los países de LAC presente en el 8% del total de documentos en colaboración. En cuarto lugar están las colaboraciones con la región asiática (6%) y en quinto lugar Europa del Este (5%)<sup>38</sup>.

**Figura 6.3. Tamaño de las redes de colaboración de los principales productores, según número de países firmantes**



En términos absolutos se aprecia un crecimiento positivo de la cooperación con todas las regiones a lo largo del periodo. En términos relativos, por el contrario, se observan ciertos cambios de tendencia. Así por ejemplo, aunque en 1996 la participación de las dos mayores regiones en las copublicaciones de LAC eran prácticamente iguales, a lo largo del periodo se observa un claro descenso del peso relativo de Norte América especialmente marcado a partir de 2004. Por su

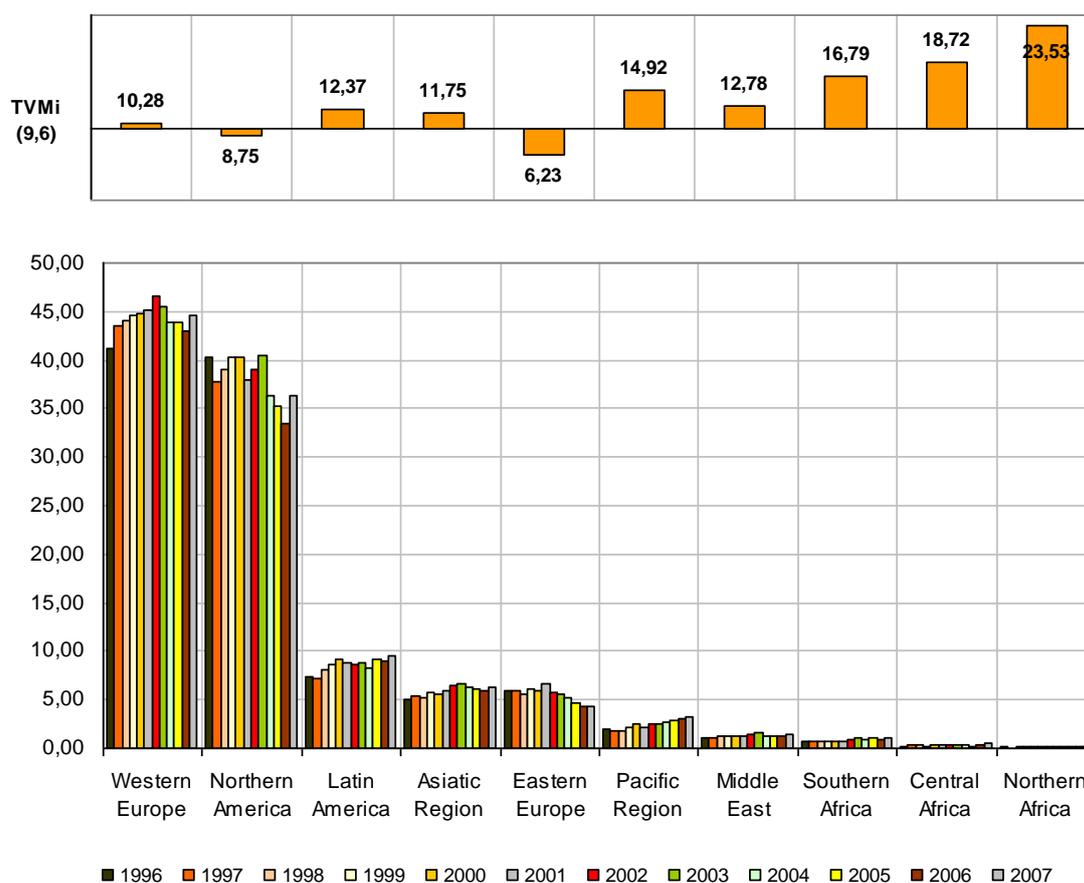
<sup>38</sup> En las tablas 6.4 y 6.5 del Anexo de resultados están recogidos el total de copublicaciones y su peso porcentual con cada zona geográfica.

parte Europa Occidental ha seguido ganando terreno y en 2007 las proporciones llegaron al 36% para la primera y 45% para la segunda.

Es importante destacar el ritmo de crecimiento de las copublicaciones entre los países latinoamericanos en términos porcentuales, con una tasa de variación del 30% lo que ha permitido que este tipo de colaboración haya logrado aumentar su peso en el total de copublicaciones del 7% en 1996 al 9% en 2007. Las copublicaciones con los países asiáticos también logran aumentar un 24%, mientras que con Europa del Este ocurre todo lo contrario caen un 28%, una caída especialmente notoria en el segundo sexenio.

El peso relativo de las copublicaciones con el Pacífico aumenta 61%. Con las regiones de Sudáfrica y Norte de África los crecimientos porcentuales están por encima del 70%, no obstante, la cooperación con estas regiones no suponen más del 1% del total de las copublicaciones.

Figura 6.4. Crecimiento porcentual anual de colaboraciones por regiones y tasa media de variación interanual



A lo largo del periodo de estudio, los países de la región generan copublicaciones con 161 países extra regionales y aunque es Europa Occidental la región con la que se genera el mayor número de trabajos en colaboración como se hizo mención antes, si se analizan los principales socios por países, es Estados Unidos el colaborador por excelencia de la región. Este país participa en el 33% del total de las publicaciones en colaboración. Dentro de los cinco primeros colaboradores además de Estados Unidos se encuentran: España (10.4%), ligeramente por encima de Francia (10%), Reino Unido (9%) y Alemania (8%)<sup>39</sup>.

Tal como dijimos antes, el peso relativo de Norte América ha ido descendiendo a lo largo del periodo, un descenso que se debe básicamente a la caída en la cuota de participación de Estados Unidos. Aunque el número total de

<sup>39</sup> Ver tabla 6.6 Anexo resultados

colaboraciones con este país se ha duplicado, la creciente expansión de la cooperación con otros países, especialmente los asiáticos y los mayores productores de Europa Occidental han ido restando peso relativo a Estados Unidos como socio central de la región. España es un país con el que se han incrementado notoriamente las colaboraciones. Este país partía en 1996 como cuarto colaborador de la región, presente en el 8% de las colaboraciones, mientras que en 2007 se ubica como segundo socio con el 11%, con una tasa de crecimiento porcentual de alrededor del 42%. También aumentan su peso relativo en el total de las copublicaciones regionales, Italia, Alemania y Canadá. Las colaboraciones con Francia se han mantenido en los mismos niveles a lo largo del periodo, mientras que con Reino Unido han descendido ligeramente.

En el ranking de países colaboradores, Portugal se encuentra en el número quince y sólo participa en el 1.5% del total de publicaciones en colaboración. Sin embargo, es el país de Europa occidental con el que se ha experimentado uno de los mayores índices de crecimiento, pasando de 79 copublicaciones en 1996 a 430 en 2007, con un crecimiento porcentual de alrededor del 115%. Esta situación se debe probablemente al importante incremento de las revistas brasileñas indexadas en Scopus, pues es precisamente con este país donde se concentran casi la totalidad de las copublicaciones.

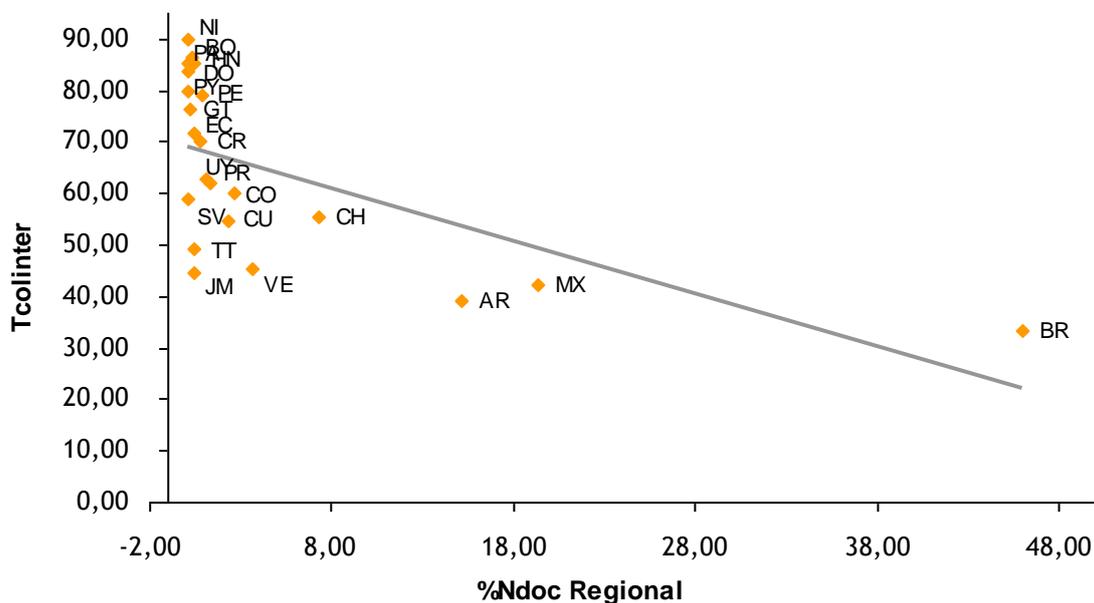
Japón, India, China y la República de Corea son los principales socios de Asia. Aunque las colaboraciones con estos países siguen representando una escasa franja del total de colaboraciones, se observa un alto índice de crecimiento especialmente con China y la República de Corea que en términos relativos llegan al 107% y 182% respectivamente. Del grupo de países de Europa del Este, se encuentran como principales colaboradores: Rusia, Polonia y la República Checa, todos ellos pierden peso relativo. Con la región del Pacífico es Australia el principal socio y a una gran distancia se encuentra Nueva Zelanda. Con el resto de regiones el número de colaboraciones es bastante modesto, aunque podemos destacar las colaboraciones con Israel dentro de los países de medio Oriente o Sudáfrica dentro la región con la misma denominación.

## 6.2. Colaboración por países

Las tasas de colaboración varían considerablemente entre los países, factor que está directamente relacionado con su tamaño científico (Lukkonnen, Persson y Sivertsen, 1992; Schubert y Braun, 1990; Glanzel, 2001).

Como se observa en la figura 6.5, los países de la región con menor peso en la producción regional son los que tienen mayores tasas de colaboración internacional. En este caso analizamos una selección más amplia en número de países de la región (los primeros veintidós productores), de tal forma que podamos comparar los patrones de colaboración que prevalecen en países de menor y mayor tamaño científico. Tal como se puede ver, países como Nicaragua, Panamá ó Bolivia alcanzan tasas por encima del 80%.

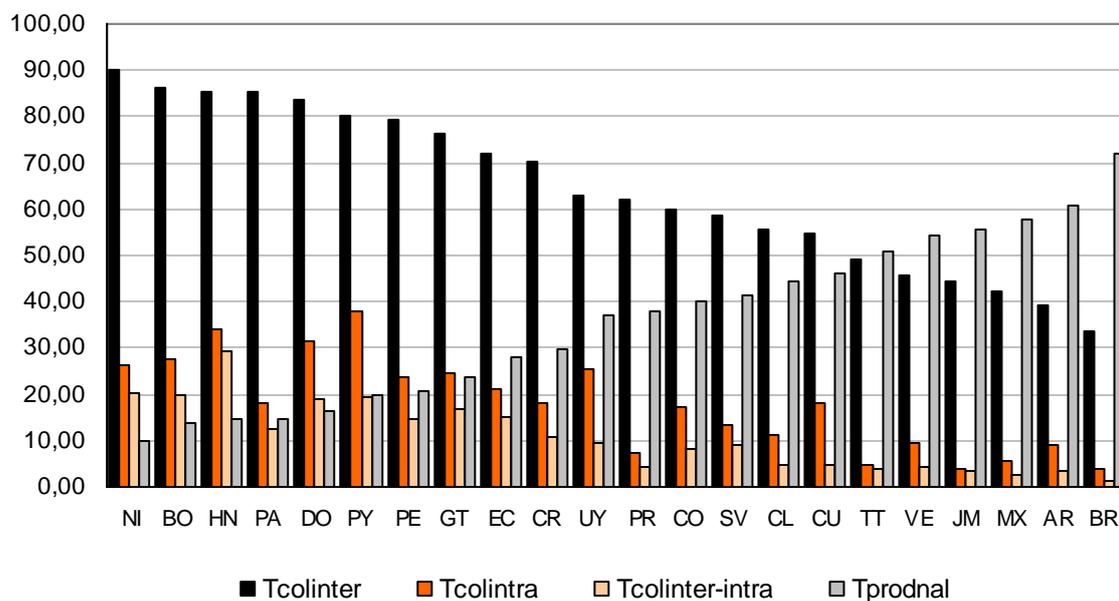
**Figura 6.5. Correlación entre el peso relativo en la producción regional y tasa de colaboración internacional**



Por su parte los países con mayor producción como Brasil, alcanza tasas de colaboración del 33%, Argentina 39% ó México 42%. Fernández, Gómez y Sebastián señalan que los porcentajes de copublicaciones en torno al 30%

indican un equilibrio razonable entre capacidad para producir nuevo conocimiento en base a recursos e iniciativas nacionales junto a una apertura hacia la cooperación internacional. Tasas en torno al 50% se pueden interpretar como un mayor grado de dependencia de grupos extranjeros para llegar a publicar. Finalmente porcentajes superiores al 70% señala una dependencia cercana a lo que denominan la “satelización” de la comunidad científica nacional, combinada con la credibilidad de grupos extranjeros para desarrollar investigaciones conjuntas (Fernández, Gómez y Sebastián, 1998). Así pues aunque hablamos de una media de colaboración internacional en la región de 39%, o de una media de colaboración intrarregional de 3%, lo cierto es que estas cifras varían considerablemente entre los países. La figura 6.6 es bastante ilustrativa de esta situación. Aquí se presentan las tasas de los diferentes tipos de colaboración para cada uno de los países seleccionados. Se presenta además el porcentaje de publicaciones que han sido firmadas sólo por autores nacionales, producción que puede estar firmada por uno o más autores de una misma o de diferentes instituciones pero que pertenecen al mismo país. Como se mencionó antes, los países más pequeños son los que presentan los mayores índices de colaboración internacional. Los investigadores de estos países se ven obligados a buscar socios de fuera por diversos motivos ya sean científicos, económicos o de visibilidad. Aunque en general los países de la región tienden a buscar la colaboración científica como medio para publicar sus trabajos en revistas de la denominada “corriente principal”.

Figura 6.6. Patrones de colaboración por países



Como se observa en la figura 6.6, sólo seis de los veintidós países seleccionados tienen mayor porcentaje de documentos en el apartado de producción nacional, es decir, que han sido firmados por uno o varios autores del mismo país que los firmados en colaboración internacional. Dentro de ellos además de los tres mayores productores se encuentran Jamaica, Venezuela y Trinidad y Tobago. Mientras que los 16 países restantes tienen más del 50% de su producción en colaboración, caso extremo de Nicaragua, Bolivia, Honduras, Panamá y República Dominicana, con porcentajes que superan el 80%. Países con escasa capacidad de generación de conocimiento endógeno, con tasas de producción nacional que en ninguno de estos casos superan el 16%.

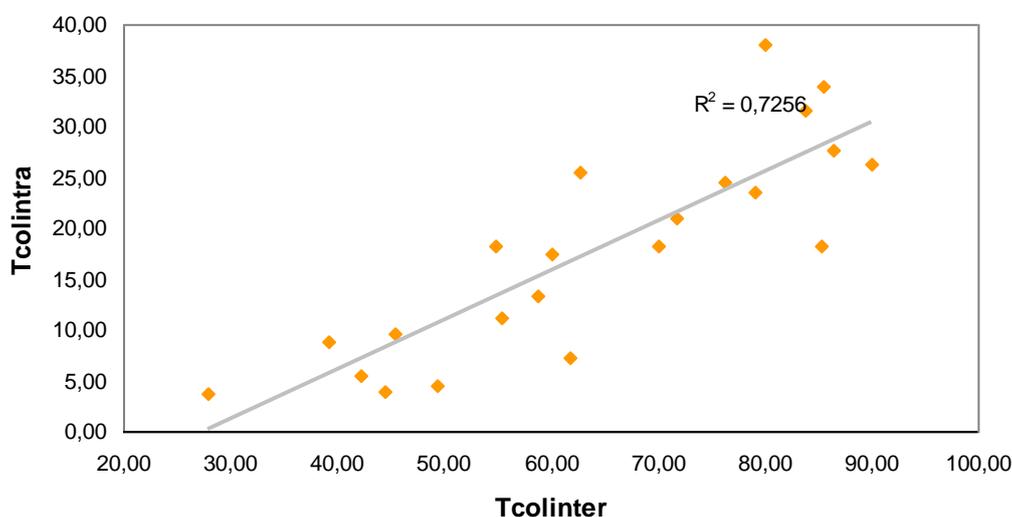
Como ya se ha dicho, Brasil es el país que tiene las menores tasas de colaboración tanto internacional como intrarregional y a su vez es el que tienen el mayor porcentaje de producción nacional, es decir, un país con equilibrio entre capacidad para generar nuevo conocimiento a partir de sus propios recursos y una buena capacidad de internacionalización y de incorporación en las redes de colaboración. El segundo mayor productor de la región, México tiene un índice de colaboración internacional de 42%, en tanto que su tasa de colaboración regional es de 5%. Argentina tiene una tasa de colaboración

internacional menor (39%), mientras que su participación en la colaboración regional es la mayor de estos tres países (8%)<sup>40</sup>.

Paraguay es el país con mayor tasa de colaboración intrarregional, el 38% de sus publicaciones están firmados en colaboración con otro país de la región. Honduras y República Dominicana, también superan el 30%. Dentro de los que tienen la menor tasa de colaboración intrarregional están Brasil (3%), Jamaica y Trinidad y Tobago (4%) y México (5%).

Como se puede observar en la figura 6.7, donde comparamos los porcentajes de colaboración internacional y los de colaboración intrarregional de cada país, existe una correlación positiva entre ambos tipos de colaboración ( $R^2=0.72$ ). Es decir, que la mayoría de los países que presentan altos índices de colaboración internacional también tienden a tener altos índices de colaboración regional.

**Figura 6.7. Correlación entre tasas de colaboración intrarregional e internacional**



El crecimiento de la colaboración internacional y la intrarregional fue positivo tanto en valores absolutos como porcentuales, aunque las cifras fueron mayores para la colaboración intrarregional. Cuando desagregamos los datos de crecimiento para cada uno de los países, se aprecia un incremento positivo

<sup>40</sup> Ver tabla 6.7 Anexo resultados donde se recogen los tipos de colaboración para cada uno de los países

para la mayoría de ellos en ambos apartados<sup>41</sup>. Sólo en el caso de Brasil y de Paraguay se observa una tasa de variación negativa para el periodo sobre los datos porcentuales en la colaboración internacional. Mientras que en la colaboración intrarregional sólo República Dominicana experimentó un crecimiento porcentual negativo para el periodo.

Hay que destacar el amplio crecimiento de los índices de la colaboración internacional en Cuba, donde este tipo de colaboración representaba el 45% del total de su producción en 1996 y en 2007 ya alcanza la cifra de 72%, un crecimiento especialmente marcado a partir de 2003. Brasil es el que presenta la menor tasa de colaboración intrarregional (3.7%), a la vez, es el que menos ve incrementado este tipo de colaboración, pasando del 3.5% en 1996 al 4% en 2007, lo que parece indicar que ha hecho poco esfuerzo por potenciar las colaboraciones científicas entre la región, teniendo en cuenta su crecimiento y su volumen de producción. Después encontramos a Jamaica con un 3.9% seguido de Trinidad y Tobago 4% y México 5%. En el caso de Jamaica y Trinidad y Tobago parece una situación normal asumiendo las diferencias en el idioma, la distancia geográfica y el escaso número de publicaciones de estos dos países. México ha experimentado un crecimiento mayor, pasando del 4.7% en 1996 al 7% en 2007 y una tasa de variación para el periodo de 48%. Argentina tiene una tasa de colaboración regional de 8%, y una tasa de crecimiento porcentual para el periodo de 102%, es decir ha duplicado sus índices de colaboración regional pasando del 6% en 1996 al 12% en 2007. Este país dentro de los mayores productores, es el que ha experimentado la mayor tasa de crecimiento. Venezuela, es otro país que ha experimentado un importante crecimiento, con una tasa de variación porcentual para el periodo de 75%, pasando de una tasa de colaboración en 1996 del 8% al 14% en 2007. Otros países con tamaño medio como Chile ó Cuba han presentado tasas de crecimiento superiores a 40%.

Cuando comparamos la distribución de las colaboraciones internacionales de los diez primeros productores de la región según las zonas geográficas, se

---

<sup>41</sup> Ver Tablas 6.8 a 6.11 Anexo resultados

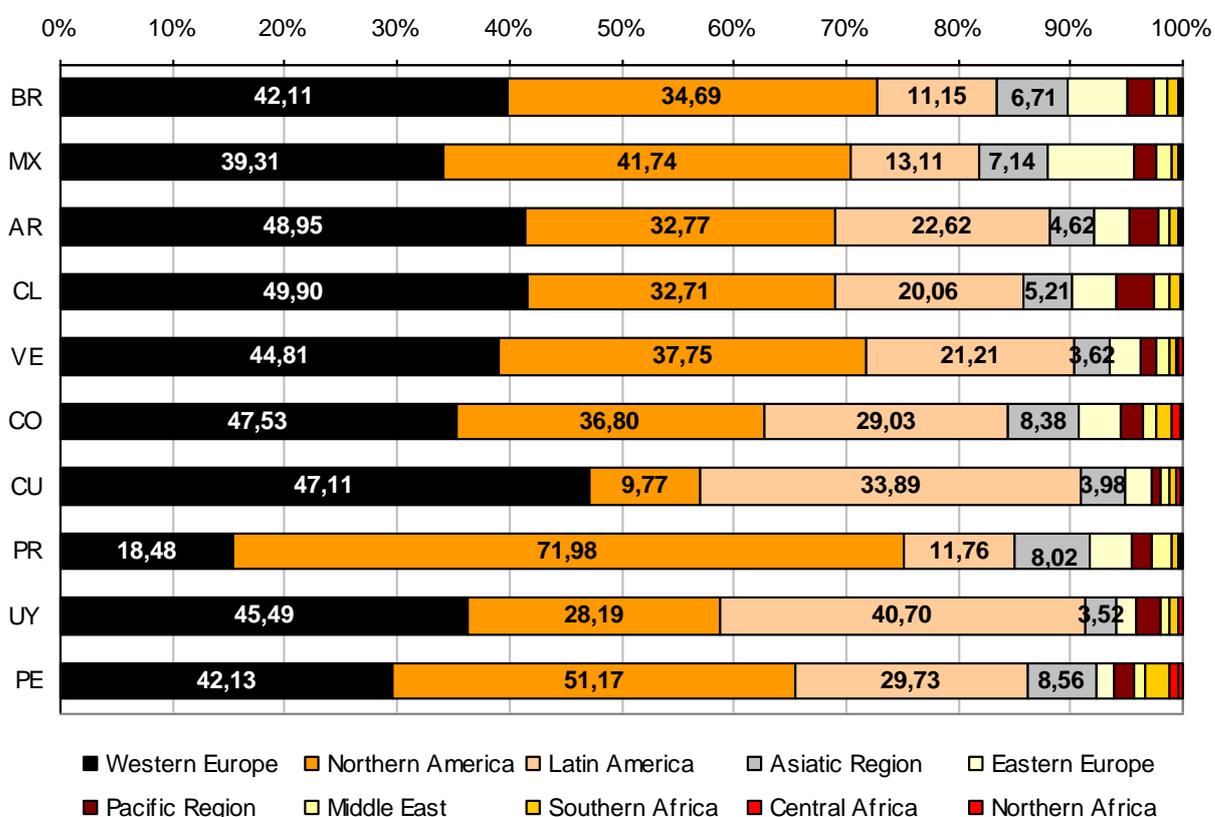
mantienen más o menos los mismos patrones antes descritos (Figura 6.8). En general para la mayoría de los países la zona geográfica con la que más copublicaciones generan es con Europa Occidental, esto podría ser el resultado de las ayudas que ofrece la Comunidad Europea a los países de LAC y de la cooperación bilateral en el marco de programas de cooperación para el desarrollo como el caso del programa INCO-DEV<sup>42</sup>. En el caso de México, Perú y Puerto Rico tiene como principal socio a Norte América, este último con una fuerte concentración de sus colaboraciones con esta región que representan alrededor del 72% de sus copublicaciones, mientras que Europa Occidental sólo está presente en el 18%<sup>43</sup>.

---

<sup>42</sup> el Programa INCO-DEV es uno de los principales instrumentos específicos para el fomento de la cooperación entre Europa y el Sur tales. Ese Programa tiene por objeto despertar el interés de la comunidad científica europea por los problemas concretos de los países en desarrollo y potenciar sinergias entre las medidas de la Comisión Europea relativas a la investigación y las referentes a la cooperación al desarrollo. Dicha cooperación refuerza el contexto institucional y la capacidad de investigación, mientras que las medidas en el sector de la investigación contribuyen a una mejor explotación de los recursos humanos mediante la creación de asociaciones Norte-Sur y Sur-Sur.

<sup>43</sup> Ver Tablas 6.12 y 6.13 Anexo resultados

Figura 6.8. Distribución porcentual de las copublicaciones de los diez primeros productores según la zona geográfica



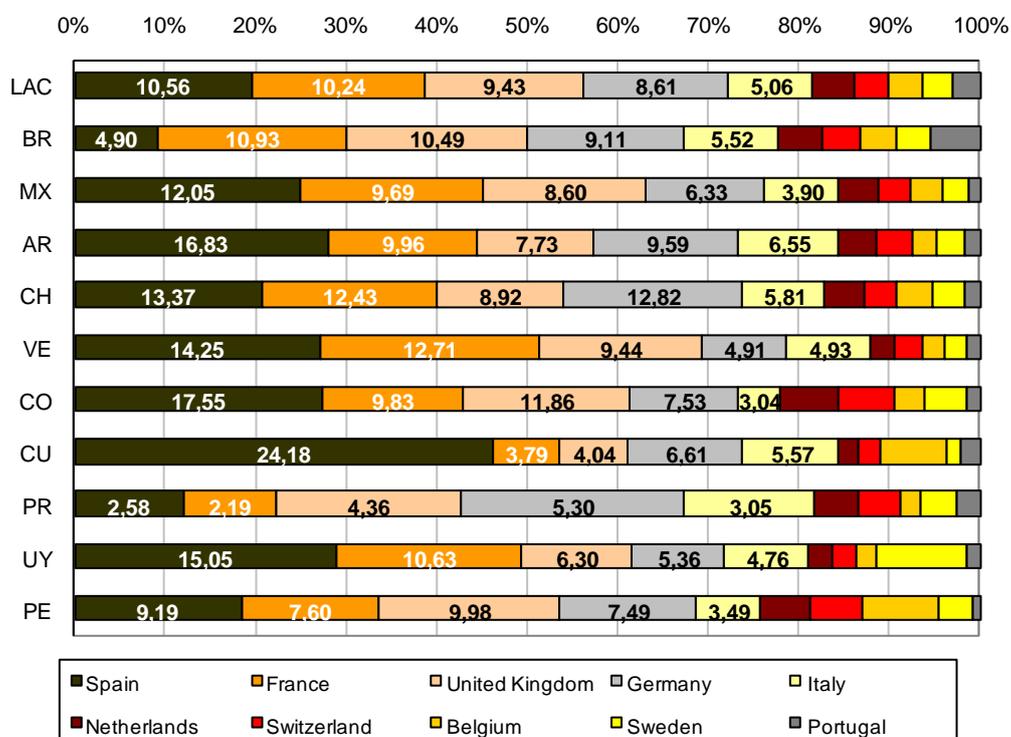
Cuba a diferencia del grupo, tiene una muy escasa tasa de colaboración con América del Norte, solo el 9% de sus copublicaciones están firmadas con países de esta zona, mientras que su cooperación con los países de Europa Occidental constituyen el 47% del total de sus colaboraciones. Para este país también tiene un importante peso las colaboraciones con sus vecinos de LAC (34%). En el 40% de las copublicaciones de Uruguay participa otro de la región, lo que le ubica como el país donde este tipo de cooperación tiene mayor peso en detrimento de la participación de América del Norte, que después de Cuba es donde tienen menor presencia (28%). También destaca la cooperación de Colombia, Perú y Puerto Rico con la región asiática, la de México con Europa de Este o la de Chile con el Pacífico.

La distribución porcentual de las copublicaciones con los diez principales socios de Europa Occidental para los diez primeros productores de la región, se recoge en la figura 6.9. España es el principal socio para la región en su

conjunto, país que participa en el 10% de las copublicaciones de LAC<sup>44</sup>. Una situación que se debe probablemente a las similitudes culturales, idiomáticas y que está fomentada por la creación de programas como CYTED o iniciativas como el Espacio Iberoamericano del conocimiento. Este país es también el primer socio para la mayoría de los países de la región. En el caso de Brasil tiene mayor peso las colaboraciones con Francia y Reino Unido, las dos con el 10%, además a una gran distancia las colaboraciones con España, que sólo están presentes en el 5% de las copublicaciones.

Puerto Rico tiene como principal colaborador de esta zona a Alemania y Perú a Reino Unido. Para Cuba España es su colaborador por excelencia, una cooperación que compensa la escasa colaboración que establece con Estados Unidos. Destacan también las colaboraciones de Uruguay con Suecia o las de Brasil con Portugal una colaboración que ha tenido un amplio incremento en los últimos años.

**Figura 6.9. Distribución porcentual de las copublicaciones con los diez principales socios de Europa Occidental**



<sup>44</sup> Ver Tabla 6.14 Anexo resultados

Así pues y respondiendo a la pregunta planteada al inicio del presente capítulo de si las altas tasas de colaboración son producto de una fuerte internacionalización o de una débil estructura de los sistemas, entendemos que es una combinación de ambos factores. En primer lugar es explícita en la mayoría de los países, la política de apertura e internacionalización en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Prueba de ello son las altas tasas de movilidad de sus investigadores, la participación en programas supranacionales ó la proliferación de becas para que los investigadores se formen en el extranjero. Las copublicaciones también dan cuenta del nivel de internacionalización tal como queda recogido en el manual de Santiago (RICYT, 2007a). Sin embargo, si estamos hablando de que más de la mitad de de la producción nacional está firmada con un socio de otro país, una situación que si la comparamos con la media de colaboración de los países de la Unión Europea que se ubica en torno al 24% o de Estados Unidos o Japón que no llegan al 20% (European Commission, 2003), nos lleva a entender que existe muy poca capacidad para generar conocimientos a partir de recursos propios, sin duda una consecuencia de los escasos insumos dedicados a la I+D y a la falta de una clara y continuada política en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación.

En esta medida la colaboración científica se ha convertido en la mejor o en algunos casos, la única posibilidad de vertebrarse en las redes mundiales de conocimiento científico y tecnológico. Al mismo tiempo la participación en estas redes proporcionará formación, experiencia y visibilidad que no solo ayudará al fortalecimiento de los aún incipientes sistemas de CyT de los países de la región, sino que al mismo tiempo, en la medida en que se participa cada vez más en redes de colaboración, la credibilidad de la investigación nacional fuera de sus fronteras aumentará claramente.

Lo que si resulta llamativo es el claro aumento de las tasas de colaboración internacional en todos los países de mayor tamaño, excepto en Brasil donde la tendencia es a la baja. En Argentina por ejemplo se pasó de tener el 35% de la producción en colaboración en 1996 al 48% en 2007, en México fue de 39 a

48%, Chile paso de 47% a 61%, mientras que Brasil pasó de 38% a 33%. Esta tendencia y como respuesta a la segunda cuestión planteada al inicio del capítulo, demuestra claramente que el amplio aumento de la producción regional tiene una alta dependencia de la colaboración científica, la cual parece que suple la falta de inversión. Por el contrario Brasil, el único país que ha apostado claramente por aumentar la financiación de la I+D, ha sido el único capaz de revertir la tendencia a la vez que tiene uno de los mayores índices de crecimiento en número de publicaciones.

### **6.3. Colaboración intrarregional**

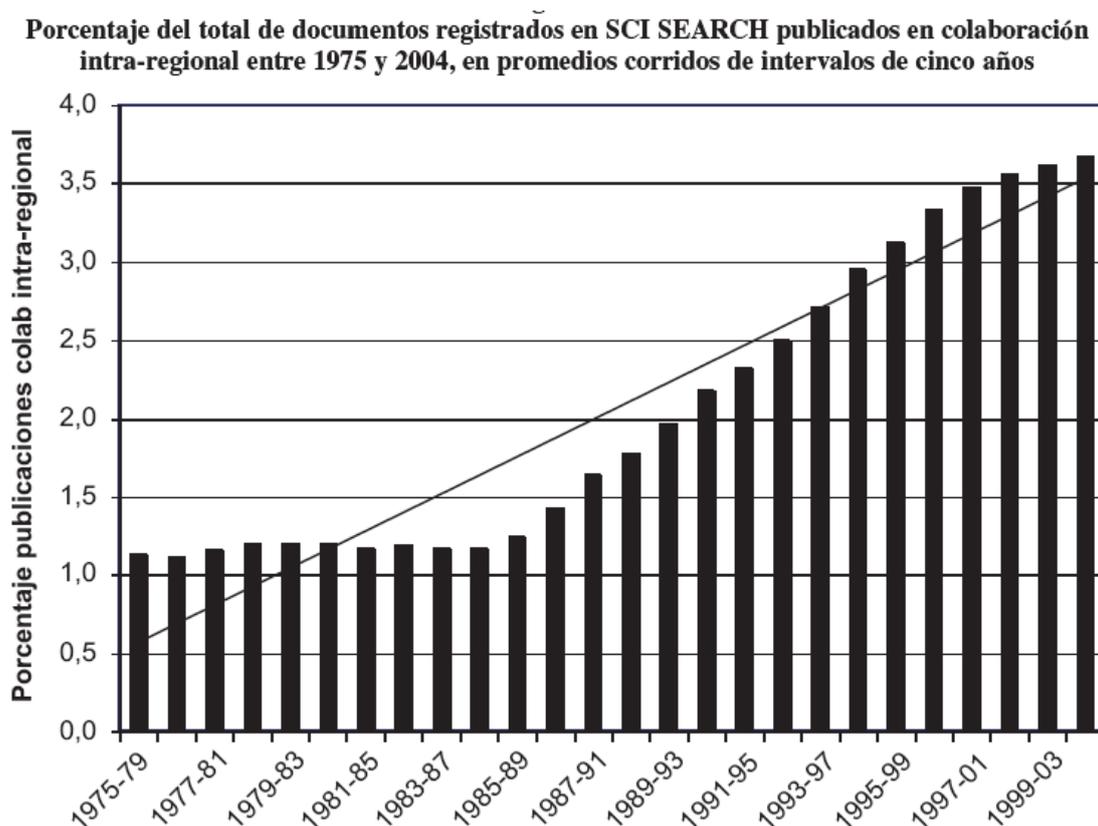
Además de factores científicos y productivos, la colaboración científica es impulsada por intereses políticos a nivel nacional, regional y mundial. Sin embargo, en el plano latinoamericano se está lejos de alcanzar un marco común de cooperación y financiación de la investigación, y los acuerdos que se han firmado han hecho caso omiso de cualquier previsión encaminada al desarrollo de una estructura científica y tecnológica regional como lo señalan Cetto y Vessuri (Cetto y Vessuri, 1998, citado en Russell y otros, 2007).

A pesar del escaso índice de colaboración intrarregional respecto a la colaboración que se hace con países de otras regiones, principalmente Europa Occidental y Norteamérica, el análisis de las redes de colaboración intrarregional nos ayudará a conocer los países centrales como fuentes de información, el rol de cada uno de ellos en la formación de la red y la intensidad de las relaciones que se establecen entre los países tanto a nivel global como en las diferentes áreas temáticas.

Tal y como mencionamos al inicio del capítulo, sólo en el 3.4% del total de producción participan dos o más países de la región, una cifra que sigue siendo bastante escasa comparada con la que alcanza la colaboración internacional. A pesar de ello el crecimiento ha sido mayor en la colaboración intrarregional con un incremento en términos porcentuales del 36% frente al 6% que logra la colaboración internacional.

En el estudio de Russell se trabaja con un amplio periodo de tiempo (1975 – 2004) sobre datos ISI, para determinar los patrones de colaboración internacional e intrarregional de los países de LAC. Podemos observar en la figura 6.10, tomado de este estudio, donde se observa que durante 1975 y 1989 se mantuvo mas o menos los mismos índices la colaboración regional y a partir de esta fecha hasta 2004, se ha mantenido un crecimiento sostenido. No obstante los autores señalan que es un crecimiento es jalonado esencialmente por el aumento de colaboraciones entre los grandes productores, principalmente por las colaboraciones entre Brasil y Argentina (Russell y otros, 2007).

Figura 6.10. Crecimiento porcentual de la colaboración intrarregional 1975 – 2004 (ISI)



Fuente: Russell y otros, 2007

Así pues aunque son ya bien conocidos los factores que pueden facilitar u obstaculizar la colaboración científica, cuando hablamos de cooperación sur-sur los condicionantes son diferentes a los que se establecen con la

cooperación norte-sur. Según palabras de Leclerc y Gagné (Leclerc y Gagné, 1994)

“the scientific development of the small economies is almost completely determined by external forces, whose action is dictated primarily by the scientific communities of the major economic powers. In short, economic determining factors, the practical limits of which depend on national wealth as it were, seem to have more of a role to play in the formation of collaboration networks *worldwide* than geographical proximity or political or cultural affinities”. pp. 276

A tenor de los datos sobre colaboración intrarregional, antes que la afinidad cultural, política, idiomática o la cercanía geográfica, parece ser más bien la necesidad de financiación un motivo muy decisivo para los científicos de los países en desarrollo para buscar sus socios (Schubert y Sooryamoorthy, 2010). Como lo señala Glanzel, los pesos de dos países que colaboran no son iguales y la falta de simetría en las redes que se establecen es una característica común de la colaboración científica (Glanzel, 2001). En la Tabla 6.15 de los anexos, se recoge el total de co-publicaciones entre los países de la región y el peso que estas publicaciones representan para cada país en proporción a su producción o lo que denominamos tasa de colaboración asimétrica (TCA). Como es de esperar los tres grandes productores, Brasil, México y Argentina conforman el grupo de países que atraen y ejercen mayor influencia sobre el resto de países de la región. Brasil está presente en el 50% de las colaboraciones que se hacen a nivel regional, es decir, que aunque el peso de estas colaboraciones sea muy escaso en relación a su producción, lo cierto es que en términos absolutos este país es el que genera el mayor número de copublicaciones. Este país es el principal socio de la mayoría, sólo Cuba tiene como primer socio regional a México y Uruguay a Argentina. Este último está presente en el 38% de las copublicaciones regionales, México en el 30% y Chile en el 23%. Colombia, Cuba y Venezuela están entre el 10 y 13%.

Los recuentos de las copublicaciones de cada país y el peso que estas colaboraciones representan en la producción total, nos dan una primera aproximación de los patrones de colaboración prevaleciente a nivel nacional y de cómo estos patrones pueden cambiar a lo largo del tiempo.

A partir del análisis de redes queremos ir un paso más allá, con la intención de obtener información sobre las conexiones que se establecen entre los países de la región. El propósito es conocer la posición de cada país en la red, su rol en función de su centralidad, prestigio o poder, la estructura general de la red y su evolución a lo largo del tiempo.

A partir del número de copublicaciones de los 22 países seleccionados durante el periodo completo, se elaboró una matriz simétrica que se recoge en la tabla 6.16 del Anexo de resultados. La fila es tratada como fuente de información y la columna receptora, así los valores de las filas representan el número total copublicaciones del país con el resto de países, mientras que en la diagonal se puede leer el número total de publicaciones de cada país.

Esta matriz de número de copublicaciones entre pares de países ha sido transformada en otra de tasas de colaboración asimétrica. A partir de esta última, creamos un mapa (figura 6.11) de colaboración asimétrica que permite hacer una lectura más fácil de las redes de colaboración que se establecen entre los países de LAC. Tal como se mencionó en el capítulo de metodología, recordamos que para la lectura del mapa se debe tener en cuenta que el valor de la esfera que representa cada país, es proporcional al número total de publicaciones de cada uno de ellos. Las líneas son los enlaces que se establecen entre cada país y dado que es un mapa de colaboración asimétrica, a través de las flechas distinguiremos la dependencia de la relación y su grosor refleja la intensidad de la misma. En el mapa, los países se distribuyen en función de su dependencia. La cercanía o distancia tiene que ver con el total de enlaces que establece un país con todos los demás. Así los más productivos tienden a situarse en el centro y los más pequeños lo hacen en la periferia.

Como se observa, los dos mayores productores (Brasil y México), conforman dos subredes y se constituyen en fuentes de información para los países que tienen geográficamente más cerca. Los países de Centroamérica y el Caribe establecen una importante relación de dependencia con México. Cabe destacar aquí el alto peso que tiene para Cuba las colaboraciones con México, país que

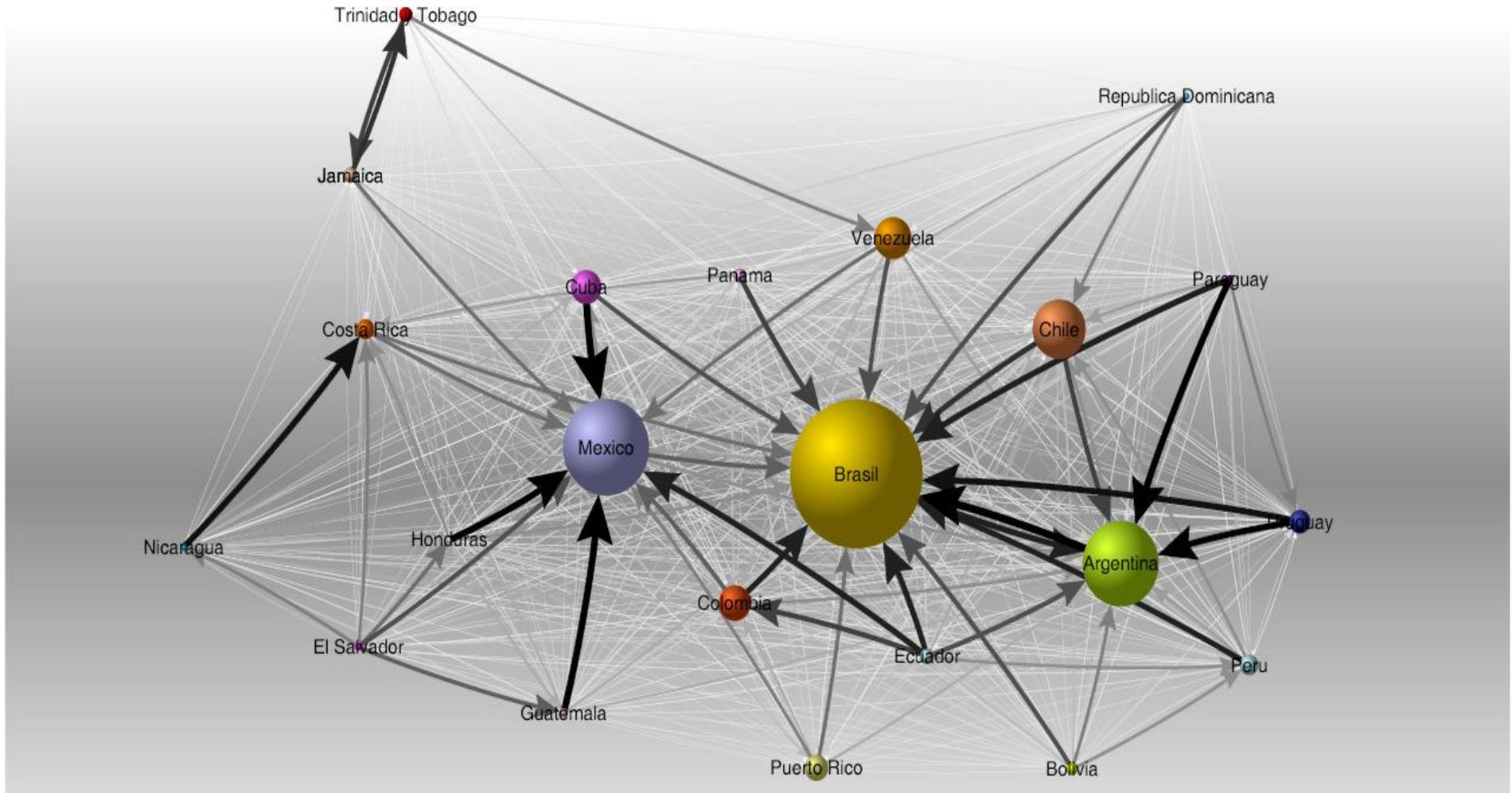
se ubica como segundo mayor socio después de España y está presente en el 17% de sus copublicaciones. Por su parte, Brasil es un importante socio para todos los países de Sudamérica. No obstante la relación entre México y Brasil es relativamente débil en relación al volumen de su producción. En el caso de Argentina, aunque es el tercer país en cuanto a tamaño, en el mapa tiene una posición periférica, puesto que sus relaciones están concentradas básicamente con sus vecinos más cercanos geográficamente (Brasil, Chile, Uruguay y Paraguay).

A través del devenir de las relaciones que se establecen entre los países vemos el rol de cada país dentro de la red y el desarrollo de esta en su conjunto<sup>45</sup>. En general y como es de esperar, México y Brasil ocupan posiciones centrales durante todo el periodo, mientras que Argentina ocupa una posición periférica, más cercana a sus vecinos del cono sur. No obstante a lo largo del período ganan terreno otros los países de menor tamaño como actores centrales en la red, tal como veremos a continuación donde analizamos el crecimiento de las medidas de centralidad para cada uno de los países.

---

<sup>45</sup> Ver Figuras 6.12 a 6.23 Anexo resultados donde se presentan los mapas de colaboración intrarregional para cada uno de los doce años que comprende el estudio

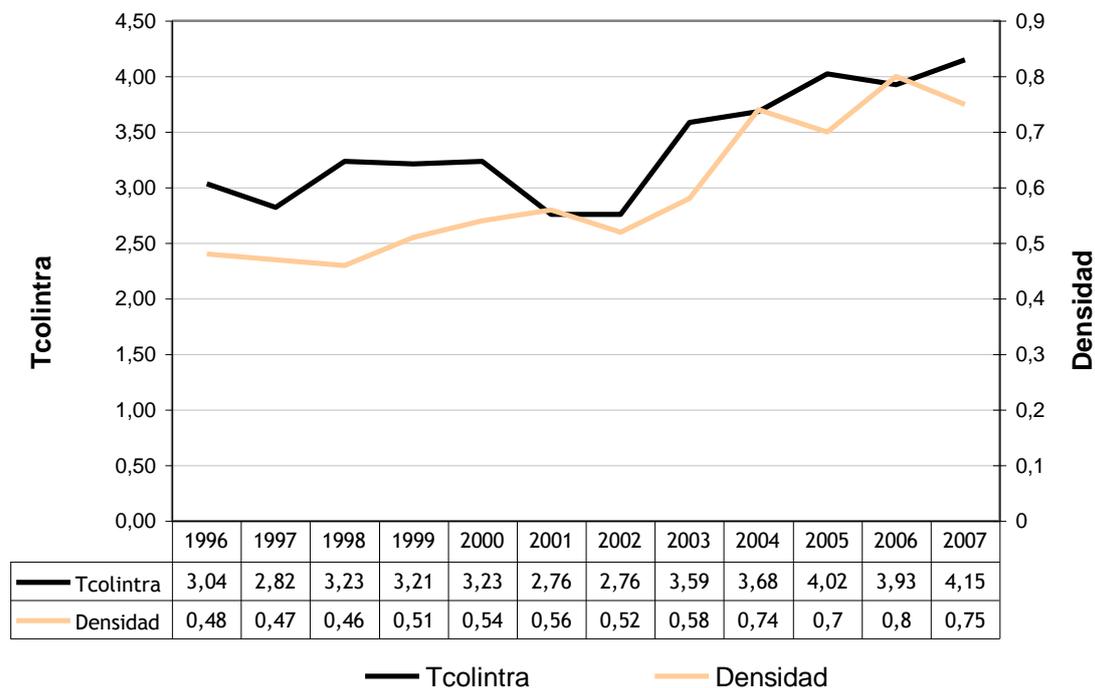
Figura 6.11. Mapa de colaboración intrarregional 1996-2007



*La densidad* es una de las medidas más sencillas para conocer las relaciones que se establecen entre los puntos de la red y nos indica la alta o baja conectividad de la red. Esta medida representa el número de vínculos que se establecen entre los actores de la red con relación a un número máximo que pudiera establecerse si todos los actores estuvieran conectados directamente por una línea con todos los demás. La red de colaboración regional se nota bastante cohesionada. En ella se establecen 454 relaciones dentro de las 462 posibles lo que supone un índice de densidad de 0.98, que nos indica que el 98% de los lazos posibles están presentes en la red. Comparando los mapas del primer y el último año, se nota claramente cómo ha evolucionado la red de colaboración, como el entramado de relaciones ha crecido notablemente en complejidad, la densidad de la red ha aumentado a la vez que lo hace la tasa de colaboración intrarregional.

En la figura 6.24 se compara el crecimiento de la densidad de la red y de las tasas de colaboración intrarregional a lo largo del periodo. A través de estos datos podremos conocer cuál ha sido la evolución de las relaciones y si este crecimiento ha corrido en paralelo al de las copublicaciones regionales. La tasa de colaboración intrarregional aumentó un 36% pasando del 3% en 1996 al 4.1% en 2007. Su línea de crecimiento deja ver caídas en 2000 y 2005 y sobretodo se aprecia el importante incremento en el segundo sexenio, donde alcanza una tasa de variación media de 7%, frente al -1%, que alcanza en el primer periodo. El incremento de la densidad de la red ha sido superior (56%). En 1996 sólo se logran establecer el 48% de las conexiones posibles entre los países, mientras que en 2007 se llega al 75%. Estos datos indican que no sólo aumenta el peso de las copublicaciones regionales en el total de colaboraciones sino que también aumenta el número de vínculos entre los países de la región.

Figura 6.24. Evolución de la tasa de colaboración intrarregional y del índice de densidad de la red 1996-2007



El *grado* es un indicador básico dentro de las medidas de centralidad de la red, indica el número de relaciones directas con los que cada vértice está vinculado. Esta medida indica la *centralidad local* de un actor respecto al resto de actores. El *grado normalizado* es la proporción de relaciones reales sobre el total de relaciones posibles. La figura 6.25 recoge la distribución de los principales países en un plano definido por el grado normalizado y el peso relativo de cada país en el total de copublicaciones a nivel regional, comparando la evolución entre el primer y el último año<sup>46</sup>.

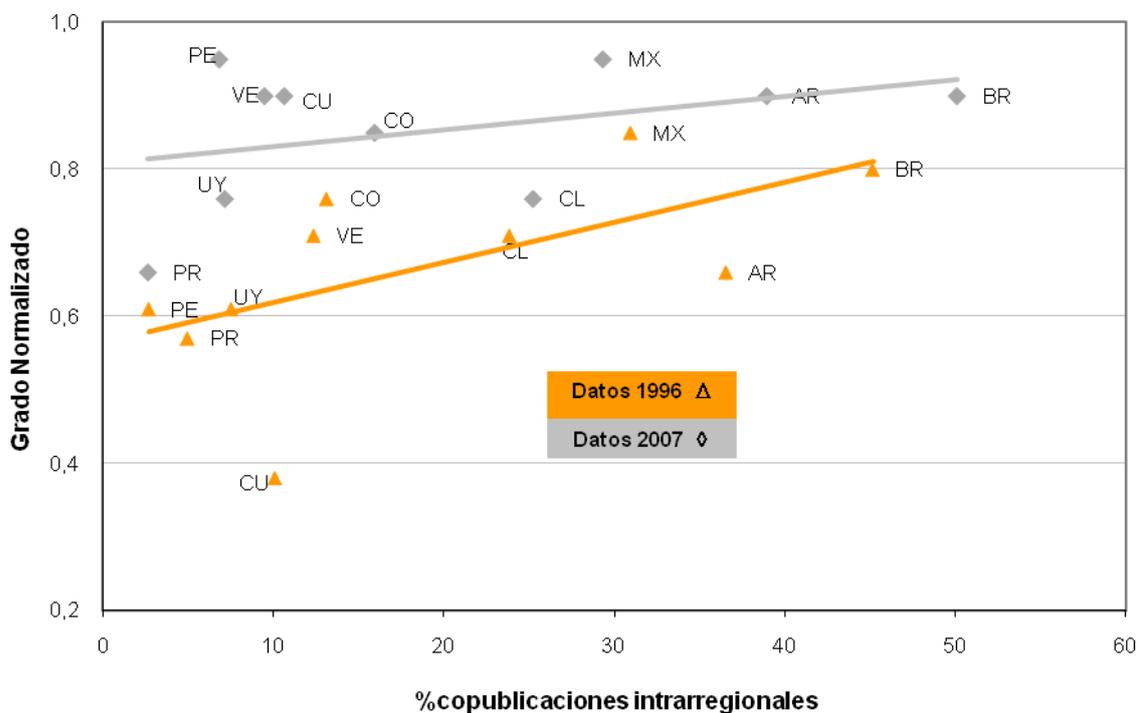
El grado normalizado se mueve entre valores que oscilan entre 0 y 1. Un valor igual a 1, nos indica que un actor está conectado directamente con todos los demás actores de la red y 0 nos dice que el actor está desconectado. México en promedio para todo el periodo es el que presenta mayor centralidad local y es el único que logra conectarse directamente con todos los países en más de

<sup>46</sup> En la tabla 6.17 Anexo de resultados se presenta el crecimiento anual del grado normalizado de cada país y su peso en el total de las copublicaciones regionales.

un año, en concreto en 2001, 2004 y 2006. A pesar de que su participación en las copublicaciones intrarregionales disminuyó del 31% en 1996 a 29% en 2007, su grado normalizado pasa de 0.86 a 0.95 en el mismo periodo, siendo el país que mayor número de enlaces directos tiene con el resto de países principalmente con los del Caribe. Brasil tal como dijimos es el que participa en mayor número de copublicaciones de la región, y aunque su peso relativo a diferencia de México aumenta del 45% al 50%, su centralidad local está por debajo. Brasil sólo logra establecer enlaces directos con todos los actores de la red, en uno de los doce años de estudio aunque también ha logrado aumentar su índice de centralidad local de 0.81 a 0.90.

Argentina logra incrementar tanto su cuota de participación en las colaboraciones intrarregionales como en centralidad, siendo en esta última donde ha logrado mayor crecimiento. Chile se mantiene en posiciones similares, tanto en su peso en el total de colaboraciones de la región como en su centralidad local en la red lo que le lleva a alejarse de la media del grupo. Cuba mantiene su peso relativo sobre los mismos niveles no obstante su centralidad relativa aumenta considerablemente pasando de 0.38 a 0.90. Puerto Rico pierde peso relativo en las copublicaciones y su centralidad no experimenta ningún incremento, con lo que en 2007 se aleja de forma considerable de las medias del grupo.

Figura 6.25. Comparación del grado normalizado y el peso de cada país en las copublicaciones intrarregionales



Paraguay, a pesar de ser el país con la mayor tasa de colaboración intrarregional, no logra establecer enlace directo con todos los países durante el periodo completo, debido a que sus colaboraciones se concentran en las relaciones con sus vecinos del sur. Otros países como Bolivia, Jamaica, Nicaragua, Trinidad y Tobago y Puerto Rico tampoco logran conectarse directamente con todos los demás.

El grado normalizado nos da idea de cuáles son los nodos que están más conectados, sin embargo, un nodo puede estar muy conectado en una subred y sin embargo no ser clave para la red en su conjunto. Por ello utilizamos otros indicadores de centralidad como *cercanía* e *intermediación* que nos dan información de hasta que punto un nodo es un conector valioso en la red.

En la tabla 6.18 recogemos los datos sobre cercanía e intermediación para el grupo de países elegidos y comparando la variación de los datos entre 1996 y 2007. Los actores son tanto más centrales cuanto mayor es el valor de su cercanía ya que es menor el número de pasos que debe dar a través de la red

para relacionarse con el resto. En el caso de altos valores de intermediación nos informa sobre aquel actor focal por el que otros actores deben pasar para comunicarse con el resto. Por tanto valores altos de mediación y cercanía sugieren actores muy importantes en el conjunto de la red.

Tabla 6.18. Índice de intermediación y de Cercanía por países para 1996 y 2007

	Intermediación		Cercanía	
	1996	2007	1996	2007
AR	0,025	0,020↓	0,750	0,913↑
BO	0,030	0,004↓	0,700	0,778↑
BR	0,058	0,021↓	0,840	0,913↑
CL	0,040	0,005↓	0,778	0,808↑
CO	0,064	0,010↓	0,808	0,875↑
CR	0,074	0,018↓	0,750	0,955↑
CU	0,007	0,013↑	0,600	0,913↑
DO	0,001	0,005↑	0,568	0,700↑
EC	0,009	0,009=	0,700	0,778↑
GT	0,000	0,011↑	0,553	0,778↑
HN	0,006	0,007↑	0,568	0,808↑
JM	0,000	0,006↑	0,512	0,618↑
MX	0,153	0,029↓	0,875	0,955↑
NI	0,002	0,013↑	0,583	0,724↑
PA	0,001	0,013↑	0,618	0,913↑
PE	0,007	0,032↑	0,724	0,955↑
PR	0,033	0,013↓	0,700	0,750↑
PY	0,001	0,007↑	0,656	0,840↑
SV	0,004	0,004=	0,525	0,700↑
TT	0,000	0,002↑	0,538	0,618↑
UY	0,017	0,004↓	0,724	0,808↑
VE	0,040	0,025↓	0,778	0,913↑

En general, en los países de mayor tamaño decrecen sus índices de intermediación y son los países pequeños los que ganan terreno y adquieren una posición de mayor articulación dentro de la red. Una tendencia normal teniendo en cuenta que con el importante aumento de la densidad de la red, todos los nodos tienen mayor acceso al resto de actores y se diversifican los caminos por los que se puede llegar a otros nodos disminuyendo la posición central de los grandes productores. En cuanto a los valores de cercanía, se observa como todos los países incrementan sus valores entre el primer y último año de estudio por lo que todos los actores tienen mayor capacidad de obtener

o enviar información. Tal como mencionamos antes, México es el actor con mayor centralidad local. En 1996 este país partía como el actor más central de la red, alcanzando los valores más altos en ambos indicadores, sin embargo, en 2007 es Perú el que logra los valores más altos mientras que México se ubica en segundo lugar, seguido por Venezuela, Brasil y Argentina.

### 6.4. Colaboración por áreas temáticas

Como es bien sabido, otro de los factores que condicionan la colaboración científica es el área temática. En las siguientes líneas trataremos de identificar cuáles son los patrones de colaboración en cada área temática y la red de colaboración que establecen los países de la región en cada una de ellas.

Si tenemos en cuenta el número de países firmantes, se observa un predominio absoluto de la colaboración bilateral en todas las áreas temáticas<sup>47</sup>. *Decision* y *Economics* fueron las áreas con mayor porcentaje de publicaciones en colaboración con dos países (37%), luego encontramos a *Mathematics* (34%), *Earth* (33%) y *Physics* (30%). *Medicine* en este apartado, fue el área con menor porcentaje de documentos firmados por dos países alcanzando sólo 17%. Con colaboración trilateral, el porcentaje mayor fue en *Earth* (12%), seguida por *Physics* (9%) y sobre el 6% se ubican cuatro áreas: *Biochemistry*, *Decision*, *Environmental* e *Immunology*. El área con el mayor peso de documentos firmados por más de diez países fue *Physics* con 0.85% y a una gran distancia *Psychology* con 0.30% y es en esta área además donde se firma el trabajo con mayor número de países diferentes (69). Cabe recordar aquí que la clasificación temática utilizada genera solapamientos, por lo que la suma de los porcentajes no es igual a 100 (Figura 6.26).

Cuando tenemos en cuenta el peso de las copublicaciones de cada área respecto al total de documentos según los países firmantes, la situación varía<sup>48</sup>. En este apartado es *Agricultural* la que tiene mayor peso (12%) en las

---

<sup>47</sup> Ver Tablas 6.19 y 6.20 Anexo resultados

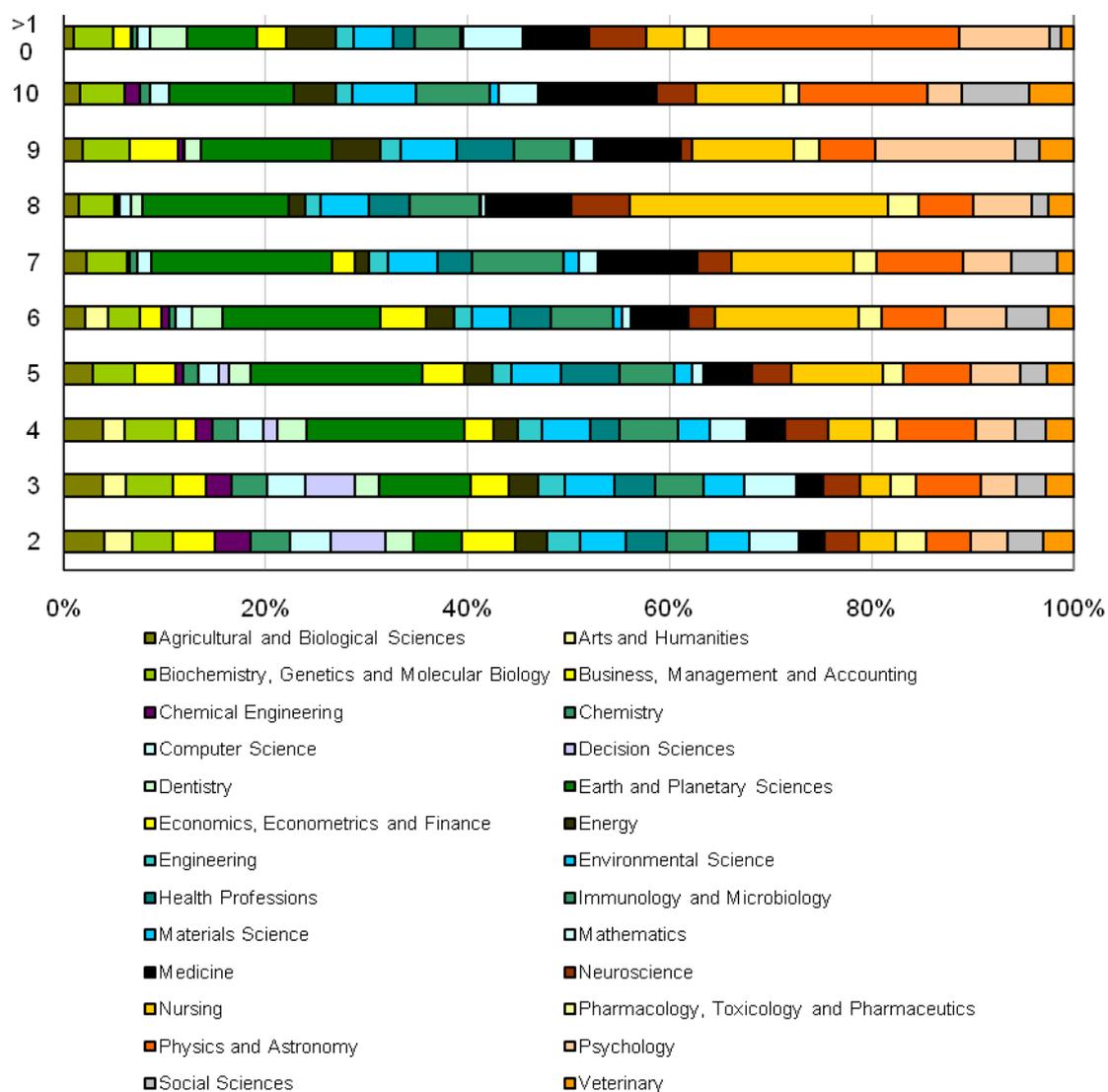
<sup>48</sup> Ver Tabla 6.21 Anexo resultados

copublicaciones donde participan dos países, seguida por *Physics* y *Medicine* ambas con 11%. Dentro de las redes trilaterales, es *Physics* la que más aporta (16%), luego están *Medicine*, *Agricultural* y *Biochemistry*. *Physics* es el área que tienen mayor peso en las colaboraciones multilaterales, esta área representa el 45% de todas las colaboraciones donde firman más de 10 países, a una gran distancia encontramos *Medicine* que representa el 19%, *Biochemistry* el 6% y *Earth* 5%.

Así pues, aunque *Medicine* no es un área con una tasa de colaboración internacional muy alta (33%), lo cierto es que tiene una importante participación en las redes de colaboración, puesto que tiene un importante peso en las colaboraciones de más de dos países, lo que nos indica que esta área tiene una importante aportación de su producción en autorías de varios países, mientras que presenta porcentajes moderados para asociaciones con pocos países. *Physics* sin embargo, es el área de mayor peso en la formación de redes multilaterales, con una tasa de colaboración bilateral del 30% y con la mayor aportación a las publicaciones firmadas por más de 10 países.

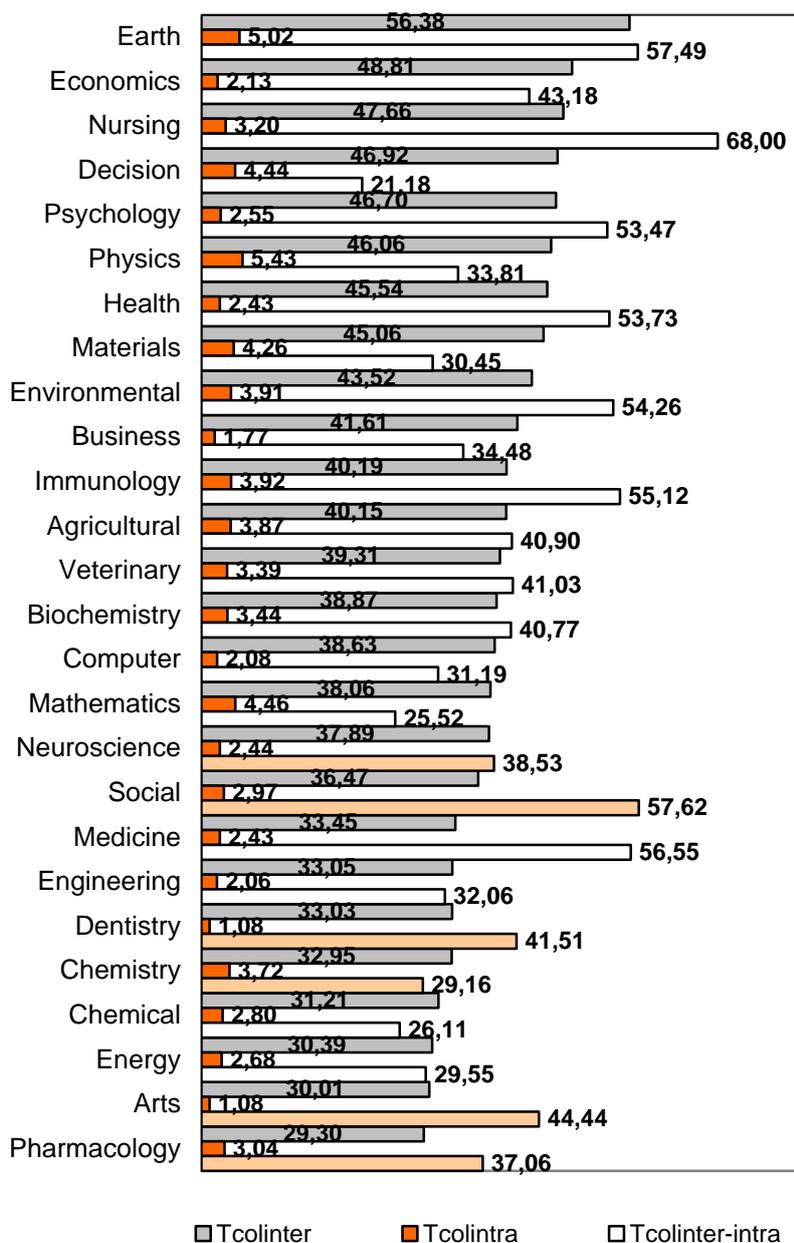
Hay que destacar también la internacionalización de *Earth* con el 33% de su producción firmada por dos países y con aportes a la formación de redes de tres o más países sólo por debajo de *Physics* y *Medicine*, a la vez que en esta área se genera el 5% de las copublicaciones en las que participan más de diez países. Las características de investigación en estas áreas como alto coste de las instalaciones, su complejidad e importancia científica, han llevado a que la cooperación científica sea una condición necesaria para abordar estos temas.

Figura 6.26. Distribución porcentual sobre el total de publicaciones según número de países firmantes por áreas temáticas



Para identificar los patrones de colaboración en cada área temática, se ha calculado el peso de las colaboraciones tanto internacionales como regionales sobre el total de su producción. Además se ha calculado el porcentaje de copublicaciones regionales donde participa al menos un país extrarregional (Figura 6.27). *Earth*, es la que presenta la mayor tasa de colaboración internacional con el 56% sus documentos firmados por más de un país. Le siguen *Economics* (48%), *Nursing* (47%), *Decision*, *Psychology* y *Physics* las tres con 46%. *Pharmacology* es el área con la menor tasa de colaboración internacional, es la única que se ubica por debajo del 30%.

Figura 6.27. Patrones de colaboración por áreas temáticas



En cuanto a colaboración intrarregional, de nuevo destacan *Earth* y *Physics* ambas con el 5% de su producción en colaboración intrarregional, les siguen *Materials*, *Decision* y *Mathematics* con el 4%. Dentro de este tipo de colaboración cabe resaltar la alta participación de países extrarregionales, en el caso de *Nursing* por ejemplo, están presentes en dos terceras partes del total de copublicaciones intrarregionales, y en otras siete áreas participan en más la mitad de este tipo de colaboraciones. En el lado contrario se ubica *Decision*, que a pesar de su alta tasa de colaboración intrarregional, se da una baja

participación de países de fuera de la región en el establecimiento de estas relaciones. En *Physics* también observamos esta tendencia, en esta área los países de fuera de la región sólo participan en el 33% de las colaboraciones intrarregionales, lo que confirma la autonomía de la región para generar producción a partir de sus propios recursos en dicha disciplina<sup>49</sup>.

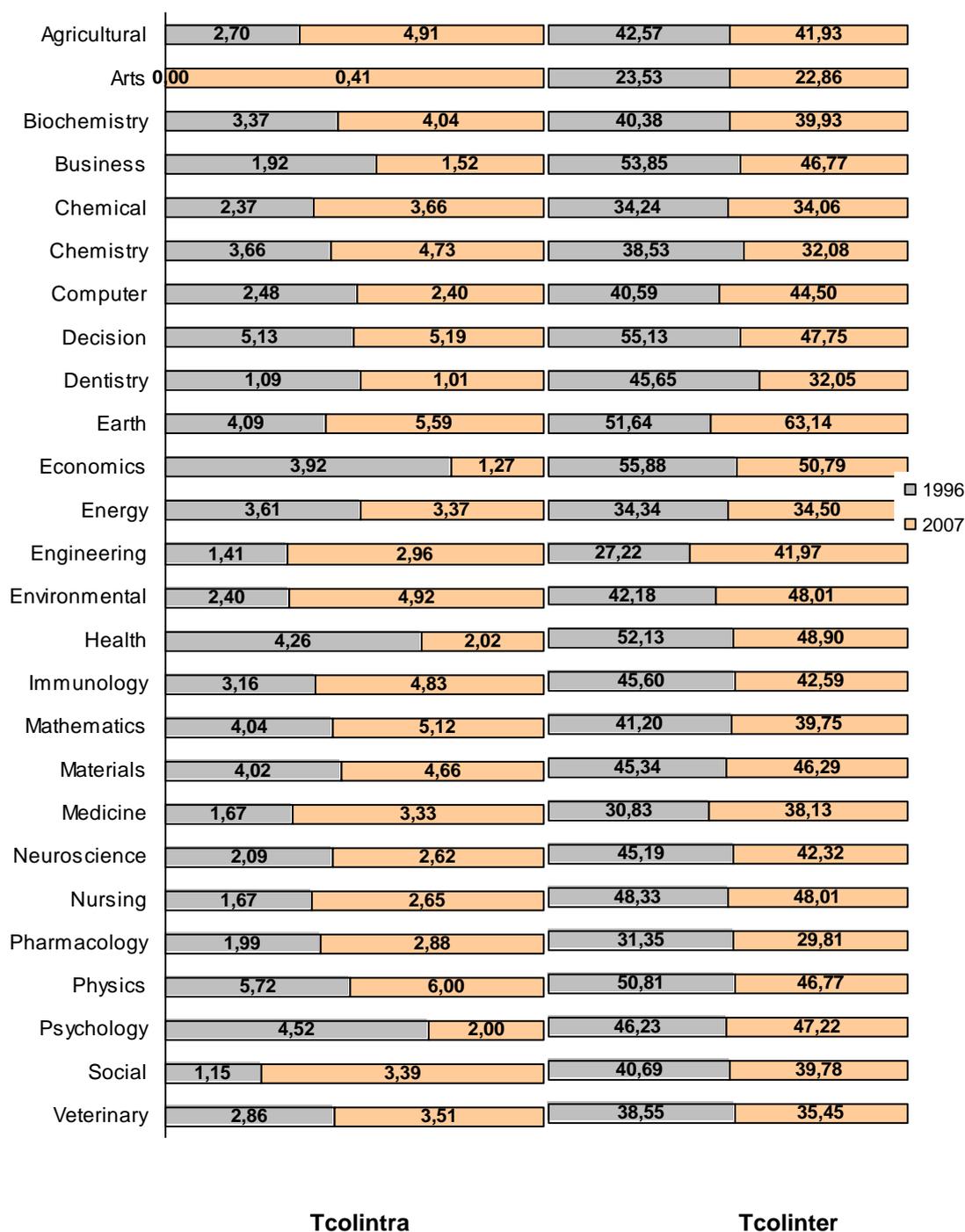
No existe correlación significativa entre la colaboración internacional e intrarregional por área ( $r^2=0.24$ ). Lo que nos indica que las áreas de interés para colaborar con los vecinos más cercanos, no necesariamente son las mismas que para colaborar con colegas de otras regiones. Es indudable el carácter internacional de ciertas áreas tales como *Physics* ó *Earth* donde la colaboración es una característica intrínseca a su desarrollo, o que las ciencias exactas y naturales tienen tasas de colaboración más altas que las ciencias sociales y humanidades.

En la figura 6.28 se recoge los porcentajes de colaboración internacional e intrarregional del primer y el último año para cada área temática. Tal como se puede ver, en diecinueve de las veintiséis áreas se incrementa la tasa de colaboración intrarregional. Una situación opuesta vemos en la colaboración internacional, donde dieciocho áreas reducen el porcentaje de este tipo de colaboración. *Earth*, *Engineering*, *Environmental*, *Materials* y *Medicine* son las únicas en las que aumenta ambos tipos de colaboración, siendo *Engineering* la que más crece en ambos apartados. *Economics*, *Psychology* y *Health* son las áreas en las que más decrece la tasa de colaboración intrarregional, mientras que en colaboración internacional lo hacen: *Dentistry*, *Decision* y *Business*.

---

<sup>49</sup> Ver tabla 6.22 Anexos resultados

Figura 6.28. Tcolintra y Tcolinter por áreas temáticas para 1996 y 2007



Las tasas de colaboración intrarregional de cada área frente al peso que tienen estas copublicaciones en el total de colaboraciones intrarregionales se recoge en la figura 6.29. *Physics* y *Earth* son las dos áreas que cuentan con mayor tasa de colaboración intrarregional (5%), aunque es ligeramente superior en *Physics*. Otras tres áreas están sobre el 4% *Materials*, *Decision* y *Mathematics*.

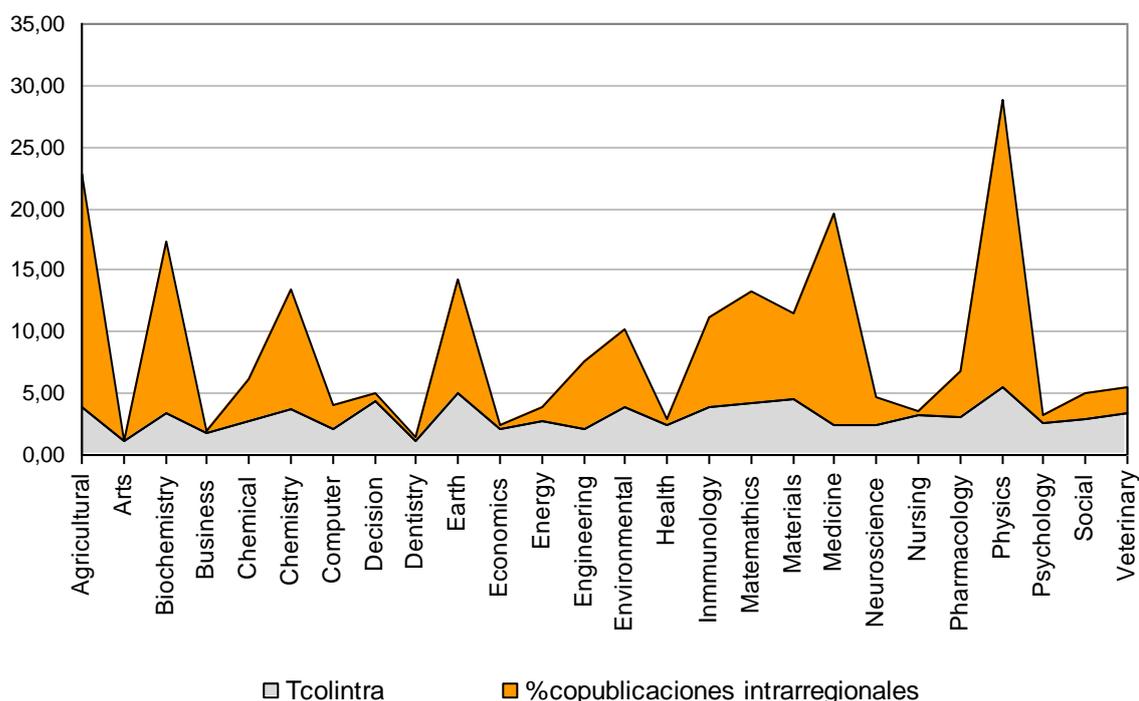
Ocho áreas, presentan tasas de colaboración de alrededor del 3%: *Immunology*, *Environmental*, *Agricultural*, *Chemistry*, *Biochemistry*, *Veterinary*, *Nursing* y *Pharmacology*. *Arts*, *Dentistry* y *Business*, son las áreas con menores índices de colaboración regional, con sólo un 1%<sup>50</sup>. En cuanto al peso de cada área en el total de copublicaciones regionales, de nuevo *Physics* es donde se concentra el mayor porcentaje, esta área supone el 23% de las publicaciones en colaboración intrarregional. En segundo lugar encontramos *Agricultural* que constituye alrededor del 19% del total de colaboraciones intrarregionales, en tercer lugar *Medicine* que a pesar de ser un área con un escaso índice de colaboración intrarregional (2%), en el total de copublicaciones de la región representa el 17%. En cuarto lugar encontramos *Biochemistry* con 14%, mientras que *Earth*, a pesar de tener el mismo índice de colaboración que *Physics* (5%), en el total de colaboraciones de la región, solo representa el 9%.

En cuanto a ritmos de crecimiento medio anual del total de copublicaciones intrarregionales, *Energy* con 22%, *Medicine*, *Environmental* y *Engineering* con 17%, dentro de las áreas de mayor tamaño, son las que experimentaron los mayores índices, aunque como es normal son las áreas de menor tamaño en las que se apreció los ritmos de crecimiento más altos como el 86% de *Dentistry*, el 66% de *Nursing* ó el 43% de *Social Arts* fue la única área con tasa de variación anual negativa (-55%), aunque no es posible hablar de tendencias por la escasa cantidad de documentos.

---

<sup>50</sup> Ver tabla 6.22 Anexo Resultados

Figura 6.29. Tcolintra y %copublicaciones intrarregionales de cada área temática



#### 6.4.1. Colaboración intrarregional por áreas temáticas

A continuación analizaremos las redes de colaboración regional en las áreas temáticas con mayor peso en la producción regional. Para ello, elaboramos mapas de colaboración a partir del número de las copublicaciones que tiene cada país con el resto en cada área temática. Tal como mencionamos en el capítulo de metodología, sólo se recogieron en los mapas, aquellos países que tuvieran al menos 5 copublicaciones en cada área temática. Estas representaciones permitirán identificar los países que ocupan posiciones centrales en la red, y los que juegan un importante papel como intermediarios y conectores en el proceso de generación de conocimiento.<sup>51</sup>

***Agricultural and Biological Sciences*** es la segunda área en la región de mayor producción, representando el 11% del total de producción regional, duplicando la media mundial donde sólo representa el 5%. Igualmente es el

<sup>51</sup> En las tablas 6.23 - 6.26 Anexo de resultados, se presentan los datos colaboración absoluta y porcentual de los países en cada área temática, según tipo de colaboración.

área de mayor especialización temática y la tercera en el ranking de índice de impacto relativo. En cuanto a su tasa de colaboración regional es de 3.8%, su tasa de colaboración internacional es del 40% y su tasa de producción nacional es de alrededor del 59%.

La tasa de colaboración intrarregional pasó de 2.7% en 2006 a 4.9% en 2007, por el contrario la tasa de colaboración internacional descendió de 42.5% a 41% en el mismo periodo, lo que permitió que la producción exclusivamente nacional aumentara 1.3% en términos porcentuales. En esta área se colabora con 133 países de fuera de la región en el periodo completo. Dentro de los principales socios se ubica en primer lugar Estados Unidos, le siguen Reino Unido, España, Francia y Alemania. Dentro de este grupo, es con España con el que se ha experimentado el mayor aumento en las colaboraciones, duplicando el número de estas entre el primer y el último año. El principal socio de regiones diferentes a Europa Occidental o Norteamérica es Australia, que se ubica en el puesto siete del ranking de colaboradores, después encontramos a Japón, Nueva Zelanda, Sudáfrica, India y China, con este último se ha dado el mayor incremento de las relaciones con una tasa media de variación anual sobre datos porcentuales de 60%, pasando de 3 copublicaciones en 1996 a 38 en 2007.

Al discriminar la colaboración por países, se aprecia en general un modelo de altas tasas de colaboración internacional para los países pequeños, que están por encima del 70% del total de su producción, en el caso de la República Dominicana este peso llega al 96%. Argentina con 35% y Brasil 34% son los únicos que se presentan tasas de colaboración internacional por debajo de la media regional (40%). En la colaboración intrarregional de nuevo destaca este tipo de colaboraciones en la República Dominicana donde alcanza el 35% de su producción, aunque es Paraguay el que alcanza la tasa de colaboración más alta (52%).

En la figura 6.30 se presenta el mapa de colaboración intrarregional para el periodo completo, una red donde se establecen el 74% de los posibles enlaces.

En esta área, Colombia es el único país que colabora con todos los demás, ubicándose como uno de los más cercanos al resto de los actores, además es el que tiene los valores más altos de cercanía e intermediación. Aunque como se aprecia en el mapa no tienen relaciones muy fuertes con ningún país, los datos indican que es un importante *hub* o conector de la red. Brasil y México, después de Colombia, son los que presentan los mejores datos en los tres índices, ambos con los mismos valores.

***Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*** tiene una tasa de colaboración internacional de alrededor del 38%, mientras que su colaboración intrarregional es de 3%, es decir que se enmarca dentro de los datos medios de la región en ambos tipos de colaboración. La tasa de variación para el periodo fue mayor en la colaboración intrarregional (20%), mientras que la colaboración internacional creció de forma negativa -1%. Como vimos en el capítulo de producción es un área que no destaca en visibilidad en la región, aunque supera ligeramente la media mundial en especialización temática, bien es cierto que hay que destacar que es la cuarta área de mayor producción en LAC.

En esta área se colaboró con 51 países en 1996 mientras que en 2007 la cifra fue de 86, para el periodo completo las copublicaciones se firmaron con un total de 119 países. Dentro de los que destacan por su importante aumento en las colaboraciones, encontramos a España, que pasa de ser el cuarto socio en 1996 al segundo en 2007, sólo superado por Estados Unidos.

El número de copublicaciones generadas entre los países de la región para el periodo completo en esta disciplina se presentan en la figura 6.31. México es el punto de la red más central teniendo en cuenta su capacidad como conector entre los actores. Argentina, es el que ocupa el segundo lugar en intermediación, aunque en cercanía y grado está por detrás de Brasil y Colombia, ambos con los mismos valores en los tres índices. A pesar de que no es un área con una tasa alta de colaboración intrarregional, tiene una red bastante densa, en la que se establecen el 81% de los posibles enlaces.

**Chemistry** es la sexta área en el total de producción de la región y está por encima de la media mundial tanto en impacto relativo como en especialización temática. La tasa de colaboración regional es de 3.7%, mientras que la colaboración internacional es de 33% y se colabora con un total de 92 países extrarregionales a lo largo del periodo. En cuanto a ritmos de crecimiento la colaboración regional alcanzó un crecimiento de 29% para el periodo, mientras que la colaboración internacional fue de -16%.

En el mapa de colaboraciones regionales (figura 6.32), Argentina, Brasil y México, ocupan las posiciones centrales, los tres con los mismos valores en todos los índices. En cuarto lugar, como intermediador, encontramos a Uruguay y en quinto lugar a Chile, aunque este último presenta mejores datos de cercanía y de grado normalizado.

**Earth and Planetary Sciences** es el área con mayor tasa de colaboración internacional (56%), y la segunda con mayor índice de colaboración regional (5%). Además se encuentra muy por encima de la media mundial de citación y también supera aunque en menor medida la media mundial de especialización temática. En esta área se colabora con un total de 119 países extrarregionales, dentro de los primeros cinco colaboradores están Estados Unidos, Francia, Alemania, Reino Unido y España.

Los ritmos de crecimiento han sido mayores para la colaboración regional, con una tasa media de variación de 5%, mientras que la internacional sólo alcanzó el 1.8%. La producción nacional ha pasado de 50% en 1996 a 39% 2007, lo que supone un crecimiento porcentual negativo de -20% para el periodo.

Destaca la alta tasa de colaboración internacional en esta área en Chile, alrededor del 80% de sus publicaciones se firman con otro país, una tasa muy por encima de la media regional. Argentina y Brasil en cambio están por debajo de la media, aunque la diferencia es mucho más marcada en Argentina 46% frente al 56% regional. México en esta red es el nodo con mayor centralidad, este país juega un importante papel en la red como intermediario además de

que presenta los valores más altos para los tres índices, seguido de Argentina y Colombia (figura 6.33)

***Immunology and Microbiology***, representa el 4.4% de la producción regional, duplicando el peso que esta área tiene en la producción a nivel mundial que es de 2.6%. Igualmente es un área que supera la media mundial en especialización y en impacto relativo. En cuanto a sus patrones de colaboración, es un área con un índice de colaboración regional de alrededor del 4%, y cuyo tipo de colaboración ha experimentado un importante crecimiento a lo largo del periodo pasando de 3% en 1996 al 4.8% en 2007 lo que supone un crecimiento porcentual del 53%. La tasa de colaboración internacional, es de alrededor del 40% y este tipo de colaboración ha sufrido una variación de -6%.

En el mapa de colaboración regional (figura 6.34), Brasil y Venezuela son los que presentan los mayores valores de intermediación, a la vez que son los dos únicos países que están conectados directamente con todos los demás. Honduras, es el segundo país con mayor índice de intermediación, seguido de México.

***Mathematics*** ocupa el décimo puesto en el ranking regional de producción, mientras que destaca en la región como una de las áreas que está por encima de la media mundial en especialización temática y en impacto relativo. La tasa de colaboración intrarregional en esta área es de 4% y la internacional es de 38%. La tasa de variación para el periodo fue de 26% para la intrarregional, mientras que la internacional descendió 3.5%. A lo largo del periodo, se establecen colaboraciones con 78 países.

En el mapa de colaboración regional (figura 6.35), es Colombia el país que presenta el mayor valor de intermediación, aunque son Argentina, Brasil y México los que logran conectarse directamente con todos los demás, son además estos tres los que tienen mayor grado de intermediación después de Colombia.

**Medicine** es la que acumula el mayor número de documentos, sin embargo cuando se compara con el resto de áreas en indicadores como especialización relativa o impacto relativo, no destaca en ninguno de los dos. En cuanto a sus patrones de colaboración, tiene una tasa de colaboración internacional de 33%, mientras que a nivel regional es de 2.4%, esta última con un importante incremento en el periodo duplicando su peso, pasando de 1.6% en 1996 a 3.3% en 2007. La tasa de crecimiento en la colaboración internacional para el periodo fue de 23%.

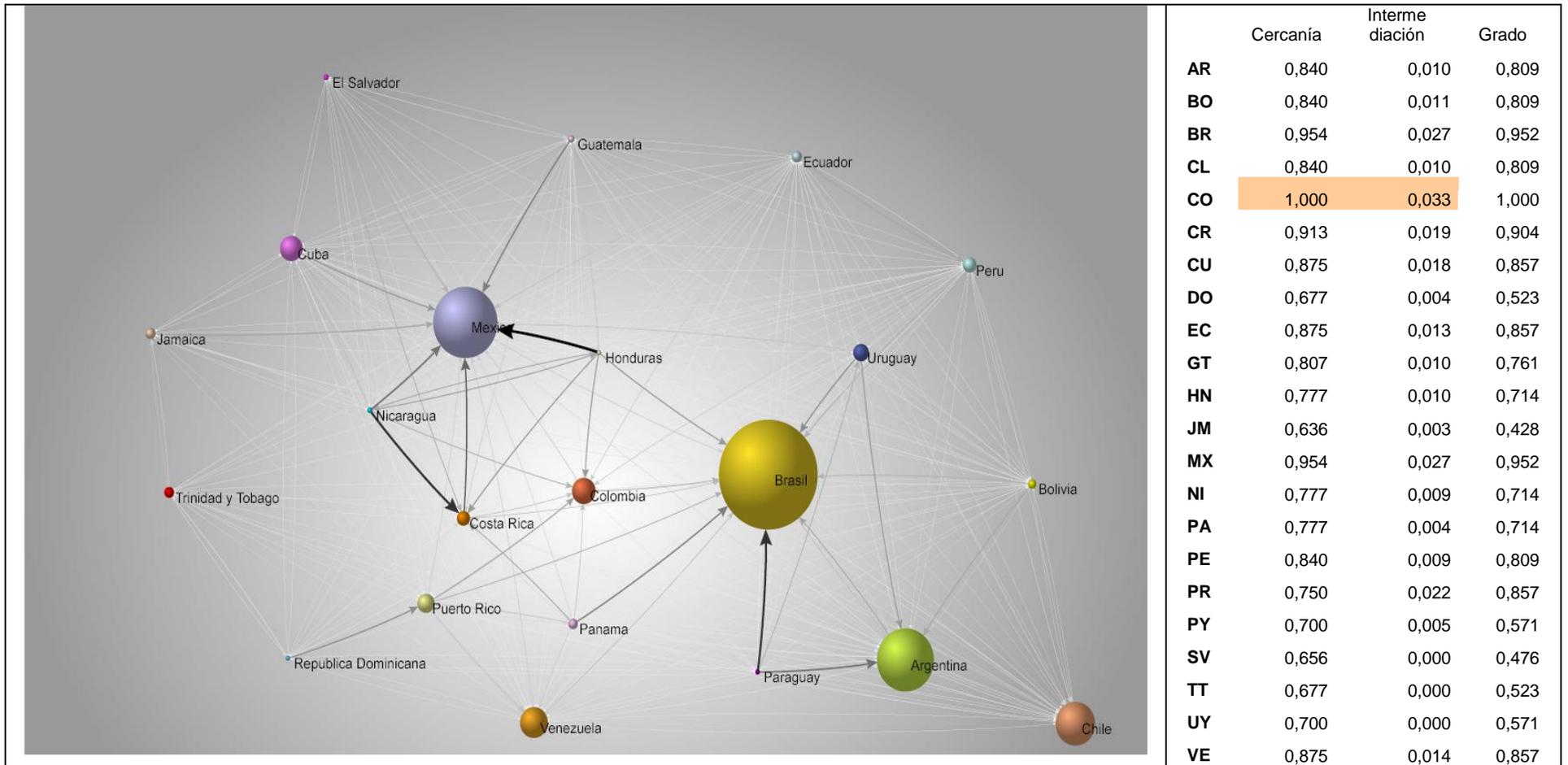
En el mapa de colaboración (figura 6.36), se observa una red muy cohesionada, estableciéndose el 93% de las posibles conexiones, superando todos los datos que alcanzan el resto de áreas temáticas. Esto nos indica que la mayoría de los países están accesibles para colaborar en esta área. Como dijimos antes, no es un área que presente un porcentaje muy alto de colaboración en el ámbito regional en relación al total de documentos. Lo que si hay que destacar, es que en esta sólo área se acumula el 17% del total de copublicaciones que se generan entre los países de la región.

En esta red no destaca ningún país como intermediador, puesto que como dijimos antes parece que todos están accesibles a todos y no existe un punto por el que sea necesario pasar para acceder al resto de la red. Se nota además como 9 de los países de la red alcanzan conectarse directamente con todos los demás.

**Physics and Astronomy** es la que cuenta con el mayor índice de colaboración regional, y a la vez representa el 23% de las copublicaciones intrarregionales. Su tasa de colaboración internacional es de alrededor del 46%. En esta área el crecimiento de los porcentajes de colaboración regional son muy escasos, pasando de 5.7% en 1996 a 6% en 2007, con una tasa de variación para el periodo de 4%, y en cuanto a la colaboración internacional el crecimiento de -8%. La producción que firman autores de un único país, fue la que presentó el mayor incremento, pasando de 50% en 1996 a 55% en 2007.

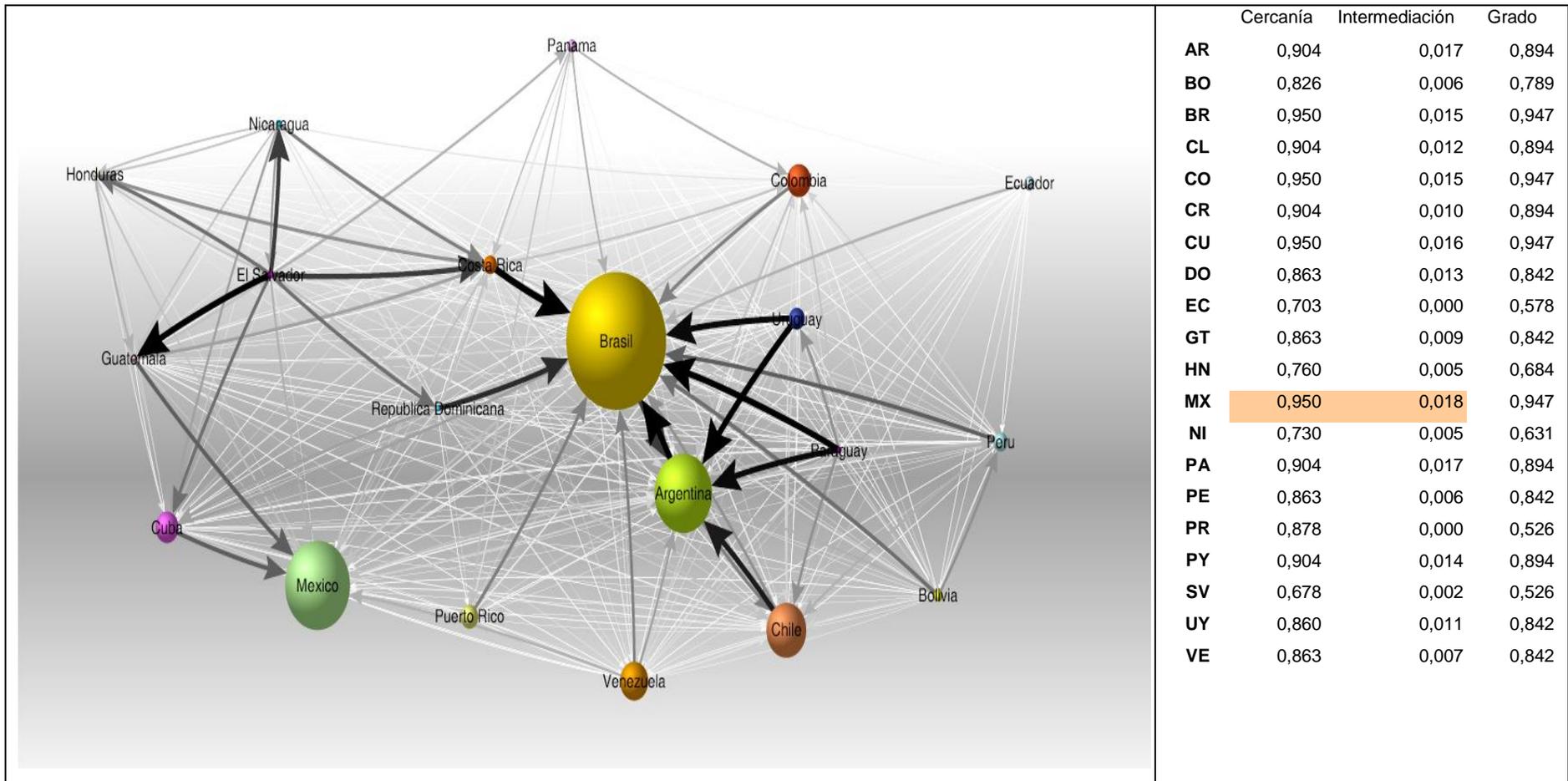
Los países que presentan mayores índices de centralidad son México, Venezuela y Colombia, los tres con los mismos valores en los tres apartados. Brasil y Cuba, también son importantes conectores de la red. (Figura 6.37)

Figura 6.30. Mapa de colaboración intrarregional en Agricultural and Biological Sciences



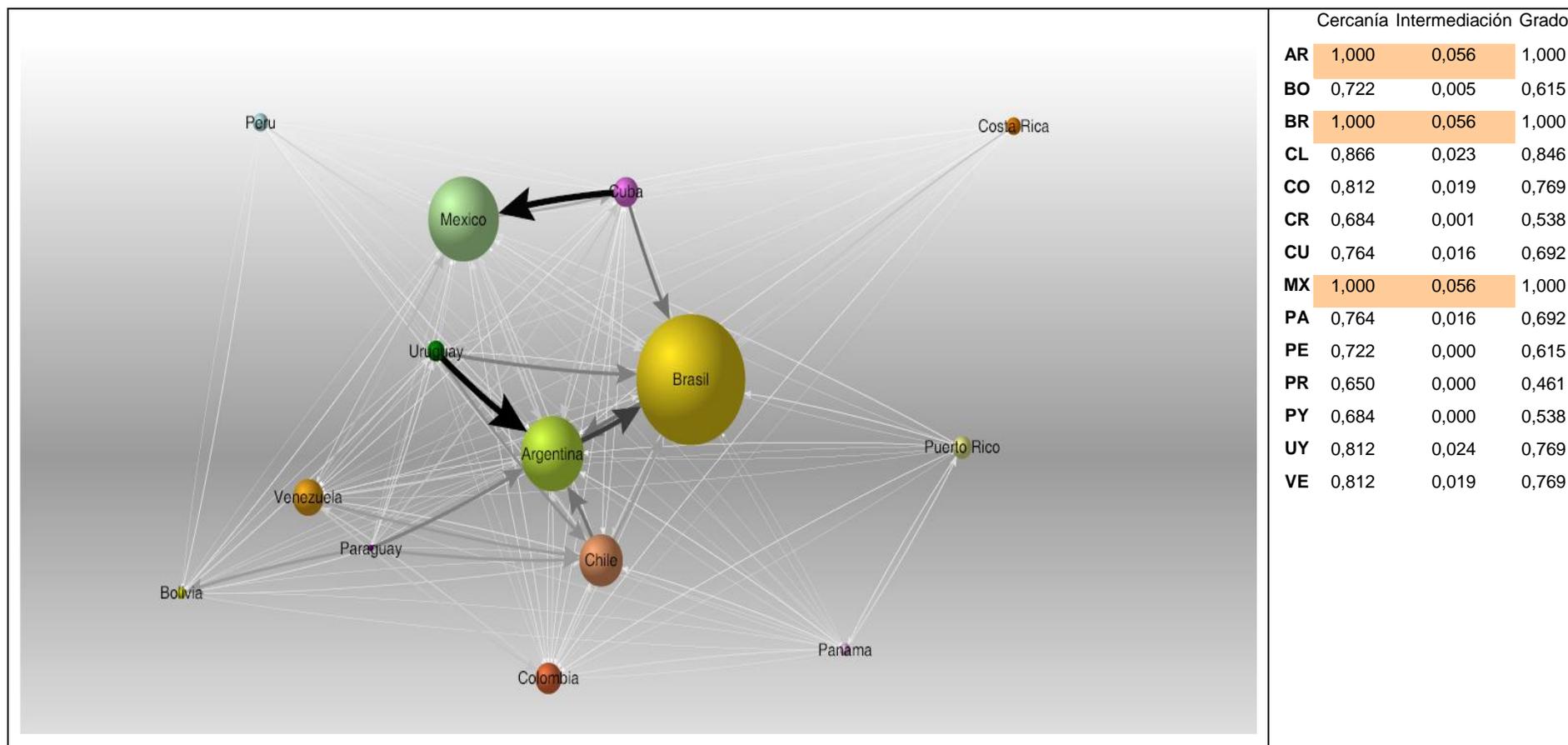
Densidad 0.74

Figura 6.31. Mapa de colaboración intrarregional en Biochemistry, Genetics and Molecular Biology



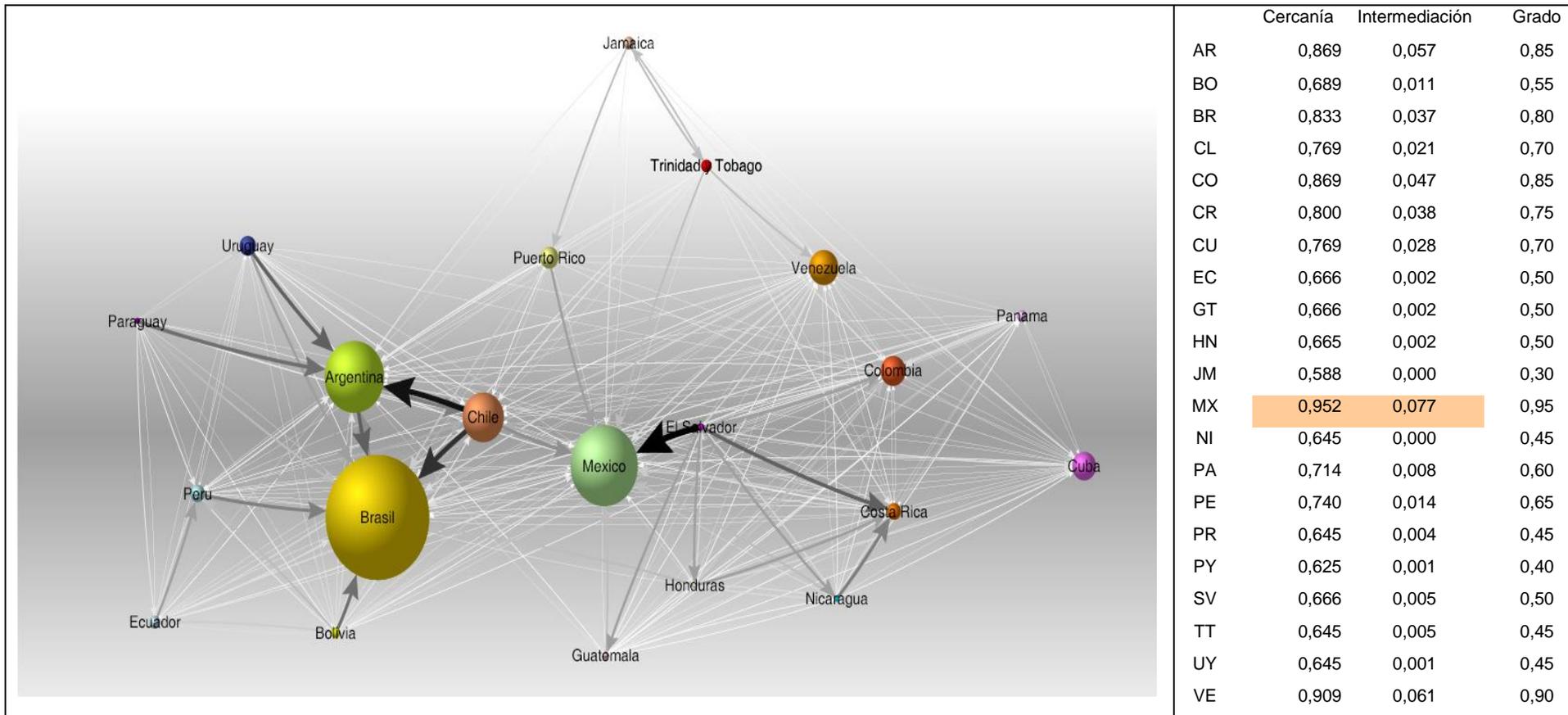
Densidad 0.80

Figura 6.32. Mapa de colaboración intrarregional Chemistry



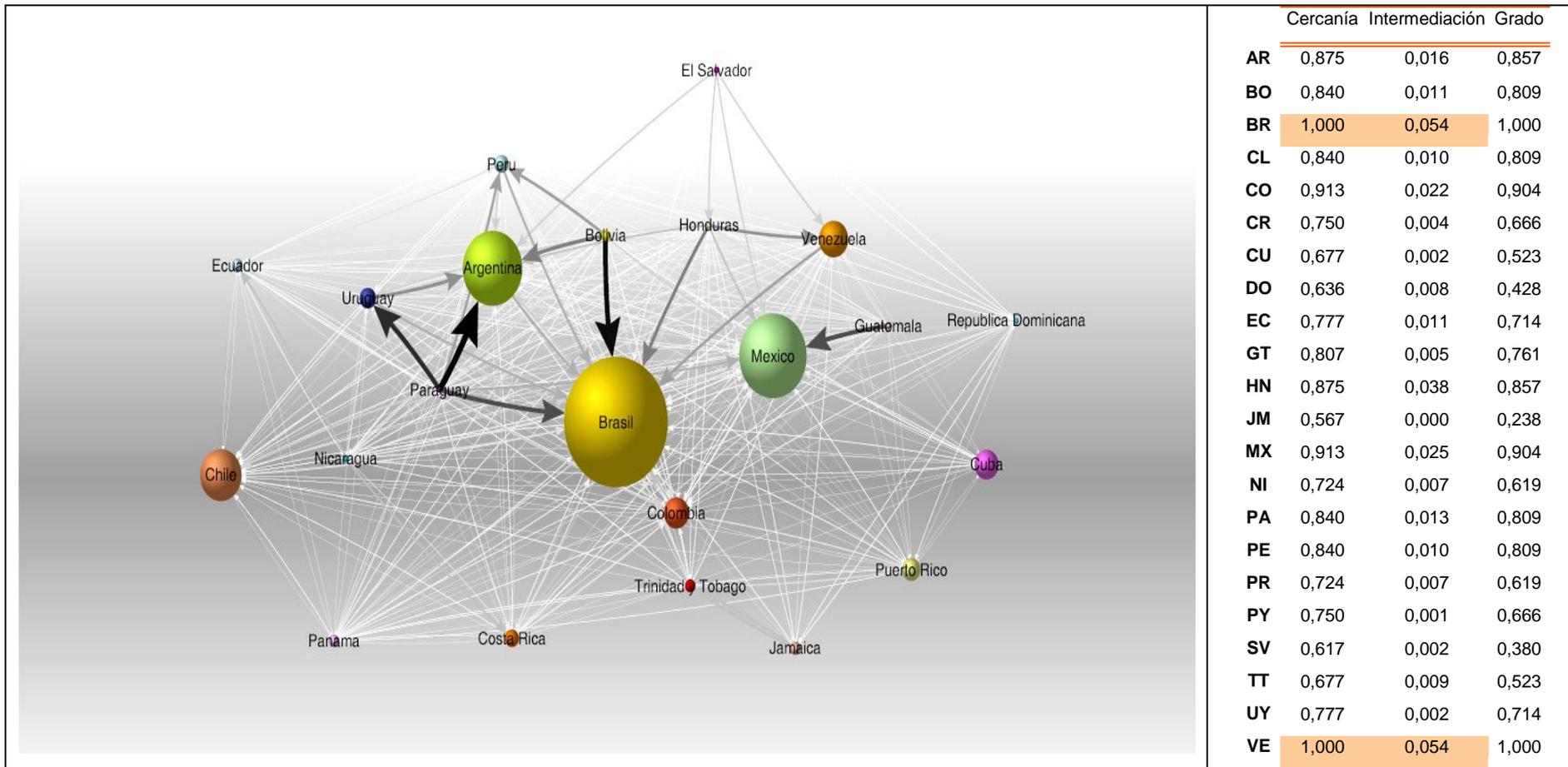
Densidad 0.73

Figura 6.33. Mapa de Colaboración intrarregional Earth and Planetary Science



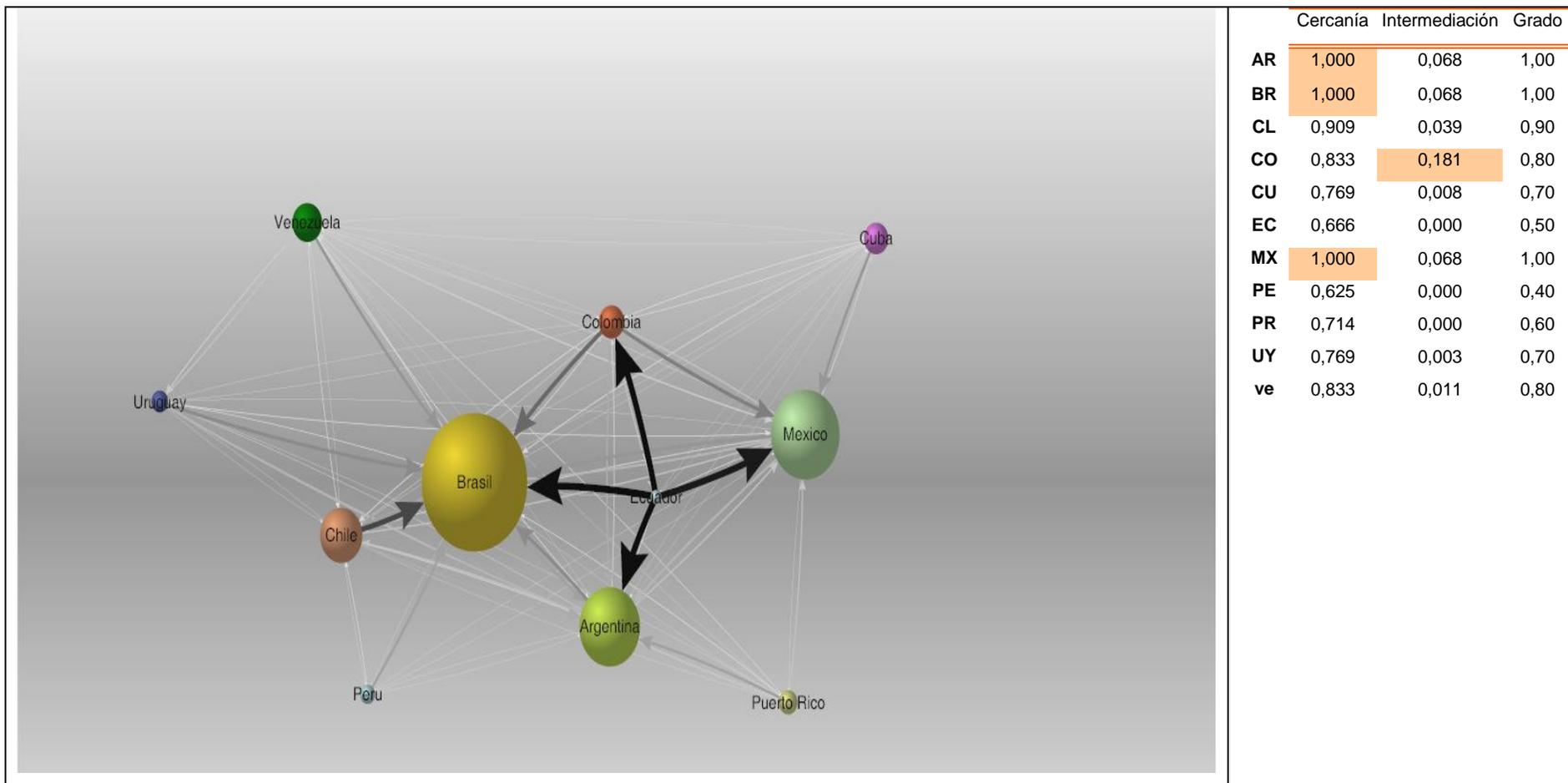
Densidad 0.60

Figura 6.34. Mapa de Colaboración intrarregional Immunology and Microbiology



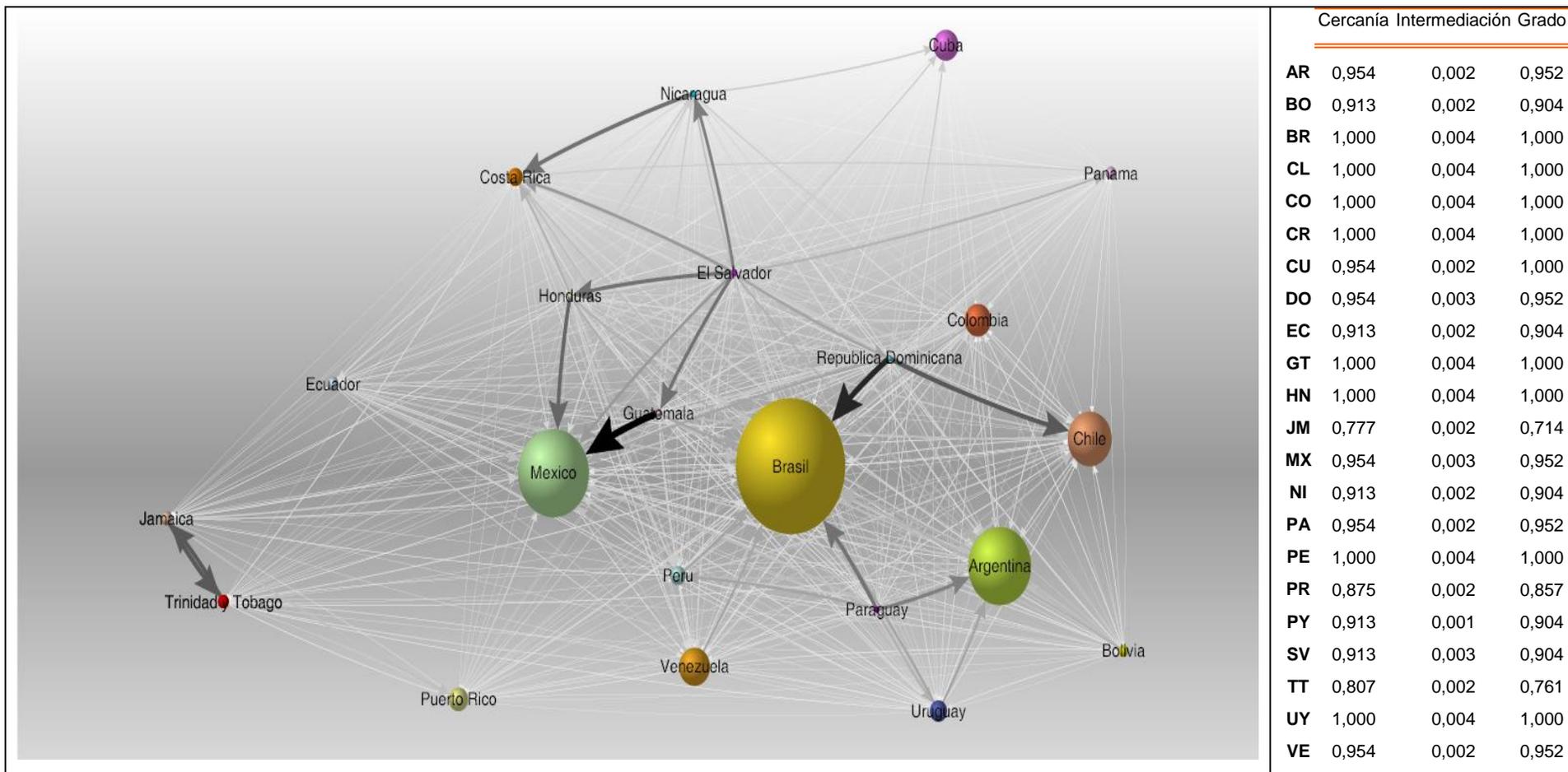
Densidad 0.70

Figura 6.35. Mapa de Colaboración intrarregional Mathematics



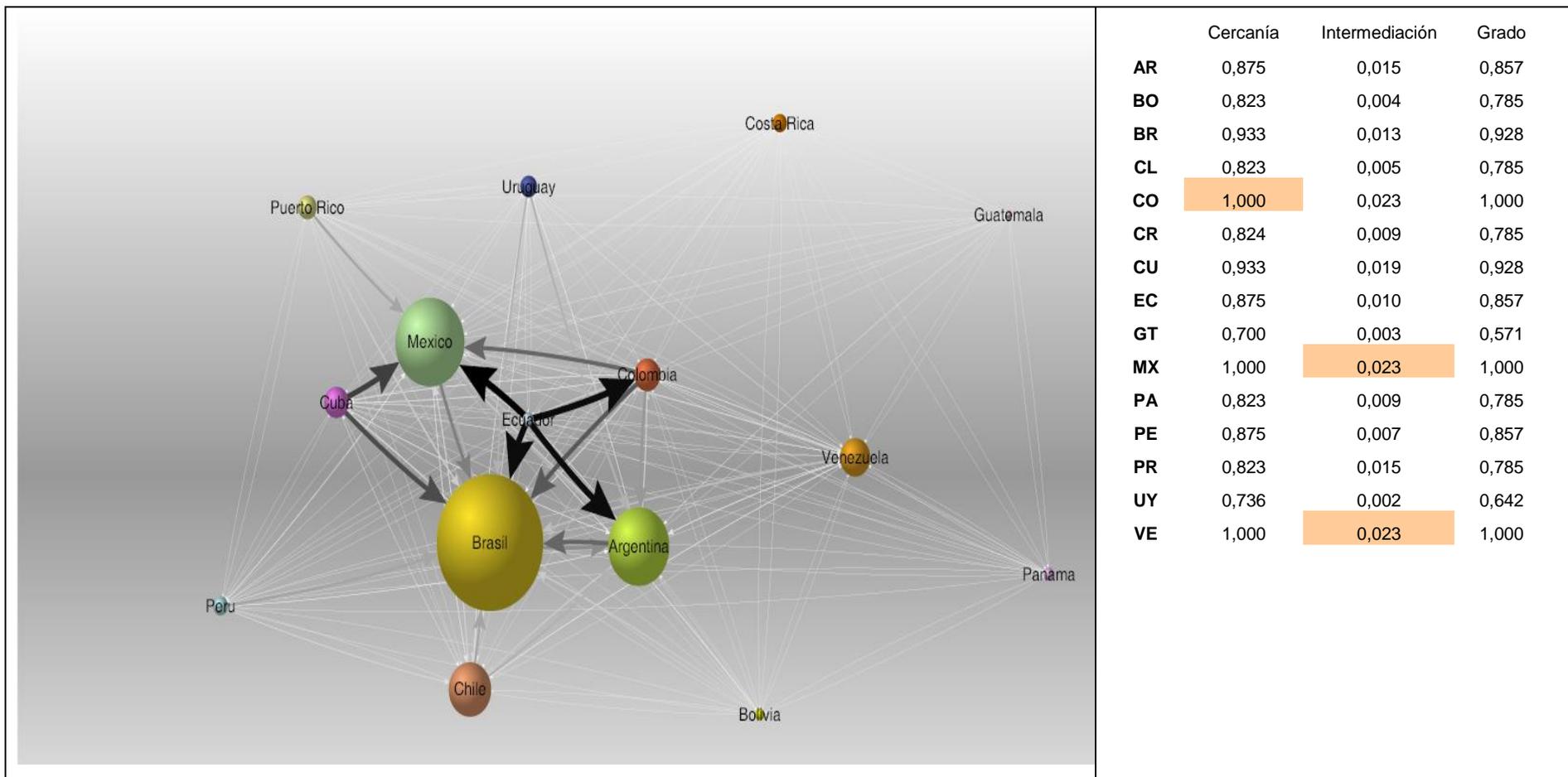
Densidad 0.76

Figura 6.36. Mapa de Colaboración intrarregional Medicine



Densidad 0.93

Figura 6.37. Mapa de Colaboración intrarregional Physics and Astronomy



Densidad 0.83

### Conclusiones

- Altas tasas de colaboración internacional. Las cifras nos indican una dependencia de la cooperación internacional para llegar a publicar en revistas de corriente principal.
- La región está desconectada. La colaboración intrarregional a pesar de su alto incremento en las últimas décadas, sigue representando un escaso renglón en el total de las colaboraciones internacionales.
- Europa Occidental es la zona geográfica con la que más copublicaciones se genera. En segundo lugar se encuentra América del Norte, una zona que ha ido descendiendo de manera importante su cuota de participación en las copublicaciones a lo largo del periodo, en beneficio de otras regiones como LAC y Asia.
- Por países, Estados Unidos es el principal socio para la región y para la mayoría de los mayores productores, sólo en el caso de Cuba este país se ubica como el cuarto mayor socio, después de España, México y Brasil.
- De Europa Occidental, España es el mayor colaborador para la región y también lo es para la mayoría de países, solo en el caso de Brasil tiene como principal socio de esta zona a Francia y Puerto Rico a Reino Unido.
- Brasil, México, Argentina, conforman el grupo de países que atraen y ejercen mayor influencia en la red de colaboración regional.
- A pesar de que Brasil es el mayor colaborador, México es el actor más central de la red de colaboración regional presentando los valores más altos de intermediación y cercanía, lo que nos indica que es el actor más cercano y el punto más usado por el resto de actores para conectarse con el resto.
- Existe débil correlación entre la colaboración intrarregional e internacional por áreas, lo que nos sugiere que las áreas fuertes para colaborar con los vecinos más cercanos, no necesariamente son las mismas en las que se colabora con los colegas de otras regiones.

- *Earth y Physics* son las áreas con mayor índice de internacionalización no sólo por el alto índice de copublicaciones sino también por el número de países firmantes tanto a nivel intrarregional como internacional. Esta es una situación por lo demás muy acorde con su modelo de desarrollo a nivel mundial. Además de las anteriores, a nivel regional tienen un peso importante las colaboraciones en *Mathematics, Decision y Materials*.



# CAPÍTULO 7

---



**B**RASIL



## CAPÍTULO 7. BRASIL

**E**n el presente capítulo y hasta el doce hacemos un análisis más específico de los dominios científicos de los seis mayores productores de la región: Brasil, México, Argentina, Chile, Venezuela y Colombia.

### **7.1. Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación**

La tendencia actual de los Sistemas Nacionales de Ciencia y Tecnología e Innovación (SNCTI) es hacia la descentralización y a un mayor fortalecimiento de la coordinación entre la investigación y las políticas para la innovación y el desarrollo tecnológico. El sistema brasileño se caracteriza por tener un alto grado de centralización comparado con los sistemas de Estados Unidos ó Alemania, países donde existe un sistema federal altamente descentralizado. Sin embargo, el gobierno ha empezado a reorientar su sistema de innovación jerárquico a un sistema más flexible de vinculación entre gobierno, industria y universidad. Esos vínculos aún son limitados y requieren apoyo financiero

adicional, pero el gobierno ya está trabajando para mejorarlos (European Commission, 2006).

El sistema abarca cuatro dominios: el gobierno federal, los gobiernos estatales y municipales, empresas e instituciones privadas e instituciones sin fines de lucro. En el desarrollo de las competencias específicas, el Estado actúa tanto a nivel federal como estadual a través de diversos organismos públicos.

Como hacíamos mención antes, el SNCTI del país es de naturaleza jerárquica. Así, el nivel federal es el principal ámbito de coordinación de la política de investigación (proyectos de investigación, becas, programas, instituciones de investigación), todo ello está coordinado por el Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). En términos de definición y ejecución del presupuesto participan otros ministerios: Energía, Educación, Telecomunicaciones, Planificación, Agricultura, Salud. En la figura 7.1, están recogidos los organismos relacionados con promoción, formulación, financiación y ejecución de políticas en la materia.

El Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT), es el responsable de la coordinación, seguimiento y evaluación del sistema y del establecimiento de las políticas sectoriales. Fue creado en 1985, siendo un organismo pionero en la región en alcanzar el rango ministerial dentro de la organización estatal. Dependiendo del ministerio está el Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), destinado al fomento de la investigación científica y tecnológica y a la formación de recursos humanos para la investigación en Brasil. Creado en 1951, su historia está directamente vinculada al desarrollo científico y tecnológico del país.

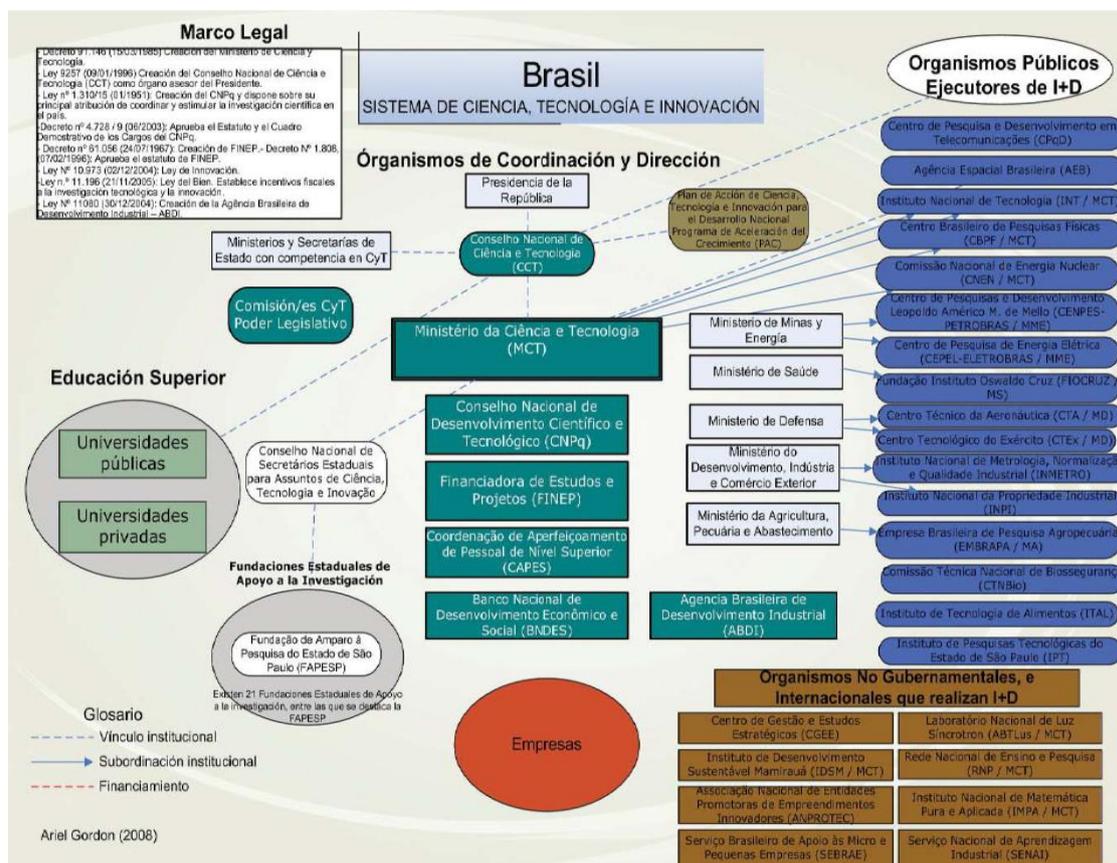
Dependiendo también del ministerio está la Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) cuyo principal objetivo es promover y financiar la innovación y la investigación en las empresas, universidades, institutos tecnológicos y otras instituciones públicas y privadas. Así mientras el CNPq apoya principalmente a

individuos a través de becas y ayudas, el FINEP apoya las acciones de las instituciones para mejorar la innovación.

Los sistemas estatales de ciencia y tecnología están establecidos por la Constitución de cada uno de los estados del país. A nivel estadual, los principales agentes que tienen a su cargo funciones político-normativas son las secretarías y los consejos estatales de ciencia y tecnología. Recientemente, fue creado el Conselho Nacional de Secretários Estaduais para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação que engloba a estas secretarías u organismos equivalentes, con el objetivo de fortalecer el diálogo entre los estados y el Gobierno Federal.

Entre las fundaciones estatales de apoyo a investigaciones destaca la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), la cual es una de las principales agencias de financiación para la investigación científica y tecnológica del país y la región. Además este organismo ha hecho una contribución decisiva en la expansión y fortalecimiento de la investigación científica y tecnológica en el estado de Sao Pablo, con un impacto considerable en su desarrollo económico, social y Cultural (Briansó Penalva, 2008). Otros estados como Rio de Janeiro, Minas Gerais, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Amazonas, Bahia, Paraná y Santa Catarina, cuentan también con sus propias fundaciones estatales de apoyo a la investigación.

Figura 7.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación



Fuente: Políticas e Instrumentos en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe, disponible en: (<http://www.politicascsti.net/>)

El sistema brasileño de posgrado es el de mayor peso en la ejecución de actividades de I+D. Está compuesto por más de 2228 programas de maestría y más de 652 programas de doctorado (datos de 2006). Estos programas abarcan las distintas áreas del conocimiento y en su mayoría son ofrecidos por instituciones públicas de enseñanza e investigación, principalmente las universidades federales y estatales.

Brasil ha hecho grandes avances en el desarrollo de su sistema de innovación, utilizando una combinación de la financiación estatal, inversión extranjera directa e inversión del sector privado. El país se ha expandido más allá de los productos agrícolas y de aquellos de bajo valor añadido de fabricación. A través de inversiones públicas y privadas, Brasil se ha convertido en un

competidor global dentro de la industria aeroespacial, con aviones de transporte regional, donde se compite fuertemente con Canadá. A través de alianzas estratégicas con empresas multinacionales, el país también ha desarrollado tecnologías de la información y las comunicaciones. A pesar de ello, Brasil se está quedando muy por detrás de sus competidores mundiales particularmente de Asia, en su inversión I+D y en la adopción de nuevas tecnologías.

Para incrementar la inversión privada se crearon entre 1999 y 2002 catorce fondos sectoriales (como son denominados los presupuestos destinados al impulso científico y tecnológico de sectores específicos), para financiar el esfuerzo nacional de investigación y desarrollo y gestionarlos de manera conjunta por el sector académico, empresarial y gubernamental. Esta ha sido la gran diferencia con los fondos creados en el resto de países. Mientras que los que se han creado en Argentina, Chile, Colombia, y México se basan en ofrecer subsidios a la demanda, en el caso brasileño se extrae renta del sector privado y se destina a financiar la I+D a través de mecanismos de coordinación entre la oferta y la demanda. En los primeros los fondos provienen del presupuesto público, en muchos de ellos correspondientes a préstamos internacionales, a los cuales pueden acceder diversos actores mediante concursos y evaluaciones. Además se prevé la posibilidad de cofinanciamiento del sector privado y se contempla la asignación de recursos en respuesta a solicitudes directas de los beneficiarios, ya se trate de empresas o centros de investigación (CEPAL, 2004). En el caso de Brasil cada uno de los fondos ha sido instituido por una ley en la cual se identifica la parte del ingreso sectorial que se debe destinar al apoyo de las actividades de ciencia y tecnología. Las áreas a las cuales se ha destinado estos fondos son: aeronáutica, agricultura, biotecnología, energía, salud, hidrología, informática, infraestructuras, minerales, petróleo, ciencias del espacio, telecomunicaciones, transporte y Amazonía

Esta reestructuración del sistema ha permitido que las relaciones entre empresa-universidad en Brasil, hayan ido en constante aumento durante los

últimos años tanto a nivel nacional como regional, principalmente en estados como Sao Pablo y Minas Gerais. La Ley de innovación de 2004<sup>52</sup> es otra iniciativa importante para mejorar la cooperación entre los diferentes sectores, a través de ella se establecen incentivos que permitan incrementar el establecimiento de vínculos entre entidades públicas de carácter científico técnico y las empresas. No obstante, la I+D en el sector privado está básicamente restringido a grandes empresas dentro de unos pocos sectores industriales. Aunque hay un número creciente de pequeñas y medianas empresas que hacen uso de nuevas tecnologías, lo cierto es que muchas no invierten con decisión en la innovación y la exportación de sus productos para competir a nivel mundial. (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2006)

Por ello, el sistema sigue siendo ineficaz en traducir investigación en I+D en aplicaciones comerciales, debido básicamente a que falta colaboración entre empresas privadas y los investigadores de las universidades. Queda pues todavía mucho por recorrer, sobretodo en las interacciones al interior del sistema tanto en lo referente a la transferencia de información, como a proyectos conjuntos o a oportunidades de financiación de estas actividades.

### **7.2. Insumos del sistema**

#### **7.2.1. Inversión en I+D**

Brasil representa alrededor del 55% del gasto total en I+D que se hace en LAC entre 1995 y 2007. Esto a pesar de que redujo de forma continuada su peso relativo entre 1995 y 2004 a partir de este año cambia la tendencia y en 2007 vuelve a representar el 63% del gasto regional cifra con la que partía en 1995.

---

<sup>52</sup> En diciembre de 2004 fue aprobada la Ley N ° 10.973, de 02/12/2004, conocida como Ley de Innovación, reglamentada por el Decreto Federal N° 5.563, de 11/10/2005, que dispone sobre incentivos a la innovación y la investigación científica y tecnológica en el ambiente productivo, por medio de la concesión de recursos financieros.

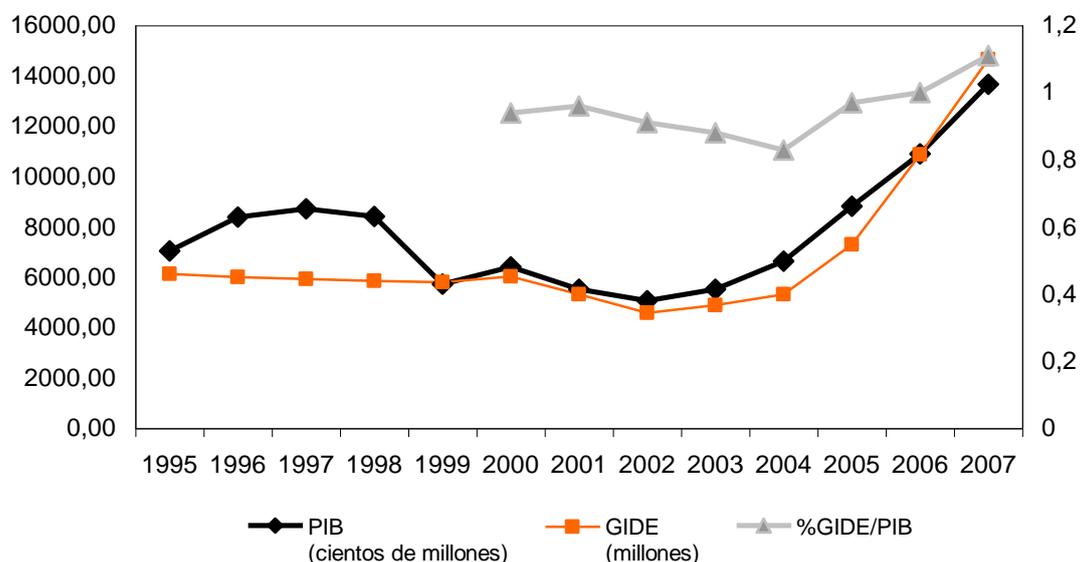
Estas fechas coinciden con la administración de Luiz Inácio Lula da Silva, que asume la presidencia en 2003 y cuyo segundo mandato termina en 2011.

Tal como se puede ver en la tabla 7.1, el país supera el umbral del 1% del PIB de gasto en I+D en 2006 y mantiene la tendencia al alza en 2007, siendo este el único país que supera el 1% del PIB propuesto por la UNESCO como mínimo necesario para los países en desarrollo (figura 7.2). Esto sin lugar a dudas es una buena noticia para el país, aunque habría que ver a largo plazo si esta tendencia de crecimiento se mantiene y si el resto de indicadores acompañan este dato. Además, sigue siendo una cifra moderada si la comparamos con las que logran los países industrializados.

**Tabla 7.1. Producto Interior Bruto y Gasto en I+D (1995-2007)**

	<b>PIB</b> <b>(cientos de millones)</b>	<b>GIDE</b> <b>(millones)</b>	<b>%Regional</b>	<b>%GIDE/PIB</b>
1995	7039,60	6134,95	63,94	
1996	8402,70	6008,58	63,26	
1997	8712,75	5938,2	56,17	
1998	8412,96	5868,64	52,51	
1999	5731,20	5799,9	59,31	
2000	6424,19	6030	55,55	0,94
2001	5528,36	5328	50,81	0,96
2002	5059,60	4588	50,16	0,91
2003	5524,54	4887	51,31	0,88
2004	6637,33	5329	49,85	0,83
2005	8820,41	7290,2	53,85	0,97
2006	10892,54	10871	59,30	1,00
2007	13668,24	14649	63,20	1,11

Figura 7.2. Distribución anual del PIB, gasto absoluto y en relación al PIB



Las políticas aplicadas para incrementar la financiación de las empresas en el gasto de I+D también han permitido que este sector en 2005 prácticamente iguale la inversión que hace el sector público que por tradición en la región ha sido donde ha recaído el gasto en I+D y lo que sin lugar a dudas ha permitido que el país supere el 1% del PIB. Para 2005 las proporciones eran del 48% para las empresas y 52% para el sector público. Más o menos el mismo porcentaje ejecutan las empresas, alrededor del 40% sobre datos de 2004 que es el último año que reporta datos, un porcentaje por encima de la media regional (32%), pero de nuevo muy por debajo de países avanzados, y que apenas ha sufrido modificaciones entre 2000 y 2004. El segundo sector con mayor porcentaje de ejecución es el de educación superior con 38%, además este sector ha tenido un importante incremento pasando del 24% en 2000 al 38% en 2004. El sector gubernamental, en cambio, ha reducido fuertemente su peso a lo largo del periodo.

Una de las principales deficiencias de la financiación de i+D en Brasil (y en general de la mayoría de los países de la región), ha sido la falta de dirección y especialización de la investigación. Tal como señalan Alcorta y Peres (Alcorta y Peres, 1998), esta diversidad y fragmentación no han permitido a las empresas

concentrar sus limitados recursos tecnológicos, comerciales y financieros, en un determinado grupo de productos clave en los que podrían haber sido competitivos en mercados internacionales.

### 7.2.2. Recursos Humanos

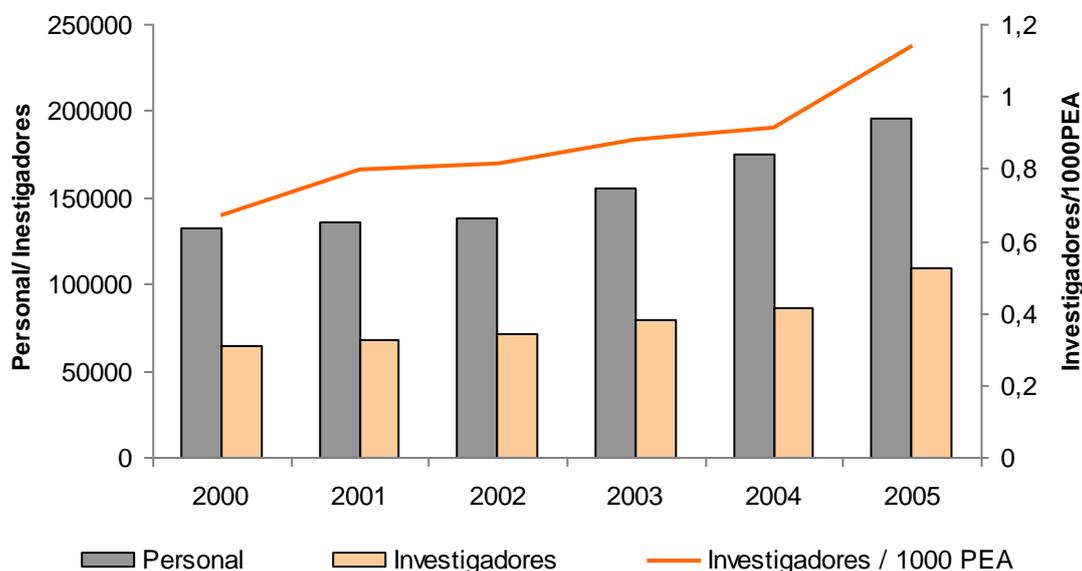
En 2005 Brasil contaba con un total de 196.296 personas vinculadas a actividades de ciencia y tecnología en EJC, de los cuales el 55% eran investigadores (109.420)<sup>53</sup>. Para el periodo completo, los investigadores en I+D en EJC de Brasil, suponen el 28% del total de LAC frente al 55% que concentra en el gasto absoluto. Como se mencionó anteriormente, esta es una situación que está estrechamente relacionada con la baja dotación de investigadores que alcanza el país por cada mil integrantes de la PEA alcanzando una media en 2005 de 1.14 frente a los dos que tienen Argentina y Chile. Cuando se relacionan las variables de gasto en I+D en relación al PIB y el personal en I+D por cada 1000 integrantes del PEA (figura 4.15, capítulo 4), se observa como Brasil se queda muy por debajo de la línea de regresión, con un índice muy alto de inversión en I+D en relación al PIB respecto al conjunto de países de la región, mientras que ocurre todo lo contrario respecto al número de investigadores por cada mil del PEA donde se aleja del grupo.

En la figura 7.3, se presenta la distribución cronológica (2000-2005) del total de personal EJC, investigadores e investigadores por cada 1000 de la PEA. En cuanto a personal hay un incremento del 47%, mientras que el número de investigadores total y en relación a la PEA aumentaron un 70%

---

<sup>53</sup> Ver Tabla 7.2 Anexo resultados

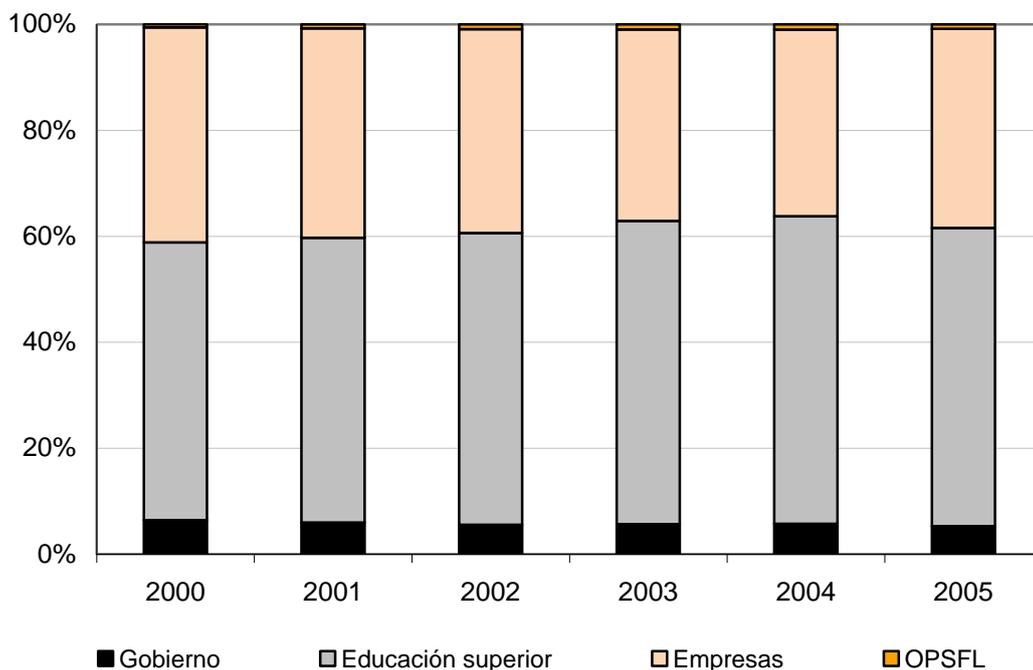
Figura 7.3. Distribución de los Recursos Humanos (2000-2005)



En 2005 el 56% de los investigadores están ubicados en el sector de educación superior, mientras que el 37% lo hace en el sector empresarial una de las tasas más altas junto con Chile y México. En el sector gubernamental se sitúan el 5.3%, una cifra que apenas ha cambiado a lo largo del periodo 2000-2005 (figura 7.4). El porcentaje de investigadores que participan en el sector privado ha experimentado un ligero descenso (-7%) a pesar de que este sector ha aumentado su tasa de participación en la financiación de la I+D. Por el contrario, el número de investigadores que se adscriben al sector de educación superior ha ganado terreno (7%) aunque su crecimiento en la ejecución del gasto ha sido mucho mayor (54%), con lo que probablemente este incremento del presupuesto ha estado más relacionado con la mejora de los sueldos del personal que del aumento en el número de investigadores<sup>54</sup>.

<sup>54</sup> Ver tabla 4.10 Anexo resultados

Figura 7.4. Distribución porcentual de los investigadores por sector



### 7.3. Producción Científica

Como quedó evidenciado en los capítulos anteriores, Brasil lidera ampliamente la producción científica de América Latina y el Caribe. Es además el país con una de las mayores tasas de crecimiento, lo que significa que se sigue ampliando la diferencia respecto al resto de países y que cada vez aumenta la concentración de la producción regional en este país. Así en 1996 participaba en el 38% de la producción regional y en 2007 esta cifra llegaba al 50%. A nivel mundial ocupa la posición 17 del ranking de producción y logra duplicar su peso pasando del 0.76% en 1996 al 1.59% en 2007, ganando seis puestos pasando del 21 al 15 en el mismo periodo.

Este crecimiento se debe a razones como la estabilidad en la inversión nacional en I+D, modernización en las instituciones de investigación y cambios en la política de financiación adoptadas por las agencias nacionales (Zorzetto y otros, 2006). También es importante destacar el significativo aumento de investigadores con grado de doctor que hacen parte del sistema de I+D nacional ya que como lo demostraran Hermes y otros hay una alta correlación entre número de doctores y producción científica (Hermes y otros, 2007).

Otro elemento importante a tener en cuenta a la hora de explicar el notable crecimiento de la producción, es la presencia de revistas brasileñas en la base de datos Scopus. En los últimos años el número de revistas brasileñas ha crecido sostenidamente. Como ya habíamos señalado, este fenómeno no está exento de un componente comercial. Elsevier intenta que los países que son potenciales grandes clientes estén bien representados en la base de datos. En 2007 la agencia federal CAPES negoció un acuerdo para dar acceso a Scopus a varios centenares de universidades brasileñas. Desde entonces, el flujo de nuevas revistas brasileñas no se ha detenido.

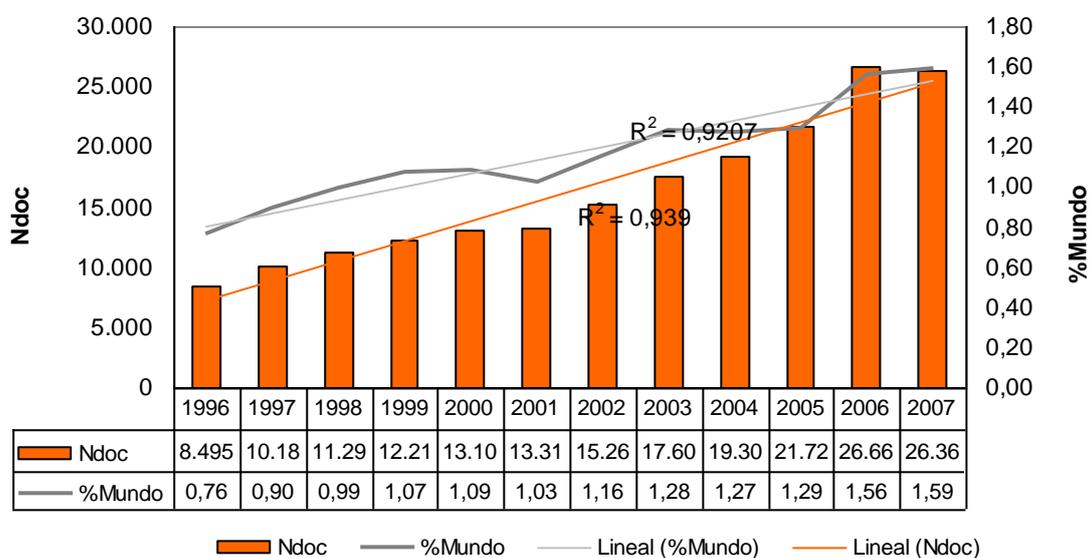
En la figura 7.5 se recoge la producción anual total y el peso relativo de ésta a nivel mundial. La tasa de variación para el periodo completo fue de 210%. La tasa media de crecimiento fue mayor en el segundo sexenio con el 12%, frente al 9% que alcanzó en el primer periodo. Por su parte el crecimiento del peso relativo a nivel mundial fue de 109%<sup>55</sup>.

Cuando tenemos en cuenta el número total de citas para el periodo completo baja hasta el puesto 22, aunque también en este apartado ha ganado terreno pasando del puesto 25 en 1996 al 19 en 2007. Por el contrario, en cuanto a citas por documento pasó del puesto 92 en el primer año y terminó en 2007 en el 124, mientras que para el periodo completo se ubica en el puesto 123 del ranking mundial.

---

<sup>55</sup> Ver tabla 7.3 Anexo resultados donde se recoge la producción total del país para cada uno de los doce años de estudio.

Figura 7.5. Distribución anual de la producción total y peso en la producción mundial 1996-2007



### 7.3.1. Producción por áreas temáticas

*Medicine* es el área con el mayor número de documentos, alcanzando el 18% del total de la producción. En segundo lugar encontramos las áreas de *Physics* y *Agricultural* ambas con 10%. Les siguen *Biochemistry* con 9%, *Engineering* y *Chemistry* ambas con 6% y *Materials* 5%. *Arts*, fue el área con menor porcentaje de producción (0.12%)<sup>56</sup>.

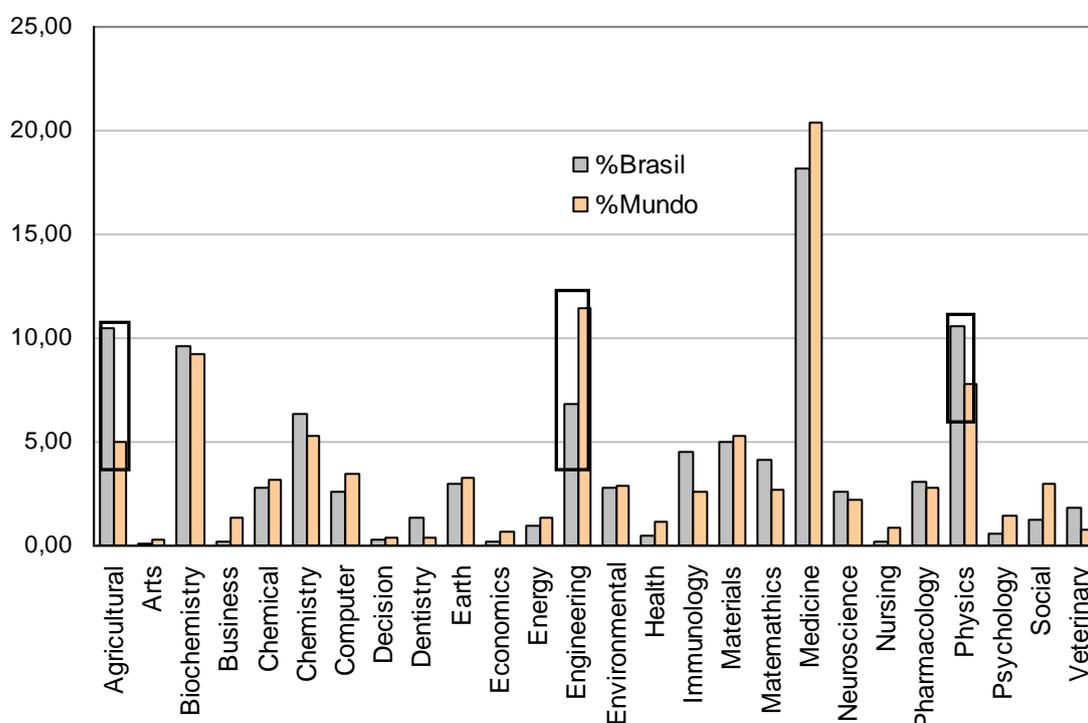
El área que ha experimentado el mayor crecimiento en el periodo en términos porcentuales es *Dentistry*, cuyo peso pasó del 0.43% en 1996 al 2% en 2007, mientras que en términos absolutos estamos hablando de 54 documentos en el primer año a 859 en el último. Otras áreas como *Nursing*, *Business* o *Social*, han aumentado tres o cuatro veces su peso, aunque son áreas que parten de cifras muy bajas por lo no se pueden predecir patrones de publicación. Dentro de las áreas de mayor peso en la producción nacional fueron *Mecine* y *Chemistry* las únicas que lograron aumentar su cuota de participación en el

<sup>56</sup> En las tablas 7.4 y 7.5 del Anexo resultados, se muestra la distribución anual total y porcentual de la producción brasileña en las veintiséis áreas temáticas.

periodo un 6% y 7% respectivamente. Por el contrario *Engineering* marca -26%, *Physics* -32%, *Biochemistry* -3% y *Agricultural* -0.12%.

Cuando se compara la distribución porcentual de cada área en la producción nacional y mundial, se observan algunas características distintivas (Figura 7.6). La principal diferencia la apreciamos en el área de *Agricultural* que a nivel nacional representa el 10% de la producción y el tercer puesto en el total de producción, mientras que a nivel mundial sólo alcanza la mitad de este peso 5% y el puesto 7.

Figura 7.6. Peso porcentual de las áreas temáticas en Brasil y el mundo



El área *Physics* alcanza también una mejor posición en el ranking nacional que en el mundial. Mientras que esta área representa el 10% de la producción nacional, a nivel mundial se queda en el 7%, y en el ranking se ubica en el segundo y cuarto puesto respectivamente. *Chemistry* tiene mayor peso en la producción nacional que en la mundial, sin embargo, en los puestos que ocupa en el ranking es mejor su posición a nivel mundial. También tiene mayor peso en el país, la producción en *Immunology*, *Mathematics*, *Veterinary* y *Dentistry*,

esta última con una importante diferencia de siete puestos en el ranking, mientras que su peso porcentual es tres veces mayor a nivel nacional<sup>57</sup>.

### 7.3.2. Índice de especialización temática relativa

Doce de las veintiséis áreas de estudio, alcanzan un índice de especialización mayor o igual a 1, es decir que igualan o superan la media mundial<sup>58</sup>. *Dentistry* es el área que alcanza el valor más alto de esfuerzo relativo, aunque se ubica en el puesto 17 del ranking nacional de producción. Como habíamos apuntado anteriormente, esta área fue la que experimentó la mayor tasa de crecimiento para el periodo, a la vez que fue la que más terreno ganó en los datos de especialización relativa, cuando comparamos los valores entre los dos sexenios. En segundo lugar encontramos *Veterinary*, que se ubica en el puesto 16 del ranking de producción y que ha descendido ligeramente su esfuerzo relativo en el segundo periodo. *Agricultural*, es la tercera área de mayor especialización, mientras que sus valores no han cambiado entre los dos periodos (Figura 7.7).

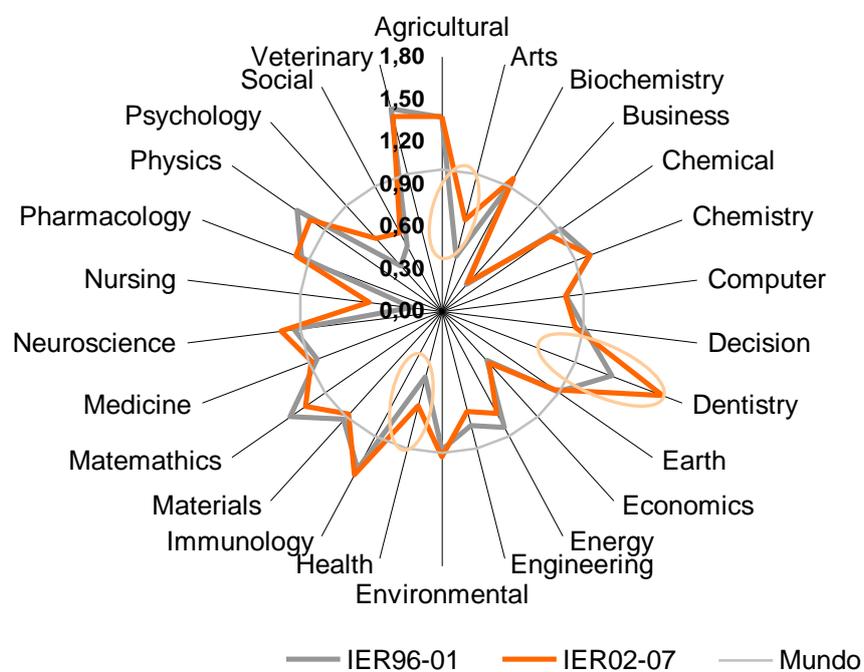
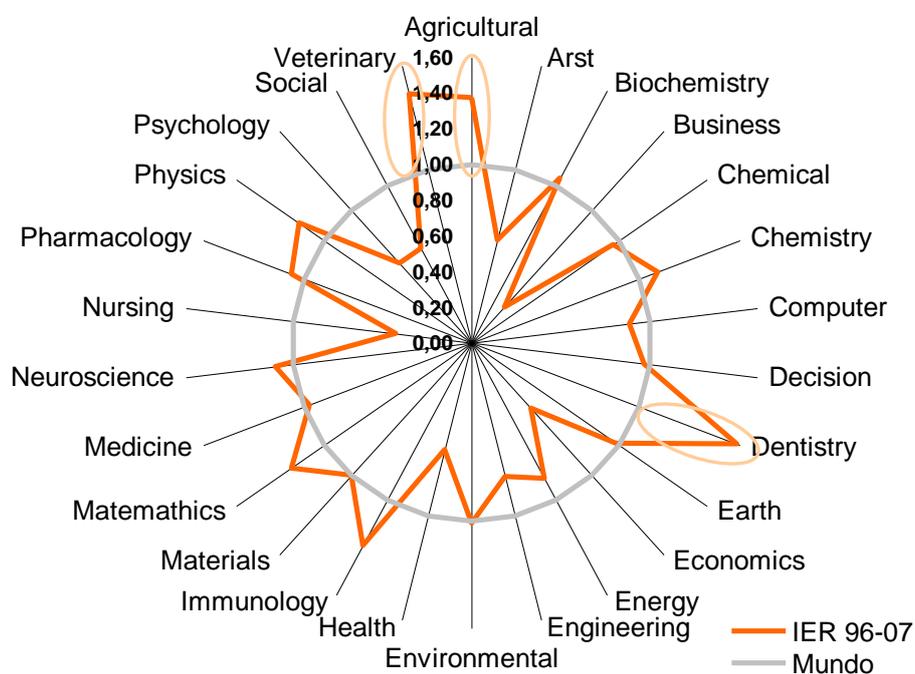
El resto de áreas que se ubican en la media mundial o están por encima de esta son *Immunology*, *Mathematics*, *Physics*, *Chemistry*, *Neuroscience*, *Pharmacology*, *Biochemistry*, *Environmental* y *Materials*. Dentro de estas áreas, cabe resaltar la caída de *Physics* y *Mathematics*, que aunque superan la media mundial, han perdido terreno a lo largo del periodo. Por el contrario, otras áreas como *Arts*, *Nursing* y *Health* han aumentado ampliamente sus índices de esfuerzo entre periodos. *Medicine* a pesar de ser el área de mayor peso en el país, no alcanza la media mundial, tampoco la alcanzan las áreas relacionadas con las ciencias sociales, computación y las ingenierías.

---

<sup>57</sup> ver tabla 7.6 Anexo resultados

<sup>58</sup> Ver tabla 5.12 Anexo resultados

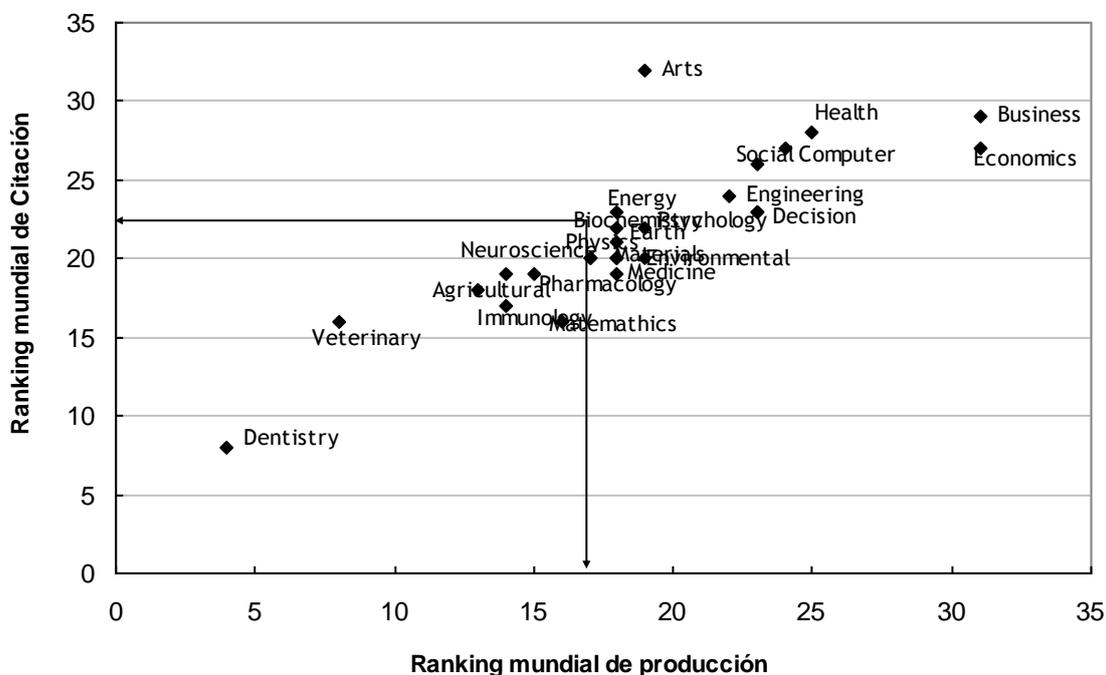
Figura 7.7. Índice de especialización temática relativa para el periodo completo y por series cronológicas



7.3.3. Visibilidad e Impacto

Brasil se ubica en la posición diecisiete del ranking mundial de producción y cinco puestos por debajo en el de citación. Las posiciones que alcanzan cada una de las áreas a nivel mundial se pueden ver en la figura 7.8. *Dentistry*, a pesar de ocupar la posición diecisiete del total de producción nacional, permite que Brasil logre ubicarse como cuarto productor en dicha área aunque en citación desciende a la octava posición. Tal como vemos es la que mejor posición ocupa en ambos apartados y con una notable diferencia respecto al resto de áreas. Por debajo de la media nacional también están: *Veterinary*, *Agricultural*, *Neuroscience*, *Immunology*, *Mathematics*, *Pharmacology* y *Physics*. Del grupo sólo *Neuroscience* no destaca como fortaleza temática en el dominio brasileño.

Figura 7.8. Posición de las áreas en el ranking mundial de producción y de citación

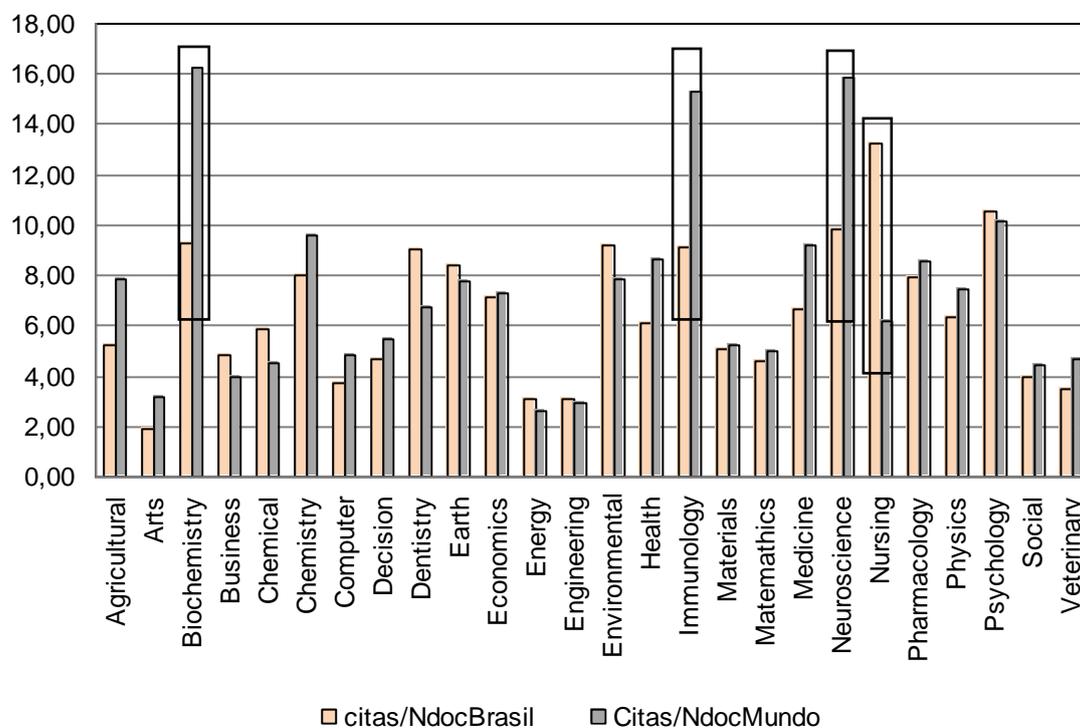


Cuando tenemos en cuenta el número de citas por documento, *Nursing* es la que alcanza el mayor promedio (13.27), luego se encuentra *Psychology* con

una media de 10 citas por documento, *Dentistry* y *Environmental* ambas con una media de 9 citas por documento.

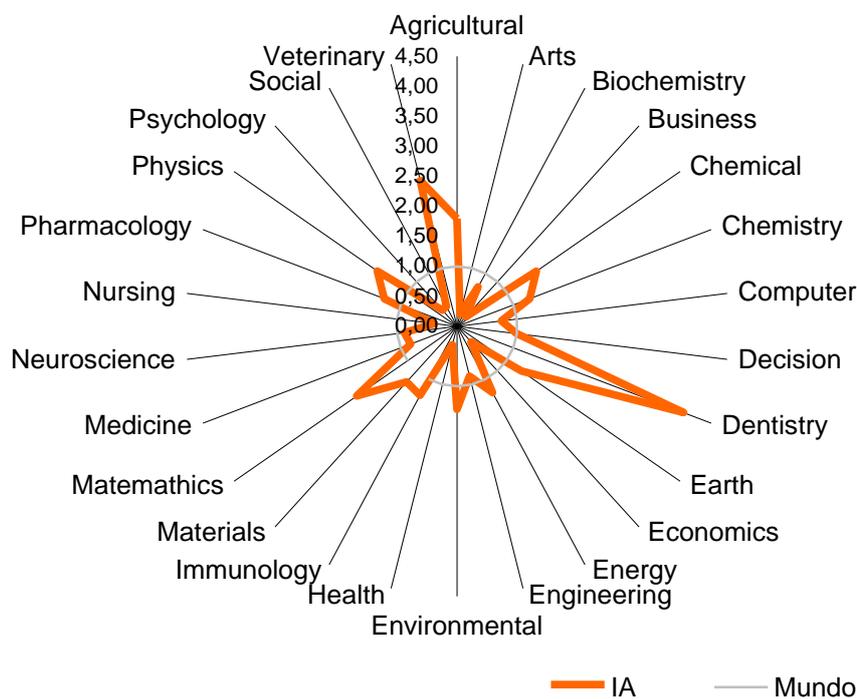
Si comparamos la media de citas por documento de cada área en Brasil con la media de citas a nivel mundial (figura 7.9), tres de las cuatro áreas antes mencionadas mantienen una importante diferencia al alza respecto a las medias mundiales. *Nursing* alcanza en Brasil una media de 13 citas por documento frente a las seis que logra a nivel mundial. *Dentistry* es otra área que presenta una importante diferencia con la media mundial, 9 citas en Brasil frente a las 6 citas de media mundial y *Environmental* que alcanza 9 citas de media por trabajo frente a 7 a nivel mundial. *Dentistry* y *Environmental*, son a su vez las únicas áreas de las veintiséis que superan además la media mundial de especialización temática. Otras seis áreas tienen promedios más altos que los mundiales de citas por documento, aunque con una diferencia menos acusada: *Chemical*, *Business*, *Earth*, *Energy*, *Psychology* y *Engineering*.

Figura 7.9. Promedio de citas por documento para cada área en Brasil y el mundo



Cuando relativizamos el total de citas que es capaz de atraer cada área en el país por el total de citas en cada área en el mundo, la situación varía para la mayoría de las áreas, ya que no existe correlación lineal entre media de citas por documento e impacto relativo (Figura 7.10). *Nursing*, es el área que como hemos visto antes, tiene el mayor promedio de citas por documento, sin embargo, se ubica muy por debajo de la media mundial en impacto relativo. *Dentistry*, se ubica como el área de mayor impacto relativo con valores muy por encima del resto de áreas, además está por encima de la media mundial de citas por documento y de especialización relativa, con lo que puede ser el área de mayor visibilidad internacional del país. Otras doce áreas superan la media mundial de impacto relativo, aunque sólo cuatro de ellas además de *Dentistry* superan también la media mundial de citas por documento: *Chemical*, *Earth*, *Energy* y *Environmental*.

Figura 7.10. Índice de Atracción



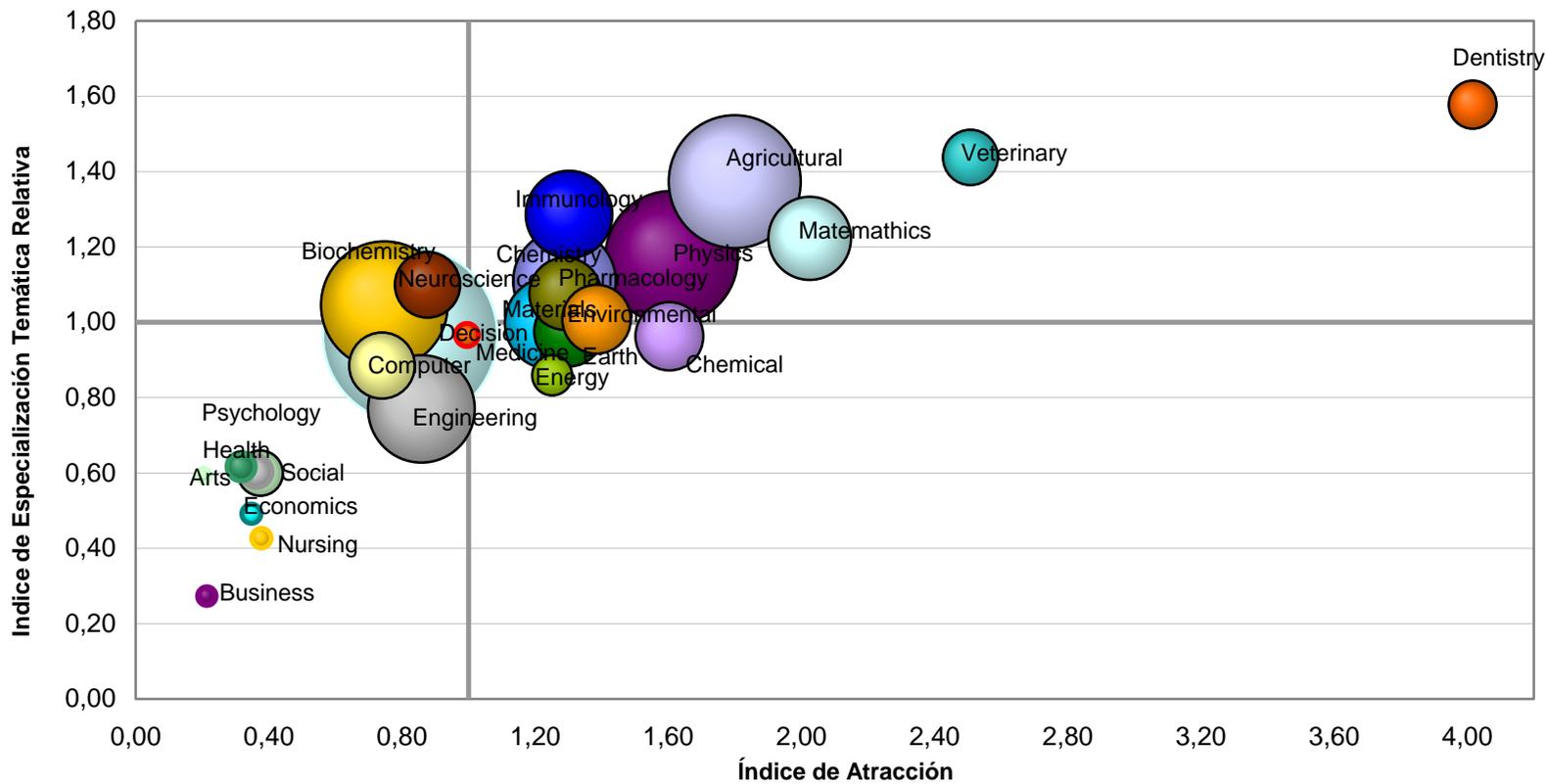
En la figura 7.11, hacemos una correlación entre esfuerzo e impacto relativo de cada una de las áreas temáticas para el periodo completo en el país. Aquí en el cuadrante superior derecho se ubican *Dentistry*, *Veterinary*, *Agricultural*, *Matemathics*, *Immunology*, *Physics*, *Chemistry*, *Pharmacology*, *Environmental* y

*Materials*, estas áreas como se puede observar están por encima de la media mundial tanto en especialización como en impacto relativo.

*Chemical, Earth y Energy*, se ubican en el cuadrante inferior derecho, es decir son áreas que superan la media mundial en impacto, pero no alcanzan la media en especialización. *Biochemistry y Neuroscience*, son las áreas que destacan en especialización relativa, pero no alcanzan a superar la media mundial de impacto. En el cuadrante inferior izquierdo, encontramos once áreas que no alcanzan las medias mundiales, ni en esfuerzo ni en impacto. Aquí se ubican básicamente las áreas relacionadas con las ciencias sociales, ingenierías, computación y Medicina, a pesar de su peso en la producción nacional.

Para tener una panorámica de la evolución de estas áreas tanto en términos cuantitativos como cualitativos hemos comparado los cambios en los datos de esfuerzo e impacto de cada área por cada serie cronológica (figuras 7.12 y 7.13 Anexo resultados). *Dentistry* es el área que ha experimentado el mayor incremento en ambos indicadores, como vemos ya en el primer sexenio ocupa el primer lugar en valores de impacto relativo, pero en esfuerzo temático, se ubica por detrás de *Veterinary, Agricultural y Mathematics*. Para el segundo periodo, se ubica como el área de mayor visibilidad y de mayor especialización temática, con una importante diferencia sobre *Veterinary* que se ubica como segunda área de mayores valores en estos indicadores, área que aumenta ligeramente sus datos en impacto relativo, pero desciende en esfuerzo.

Figura 7.11. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2007



La comparación entre series, permite ver ligeras modificaciones en las áreas que se ubican en el cuadrante superior derecho, como *Chemical y Materials*, que para el segundo periodo se ubican en el cuadrante inferior derecho. Es decir, que siguen superando la media mundial de impacto relativo, pero no alcanzan a superar la media mundial de especialización temática, mientras que *Decision* se ubica en el segundo periodo en el cuadrante inferior izquierdo, lo que significa que no alcanza la media mundial en ninguno de los dos indicadores. *Environmental* en cambio, que en el primer sexenio no alcanza la media mundial en esfuerzo, para el segundo periodo se ubica en el cuadrante superior derecho. *Neuroscience* tiene un importante incremento en término de esfuerzo temático en el segundo periodo, mientras que *Medicine* lo hace en impacto, *Engineering* en cambio pierde bastante peso, en ambos apartados.

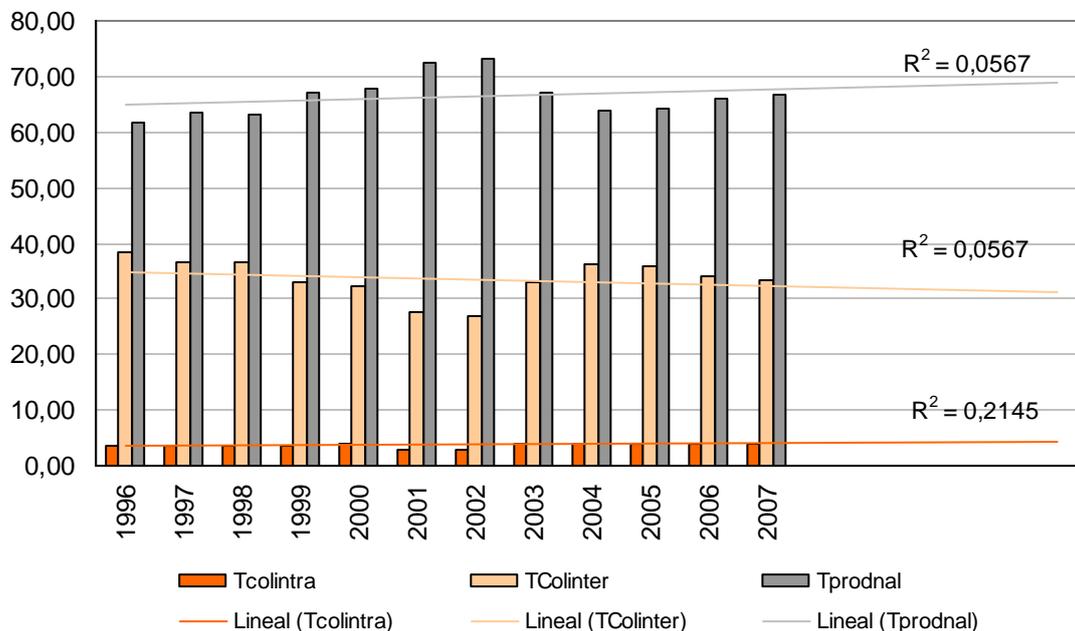
### 7.4. Colaboración Internacional

Como se expuso en el capítulo de colaboración regional, los índices de colaboración son inversamente proporcionales al tamaño científico de los países. Brasil como mayor productor de la región, es el que presenta los índices más bajos de colaboración. De los 195.541 documentos registrados en la bases de datos de este país, 65.566 están firmados con al menos otro país, es decir el 33% de la producción está firmada en colaboración. Por su parte, la producción que se firma con al menos otro país de la región, representa 3.7% de su producción es decir 7.310 documentos. Una buena explicación para este fenómeno se encuentra en la gran entrada de revistas locales. En ellas, las posibilidades de que los científicos brasileños colaboren con pares extranjeros son mucho menores. En estas revistas abundan las colaboraciones nacionales o los trabajos sin colaboración alguna.

En la figura 7.14 se recogen los patrones de colaboración a lo largo del periodo. A pesar del importante incremento de la producción de este país en el periodo de estudio, el porcentaje que se firma en colaboración internacional tiene un crecimiento del -13%, una caída especialmente marcada entre 1999 y 2002. La producción en exclusiva de autores nacionales alcanza el 66%,

mientras que su peso ha aumentado alrededor del 8%, una tendencia que no ocurre en el resto de países.

Figura 7.14. Patrones de colaboración

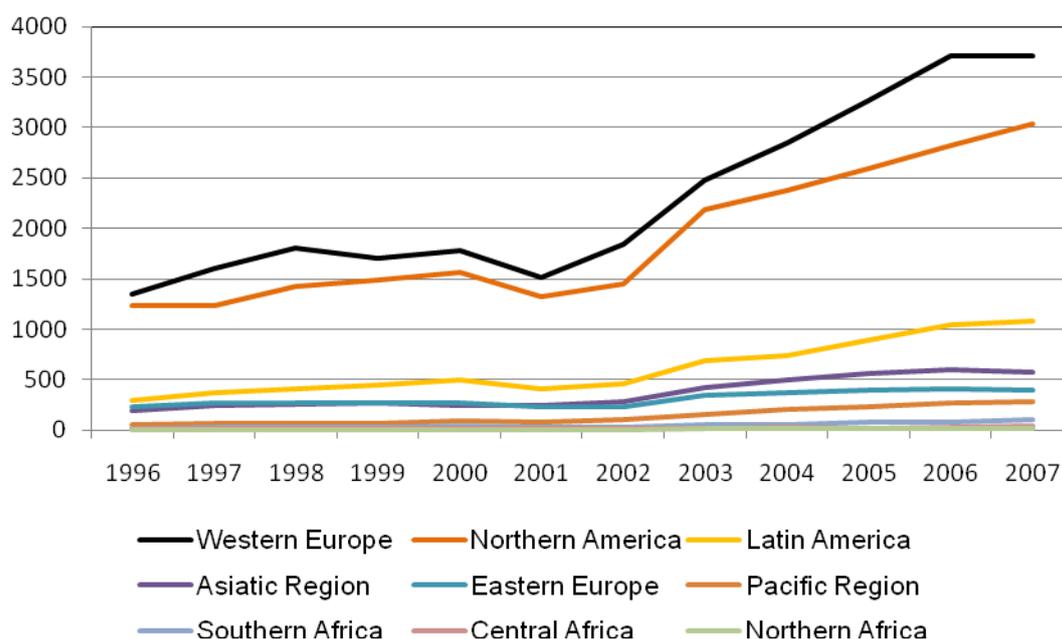


La colaboración intrarregional se queda en el 3.7% con un crecimiento del 16% con lo que es el mayor crecimiento dentro de los tres tipos, pero este ritmo de crecimiento aunque positivo, no ha sido suficiente para aumentar significativamente su peso relativo en la producción nacional.

El análisis de las colaboraciones por regiones deja ver como Europa Occidental concentra el 42% del total de colaboraciones, mientras que la colaboración con Norte América alcanza el 34% y en tercer lugar encontramos la colaboración con otros países de LAC, que alcanza el 11% de total de las colaboraciones. Las copublicaciones con las otras siete regiones representan un escaso renglón en las colaboraciones de este país (figura 7.15). Las mayores tasas de crecimiento para el periodo sobre datos porcentuales fueron, como es de esperar, para las regiones de menor tamaño así, la colaboración con Sudáfrica aumentó en 113%, la región del Pacífico 80% y África Central 44%. Dentro de las tres regiones con las que Brasil genera el mayor número de copublicaciones Europa Occidental crece a razón de un 1.6% para el periodo, con América del Norte las colaboraciones caen -8% y finalmente con LAC tiene

un aumento de tres puntos porcentuales, pasando del 9% en 1996 al 12% en el último año, lo que significa una tasa de variación del 34% una de las mayores después de las regiones de África y el Pacífico. Las colaboraciones con Europa de Este son las que sufren la mayor caída con una tasa de variación para el periodo de -36%, esta región junto con Norte América y Norte de África, fueron las únicas que presentaron crecimientos negativos sobre datos porcentuales para el periodo<sup>59</sup>.

Figura 7.15. Distribución de las colaboraciones por región geográfica



A pesar de que el peso de la colaboración internacional en el total de producción es la menor del grupo de países analizados, Brasil tiene una mayor diversidad en el número de países con los que llega a publicar. En total a lo largo de los doce años de estudio colabora con 171 países, con Estados Unidos a la cabeza como principal socio con una amplia diferencia sobre el resto<sup>60</sup>. Este país ha tomado parte en el 30% de los trabajos publicados por Brasil en colaboración internacional, seguido por Francia y Reino Unido ambos con el 10%, Alemania el 9%, Italia y Canadá con el 5%. España que se ubica como segundo mayor socio en los otros cinco países, en Brasil se ubica en el séptimo lugar y en octava posición encontramos el primer país de LAC,

<sup>59</sup> Ver tablas 7.7 y 7.8 Anexo resultados

<sup>60</sup> Ver tabla 7.9 Anexo resultados

Argentina que participa en el 4% del total de las copublicaciones. En el mapa de colaboración internacional se presentan los treinta países con los que más copublicaciones genera Brasil, el diámetro de la esfera representa el total de copublicaciones y cada país tiene un color que identifica la región a la que se adscribe (figura 7.16).

Europa Occidental es la región con la que más colabora no sólo en número total de copublicaciones sino en el número de países ya que a esta región pertenecen trece de los treinta mayores socios de Brasil. En términos relativos siete de estos trece países han visto reducida su cuota de participación, la mayor de ellas con Bélgica (-28%) y la menor con Suiza (-7%). Portugal que se ubica en el puesto once es el país de esta región con el que más ha aumentado la colaboración tanto en términos absolutos como relativos.

Como mencionamos antes Estados Unidos es el principal socio, aunque ha ido perdiendo peso a lo largo del periodo, en concreto siete puntos porcentuales pasando del 34% de las copublicaciones en el primer año al 27% en 2007. Canadá se ubica como el sexto mayor socio de Brasil, con un crecimiento para el periodo del 15%.

La producción conjunta de Brasil con otros países de la región sigue siendo bastante escasa en relación a su tamaño, no obstante, es una de las que más incrementa su participación en las copublicaciones brasileñas. Dentro de LAC, Argentina es el principal socio ubicándose en el octavo puesto en el ranking de colaboradores, en segundo lugar está México, seguido de Chile, Colombia, Cuba y Uruguay, dentro de los treinta primeros colaboradores. En cuanto a la evolución de su peso relativo hay que decir que con todos se han dado tasas positivas de crecimiento, la mayor de ellas con Cuba, también aumentan de forma considerable las relaciones con Colombia, por el contrario Chile es el que tiene el menor crecimiento.

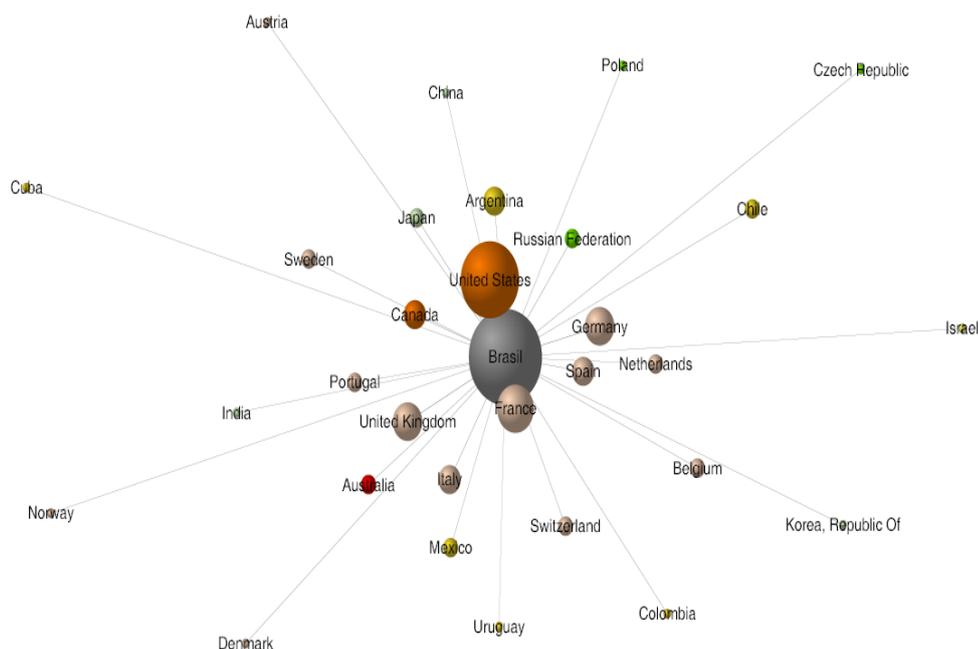
La cooperación con Europa del Este, tal como mencionamos antes, fue la que más peso perdió en términos relativos. Rusia, Polonia y la República Checa, los tres países de esta región con los que más se colabora sufren descensos

porcentuales. En el caso de los dos primeros por encima del -45%, mientras que la República Checa lo hace en un -4%.

Australia es el principal socio de la región del pacífico y el único que aparece dentro del grupo de los treinta mayores socios, ya que existe una alta concentración en este país de las copublicaciones que se firman con esta región llegando a participar en el 88%. Además, se sigue afianzando la cooperación a lo largo del periodo y en términos porcentuales se incrementan un 65%.

Japón en la novena posición del ranking general es con el que más se colabora de Asia, seguido por India, China y la República de Corea. Excepto con Japón con el que descienden las colaboraciones en términos porcentuales, con el resto de países se dan unas altas tasas de crecimiento. Israel es el principal socio de Medio Oriente un solo país que toma parte del 72% de las publicaciones firmadas con esta región y el único que se ubica en los primeros treinta puestos. Dentro los países de las tres subregiones africanas ninguno logra ubicarse en el top 30. Destacamos sin embargo, el peso específico de Sudáfrica que se queda en la posición treinta y tres del ranking general y cuyas colaboraciones están presentes en el 41% del total de todo el continente africano.

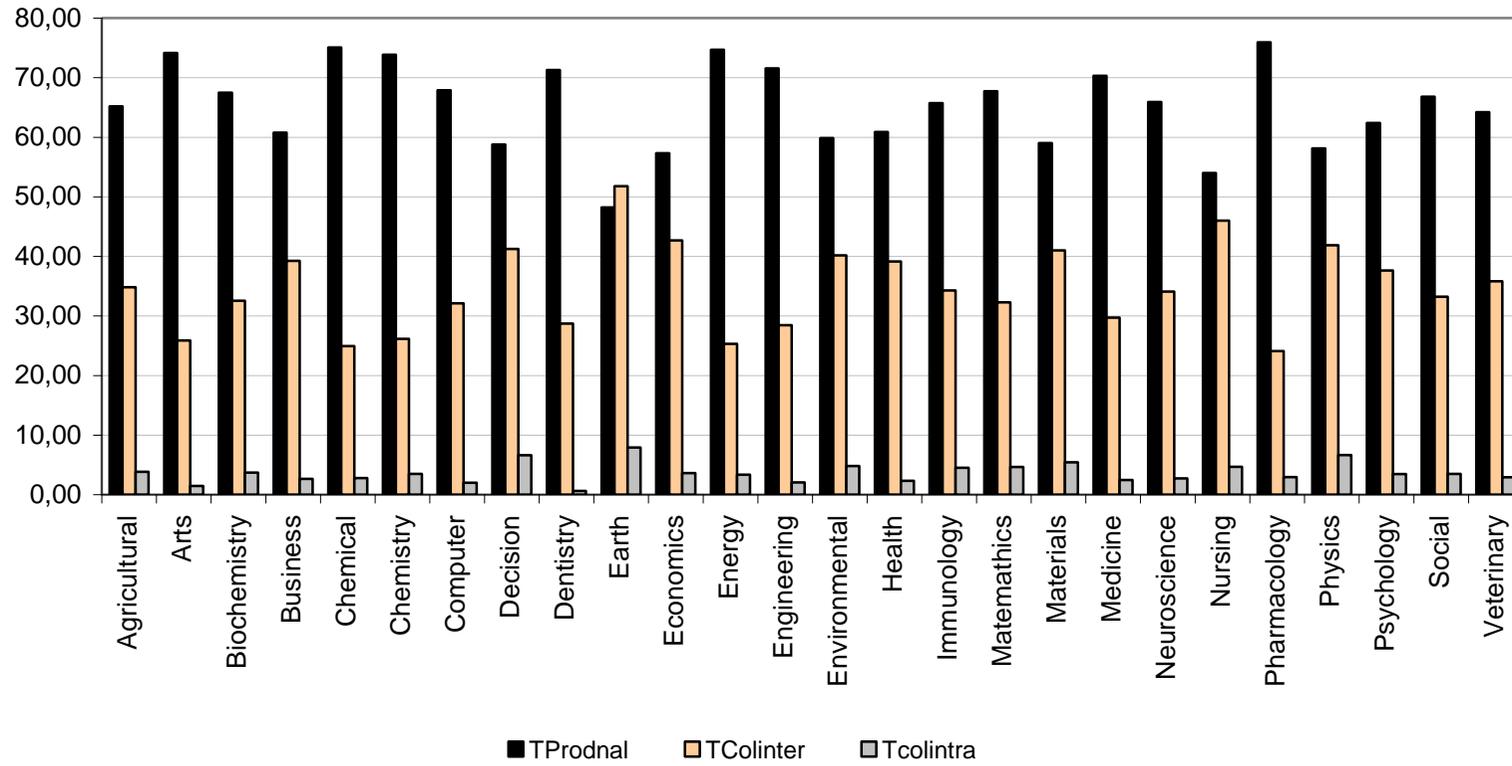
Figura 7.16. Mapa heliocéntrico de los treinta primeros socios



Por áreas temáticas *Earth* es la que tiene la mayor tasa de colaboración internacional (51%) e intrarregional (8%). *Nursing* es la segunda área con mayor colaboración internacional (46%) y en tercer lugar *Economics* (42%) (figura 7.17). Aunque el comportamiento de *Earth* es normal puesto que es un área que se caracteriza por su alta colaboración, en el caso de *Nursing* o *Economics* sí que es atípica esta alta tasa de colaboración internacional. *Nursing* como vimos en apartados anteriores también alcanza un promedio de citas dos veces superior al que logra en el mundo. Además de *Earth*, también destacan en la colaboración intrarregional *Physics*, *Decision* y *Materials*. Al igual que en Argentina y México, *Pharmacology* es el área con la menor tasa de colaboración internacional seguida por *Chemical* y *Energy*. A nivel regional *Dentistry* es el área donde genera el menor número de trabajos en colaboración con sus vecinos sólo un 0.63% de la producción es en colaboración. Tal como hemos visto esta área alcanza los mayores datos de impacto relativo y de especialización, no obstante, su tasa de colaboración internacional y regional son muy escasas<sup>61</sup>.

<sup>61</sup> Ver tablas 6.23 – 6.26 Anexo resultados

Figura 7.17 Patrones de colaboración por áreas temáticas



### **7.5. Producción científica de las Instituciones de Educación Superior más productivas**

En este apartado presentamos los datos de las instituciones de Educación Superior con mayor producción del país. Para ello utilizamos como fuente el Ranking Iberoamericano SIR 2010 elaborado por el Grupo Scimago en el que se ofrece información cuantitativa y cualitativa de todas las instituciones iberoamericanas de Educación Superior (Grupo SCImago, 2010). Para la elaboración del ranking analizan los datos de citación y publicación correspondientes al periodo 2003 y 2008 en Scopus, e incluye todas las universidades iberoamericanas que han producido alguna comunicación científica en 2008. En nuestro caso, nos centraremos sólo en aquellas que durante el periodo cuenten con cuatrocientos o más documentos. Este ranking ofrece indicadores relacionados con el total de producción científica de cada institución (Ndoc), porcentaje de documentos en colaboración internacional (Tcolinter), calidad científica promedio (CCP) y porcentaje de publicaciones en revistas del primer cuartil SJR (Q1).

Tal como hemos apuntado en apartados anteriores, la producción científica de los países de América Latina y el Caribe se caracteriza por estar altamente concentrada en unas pocas regiones geográficas y en unas pocas instituciones, principalmente las universidades públicas, un sector en el que se ejecuta gran parte de la I+D y donde se ubica la mayor proporción de investigadores. Brasil, el principal productor de la región, es también posiblemente donde existe mayor disparidad en la distribución geográfica e institucional de la producción científica nacional. En el estado de Sao Paulo se ubican las tres universidades más productivas dentro de las que destaca la Universidad de Sao Paulo (USP) que ocupa la primera posición del SIR 2010 y que representa alrededor del 25% de la producción científica nacional, y una de las instituciones con mayor producción a nivel mundial.

En segundo lugar y con una importante diferencia sobre la primera en cuanto a número de documentos está la Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Es una institución relativamente joven ya que fue fundada

oficialmente en 1966 con lo que en muy poco tiempo se ha consolidado como una institución líder en la enseñanza e investigación del país. Representa alrededor del 9% de la producción nacional y se ubica como la tercera institución más productiva en el SIR.

Otras dos universidades brasileñas están dentro de las diez más productivas de Iberoamérica que son a la vez la tercera y cuarta más productivas del país: Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (UNESP) que ocupa el sexto lugar de Iberoamérica y el cuarto en LAC y la Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) con los puestos siete y cinco respectivamente. Estas dos instituciones producen casi el mismo número de documentos en el sexenio y representan cerca del 8% de la producción nacional.

El resto de instituciones de educación superior que completan el grupo de las Top diez más productivas son: La Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) y la Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) con alrededor de ocho mil documentos y con cerca del 5% de la producción nacional, la Universidade Federal de Sao Paulo (UNIFESP) con el 4%. Finalmente la Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Parana (UFPR) y Universidade Federal de Sao Carlos (UFSCAR) con porcentajes entre el 3% y el 2%.

El análisis de los indicadores de calidad, dejan ver una baja visibilidad internacional una situación que afecta en general a la mayoría de las universidades latinoamericanas tal como apunta el informe SIR. Uno de los indicadores que contiene este informe para ayudar a valorar dicha calidad es el de *Calidad Científica Promedio* (CCP), que es el impacto científico de una institución después de eliminar la influencia del tamaño y el perfil temático de la institución. En la tabla 7.10 se recogen los datos de las 52 instituciones de educación superior que entre 2003 y 2008 publicaron al menos 400 documentos. Todas estas instituciones alcanzan un CCP por debajo de la media mundial. La Universidade de Pernambuco es la que alcanza el mejor índice con 0.91 lo que significa que es citada un 10% menos que la media mundial. Sorprende que sea la que alcance el mayor valor de calidad teniendo

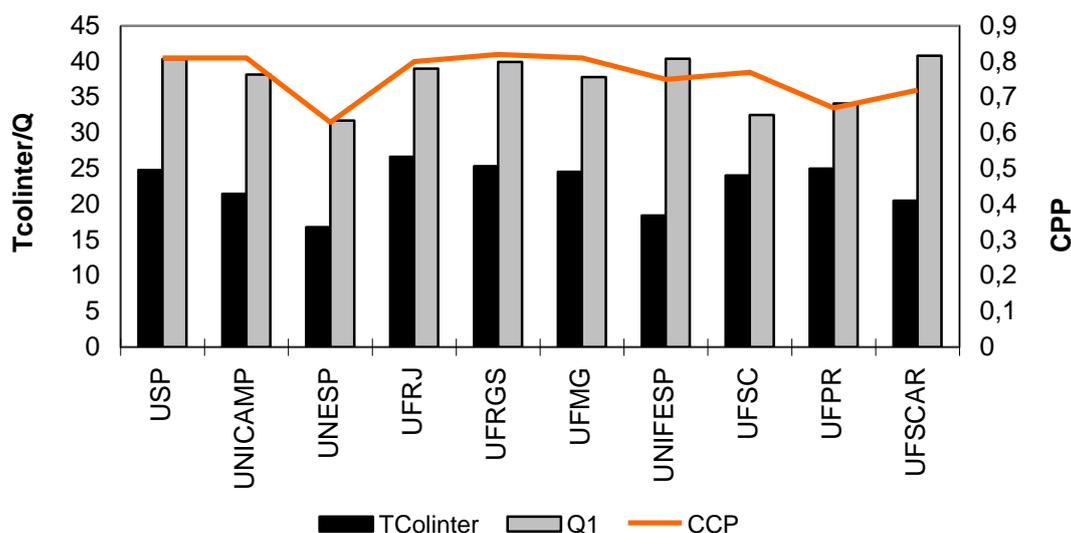
en cuenta que es la segunda institución con la menor tasa de colaboración internacional con sólo el 10% de sus trabajos firmados con instituciones de otro país.

**Tabla 7.10. Instituciones de Educación Superior con mayor producción (>400 documentos)**

IBE	LAC	Institución	Ndoc	TColinter	CCP	Q1
1	1	Universidade de Sao Paulo	37.952	24,81	0,81	40,35
3	3	Universidade Estadual de Campinas	14.913	21,47	0,81	38,18
6	4	Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho	12.270	16,8	0,63	31,73
7	5	Universidade Federal do Rio de Janeiro	12.133	26,67	0,8	39,01
13	7	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	8.971	25,35	0,82	39,94
16	8	Universidade Federal de Minas Gerais	8.107	24,56	0,81	37,82
19	10	Universidade Federal de Sao Paulo	7.148	18,42	0,75	40,4
33	14	Universidade Federal de Santa Catarina	4.460	24,04	0,77	32,53
39	17	Universidade Federal do Parana	3.966	25,01	0,67	34,14
40	18	Universidade Federal de Sao Carlos	3.955	20,51	0,72	40,81
45	19	Universidade Federal de Pernambuco	3.670	22,72	0,63	31,88
48	20	Universidade de Brasilia	3.575	26,52	0,74	33,96
49	21	Universidade do Estado do Rio de Janeiro	3.397	23,2	0,75	36,06
52	23	Universidade Federal de Vicososa	3.181	12,54	0,44	17,13
59	25	Universidade Federal do Ceara	2.872	24,09	0,7	37,47
63	27	Universidade Federal Fluminense	2.747	24,17	0,67	33,53
64	28	Universidade Federal de Santa Maria	2.646	15,04	0,67	26,27
68	30	Universidade Federal da Bahia	2.448	23,73	0,7	31,05
72	33	Universidade Estadual de Maringa	2.289	10,4	0,6	24,03
73	34	Pontificia Universidade Catolica do Rio de Janeiro	2.173	32,49	0,89	32,67
83	36	Pontificia Universidade Catolica do Rio Grande do Sul	1.618	24,35	0,75	30,72
89	38	Universidade Federal de Uberlândia	1.558	16,69	0,67	29,78
93	42	Universidade Federal da Paraiba	1.494	14,59	0,79	30,86
95	44	Universidade Federal de Goias	1.444	14,82	0,75	31,03
99	48	Universidade Estadual de Londrina	1.385	13,21	0,54	23,11
100	49	Universidade Federal de Pelotas	1.354	20,38	0,87	24,74
110	57	Universidade Estadual do Norte Fluminense	1.143	12,6	0,65	28,87
111	58	Universidade Federal do Para	1.128	23,67	0,73	32,36
115	62	Universidade Federal de Lavras	1.105	10,23	0,35	11,31
120	67	Universidade Federal do Espirito Santo	987	22,9	0,55	29,79
127	72	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	878	11,05	0,43	17,54
130	74	Universidade Federal Rural de Pernambuco	810	16,42	0,52	18,89
131	75	Pontificia Universidade Catolica do Parana	802	19,83	0,68	19,08
133	76	Universidade Federal de Campina Grande	783	15,45	0,67	20,69
134	77	Universidade Federal de Juiz de Fora	762	17,32	0,6	33,2
141	82	Universidade Federal de Ouro Preto	636	21,23	0,7	32,08
143	83	Universidade Federal de Alagoas	618	33,98	0,68	45,31
146	86	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	609	15,27	0,49	22,33
150	89	Universidade Luterana do Brasil	582	15,81	0,68	30,93
152	90	Universidade Federal de Mato Grosso	554	15,88	0,47	21,3
159	97	Universidade Federal do Maranhao	523	17,21	0,62	26,58
163	99	Universidade do Vale do Rio dos Sinos	496	18,35	0,75	31,45

167	103	Universidade Federal do Amazonas	490	19,59	0,74	24,49
168	104	Universidade Federal de Sergipe	480	18,75	0,53	37,71
171	106	Universidade de Pernambuco	453	10,38	0,91	17,44
174	108	Universidade Tecnológica Federal do Parana	444	22,52	0,56	15,54
176	110	Universidade do Vale do Paraíba	430	20,47	0,69	38,61
177	111	Universidade Católica de Brasília	416	20,91	0,7	33,65
178	112	Universidade de Caxias do Sul	415	23,86	0,68	35,9
179	113	Universidade Estadual do Ceara	412	22,57	0,52	38,84
180	114	Universidade Estadual de Santa Cruz	408	33,58	0,58	33,33
181	115	Universidade Estadual de Feira de Santana	400	20,5	0,72	30

Figura 7.18. Indicadores de calidad de las top diez instituciones con mayor producción



La segunda institución con mayor visibilidad es una universidad privada, la Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, con un CPP igual a 0.89 y que se ubica en el puesto veinte del ranking nacional. La USP se queda con un 0.81 de calidad es decir casi con un 20% menos de citación que la media mundial. En lo que sí que destaca esta institución es en el porcentaje de trabajos que logra publicar en revistas del primer cuartil SJR (Q1) que llega al 40%, así que combinando los datos de estos dos indicadores es la que mejores cifras alcanza dentro de las Top 10 (figura 7.18). Sólo otras tres universidades alcanzan o superan esta cifra: Universidade Federal de Alagoas (45%), Universidade Federal de Sao Carlos y Universidade Federal de Sao Paulo ambas también con 40%. UNESP es la que logra las peores cifras de calidad en el grupo de las Top 10 con sólo un 0.63 de CPP y 31% de las publicaciones en el Q1, una escasa visibilidad que se puede deber a su poco grado de

internacionalización ya que sólo en el 16% de sus trabajos participa otro país, frente al 23% de media que tiene este grupo.

### Conclusiones

- Brasil posee el mayor y más diversificado sistema de ciencia, tecnología e innovación de Latinoamérica
- Las políticas públicas junto a la estabilidad económica y política han creado un ambiente favorable para la inserción del sector privado en el financiamiento de la I+D.
- Estas políticas parecen haber dado especial resultado en la administración de Lula da Silva.
- Su modelo parece apostar claramente por el mundo empresarial: fondos sectoriales para I+D que extraen renta del propio sector privado, inversión privada a iguales niveles que la pública.
- Apoyo federal bien planificado tanto en recursos financieros como en la reglamentación de las políticas de ciencia y tecnología. La aplicación completa de estas políticas sigue siendo un reto pero se cuenta con los ingredientes básicos para lograrlo.
- Alta concentración regional e institucional de los recursos, debido ante todo a la desigual distribución socioeconómica de la geografía brasileña.
- Falta de mayor priorización de la distribución de fondos y programas en áreas estratégicas para el país.
- Brasil se consolida como gran productor de la región y duplica su peso relativo en la producción mundial fruto de la importante entrada de revistas nacionales en Scopus.
- Aunque ha logrado escalar en las mismas proporciones en citación total, en promedio de citas por documento se queda por detrás de Chile, Colombia, Argentina y México.
- *Dentistry* representa el área de mayor especialización y visibilidad internacional en el país. También sobresalen como áreas de mayor fortaleza aquellas relacionadas con las ciencias agrícolas, las ciencias exactas y naturales y dentro de las áreas de la salud: *Pharmacology* e *Immunology*.

- Las cifras de documentos en colaboración internacional, sugieren un buen equilibrio entre capacidad para generar conocimientos en base a recursos propios y madurez de sistema para ser atractivo a socios extranjeros.
- La USP es una de las instituciones con mayor producción del mundo y la principal de LAC.

# CAPÍTULO 8

---



**M**ÉXICO



## CAPÍTULO 8. MÉXICO

### 8.1. Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

A pesar de que fue en los años setenta con la creación de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), cuando se empieza en el país ha hablar de política científica y tecnológica, no fue hasta 2002 cuando se publicó la Ley de Ciencia y Tecnología. Ésta modificó sustancialmente el modelo institucional tanto en su cobertura (ampliando el número de actores que participan en el diseño de política científica), como en el modelo de financiación del sector. Además modificó el entramado institucional tanto de manera sectorial como intergubernamental (Cabreró Mendoza, Valadés y López Ayllón 2006) y situó al CONACYT como organismo central en la coordinación del SNCTI.

El SNCTI mexicano es muy centralizado, aunque también se ha empezado a trabajar para inyectar autonomía a los consejos estatales de ciencia y tecnología. En general y a pesar de los esfuerzos, se reconoce como un sistema incompleto y poco articulado (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2006). Las reformas hechas a través de la citada Ley de la ciencia, han sido

incompletas, en ella no se contempló los instrumentos suficientes e idóneos de coordinación sectorial, de regulación estratégica, ni de diseño de instrumentos de gestión suficientes y apropiados. El CONACYT ha visto ampliadas enormemente sus responsabilidades y funciones, sin embargo no posee los instrumentos necesarios para cumplir eficazmente la tarea y existen dudas fundadas sobre la idoneidad de su diseño jurídico e institucional según apunta el informe del Foro Consultivo.

Tal como mencionamos antes, el CONACYT es el eje central del sistema nacional, colabora con el gobierno en la coordinación, orientación, sistematización y promoción de las actividades científicas y tecnológicas. Su misión específica es impulsar y fortalecer el desarrollo científico y la modernización tecnológica mediante el fomento de la investigación científica, el apoyo al desarrollo y la modernización tecnológica, la promoción del desarrollo científico y tecnológico regional, el establecimiento de programas de formación de recursos humanos cualificados y la difusión de información científica y tecnológica.

Igualmente forman parte del sistema otros organismos como:

- Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT), cuya tarea principal es captar la opinión de la comunidad académica y del país para hacerla llegar a cada una de las instancias que determinan las políticas en ciencia y tecnología.
  
- Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología, que es la instancia permanente de coordinación institucional entre el CONACYT y los organismos de promoción de la investigación científica y tecnológica de los gobiernos estatales. La principal función de la Conferencia es la de apoyar la descentralización territorial e institucional de los instrumentos de apoyos a la investigación.
  
- Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología, los cuales constituyen ámbitos en los cuales se discuten y proponen programas y acciones que fomenten la investigación científica y el desarrollo tecnológico de

los estados, aunque carecen de fondos propios para apoyar proyectos de investigación.

Las principales instituciones que realizan actividades de I+D se concentran en el sector público: Centros públicos de investigación (CPI) y en las instituciones de educación superior (figura 8.1). El sistema CPI de México está conformado por dos grandes grupos: el sistema de centros CONACYT donde se agrupan 27 instituciones y los Centros de Investigación Sectoriales asociados a las secretarías de estado. El sistema de centros del CONACYT tiene sin embargo una cobertura regional reducida, los centros están ubicados en 14 de los 32 estados que conforman el territorio nacional, concentrándose principalmente en la zona centro-occidente y centro donde se ubican 17 centros. También es reducido la cobertura temática y los sectores industriales potencialmente atendibles.

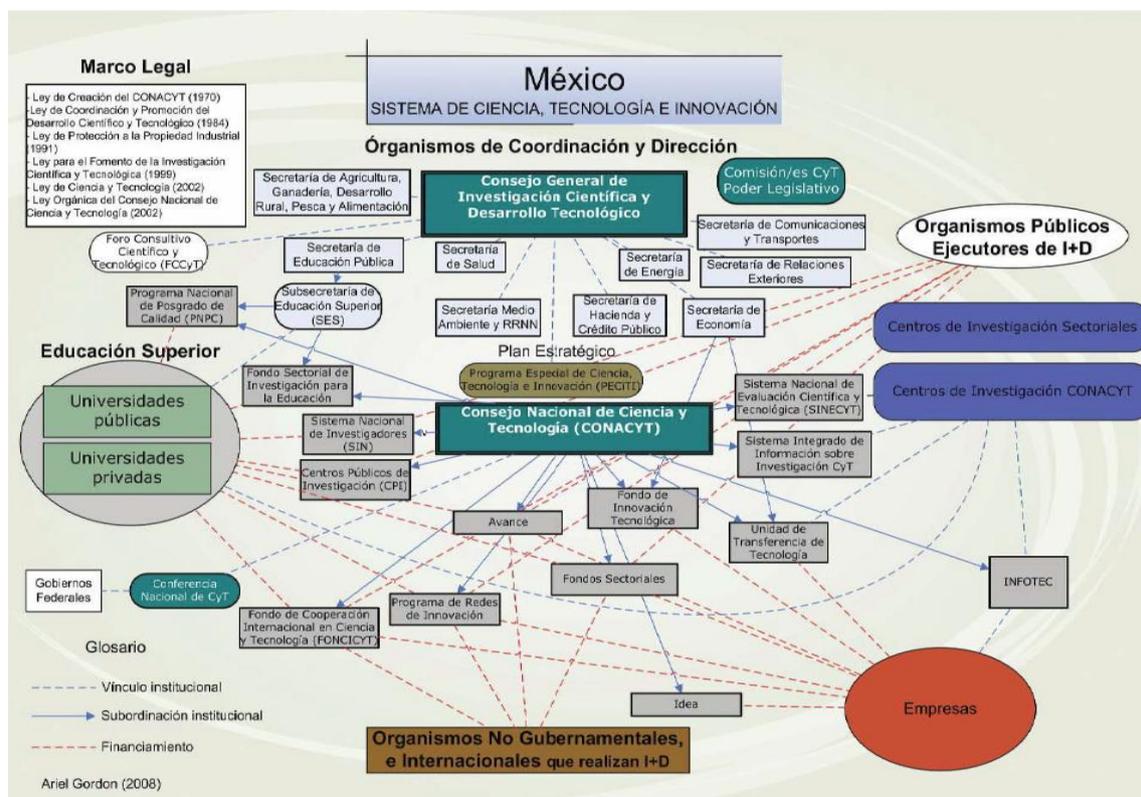
Las instituciones de educación superior también cumplen un papel importante en la ejecución de la I+D en el país, aunque básicamente en las grandes universidades nacionales. Sólo la Universidad Nacional Autónoma de México en 2005 recibió el 40% de los fondos federales dedicados a la educación superior.

Dentro del sistema mexicano las empresas son uno de los eslabones más débiles. En general las empresas introducen pocos productos o procesos tecnológicamente nuevos, además pocas de ellas cuentan con departamentos de I+D y con personal dedicado a tales fines. Aún así hay mayor participación en este tipo de actividades en las empresas extranjeras, las cuales duplican el personal dedicado a estas actividades comparadas con las nacionales. Este fenómeno se ha visto fuertemente incrementado por la puesta en funcionamiento del Tratado de Libre Comercio (TLC) de América del Norte (conocido como NAFTA por sus siglas en inglés), a principios de 1994.

En la práctica, el tratado eliminó las barreras arancelarias y aduaneras entre Canadá, Estados Unidos y México, aunque debido a la diferencia de tamaño

entre las economías, el resultado es claramente asimétrico. La capacidad de innovación mexicana depende fuertemente de Estados Unidos, de donde provienen la mayoría de las grandes empresas del país. Esto sumado a que el gobierno no presta el suficiente apoyo a la industria local, ha llevado a estas últimas a convertirse en proveedores locales reduciendo al mínimo su capacidad e innovación.

Figura 8.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación



Fuente: Políticas e Instrumentos en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.politicasci.net/>

A pesar de ello, el CONACYT cuenta con varios mecanismos para fomentar las sinergias entre el sector productivo y resto de actores públicos del sistema con programas como:

- AVANCE, ofrece financiación o acceso a líneas de crédito a las empresas para favorecer la incorporación de productos o procesos con alto valor tecnológico.
- IDEA es un instrumento para promover la incorporación de recursos humanos especializados en sector productivo.

- Programa de Estímulos Fiscales, el propósito central de este programa es fomentar la inversión en investigación y desarrollo por parte de empresas y otras formas de organización productiva.
- Fondo de Innovación Tecnológica, fondos para el apoyo a las empresas. Para que las empresas grandes participen en dichos fondos, deben incorporar obligatoriamente la coparticipación de al menos diez micro empresas con aportaciones concretas en el desarrollo del proyecto, buscando así incrementar su nivel de competitividad.
- Fondos sectoriales, como parte del Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT) 2001-2006. Las entidades de la administración pública junto con el CONACYT construyeron estos fondos integrados con recursos concurrentes aportados por las entidades que los crearon. Tiene como meta financiar proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico, innovación, formación de recursos humanos especializados y becas. A parte de las aportaciones públicas se contempla aportaciones concurrentes por parte de las empresas de una proporción de al menos uno a uno con el fondo.

Aunque el SNCTI tiene un tamaño considerable en términos de productividad científica, los resultados de la investigación son escasamente comercializados. Al mismo tiempo, la industria nacional se basa en licencias de tecnología u otros tipos de colaboración con empresas extranjeras, en lugar de desarrollar su propia tecnología.

## **8.2. Insumos del sistema**

### **8.2.1. Inversión en I+D**

El peso relativo de México en el gasto total regional en I+D tuvo un alto incremento entre 1995 (coincidiendo con la puesta en marcha del NAFTA) año en el que partía con un 9% ascendiendo hasta el 30% en 2003. A partir de este año vuelve a una tendencia de descenso y en 2007 representa el 16% del GIDE regional. Estas fases de crecimiento coinciden en el tiempo con las que

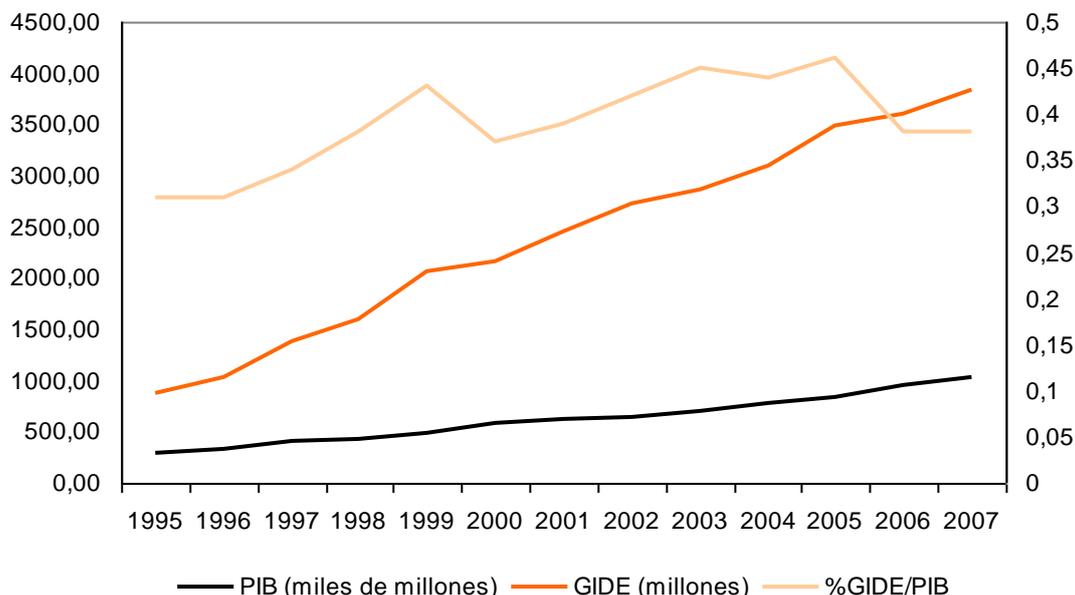
vive Argentina (tabla 8.1). Es decir, los años de la crisis argentina donde su peso relativo cae alrededor del 50%, México gana terreno de forma considerable mientras que en el resto de países de mayor tamaño no se observa modificaciones notorias. De nuevo en 2003 cuando Argentina empieza a recuperarse el país vuelve a perder participación. México es el único que ha tenido un crecimiento positivo constante del GIDE a lo largo del periodo y el mayor incremento entre series con aumento del 333%, lo que ha supuesto que a nivel regional la caída de los datos de Argentina tuviera un efecto menor. El gasto en proporción al PIB por el contrario no ha logrado superar el medio punto porcentual y en 2007 se ubica casi en los mismos niveles de 1995, con lo que el país se aleja de los índices de Brasil, Argentina y Chile. Esto habla de la solidez de la economía mexicana, pero al mismo tiempo de la falta de apuesta por la inversión I+D.

**Tabla 8.1. Producto Interior Bruto y Gasto en I+D (1995-2007)**

	PIB (miles de millones)	GIDE (millones)	%region	%GIDE/PIB
1995	286,70	885,95	9,23	0,31
1996	332,91	1030,17	10,85	0,31
1997	401,48	1382,14	13,07	0,34
1998	421,21	1589,81	14,22	0,38
1999	481,20	2065,4	21,12	0,43
2000	581,43	2167,15	19,96	0,37
2001	622,09	2453,07	23,39	0,39
2002	649,08	2735,6	29,91	0,42
2003	700,32	2867,3	30,11	0,45
2004	775,65	3104,7	27,20	0,44
2005	845,93	3495	23,17	0,46
2006	949,33	3601	19,65	0,38
2007	1022,83	3843	16,58	0,38

Tanto el PIB como el GIDE tienen crecimientos lineales (figura 8.2), la tendencia del gasto en I+D como proporción del PIB demuestra en cambio que no sólo sigue siendo marginal sino que se observa un crecimiento con muchos altibajos, que da cuenta de la carencia de una estrategia clara de financiación de la I+D.

Figura 8.2. Distribución anual del PIB, gasto absoluto y en relación al PIB



El sector público es el principal financiador de la I+D, aunque su peso ha ido disminuyendo fuertemente su participación a lo largo del período partiendo del 82% en 1993 al 56% en 2005<sup>62</sup>, a la vez que las empresas han aumentando su participación del 14% al 41% respectivamente, siendo uno de los países donde este sector alcanza una de la mayor expansión junto con Brasil y Chile. Igualmente la cuota de participación del sector gubernamental y del de educación superior en la ejecución del gasto en I+D, han perdido peso en favor del aumento del sector empresarial que ha pasado del 10% al 46%<sup>63</sup>. Sorprende que este alto incremento del sector privado en la financiación del gasto en I+D no haya mejorado los datos de la intensidad del esfuerzo nacional como si ha ocurrido en Brasil. Esto se debe a que a pesar del alto aumento derivado del crecimiento del sector privado, no ha compensado la pérdida de dinamismo del sector gobierno tanto en la financiación como en la ejecución del gasto en I+D. También puede estar relacionado con el modelo que se ha establecido en cada país para favorecer la incorporación de las empresas al sistema. Mientras que en México se basa en el subsidio a las empresas con fondos provenientes principalmente del sector público, en Brasil se ha

<sup>62</sup> Ver tabla 4.5 Anexo resultados

<sup>63</sup> ver tabla 4.6 Anexo resultados

potenciado la inversión de las empresas en investigación local en sectores de la economía clave para el país.

### 8.2.2. Recursos humanos

Al igual que el gasto en I+D, México ha sido el país con el mayor crecimiento de los recursos humanos vinculados a actividades de ciencia y tecnología. Durante los últimos quince años el gobierno ha reforzado antiguos programas y ha creado otros nuevos para incrementar la cantidad y calidad de los recursos humanos de su sistema. Entre estos programas destaca el de becas del CONACYT para apoyar estudios de posgrado en México y en el extranjero. El Sistema Nacional de Investigadores (SNI), que es un instrumento central del sistema para apoyar la actividad científica y tecnológica, así como para la incorporación de jóvenes investigadores mediante su vinculación a proyectos de investigación. También están el Programa de Repatriación de Investigadores o el Programa Nacional de Posgrados de Excelencia.

El personal total y el número de investigadores de jornada completa dedicados a actividades de I+D han aumentado notablemente entre 1995 y 2005<sup>64</sup>. De acuerdo con la información disponible, tanto el personal total como el número de investigadores se duplicaron en este periodo. Tal como se puede apreciar en la figuras 8.3 y 8.4 este crecimiento fue mayor entre 2002 y 2005, a la vez que el personal empleado por el sector privado creció más rápidamente que aquél empleado por el sector público y las instituciones de educación superior.

La cantidad de investigadores por cada mil integrantes de la fuerza de trabajo empleado pasó de 0.5 en 1995 a 1.0 en 2005. Más allá del incremento del total de investigadores y relativos a la PEA, al comparar las cifras de este indicador con los de otros países (figura 4.14 capítulo 4) demuestra que en el país sigue habiendo ausencia de una masa crítica que logre modificar el sistema científico y productivo del país que le permitan ser competitivo a nivel mundial. Una

---

<sup>64</sup> Ver tabla 8.2 Anexo resultados

cuestión que impide el aumento del número de personal es el envejecimiento de la plantilla de investigadores y la carencia de mecanismos adecuados para la incorporación de nuevos investigadores en las proporciones debidas. Existe además una alta concentración de los investigadores en pocas instituciones. Según datos del Foro Consultivo el 24% trabajan en la Universidad Nacional Autónoma de México, 5% pertenecen a la Universidad Autónoma Metropolitana, 4% al Centro de Investigación de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional y 3% al Instituto Politécnico Nacional, con lo que el distrito federal concentra el 36% de los investigadores del sistema (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2006)

En la figura 8.3 se presenta la distribución anual del personal, investigadores y ratio de investigadores por cada mil de la PEA. Entre 1995 y 2001 se observa un escaso incremento en las tres variables, no obstante entre 2002 y 2005 se da un pronunciado incremento en los tres apartados, aunque es ligeramente mayor el aumento del personal debido a que el peso de los investigadores en el total del personal ha disminuido ligeramente dando paso a una mayor participación del personal técnico. En 2005 México alcanza un investigador por cada mil de la PEA una cifra que aunque supera la media regional se ubica en niveles muy inferiores a los de los países desarrollados.

**Figura 8.3. Distribución de los Recursos Humanos (1995-2005)**

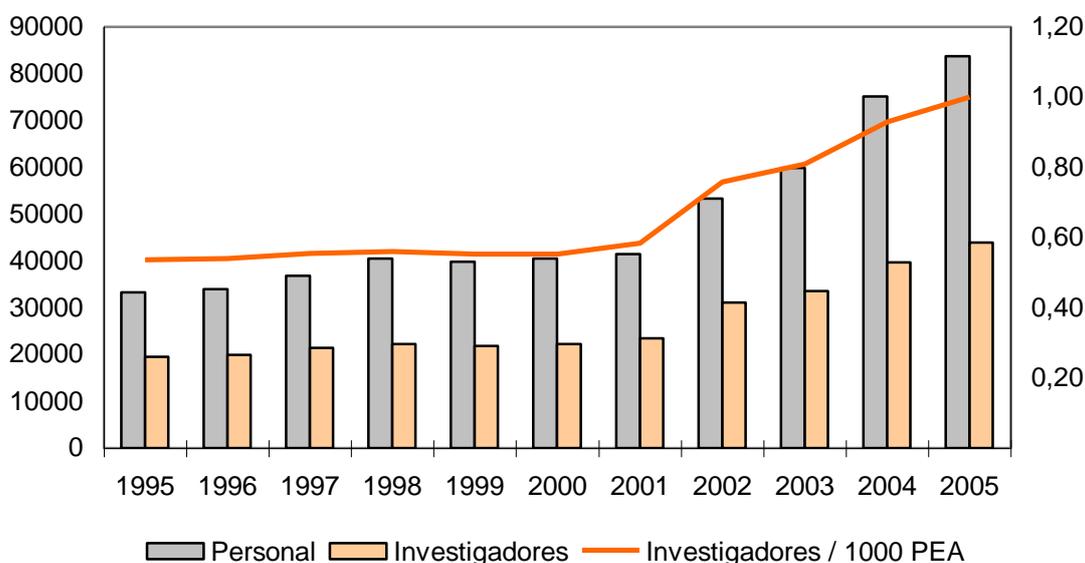
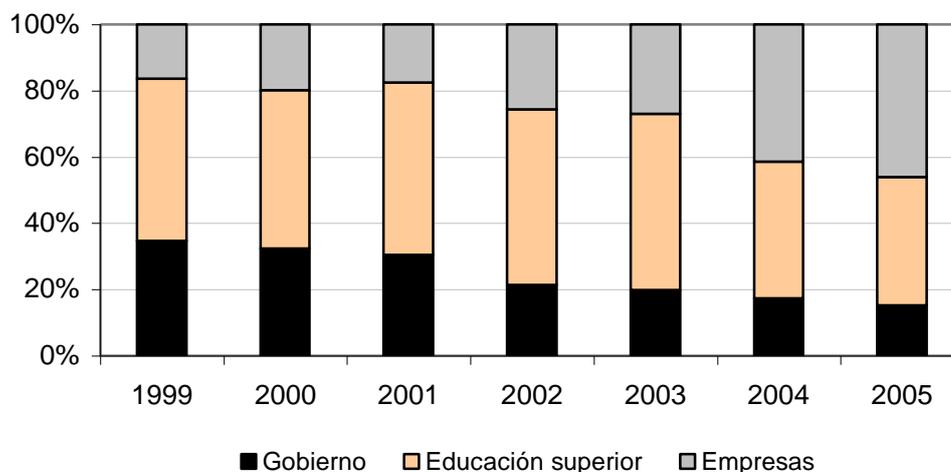


Figura 8.4. Distribución porcentual de los investigadores por sector



A finales de los noventa la cantidad de recursos humanos ocupados por la industria en actividades de I+D era muy reducida, tan sólo el 16% de investigadores a tiempo completo estaban vinculados a este sector. Las instituciones de educación superior y el gobierno concentraban el grueso de los investigadores (83%). Sin embargo para el 2005 se nota un cambio significativo. Como se observa en la figura 8.4 la participación de investigadores en el sector privado incrementó del 16% en 1999 al 45% en 2005. En contraste el sector gobierno y las universidades redujeron su participación, siendo el primero el que experimentó una reducción más drástica al pasar del 34% al 15% en el mismo periodo. Esta redistribución del número de investigadores de recursos humanos es uno de los cambios más notables en el perfil del sistema nacional de investigación mexicano.

En 2001 se publica el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) como el instrumento central del gobierno en la planeación de la ciencia y tecnología. Su objetivo general es integrar y coordinar el esfuerzo nacional en las actividades de CyT, de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 dentro de tres objetivos concretos:

- Contar con una política de Estado en CyT
- Incrementar la capacidad científica y tecnológica del país
- Elevar la competitividad y la innovación de las empresas

Dentro de las metas propuestas por el PECYT han sido las de incrementar la participación del sector productivo en la financiación de la I+D las que han logrado mejores datos. Otras metas como lograr un gasto en I+D del 1% del PIB en 2006 o aumentar a dos investigadores por cada 1000 de la PEA en el mismo año están aún lejos de conseguirse. A pesar de que en este programa se prevén los instrumentos necesarios para mejorar los indicadores de I+D, lo cierto es que la discontinuidad en la asignación de recursos ha sido la tendencia predominante. El crecimiento del gasto federal ha sido muy lento y aunque ha crecido considerablemente la participación del sector productivo en la financiación de la I+D, la mayor parte de estos recursos se encuentran en los Estímulos Fiscales o concentrados en pocas y grandes empresas con lo que dicho aumento no ha revertido ni en la intensidad del esfuerzo ni en resultados innovadores y competitivos para el país.

### **8.3. Producción científica**

Durante el periodo 1996-2007 la producción científica mexicana creció en promedio un 7%, una cifra superior a la media mundial pero ligeramente inferior a la media regional que se ubica en 8%. Aunque el número de publicaciones se ha duplicado en estos doce años, es importante anotar que la participación en la producción mundial sigue siendo muy reducida. Este país ocupa el puesto veintiocho en el ranking mundial de producción y su peso relativo ha pasado del 0.39% en 1996 al 0.54% en 2007 ganando sólo una posición. Cuando tenemos en cuenta la citación, baja al puesto treinta en el total mundial, aunque ha perdido peso a lo largo del periodo pasando del 30 al 35 en el mismo periodo. A nivel regional este país supone el 19% de la producción total, donde también ha mermado su participación a lo largo del periodo del 20% al 17%<sup>65</sup>.

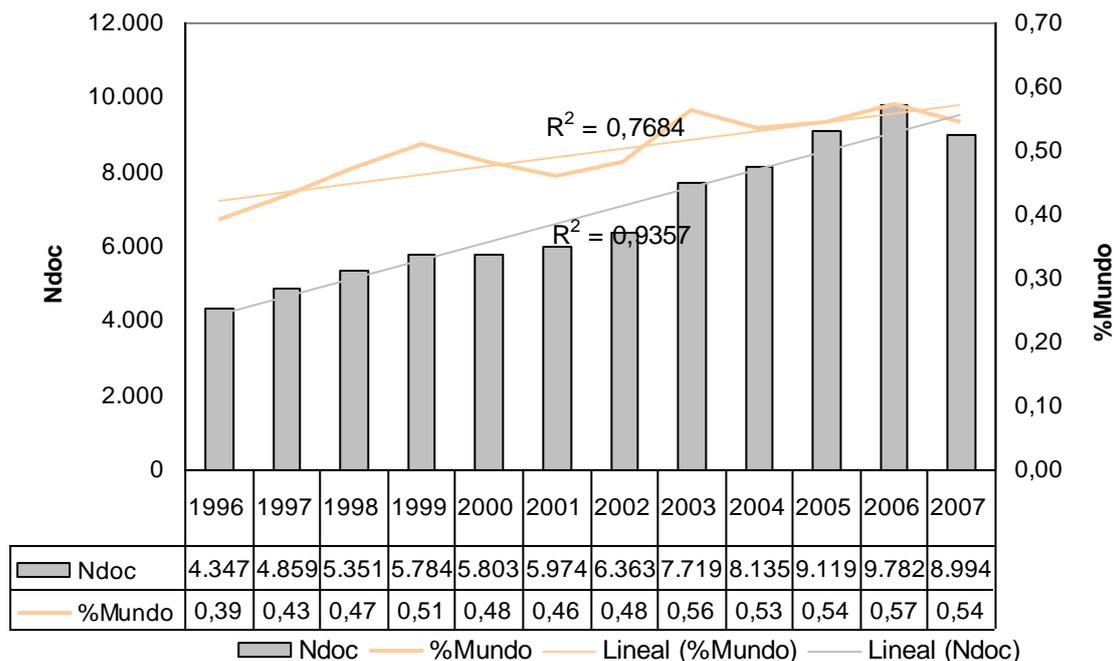
El crecimiento de las publicaciones es constante durante todo el periodo como se puede observarse en la figura 8.5, pasando de 4.347 en 1996 a 8.994 en 2007, lo que supone una tasa de variación para el periodo de 106%. Este

---

<sup>65</sup> Ver tabla 8.3 Anexo resultados

crecimiento fue mayor en el segundo periodo (41%), frente al alcanzado en el primero (37%). Por el contrario, su aporte al total mundial tuvo su mayor crecimiento en el primer periodo y a partir de 2003 se ha mantenido sobre el 0.5%.

**Figura 8.5. Distribución anual de la producción total y peso en la producción mundial 1996-2007**



### 8.3.1. Producción por áreas temáticas

*Medicine* y *Physics* son las áreas donde se generan el mayor número de documentos ambas con el 13% de la producción nacional. Les sigue *Agricultural* con el 11%, *Engineering* 8%, *Biochemistry* con casi 8%, *Mathematics* 6% y *Chemistry* y *Earth* ambas con 5%. Las otras 18 áreas tienen pesos por debajo de 5% y dentro de estas las que menos peso tienen en la producción mexicana están *Arts* (0.12%), *Dentistry* y *Nursing* (0.17%) y *Business* (0.21%)<sup>66</sup>.

El mayor crecimiento para el periodo en términos porcentuales fue para *Decision* (220%), seguida por *Computer* (198%). *Business* también

<sup>66</sup> Ver tablas 8.4 y 8.5 Anexo resultados

experimentó un importante incremento (144%) para el periodo aunque su aporte al total nacional sigue siendo poco relevante.

Las dos áreas de mayor peso experimentaron crecimientos negativos, con una caída mucho más drástica en *Medicine* (-29%) frente a la que sufrió *Physics* (-16%). *Agricultural* apenas modificó su peso relativo en el total nacional y tuvo un crecimiento de 1% para el periodo. *Earth*, *Chemistry* y *Engineering* dentro de las áreas de mayor tamaño, también mostraron crecimientos negativos -11%, -2.5% y -1.8% respectivamente. Dentro de este grupo *Mathematics* (5.4%) y *Biochemistry* (4.7%) tuvieron los mayores índices de crecimiento.

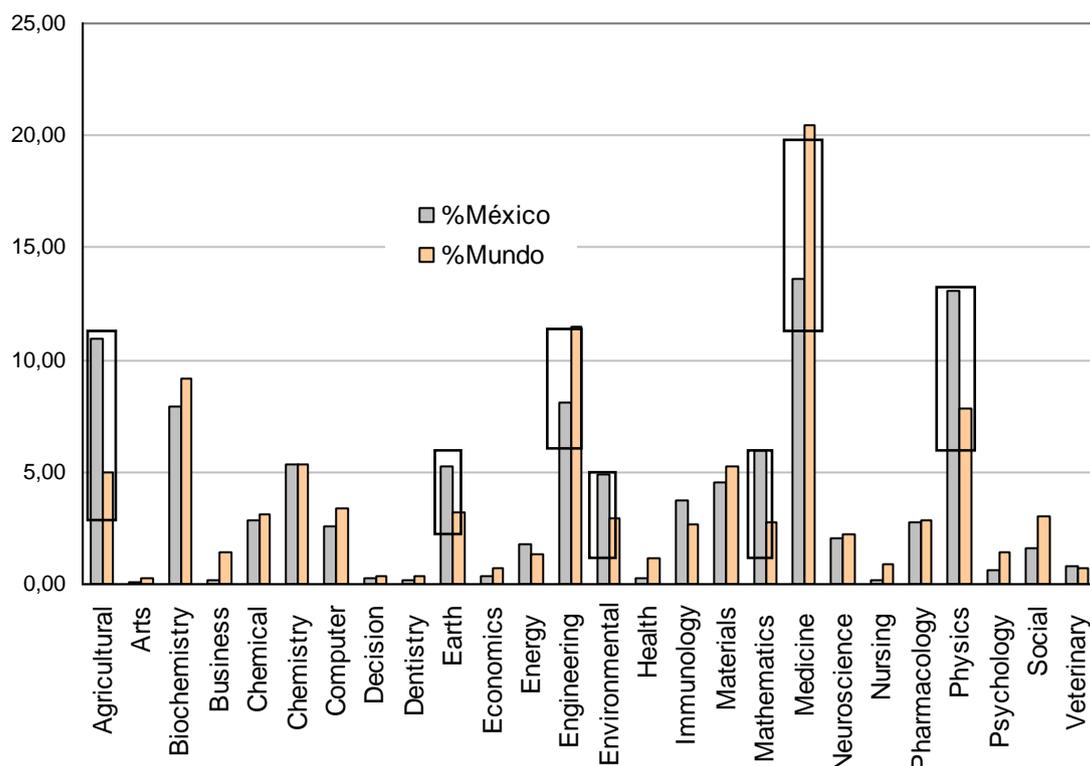
En la figura 8.6 se comparan los pesos relativos de cada categoría en la producción nacional y mundial. Como se puede observar, en ocho de las veintiséis áreas tienen mayor peso en la producción mexicana que la que estas representan en la producción mundial. *Agricultural* y *Physics* con cinco puntos por encima de la media mundial, son las que alcanzan la mayor diferencia. Como se mencionó anteriormente *Agricultural* concentra el 11% de la producción de México y se ubica en el tercer lugar del ranking de producción, mientras que a nivel mundial se queda en el 5% y se ubica en el séptimo lugar. *Physics* por su parte, se ubica en el segundo lugar mientras que a nivel mundial se ubica en el cuarto y con porcentajes de 13% y 7% respectivamente.

*Earth* se ubica en la octava posición del ranking nacional, mientras que a nivel mundial se queda en el nueve, además su peso en la producción mexicana alcanza el 5.2% mientras que a nivel mundial sólo llega al 3%. Las otras cuatro áreas que superan las cuotas alcanzadas a nivel mundial son: *Environmental*, *Mathematics*, *Immunology*, *Materials* y *Chemistry*<sup>67</sup>.

---

<sup>67</sup> Ver Tabla 8.6 Anexo resultados

Figura 8.6. Peso porcentual de las áreas temáticas en México y el mundo



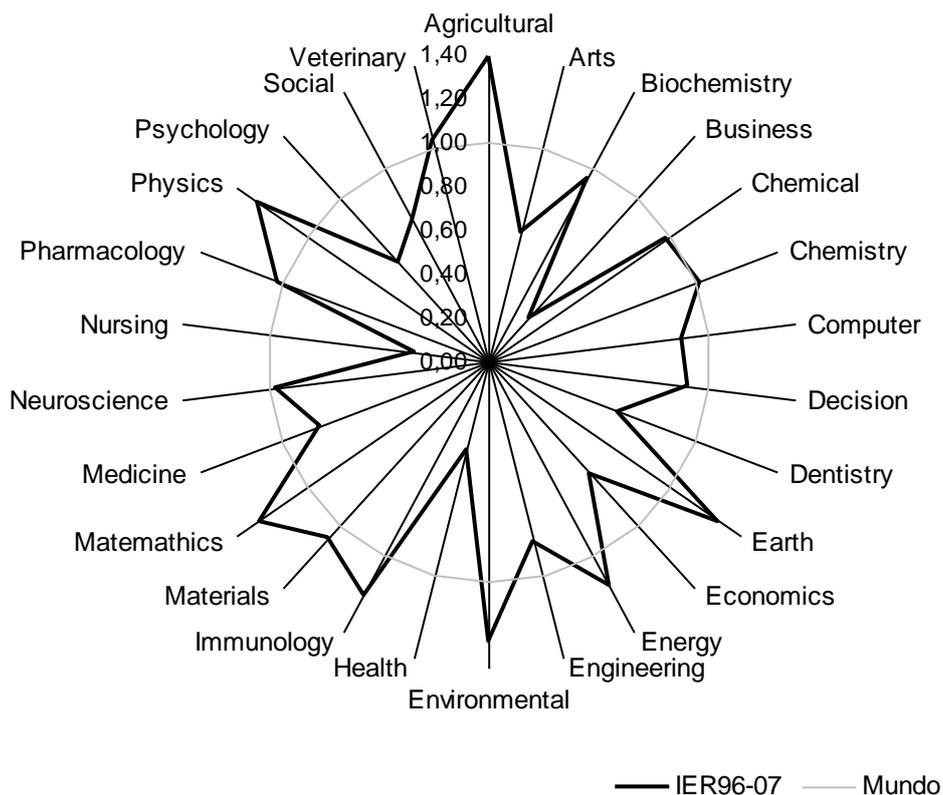
En el lado opuesto *Medicine*, siendo México el país donde menos participación tiene en la producción nacional dentro de los seis analizados. Otras áreas relacionadas con las ingenierías, la computación o las ciencias sociales también tienen poco peso en relación al que logran a nivel mundial.

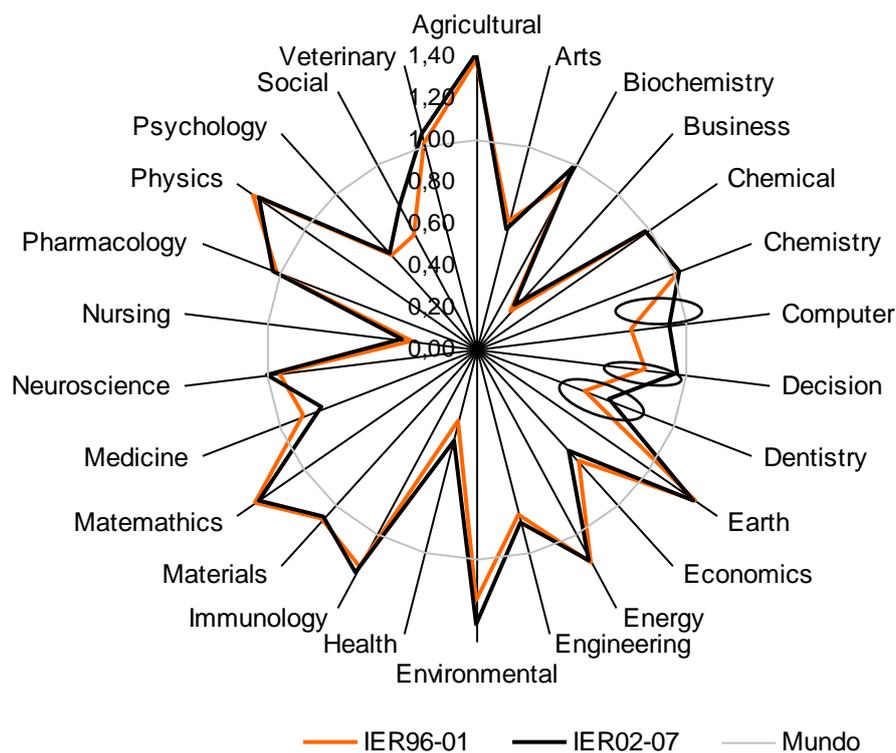
### 8.3.2. Índice de especialización temática relativa

*Agricultural* que tal como vimos antes es el área que logra la mayor diferencia entre su peso nacional y mundial es también la que alcanza el mayor grado de especialización relativa. Con ello podemos decir que esta área representa la mayor fortaleza del dominio mexicano. Además de *Agricultural* existen otras diez áreas en las que México alcanza un mayor grado de especialización que la media mundial. En orden descendente de grado de especialización estas áreas son: *Physics*, *Environmental*, *Mathematics*, *Earth*, *Immunology*, *Energy*, *Meterials*, *Veterinary*, *Chemistry* y *Pharmacology*. Aquellas áreas relacionadas con las ciencias de la salud, las ciencias sociales, ingenierías y computación no destacan como áreas prioritarias en el país.

En la figura 8.7 también se puede ver la evolución del IER de cada área por periodos cronológicos. En general se mantienen sin mayores modificaciones las áreas de mayor especialización. Si se aprecia en cambio, un incremento en los valores de algunas áreas que aunque siguen por debajo de la media mundial se quedan muy cerca de alcanzarla en el segundo sexenio como el caso de *Decision* y *Computer*. En el área de *Dentistry* se nota un importante aumento en los datos de esfuerzo relativo, pero lo cierto es que sigue estando muy alejada de ser un área de prioridad en el país. *Medicine*, a pesar de su tamaño no logra ubicarse como área que destaque a nivel nacional, además pierde peso en el segundo periodo.

**Figura 8.7. Índice de especialización temática relativa para el periodo completo y por series cronológicas**

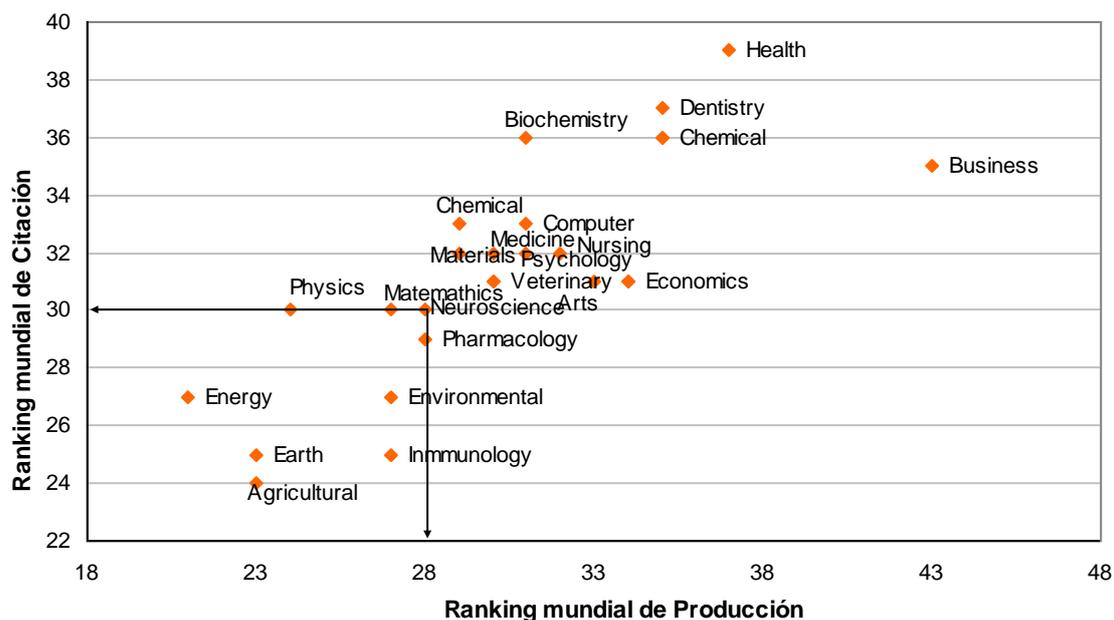




### 8.3.3. Visibilidad e Impacto

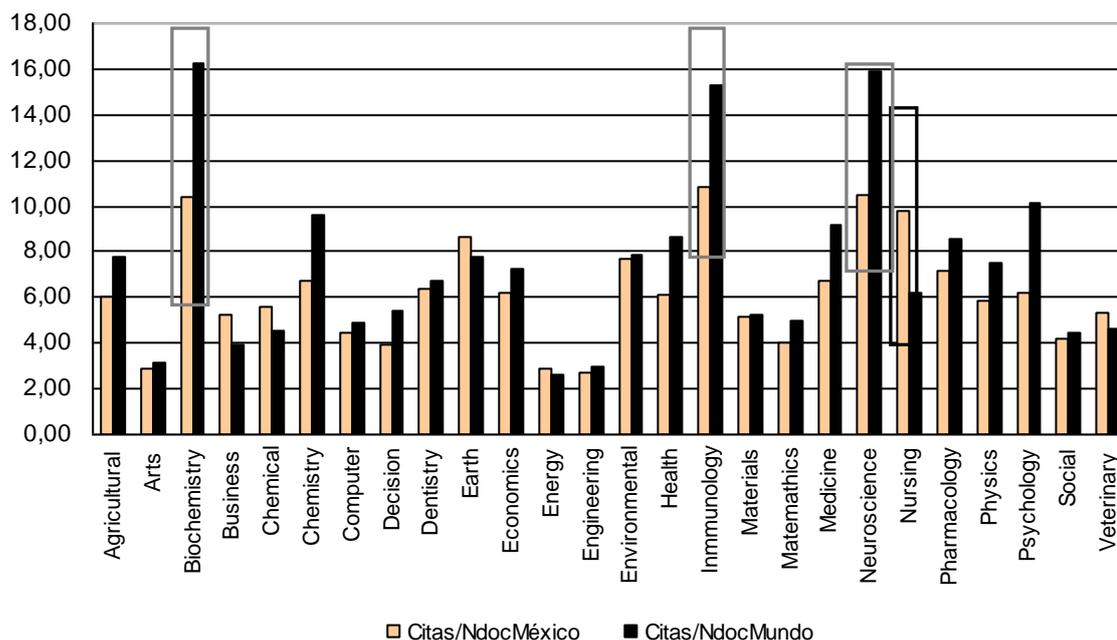
Tal y como se mencionó antes, México ocupa el puesto 28 en el ranking mundial de producción y baja hasta el 30 en el de citas. En la figura 8.8 se recogen los puestos que ocupan en el ranking mundial tanto de citas como de documentos cada una de las áreas. De nuevo *Agricultural* es la que mejor posición alcanza a nivel mundial en el ranking de citas ocupando el puesto 24, mientras que *Energy* es la que ocupa mejor posición en el de producción (21), pero desciende hasta el 27 en citación. Existen otras siete áreas que superan la media nacional (28-30) o están dentro de ellas: *Earth*, *Immunology*, *Environmental*, *Pharmacology*, *Neurosciences*, *Mathematics* y *Physics*. Excepto en el caso de *Neuroscience*, el resto de ellas son áreas que destacan como prioritarias para el país.

Figura 8.8. Posición de las áreas en el ranking mundial de producción y de citación



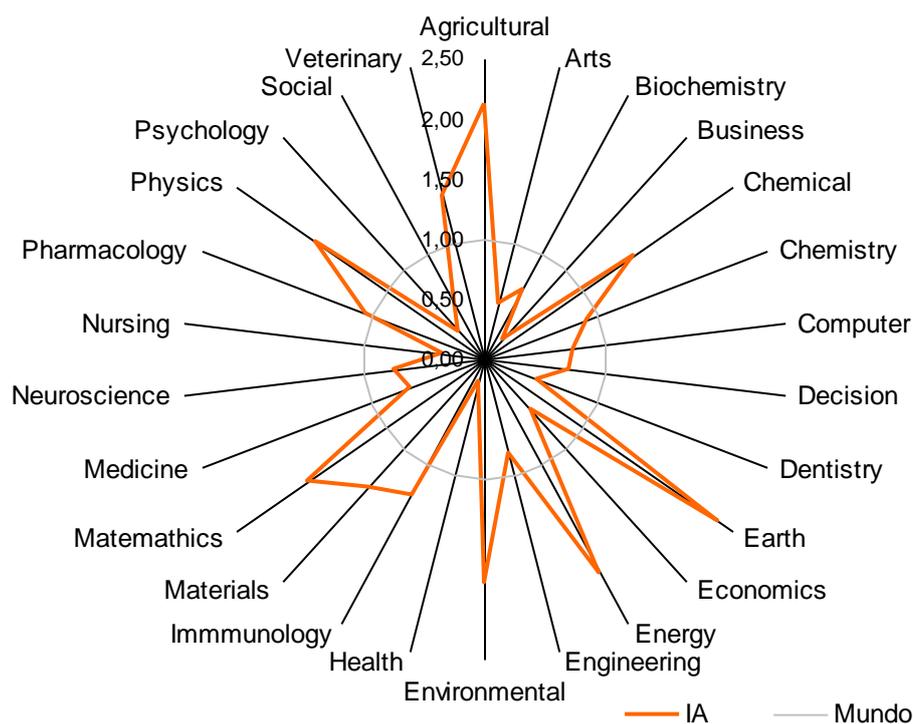
En cuanto al promedio de citas por documento, *Immunology* es el área que alcanza el mayor valor (10.8) a pesar de ello cuando comparamos estos datos con los que alcanza esta área a nivel mundial, se aprecia una diferencia considerable, donde consigue una media de 15 citas por trabajo. *Biochemistry* y *Neurosciences* son áreas en las que México también está muy por debajo de la media mundial. En el lado contrario encontramos a *Nursing*, con una media de nueve citas por documento en México mientras que a nivel mundial se queda en una media de 6 citas por trabajo. Otras áreas que superan la media mundial son *Business*, *Chemical*, *Earth*, *Energy* y *Veterinary*, aunque con distancias menos marcadas. De ellas sólo *Earth*, *Energy* y *Veterinary* son además áreas que destacan en esfuerzo relativo (figura 8.9).

Figura 8.9. Promedio de citas por documento para cada área en México y el mundo



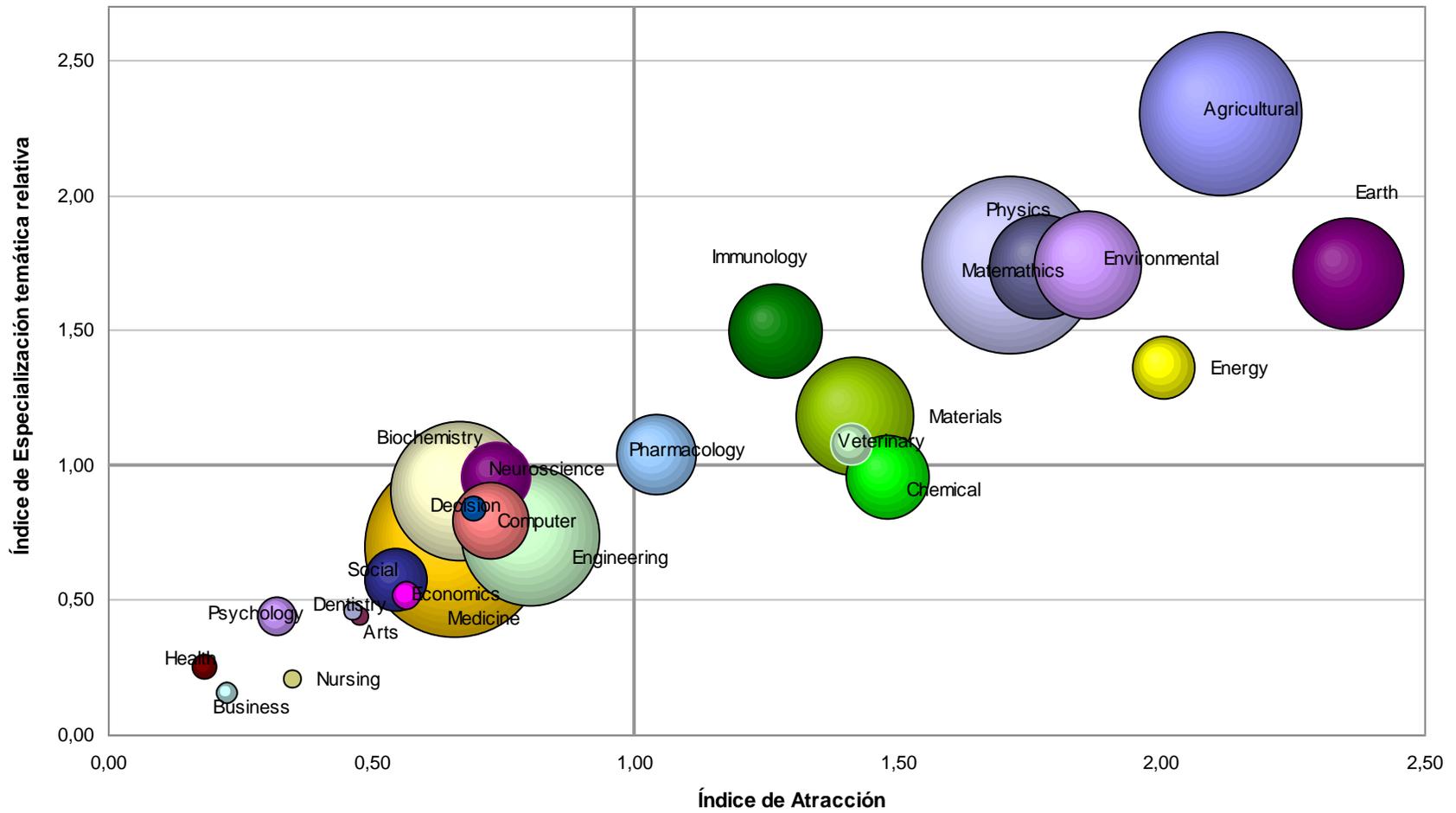
Once de las veintiséis áreas temáticas sobresalen en el apartado de impacto relativo. Como hemos visto antes, *Nursing* es la que alcanza la mayor diferencia con respecto al mundo en el promedio de citas por documento, sin embargo es una de las áreas con menor peso en cuanto a impacto relativo, junto con las áreas de sociales, ingenierías, computación y ciencias de la salud (figura 8.10). *Earth* es el área que alcanza el impacto más alto, seguida de *Agricultural* y *Energy*. De ellas *Agricultural* es la única que tiene una media de citas por documento por debajo de la media mundial. También destacan en impacto relativo *Chemical*, *Environmental*, *Immunology*, *Mathematics*, *Pharmacology*, *Physics* y *Veterinary*.

Figura 8.10. Índice de Atracción



En la figura 8.11 se comparan las variables de impacto relativo (eje x) y especialización temática (eje y). En el grupo de áreas consideradas como de excelencia alcanzando los mayores niveles de especialización y de visibilidad internacional están: *Earth*, *Agricultural*, *Environmental*, *Energy*, *Mathematics*, *Physics*, *Immunology*, *Materials*, *Veterinary* y *Pharmacology*. En el cuadrante inferior derecho, sólo encontramos *Chemical*, un área que supera la media mundial de citas por trabajo a la vez que destaca en impacto relativo, pero no destaca en esfuerzo relativo. En México no destaca ningún área sólo en esfuerzo relativo, por lo que parece que hay relación entre aquellas áreas de mayor visibilidad y las que el país ha hecho un mayor esfuerzo, por lo que no encontramos ningún área en el cuadrante superior izquierdo. El resto de áreas se ubican en el cuadrante inferior izquierdo, es decir, aquellas que no destacan ni en impacto ni en especialización. Dentro de ellas encontramos a *Medicine*, que a pesar de su tamaño no es prioritaria, además de aquellas relacionadas con sociales, ingenierías y computación.

Figura 8.11. Distribución de las áreas en relación a su impacto y esfuerzo relativo al mundo 1996-2007

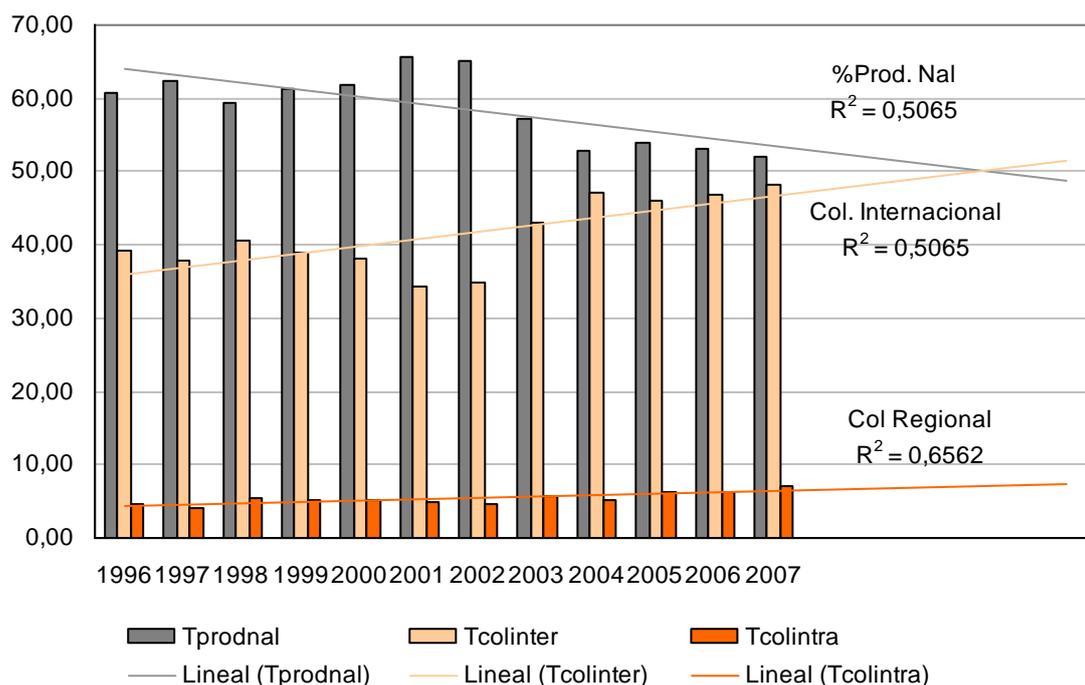


El análisis de las disciplinas a partir del impacto y esfuerzo relativo por series cronológicas (figuras 8.12 y 8.13 Anexo resultados), nos permite determinar aquellas que se consolidan como áreas de excelencia o las que retroceden y dan lugar a nuevas áreas de interés. Aquellas que superan las medias mundiales tanto en impacto como en especialización apenas sufren modificaciones. Sólo en el caso de *Pharmacology* pierde peso en impacto y se ubica por detrás de la media mundial. Dentro de las áreas de prioridad para el país podemos destacar el significativo aumento en el esfuerzo de *Environmental*, mientras que *Energy* y *Mathematics* lo hicieron en impacto. *Computer*, aunque en el segundo periodo se sigue ubicando por debajo de las medias mundiales, lo cierto es que tiene un marcado aumento en ambas variables. Por el contrario *Biochemistry* y *Medicine* pierden peso en esfuerzo, mientras que *Chemistry* lo hace en impacto.

### 8.4. Colaboración Internacional

En total el 42% de la producción mexicana está publicada en colaboración con otro país y sólo el 5% de ellos es de LAC. Sobre datos porcentuales la colaboración internacional creció un 22%, mientras que la colaboración intrarregional lo hizo un 48% (Figura 8.14). A diferencia de Brasil donde se aprecia un aumento de la producción sin participación de otros países a lo largo del periodo, en México este tipo de producción decrece 9 puntos porcentuales pasando del 60% en 1996 al 51% de 2007. Esta situación, puede sugerir por un lado la consolidación de grupos de investigación nacionales y la credibilidad fuera de sus fronteras para trabajar en coordinación con otros grupos, pero a la vez son unas cifras muy altas lo que puede significar una dependencia excesiva de la colaboración internacional lo que le puede hacer vulnerable.

Figura 8.14. Patrones de colaboración

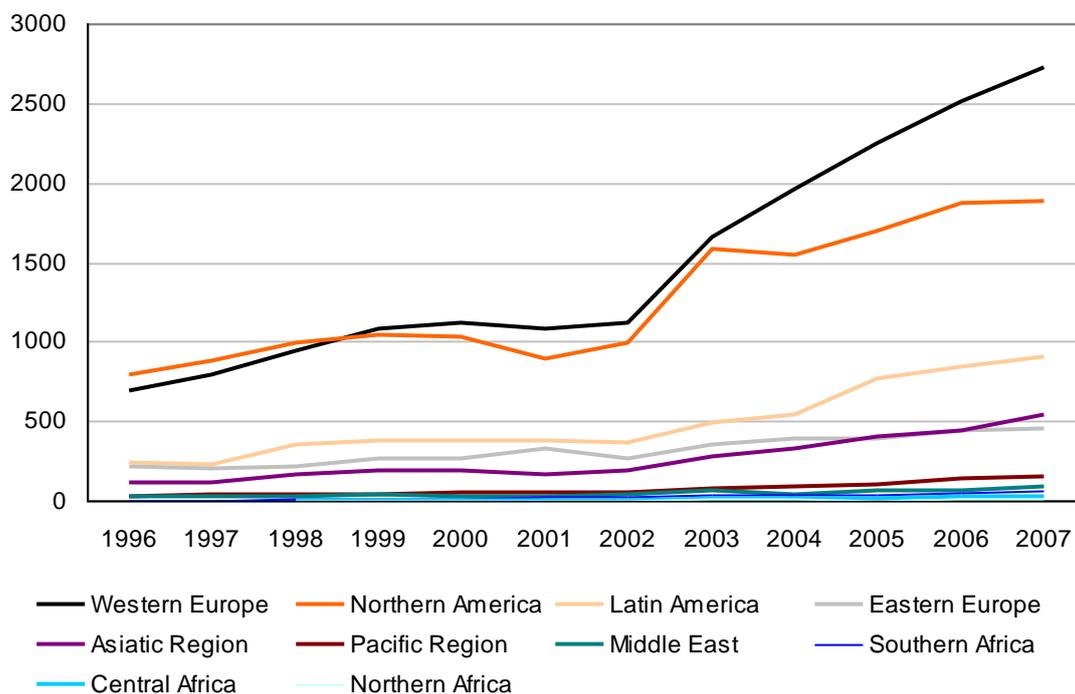


En la figura 8.15 se presenta la distribución del total de trabajos en colaboración por zonas geográficas. Entre 1996 y 2002 el número de trabajos con Europa Occidental y Norte America fueron bastante semejantes, a partir de este año se da un importante aumento del número de copublicaciones con Europa Occidental mientras que con Norte América el crecimiento es más moderado, lo que ha llevado a que esta región disminuya su peso relativo en las copublicaciones del país. LAC es la tercera región con la que más se colabora, no obstante se ubica a una gran distancia de las dos primeras. Le siguen Europa del Este, Asia, la región del Pacífico, Medio Oriente y África. Con esta última fue con la región con la que más incrementaron en términos absolutos el número de colaboraciones, aunque siguen siendo poco significativas y escasamente superan el 1% del total de copublicaciones<sup>68</sup>.

En términos porcentuales fueron el centro y sur de África las que más crecieron, seguidas por la región del Pacífico y Asia. Por el contrario Europa de Este fue la que mayor cuota de participación perdió (-38%), seguido por el Norte de África (-21%) y Norte América (-9%).

<sup>68</sup> Ver Tablas 8.7 y 8.8 Anexo resultados

Figura 8.15. Distribución de las colaboraciones según región geográfica



México colabora con un total de 160 países a lo largo del periodo. Como era de esperar Estados Unidos es el primer socio con un total 13.132 copublicaciones con lo que sólo este país participa en el 37% de las colaboraciones mexicanas, no obstante en términos relativos este país ha perdido cuatro puntos porcentuales en la producción en colaboración internacional. El segundo lugar está España con 12%, Francia 9%, Reino Unido 8% y Alemania 6%. El primer socio de LAC, Brasil se ubica en el puesto nueve del ranking, seguido por Argentina y Cuba en los puestos diez y once respectivamente<sup>69</sup>.

En la figura 8.16 se presentan los treinta primeros socios de México, dentro de los cuales once pertenecen a Europa Occidental: España, Francia, Reino Unido, Alemania, Italia, Holanda, Suiza, Bélgica, Suecia, Dinamarca, y Portugal. De este grupo Italia y Suiza han sido con los que más se ha incrementado la cooperación. España además de ser uno de los países con los que más se colabora, es también uno de los que más aumenta su participación.

<sup>69</sup> Ver tabla 8.9 Anexo resultados

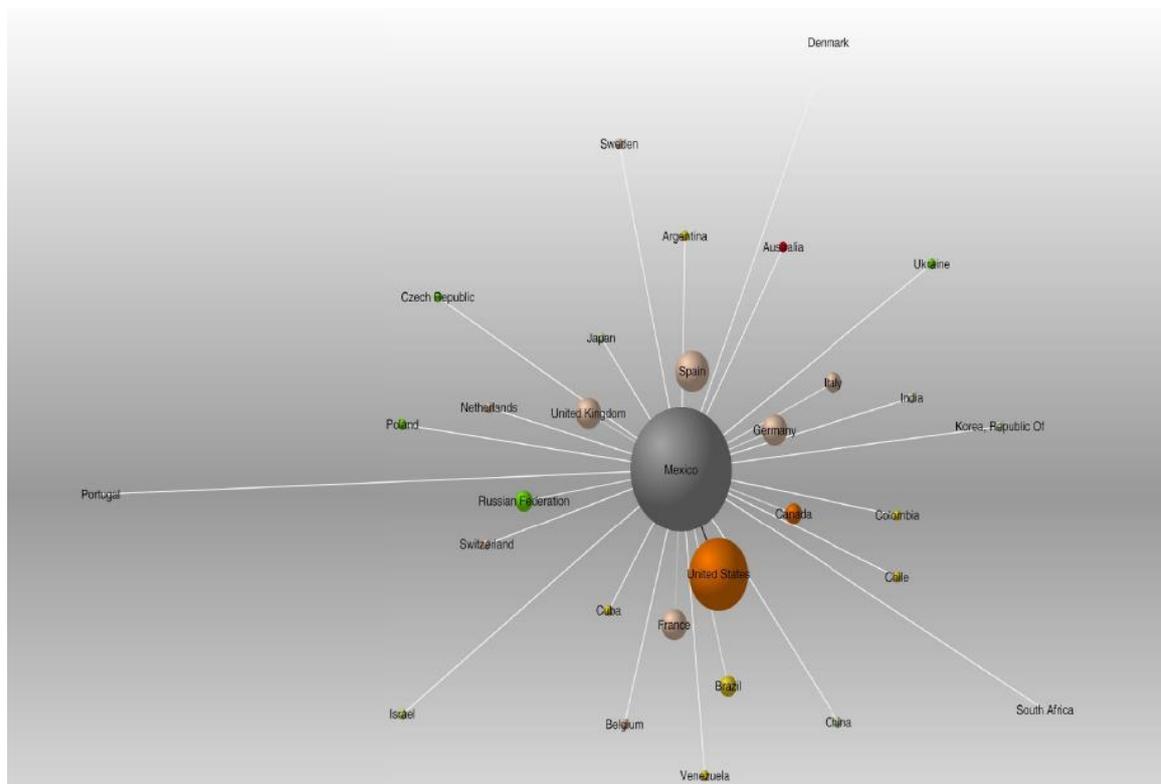
En 1996 este país tomaba parte del 9% de las copublicaciones cifra que llega al 15% en 2007.

De LAC aparecen seis países dentro de los treinta primeros socios: Brasil, Argentina, Cuba, Chile, Colombia y Venezuela. De ellos con Chile y Colombia son con los que se observa el mayor incremento. Las colaboraciones con Venezuela también aumentan un 46%, mientras que en el resto de países analizados las copublicaciones con este país han perdido peso relativo a lo largo del periodo. Por el contrario la participación de Cuba ha caído un -28%, siendo el único que desciende su peso relativo.

De Europa del Este los principales socios son: Rusia, Polonia y la República Checa. Los dos primeros vieron descender su cuota de participación (12% y 49% respectivamente), lo que llevó a que las colaboraciones con esta región descendieran de forma considerable, ya que en estos dos países se concentra el mayor número de colaboraciones con esta región.

Dentro de Asia: Japón, India, China y la República de Corea son los primeros socios, aunque como ocurre en el resto de países de LAC es con China y la República de Corea con los que se da el mayor incremento tanto en términos absolutos como relativos. Sudáfrica es el primer socio de África y el único de esta zona que se ubica dentro de los treinta primeros socios. Con este país también ha habido un notable incremento de las colaboraciones aunque sólo participa en el 0.5% del total de copublicaciones de México.

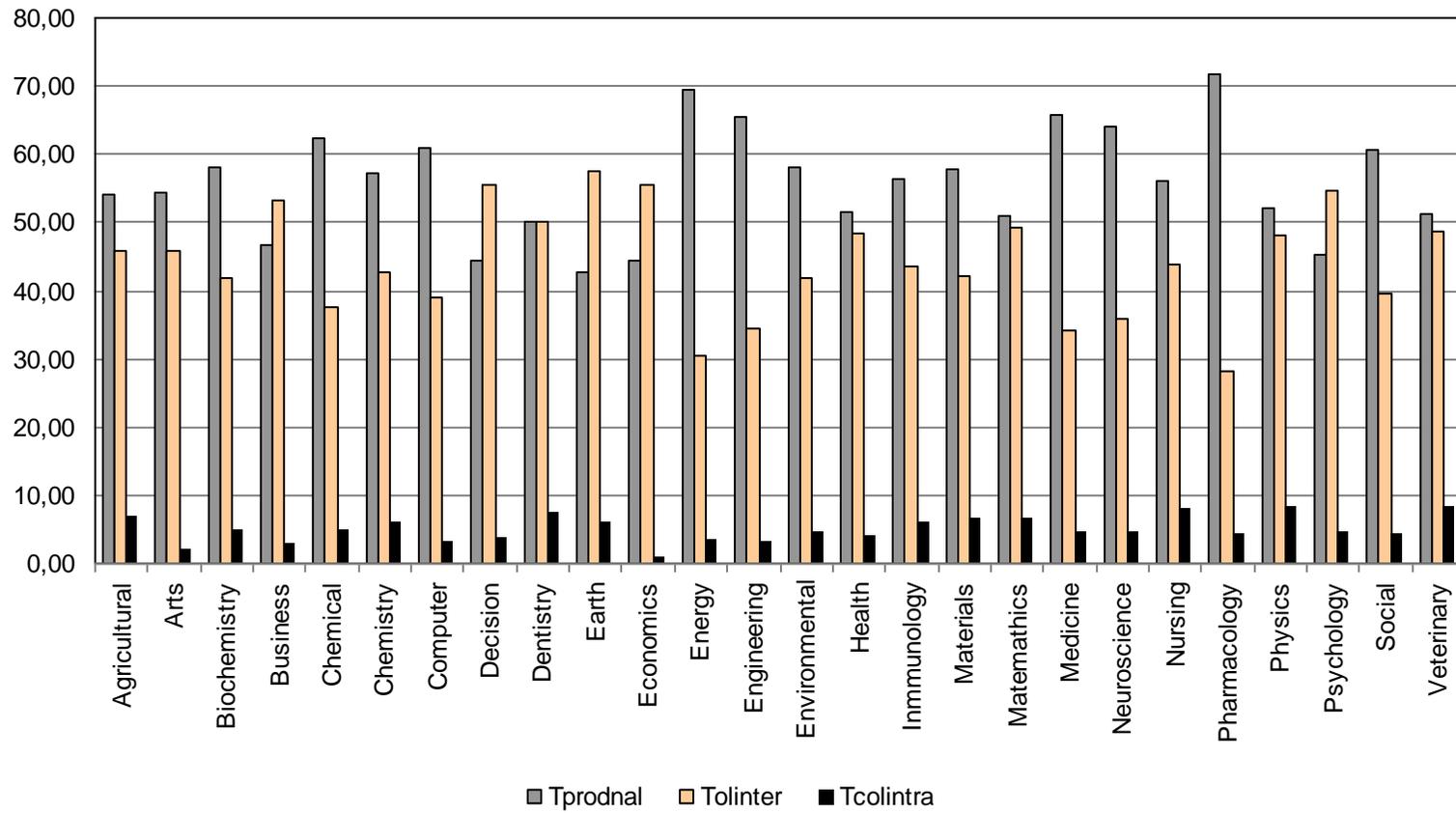
Figura 8.16. Mapa heliocéntrico con los treinta primeros socios



Por áreas temáticas al igual que en Chile, Brasil, y Venezuela *Earth* es la que tiene el mayor número de documentos firmados por varios países en relación al total de su producción (figura 8.17). La segunda área con mayor colaboración internacional es *Economics*, seguida por *Decision*, *Psychology*, *Business* y *Dentistry* todas por encima del 50% de la producción en colaboración. *Pharmacology*, es el área con la menor tasa de colaboración internacional. Con LAC destacan las colaboraciones en *Physics*, *Veterinary* y *Nursing* con una tasa de colaboración de 8%, mientras en *Economics*, *Arts* y *Business* se observan las menores tasas de colaboración intrarregional<sup>70</sup>.

<sup>70</sup>En las tablas 6.23 a 6.26 del Anexo de resultados se recoge el total de copublicaciones internacionales e intrarregionales por área temática y su peso en el total de la producción de cada área

Figura 8.17. Patrones de colaboración por áreas temáticas



### **8.5. Producción científica de las Instituciones de Educación Superior más productivas.**

México con cuarenta y siete instituciones se ubica en quinto lugar del Ranking Iberoamericano SIR 2010. De ellas diecisiete superan el umbral de 400 documentos entre 2003 y 2008 (tabla 8.10). La institución con mayor producción en el país es la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Esta universidad se fundó en 1910 y por su tradición y tamaño se ha constituido como en un organismo fundamental del sistema nacional de ciencia y tecnología. En 2005 esta sola institución recibió el 40% del presupuesto federal destinado para las instituciones de educación superior del país. Es a la vez la que mayor número de investigadores aporta al Sistema Nacional de Investigadores, aunque su participación ha decrecido del 30% en 2000 a 24% en 2005 y representa el 30% de la producción científica nacional sobre datos de 2003-2008. Se ubica en el segundo lugar del ranking iberoamericano y Latinoamericano.

En segundo lugar se ubica el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) con sólo 10% de la producción nacional, lo que supone una diferencia de veinte puntos porcentuales con la UNAM y la mayor diferencia respecto al resto de países analizados. Este organismo se ubica en el puesto 26 y 11 de del ranking regional. Sin embargo, el CINVESTAV presenta una productividad muy alta ya que en términos de tamaños no puede comprarse con la UNAM.

En tercer lugar se encuentra el Instituto Politécnico Nacional (IPN) con el 7% de la producción nacional. La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) con 5% se ubica en la cuarta posición. Del puesto cinco al nueve con 2% de la producción están: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Universidad de Guadalajara (UDG), Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Tecnológico de Monterrey (ITESM) y Universidad de Guanajuato (UGTO). En el último lugar de las Top 10 instituciones con mayor número de documentos está la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

**Tabla 8.10. Instituciones de Educación Superior con mayor producción (>400 documentos)**

IBE	LAC	Institución	Ndoc	TColinter	CCP	Q1
2	2	Universidad Nacional Autónoma de México	17.395	39,17	0,8	48,59
26	11	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	6.071	35,5	0,86	44,34
35	16	Instituto Politécnico Nacional	4.098	28,33	0,62	30,89
50	22	Universidad Autónoma Metropolitana	3.337	25,59	0,63	38,72
96	45	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	1.439	32,73	0,66	37,8
98	47	Universidad de Guadalajara	1.415	33,57	0,51	33,36
103	51	Universidad Autónoma de Nuevo León	1.307	36,73	0,7	30,68
105	53	Tecnológico de Monterrey	1.294	33,93	0,68	24,11
109	56	Universidad de Guanajuato	1.160	44,74	0,64	37,85
113	60	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	1.110	32,79	0,82	48,29
116	63	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	1.063	36,22	0,69	45,16
124	69	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	936	30,98	0,79	33,65
136	79	Universidad Autónoma de Baja California	691	47,32	0,61	30,1
149	88	Universidad de Sonora	592	32,94	0,65	39,36
157	95	Universidad Autónoma de Yucatán	532	33,27	0,68	38,35
165	101	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	492	32,93	0,59	33,54
170	105	Universidad Veracruzana	476	32,35	0,64	38,24

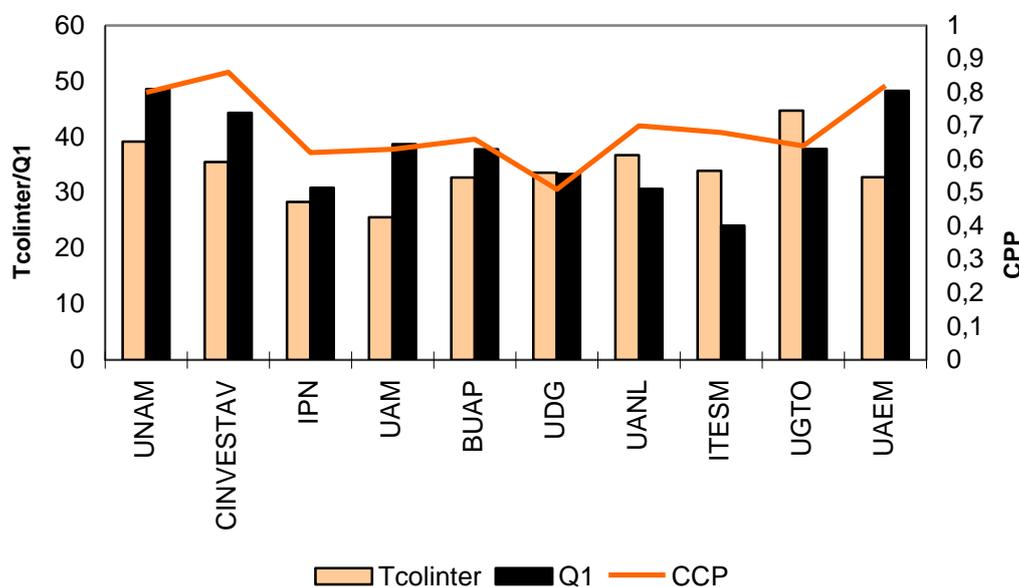
Tal como ocurre en el resto de países ninguna de las instituciones de mayor producción nacional supera la media mundial de citación (figura 8.18). Además el promedio de calidad de las top diez instituciones mexicanas es menor que la de Argentina, Brasil y Chile. Dentro de las diez primeras productoras también están las que logran los mejores datos de calidad. La UNAM a pesar de su tamaño y de tener probablemente el carácter más enciclopedista del país es la institución con mayor calidad del país. Esto se debe a que además de su amplia cobertura en número de programas académicos, cuenta con un importante y consolidado subsistema de investigación científica conformado por diecinueve institutos y diez centros de investigación en áreas de la salud, ciencias exactas y naturales y ciencias de la tierra e ingenierías. Estos centros e institutos funcionan de manera autónoma y autárquica, al margen del “sistema docente” de las facultades masificadas. Los investigadores que realizan sus tareas en ellos son considerados como una élite por los profesores de facultad.

Esta universidad alcanza una citación 20% menor que la mundial, con 48% de su producción publicada en revistas del primer cuartil y 39% de sus documentos en colaboración internacional.

La UAEM es la segunda institución con mayor visibilidad y con unos datos comparables a los de la UNAM tanto en calidad científica promedio como en porcentaje de publicaciones en revistas del primer cuartil, aunque la tasa de colaboración internacional está siete puntos por debajo de esta.

El CINVESTAV por su propia naturaleza específica, supera ligeramente a la UNAM y la UAEM en calidad científica no obstante se queda por detrás en los otros dos indicadores. En el lado opuesto la UDG con la menor calidad del grupo de las Top 10. Esta universidad tiene una citación 50% menos que la media mundial y sólo 33% de sus documentos en colaboración internacional y de documentos en revistas en el primer cuartil.

Figura 8.18. Indicadores de calidad de las top diez instituciones con mayor producción



## Conclusiones

- Sistema incompleto y poco articulado
- Escasa inversión en I+D y baja prioridad de la ciencia y la tecnología en la agenda política. El gasto sube en términos absolutos al mismo ritmo del PIB.
- Fuerte aumento de la participación de fondos provenientes del sector privado en la financiación de la I+D, pero de empresas estadounidenses gracias al marco normativo del NAFTA.
- Creciente participación del sector privado en la ejecución del gasto en I+D, aunque es aún bastante dependiente de los subsidios públicos.
- Carencia de una masa crítica de recursos humanos en ciencia y tecnología. Al mismo tiempo este colectivo muestra señales de envejecimiento y falta de renovación.
- Alto crecimiento de la producción científica. El país ha logrado ganar posiciones en la producción mundial a expensas del impacto.
- Alta colaboración internacional, especialmente con Estados Unidos.
- Las áreas que alcanzan el nivel de excelencia en el país son: *Agricultural, Earth, Energy, Environmental, Mathematics, Physics, Immunology, Materials, Veterinary y Pharmacology.*
- Regionalización paulatina y concentración institucional de las actividades de ciencia y tecnología.
- Como en el caso de Brasil, existe una macro universidad que cumple con funciones de investigación de manera completamente independiente de la docencia.

# CAPÍTULO 9

---



# ARGENTINA



## CAPÍTULO 9. ARGENTINA

### 9.1. Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

**E**l modelo de sistema adoptado en Argentina está más cercano al modelo europeo que al americano caracterizado por ser centralizado y flexible. Un modelo que se adoptó directa o indirectamente porque era el Estado el que sustentaría toda la estructura. Las competencias del Estado en materia de CyT se localizan en los niveles federal y provincial. El gobierno nacional concentra los principales organismos políticos y estratégicos.

Algunas de las instituciones que actualmente hacen parte del núcleo central de la red científico-tecnológica nacional fueron creadas en la década de los cincuenta. En 1950 se crea la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en 1956, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) en 1957 y en 1958 el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Este último fue creado por recomendación del Premio Nobel de Medicina Bernardo Houssay y tenía como finalidad original dotar a los científicos argentinos de un lugar de

trabajo estable y al margen de la universidades que habían sufrido muchos avatares políticos desde la llegada de Juan Perón al poder (1945-1955).

A pesar del temprano interés del país por poner en marcha un sistema nacional de ciencia y tecnología, no fue hasta mediados de los noventa cuando el gobierno reconoce la necesidad de promocionar las actividades de generación de conocimiento que revirtiera en el beneficio y desarrollo de la sociedad. (Colombo y Bergonzelli, 2006). Fue entonces cuando después de varias décadas, en 1997, por primera vez el gobierno elabora el primer plan nacional plurianual de CyT, con la intención en primera instancia de conocer el estado de desarrollo del sistema y sobretodo diseñar políticas que potenciaran las interrelaciones entre los diferentes actores. Aparece además como objetivo explícito la necesidad de trabajar hacia la consolidación de un sistema nacional de innovación, con políticas específicas para suplir las necesidades de innovación del sector privado.

A la vez que se elabora el plan se hace una reestructuración del sistema institucional creando nuevos organismos: el Gabinete Científico y Tecnológico (GACTEC) encargado de definir las políticas, prioridades y asignación de presupuestos del área de ciencia y tecnología del sector público nacional. Se crea además la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT)<sup>71</sup>. Esta Agencia es la encargada del fomento y financiación de las actividades científicas y tecnológicas tendientes a promover la innovación, para ello cuenta con dos fondos: Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT) y Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR). Finalmente se crea el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología (COFECyT), que es el espacio donde las provincias participan en la formulación y seguimiento de las políticas federales de CyT. El enfoque de este primer plan se ha visto reforzado por los planes posteriores. El que se hace en 2005 no sólo advierte de la necesidad de la colaboración sectorial, sino que establece el objetivo de

---

<sup>71</sup> <http://www.agencia.mincyt.gov.ar/>

incrementar las inversiones públicas y privadas en I+D al 1% del PIB para el 2015.

En 2007 se crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT)<sup>72</sup> organismo central en la materia, encargado de establecer y ejecutar las políticas relacionadas con la ciencia, tecnología y la innovación productiva. Dependiendo del ministerio se ubica actualmente el CONICET<sup>73</sup>, que tiene la misión de fomentar y ejecutar las actividades científicas y tecnológicas de acuerdo con las políticas fijadas por el gobierno y las prioridades y lineamientos establecidos en los planes nacionales de ciencia y tecnología. Es además el principal organismo ejecutor del gasto en I+D junto con las universidades. El sistema de unidades ejecutoras del CONICET está integrado por 105 institutos de investigación, 6 centros regionales, 2 centros de servicios y un conjunto de 32 laboratorios nacionales de investigación y servicios.

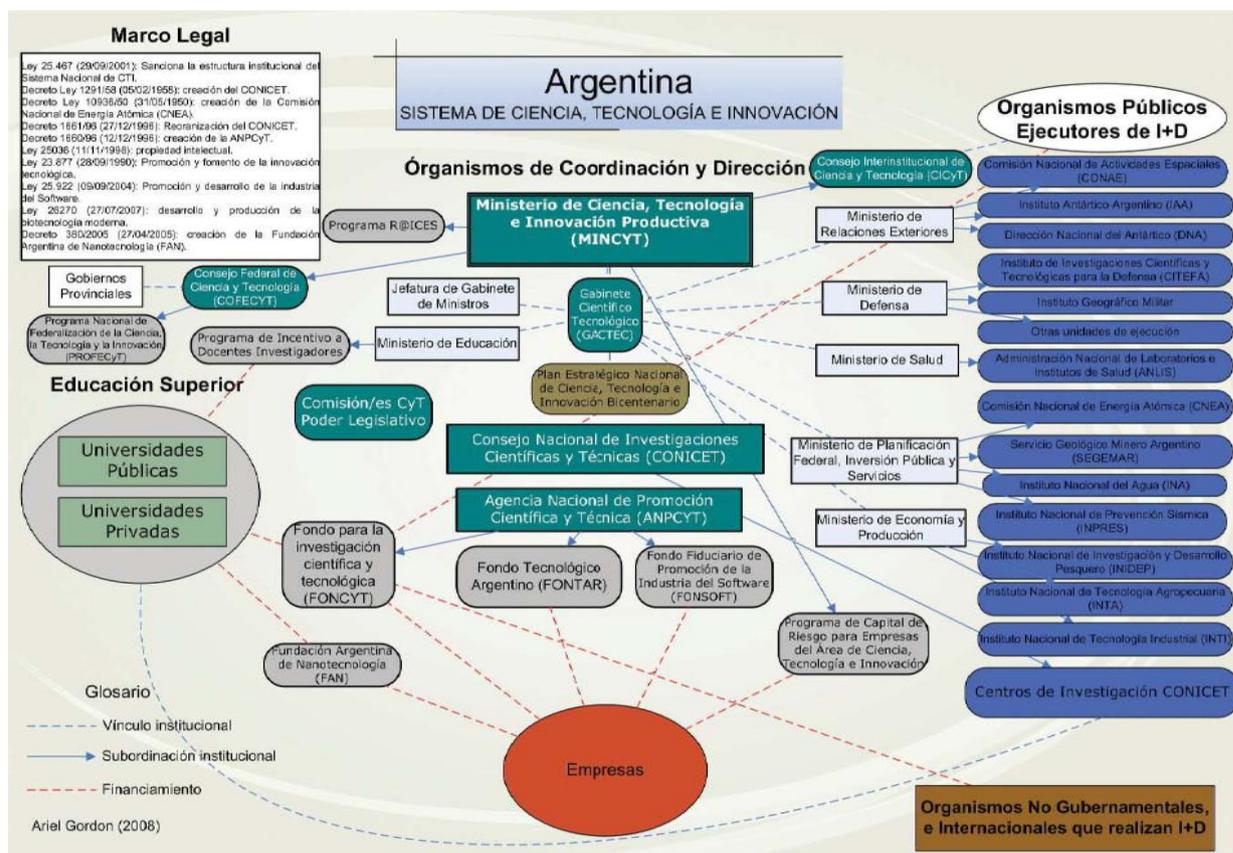
El sistema universitario nacional está formado por universidades públicas y privadas bajo la jurisdicción del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, 47 son públicas autónomas (44 nacionales y 3 provinciales), 49 privadas y 2 externas. Cuenta además con 18 institutos universitarios, 6 de ellos estatales y 12 privados. Las universidades nacionales y las empresas, junto con las instituciones antes mencionadas, conforman el mapa institucional del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación (Figura 9.1).

---

<sup>72</sup> <http://www.mincyt.gov.ar/>

<sup>73</sup> <http://www.conicet.gov.ar/>

Figura 9.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación



Fuente: Políticas e Instrumentos en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.politicasciti.net/>

Alrededor del 65% del gasto nacional en I+D para el 2007 se ejecuta entre las universidades públicas, el CONICET y otros organismo públicos dentro de los que destacan el INTA, la CNEA y el INTI. (Figura 9.2). A pesar del importante peso que como vemos tienen estas instituciones como principales ejecutoras del gasto en I+D, se apunta a una falta de articulación entre ellas (Villanueva, 2002). Villanueva plantea que uno de los rasgos destacables del sistema nacional ha sido el de crear instituciones como respuesta a problemas puntuales, pero sin la correspondiente articulación tanto intersectorial como interinstitucional a través de un marco legal que los vincule de forma efectiva de manera tal que permita un mejor aprovechamiento de los recursos.

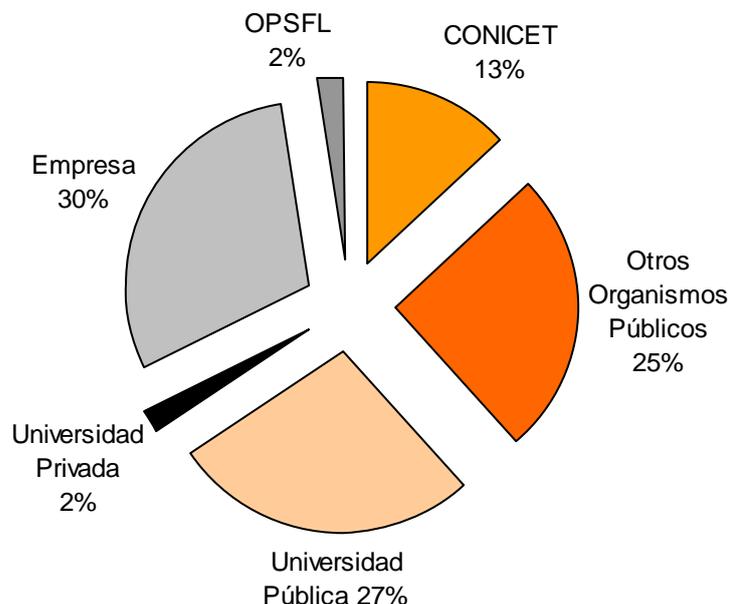
En menor escala el sector privado (empresas y universidades de carácter privado) también promueve y ejecuta actividades de investigación en diversas

áreas del conocimiento. En 2007 este sector ejecuta el 32% el gasto en I+D, no obstante, el gobierno administra y financia una parte de los institutos y laboratorios de este sector. Tal como ocurre en el resto de países de la región es notoria la falta de interacción entre los organismos públicos de investigación y el sector privado (Chudnowsky, 1999; Arza y López, 2008). En los últimos años se han llevado a cabo algunas iniciativas para promover la interacción entre ciencia e industria dentro de los cuales están:

- La Red de vinculación Tecnológica (Red VT), con el propósito de coordinar los esfuerzos para transferir conocimientos del sistema universitario al resto de sectores.
- El Programa de Capital de Riesgo para empresas del área de ciencia, tecnología e innovación, el cual procura fomentar la inversión de capital de riesgo y favorecer las fases iniciales de los emprendimientos.
- Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC), dependiendo de la ANPCYT, que junto con FONTAR promueve y financia proyectos que mejoren el sistema productivo. En el caso de FONTAR financia proyectos para desarrollo y modernización tecnológica, capacitación y asistencia técnica, incubadoras de empresas, parques tecnológicos y fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas (PYMES).

Estas iniciativas son pasos importantes hacia el establecimiento de un marco regulador que permita a las empresas fortalecer sus capacidades en I+D. Sin embargo, el impacto de los programas ha sido limitado ya que gran parte de ellos funcionan con recursos provenientes del sector público a través de subvenciones, créditos, reducción de impuestos o cofinanciamiento. De todas formas, los recursos financieros de estos fondos siguen siendo escasos y a ello se suma que pocas empresas conocen las instancias de fomento público a la innovación y en general son las empresas de capital extranjero y las de mayor tamaño las mejor informadas y las que han hecho uso de dichas ayudas.

Figura 9.2. Distribución del gasto en I+D según sector de ejecución (2007)



Fuente: Elaboración propia sobre datos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2008

## 9.2. Insumos del sistema

### 9.2.1. Inversión en I+D

Como se puede ver en la tabla 9.1, la crisis económica que afrontó el país en 2001 tuvo un fuerte impacto sobre los datos de inversión nacional en I+D. La caída tanto del gasto bruto como del aporte relativo a la región fue superior al 60% entre 1995 y 2002 cuando se dio la mayor caída, también los datos de intensidad del esfuerzo en I+D sufrieron descenso aunque mucho más moderado (-7%).

Otra cuestión que habría que tener en cuenta es el notable incremento que tuvo la economía Argentina durante de la década de los noventa (Coremberg, 2007), a pesar de ello el esfuerzo en I+D no parece haber sido uno de los beneficiarios de tal crecimiento. Aunque no contamos con la serie completa de datos en inversión, se puede ver como desde mediados de la década de los

noventa hasta finales el nivel de esfuerzo se mantuvo sin apenas modificaciones. No cabe duda de que los indicadores de input son bastante sensibles a las crisis económicas y los cambios políticos, aunque la escasa inversión en I+D parece ser por una falta de decisión del gobierno por apostar por la tecnología y la innovación como pilares de desarrollo.

Dijimos que sólo hasta 1997 no se presenta el primer plan plurianual de CyT, pero según el informe de Colombo y Bergonzelli, donde hacen un balance de las políticas públicas en la materia en el país entre 1996 y 2006, llegan a la conclusión de que básicamente este tema no ha sido prioritario para el Estado ni para el sector productivo.

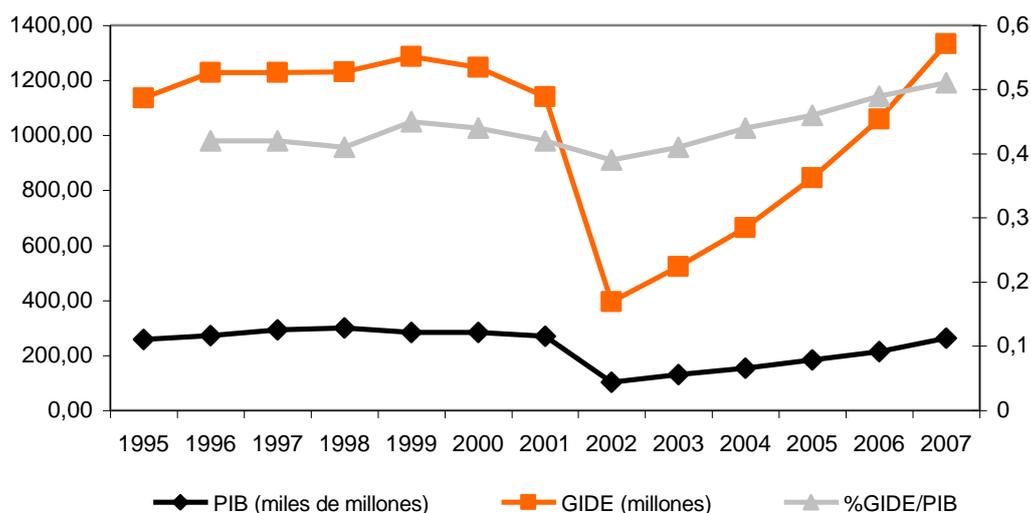
A partir de 2002 el GIDE emprende la senda del crecimiento logrando un aumento con respecto a 2007 del 237%, ello gracias a las medidas adoptadas por el gobierno argentino (Miguel, Moya-Anegón y Herrero- Solana, 2010). No obstante, el gasto bruto se ubica en 2007 en torno a 1332 millones de dólares corrientes una cifra semejante a la que destinaba el país en el 2000, así que el crecimiento en la segunda mitad de la presente década ha sido la recuperación a los niveles en los que se encontraba antes de la crisis.

**Tabla 9.1. Producto Interior Bruto y Gasto en I+D (1995-2007)**

	<b>PIB (miles de millones)</b>	<b>GIDE (millones)</b>	<b>%Regional</b>	<b>%GIDE/PIB</b>
1995	258,03	1136,20	11,84	
1996	272,15	1228,00	12,93	0,42
1997	292,86	1228,00	11,62	0,42
1998	298,95	1229,60	11,00	0,41
1999	283,52	1285,40	13,14	0,45
2000	284,20	1247,20	11,49	0,44
2001	268,70	1140,90	10,88	0,42
2002	102,04	394,51	4,31	0,39
2003	129,60	522,06	5,48	0,41
2004	153,13	664,00	5,82	0,44
2005	183,20	845,20	5,60	0,46
2006	214,27	1059,00	5,78	0,49
2007	262,33	1332,00	5,75	0,51

El gasto en I+D en relación al PIB se mantuvo sobre el 0.4% durante toda la segunda mitad la década de los noventa, a la vez que el gasto bruto experimentó un escaso incremento del 0.4% entre 1995 y 2001. En 2002 caen a menos de la mitad el PIB y el GIDE, a pesar de ello la intensidad en el esfuerzo logra mantenerse en el 0.39%. A partir de 2003 se observa claramente un cambio de tendencia en los tres indicadores (figura 9.3). El gasto bruto es donde se observa el mayor aumento triplicando su valor en sólo cinco años, el PIB del país ha logrado crecer 2.5 veces y el gasto en relación al PIB ha sido el que menos ha aumentado 1.3 veces. A pesar de que sigue siendo escaso el esfuerzo en 2007 logra ubicarse en 0.51%, con lo que por primera vez el país supera la barrera psicológica del medio punto porcentual.

Figura 9.3. Distribución anual del PIB, gasto absoluto y en relación al PIB



En 2005 el 66% de los recursos dedicados a I+D en el país proceden del sector público, el 31% del sector privado, este último con un crecimiento a lo largo del periodo con muchos altibajos, lo que demuestra que las políticas diseñadas para la incorporación de este sector en la financiación de actividades de I+D siguen siendo ineficaces. La alta dependencia del sector público en la financiación de la I+D está asociada con un enfoque principalmente orientado hacia la investigación básica. En 2005, el 30% del gasto en I+D se dedicaba al desarrollo experimental, mientras que en Estados Unidos este porcentaje

llegaba al 58%, situación clave en la comercialización de los resultados de la investigación<sup>74</sup>.

El gobierno también es el principal ejecutor del gasto en I+D, para 2005 las proporciones eran del 39% gobierno, 32% empresas, 25% educación superior y el 2% para los OPSFL. En el sector gobierno las cifras se han mantenido más o menos en los mismos niveles, por el contrario en las universidades sufre un descenso de seis puntos porcentuales a favor del sector empresarial que aumenta siete puntos<sup>75</sup>.

### 9.2.2. Recursos humanos

Argentina, junto con Chile, con dos investigadores por cada mil integrantes de la PEA, supera ampliamente los datos del resto de países de la región. A pesar de ello, si se compara con los 11 de Japón o los 9 de Estados Unidos, sigue siendo una cifra bastante modesta. Aunque este país destaca a nivel regional en cuanto a dotación de personal, su situación cambia radicalmente cuando se compara con los demás países de la región en cuanto a gasto por investigador. La media de LAC es de 70 mil dólares por investigador, Brasil y México están por encima de la media mientras que Argentina se queda en 35 mil, una situación bastante desfavorable para atraer y retener a investigadores cualificados.

En 2005 Argentina contaba con 45.361 personas vinculadas a actividades de ciencia y tecnología de los cuales el 54% eran investigadores en EJC, lo que supone un total de 24.680 investigadores<sup>76</sup>. A pesar de que el país partía en 1997 con las mejores cifras respecto al resto de países, el incremento de los recursos humanos es el más bajo de todos los países analizados. El personal y el número de investigadores sólo incrementaron en un 26% entre 1997 y 2005, mientras que el número de investigadores por cada 1000 de la PEA lo hizo en

---

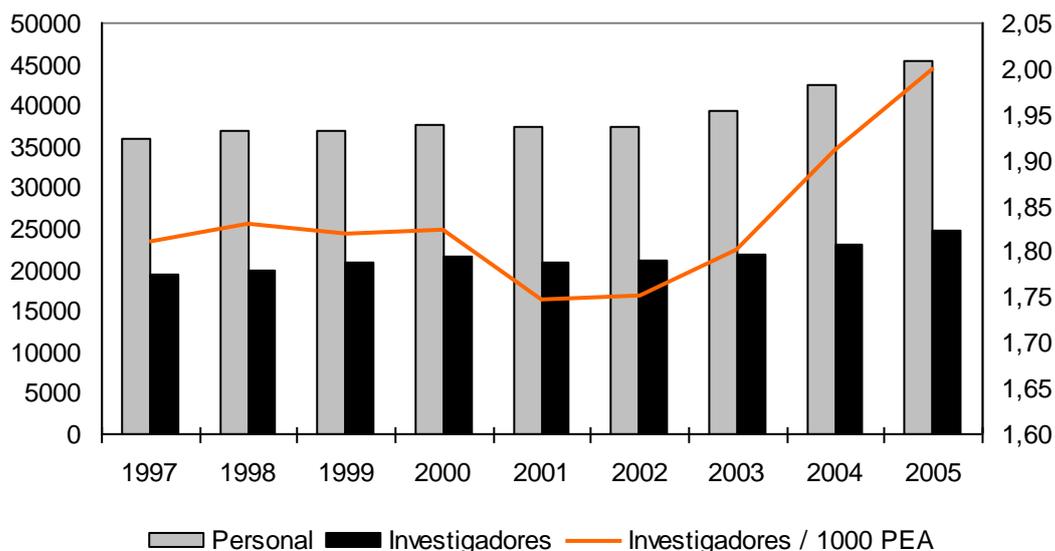
<sup>74</sup> Ver tabla 4.5 Anexo resultados

<sup>75</sup> Tabla 4.6 Anexo resultados

<sup>76</sup> Ver tabla 9.2 Anexo resultados

un 10%. Estas escasas cifras en el crecimiento también están relacionados con la situación económica que atravesó el país, aunque se observa una clara recuperación a partir de 2003 paralelo al aumento del GIDE y del %GIDE/PIB (figura 9.4).

Figura 9.4. Distribución de los Recursos Humanos (1997-2005)

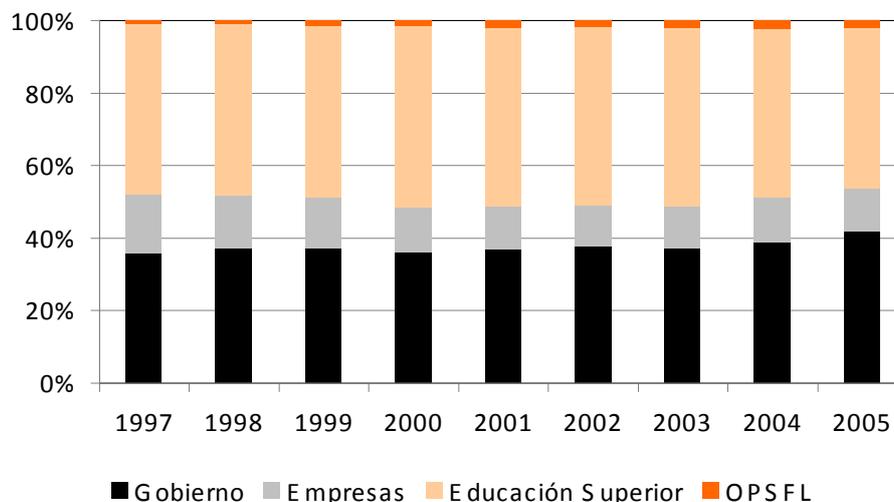


Siguiendo el modelo regional, en Argentina la mayoría de los investigadores están vinculados a las universidades públicas (44%) y al gobierno (41%). Por su parte, en el sector privado sólo trabaja el 11% de los investigadores según datos de 2005. Si se tiene en cuenta en grado de formación el 61% son licenciados y sólo el 23% de los investigadores tiene el grado de doctor, un porcentaje que baja hasta el 9% en las empresas privadas.

Tal como se puede ver en la figura 9.5 la distribución de los investigadores por sector no ha variado de manera especial a lo largo del periodo. Tanto en el gobierno como en las instituciones de educación superior se observa una ligera expansión, por el contrario, y a pesar del aumento del gasto privado, el personal vinculado a las empresas cae del 16% en 1997 al 11% en 2005<sup>77</sup>.

<sup>77</sup> Ver tabla 4.10 Anexo resultados

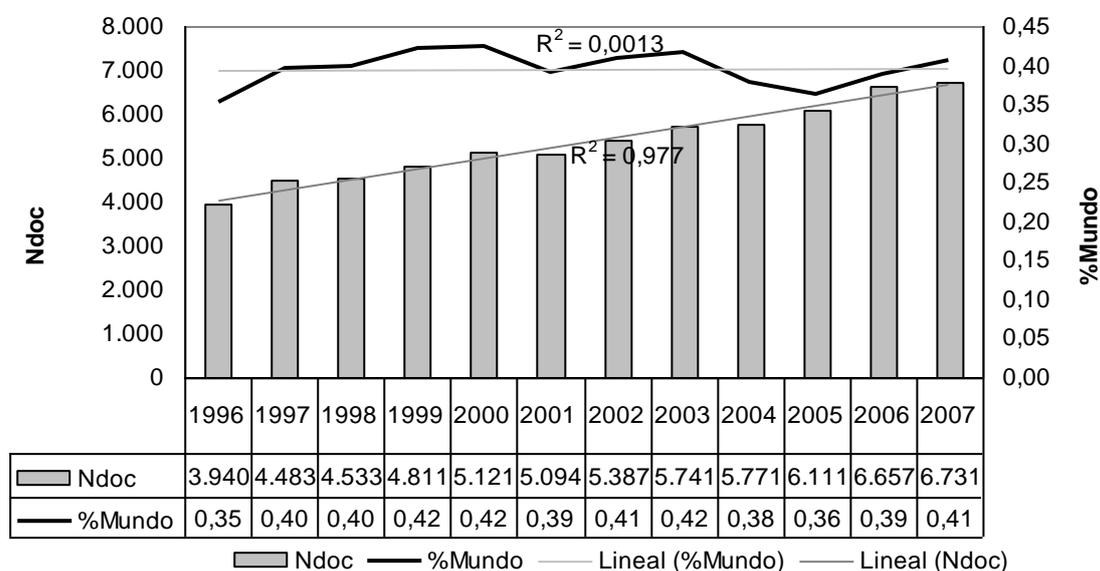
Figura 9.5. Distribución porcentual de los investigadores por sector



### 9.3. Producción científica

En cuanto a la producción científica, este país alcanza el 15% de total regional aunque su peso relativo ha ido disminuyendo paulatinamente perdiendo el 28% entre el primer y el último año. Con 64.380 documentos en los doce años que comprende el estudio, se ubica en el puesto 34 del ranking de producción y el 0.4% del total mundial, un valor que se ha mantenido sin importantes modificaciones a lo largo del periodo tal como se observa en la figura 9.6. No obstante y como hemos mencionado antes, a nivel regional sí que ha perdido terreno a lo largo del periodo y mientras que en 1996 la producción de este país representaba el 18% del total de producción de LAC, en 2007 no superó el 13%. Su tasa de crecimiento medio se ubica en torno al 5% lo que indica que está por debajo de la media regional que alcanzó el 8%, pero ligeramente por encima de la media mundial que se queda en el 3.7%. El crecimiento en términos absolutos fue del 70% con un crecimiento constante ( $r^2=0.97$ ), que se dio con mayor fuerza en el primer periodo.

Figura 9.6. Distribución anual de la producción total y peso en la producción mundial 1996-2007



A pesar de que la crisis económica de 2001 que como hemos visto anteriormente afectó directamente la inversión en I+D, el ritmo de crecimiento de la producción se ha mantenido en niveles positivos excepto en 2001 donde se observa un ligero descenso de 1.5%, y para el periodo completo ofrece una tasa de variación positiva. Bien es cierto que el ritmo de crecimiento fue mayor en el primer sexenio que alcanzó un aumento de 29% frente al 25% del segundo. Aunque el número total de documentos del país se duplicó a lo largo del periodo, en términos relativos pierde peso a nivel regional y a nivel mundial apenas logra mejorar su posición, por lo que es evidente la ardua tarea que queda por hacer.

### 9.3.1. Producción por áreas temáticas

En lo referido a los datos que arroja la producción agregada por áreas temáticas, observamos que *Medicine* es el área donde se concentra el mayor número de documentos, los cuales constituyen alrededor del 15% de la producción Argentina. A una escasa distancia se ubica *Agricultural* con 13%, *Biochemistry* (11%), *Physics* (10%), *Chemistry* (7%) y *Earth* (5%). Las otras

veinte áreas tienen pesos porcentuales por debajo del 5%, en los últimos puestos del ranking de producción encontramos *Decision*, *Arts* y *Business*<sup>78</sup>.

*Business* fue el área que más creció con una tasa de variación de 613% entre el primer y el último año sobre los datos porcentuales, no obstante sigue siendo un área de poco peso en la producción nacional. A pesar del ello, destaca como la de mayor tasa de colaboración internacional, siendo el único país del grupo donde un área de ciencias sociales alcanza el mayor índice de producción en colaboración. Otras áreas que obtuvieron importantes valores de crecimiento fueron *Social* (117%), *Arts* (88%), *Dentistry* (78%) y *Computer* (76%). Por el contrario las áreas que más descendieron fueron *Psychology* (-20%), *Chemical* (-13%) y *Neurosciences* (-10%). Dentro de las áreas de mayor peso, *Medicine* tuvo un significativo incremento de 8% teniendo en cuenta su tamaño. *Agricultural* la segunda área en producción también tuvo un crecimiento positivo aunque menor 2%, el resto de áreas más productivas *Biochemistry*, *Physics* y *Chemistry*, tuvieron crecimientos negativos.

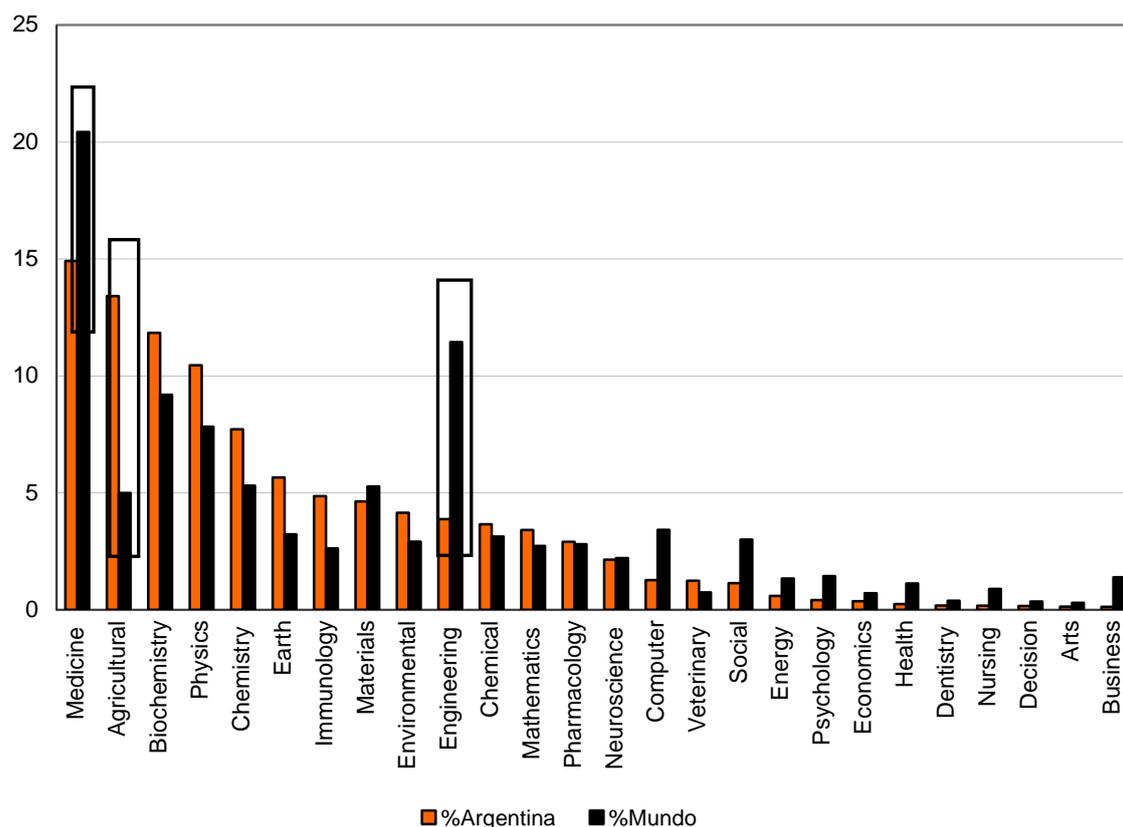
Al comparar estas proporciones con la distribución de las mismas a nivel mundial encontramos algunas similitudes, aunque algunas se alejan del modelo de producción mundial (figura 9.7). *Medicine* ocupa el primer puesto en el ranking a nivel mundial como nacional, bien es cierto que la concentración de la producción a nivel mundial en esta área alcanza el 20%, mientras que en el país no llega al 15%. *Biochemistry*, *Physics* y *Chemistry* ocupan los puestos del tres al cinco, coincidiendo con el ranking mundial. Siguiendo con las áreas de mayor tamaño, existen dos sin embargo que se alejan del modelo mundial. En primer lugar *Agricultural* que en el contexto nacional representa el 13% y se ubica en la segunda posición del ranking, mientras que a nivel mundial se queda en el 5% y en el puesto siete. El caso contrario ocurre con *Engineering* que en la producción argentina sólo alcanza el 3% del total de la producción y se ubica en el puesto número 10 mientras que a nivel mundial se ubica en el segundo puesto del ranking con el 11% del total de producción.

---

<sup>78</sup> Ver tablas 9.4 y 9.5 Anexo resultados

Además de *Agricultural*, otras 9 áreas tienen mayor peso en la producción nacional que en la mundial dentro de las cuales destacan con mayor diferencia *Biochemistry*, *Physics*, *Chemistry*, *Earth* e *Immunology*<sup>79</sup>.

Figura 9.7. Distribución porcentual de las áreas temáticas en Argentina y el mundo



### 9.3.2. Índice de especialización temática relativa

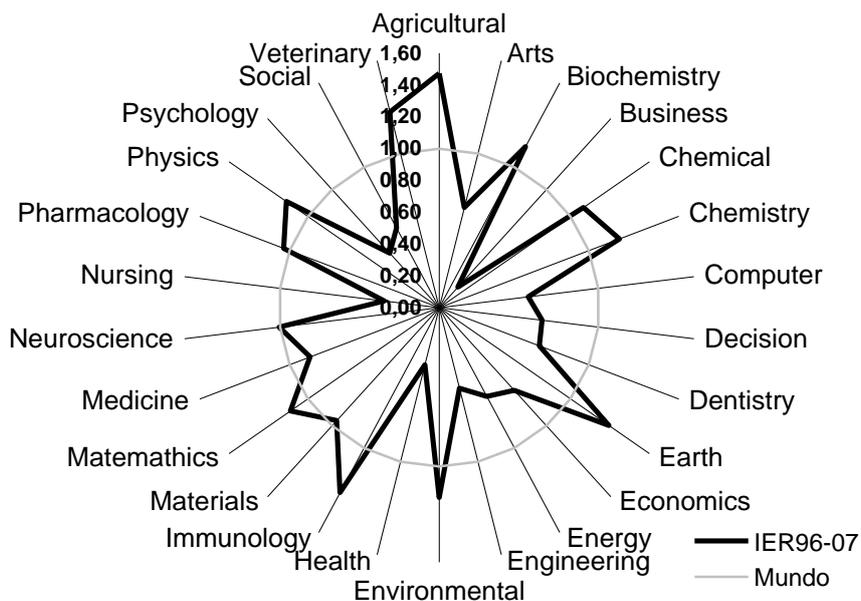
La cuota de participación de cada área temática en el total de producción nacional nos da una primera caracterización de las prioridades de investigación en el país. A partir de los datos sobre la especialización relativa se confirma como *Agricultural* es el área de especialización científica por excelencia en el país. A parte encontramos otras once áreas en las que muestra mayor fortaleza el dominio argentino. Estas áreas en orden descendente de nivel de especialización son: *Immunology*, *Earth*, *Veterinary*, *Chemistry*, *Environmental*,

<sup>79</sup> Ver tabla 9.6 Anexo resultados

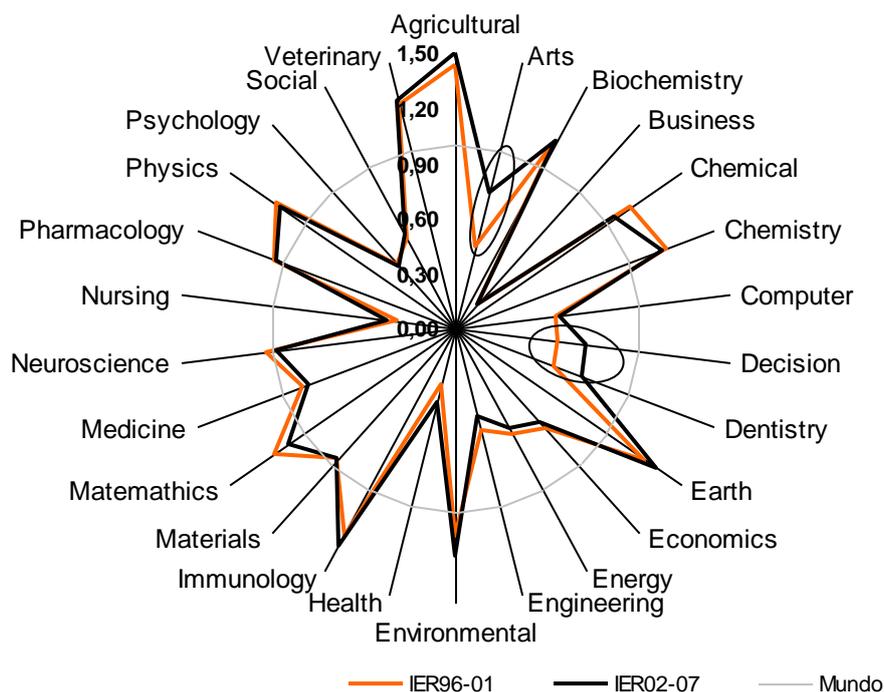
*Physics, Biochemistry, Mathematics, Chemical, Pharmacology y Neuroscience* (figura 9.8).

Al comparar los crecimientos entre series temporales, no se observan importantes modificaciones para las áreas de mayor especialización. *Arts, Dentistry y Decision* fueron las que mostraron mayores incrementos entre el primer y el segundo sexenio, por el contrario *Mathematics y Chemical*, aunque siguen superando la media mundial han perdido peso a lo largo del periodo. *Agricultural* se sigue consolidando como área de mayor prioridad y logra ganar terreno en el segundo periodo<sup>80</sup>.

Figura 9.8. Índice de especialización relativa



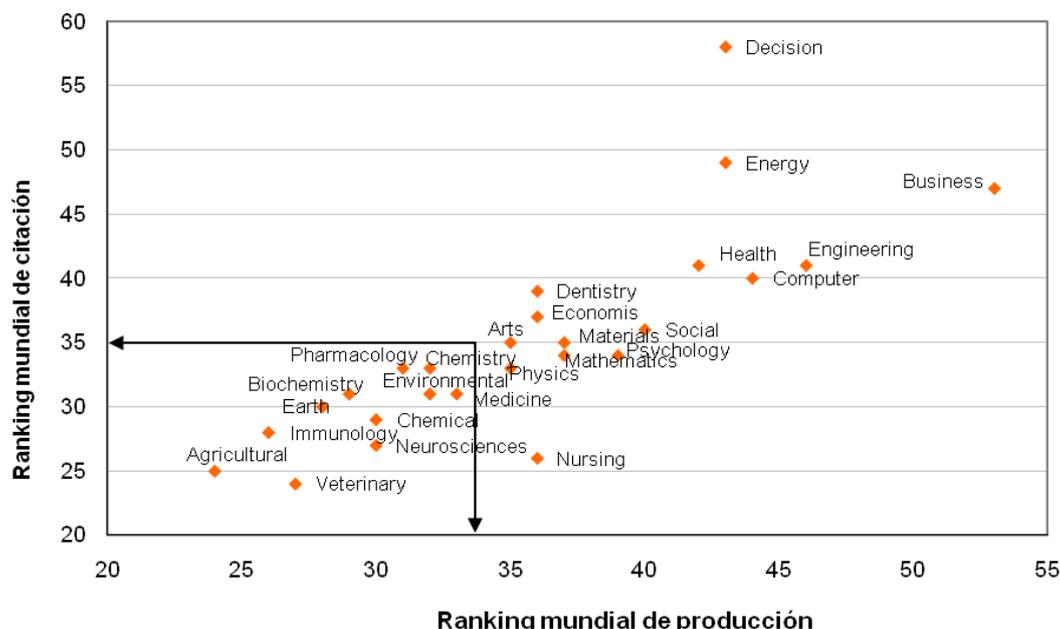
<sup>80</sup> Ver tabla 5.12 Anexo resultados



### 9.3.3. Visibilidad e Impacto

A nivel mundial Argentina ocupa el puesto 34 en el ranking de producción y el 35 en el de citación. En la figura 9.9 están ubicadas cada una de las áreas en el ranking que alcanzan a nivel mundial tanto en producción como en citación. *Veterinary* es la que alcanza la mejor posición en citación, mientras que *Agricultural* lo hace en producción. Otras nueve áreas mejoran las posiciones que alcanza Argentina en ambos apartados, dentro de las que están: *Immunology*, *Neurosciences*, *Earth*, *Biochemistry*, *Pharmacolgy*, *Environmental*, *Chemical*, *Medicine* y *Chemistry*, de las cuales sólo *Medicine* no está dentro de las áreas de mayor especialización relativa. Otras áreas como *Physics* y *Mathematics* que destacan como fortalezas para el país se quedan por detrás de la media nacional en ambos apartados.

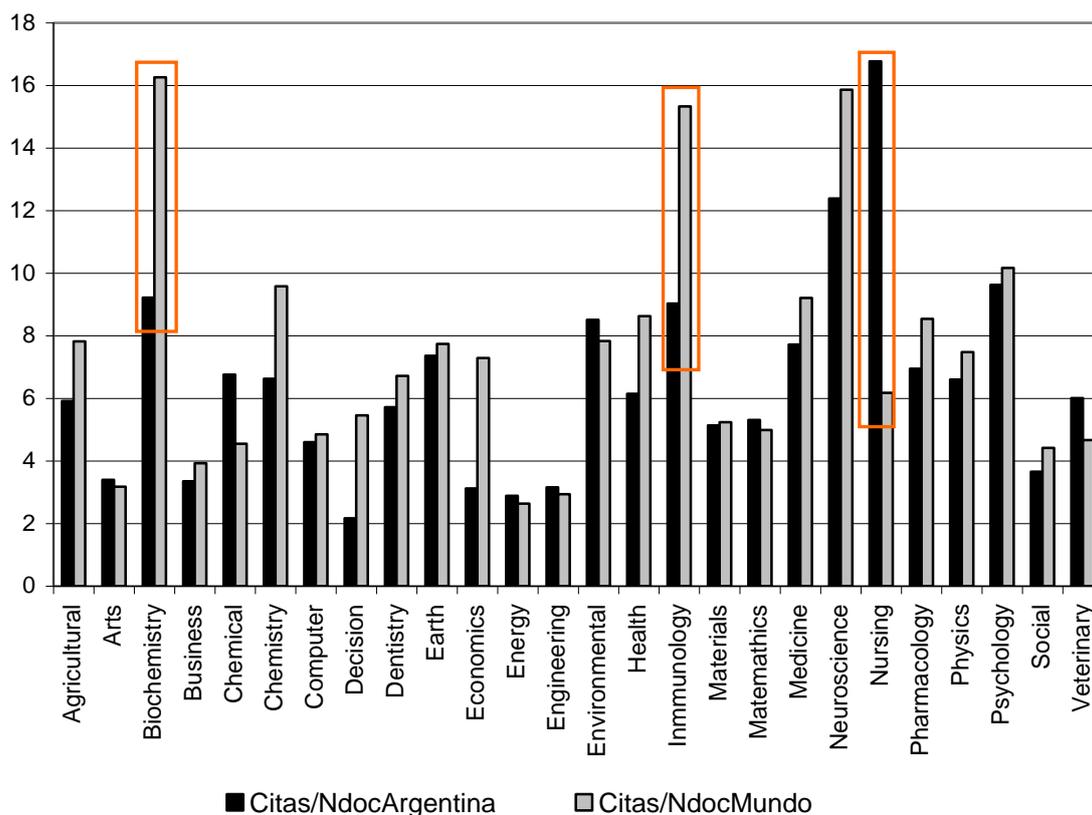
Figura 9.9. Posición de las áreas en el ranking mundial de producción y de citación



En la figura 9.10, hemos comparado el promedio de citas por trabajo a nivel nacional y a nivel mundial para cada área. En ocho de las veintiséis áreas Argentina logra mejores promedios que los mundiales. La mayor diferencia se observa en *Nursing* con un promedio de 16 citas por trabajo frente a las 6 que alcanza a nivel mundial. Tal como se observa en la figura 9.9, esta área tiene además una posición destacada en el ranking de citas a nivel mundial donde alcanza el puesto 26, aunque en producción cae hasta el 36. A pesar de ello, no es un área que destaque en especialización ni en impacto relativo como lo veremos más adelante. *Arts*, *Chemical*, *Energy*, *Engineering*, *Environmental*, *Mathematics* y *Veterinary*, además de *Nursing*, son las áreas que superan las medias mundiales de citas por documento, además con diferencias poco significativas. *Chemical* es la que ofrece la diferencia más marcada con un promedio de 6 citas por trabajo frente a las 4 que promedia a nivel mundial.

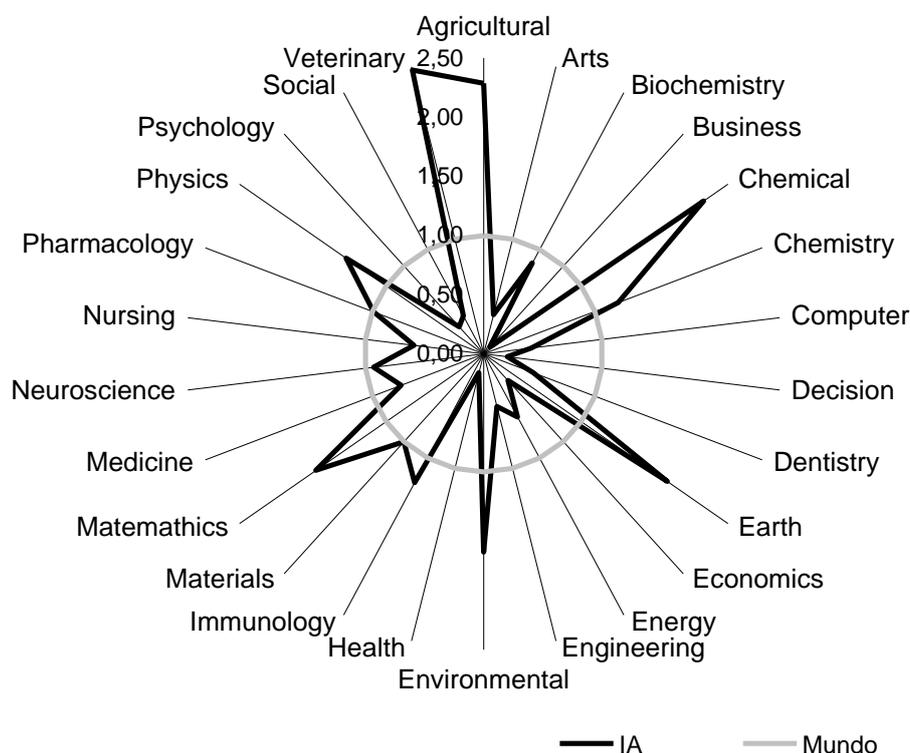
En las áreas de *Biochemistry* e *Immunology*, es Argentina donde se queda muy por detrás del promedio mundial. Para el caso de *Biochemistry* alcanza un promedio de 16 citas por trabajo a nivel mundial mientras que a nivel nacional sólo alcanza 9, en *Immunology* por su parte la relación es de 15 a 9 citas por trabajo.

Figura 9.10. Promedio de citas por documento para cada área en Argentina y el mundo



Cuando relativizamos el total de citas que es capaz de atraer cada área en el país por el total de citas en cada área en el mundo ó impacto relativo (figura 9.11) *Veterinary* es la que alcanza el mayor índice. Además de esta área, también superan la media mundial *Agricultural*, *Chemical*, *Earth*, *Mathematics*, *Environmental*, *Physics*, *Immunology* y *Chemistry*, mientras que *Materials*, se ubica justo en la media. *Medicine*, a pesar de alcanzar un ranking mejor en citas que el que alcanza Argentina, cuando se relativizan las citas que es capaz de atraer en relación al mundo, se queda lejos de alcanzar la media mundial.

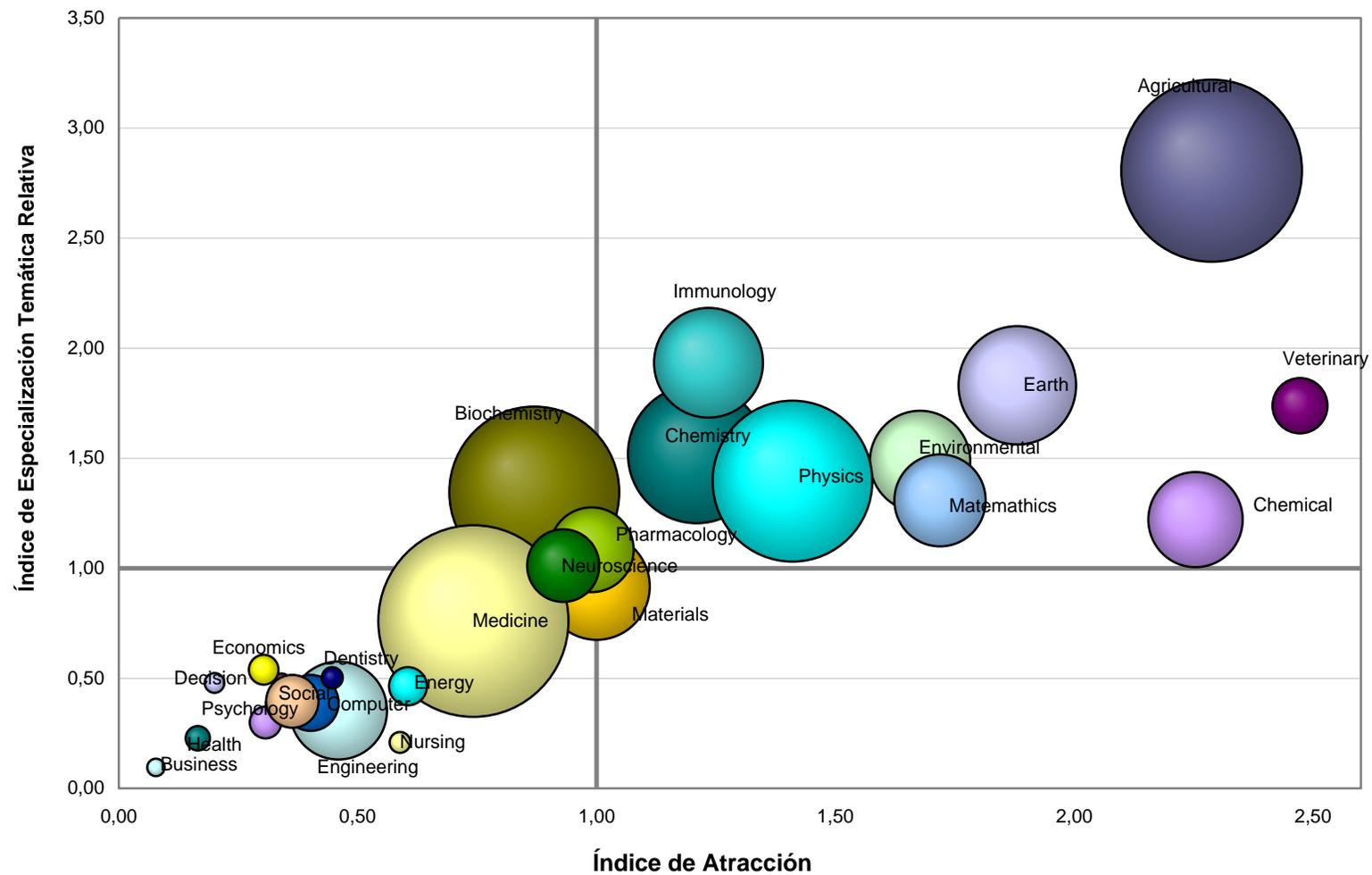
Figura 9.11. Índice de Atracción



En la figura 9.12 se recoge la distribución de cada una de las áreas temáticas en un plano definido por el impacto relativo en el eje x y la especialización relativa en el eje y. Las áreas de excelencia son: *Agricultural*, *Veterinary*, *Chemical*, *Earth*, *Environmental*, *Mathematics*, *Physics*, *Immunology* y *Chemistry*, de las cuales solo cuatro (*Veterinary*, *Chemical*, *Environmental* y *Mathematics*), superan además la media mundial de citas por documento.

En el cuadrante inferior derecho encontramos *Materials*, que se ubica justo en la media de especialización relativa, pero no alcanza la media mundial en impacto. En el cuadrante superior izquierdo se ubican *Biochemistry*, *Neurosciences* y *Pharmacology*. Finalmente en el cuadrante inferior izquierdo están: *Medicine*, *Energy*, *Computer* y todas las áreas de ciencias sociales.

Figura 9.12. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2007



En las figuras 9.13 y 9.14 (Anexo resultados) se presentan las áreas de excelencia por series cronológicas. *Agricultural* se consolida como área de excelencia, en el segundo periodo gana terreno en ambas variables aunque es mayor su crecimiento en esfuerzo relativo. *Veterinary* apenas crece en esfuerzo relativo, sin embargo tiene un importante aumento en impacto. También presentan importantes incrementos *Immunology*, *Earth* y *Environmental* esta última sólo en el apartado de especialización.

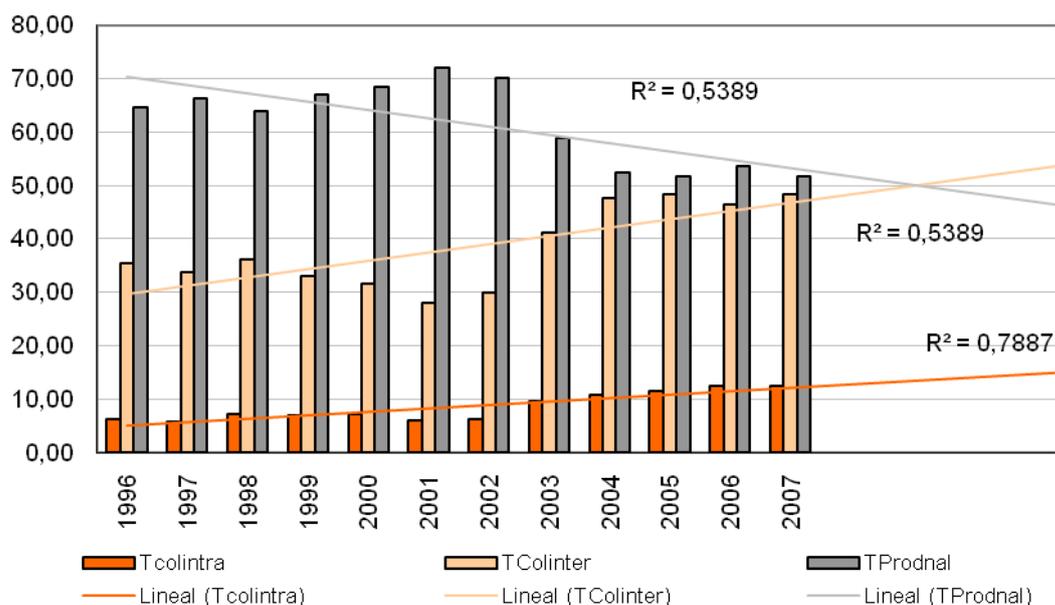
Por el contrario *Chemical* que en el primer periodo fue el área con mayor índice de impacto relativo, en el segundo periodo se ubica en el cuarto puesto. También pierden peso en impacto aunque en menor medida *Chemistry*, *Physics* y *Materials*.

### 9.4. Colaboración Internacional

De los 64.380 documentos de Argentina, el 39% están firmados en colaboración internacional, mientras que a nivel regional esta tasa se queda en 8%. Bien es cierto que de los tres grandes productores de la región es el país que tiene el índice más alto de colaboración intrarregional, a la vez que es el país donde este tipo de colaboración ha tenido el mayor incremento.

El análisis evolutivo de los diferentes tipos de colaboración deja ver como la colaboración internacional y la intrarregional han tenido crecimientos lineales, aunque con una marcada superioridad de la colaboración intrarregional en los ritmos de crecimiento (figura 9.15). Este tipo de colaboración se duplicó a lo largo del periodo pasando del 6% en 1996 al 12% en 2007, mientras que la tasa de colaboración internacional creció un 36%, con crecimientos negativos entre 1999 y 2001 y en 2006.

Figura 9.15. Patrones de colaboración

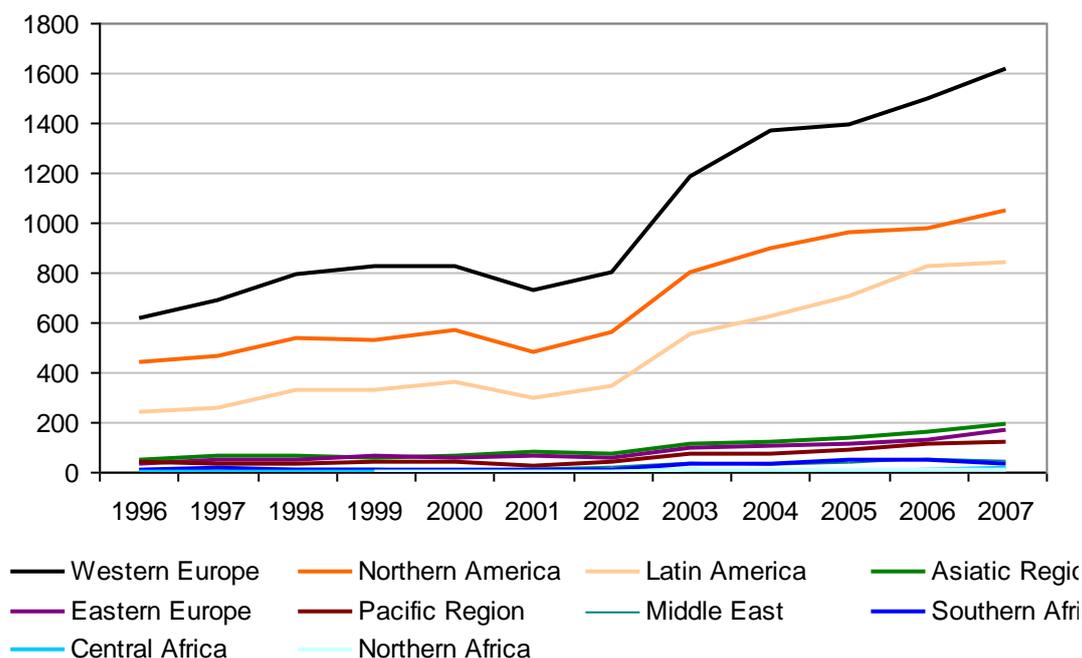


La producción que firman sólo autores nacionales decrece a lo largo del periodo un 19%, así mientras que en Argentina se generaba en 1996 el 35% de su producción en colaboración con otro país en 2007 hablamos de una tasa de 48%, por lo que cada vez los investigadores de este país depende más de la colaboración internacional para publicar sus trabajos.

El análisis detallado de los datos de colaboración en función de las diez grandes áreas territoriales deja ver como Europa Occidental es la región con la que genera el mayor número de trabajos, en total el 48% de las copublicaciones están firmadas con al menos un país de esta región, a la vez que gana terreno a lo largo del periodo (figura 9.16). En segundo lugar y a 16 puntos porcentuales está Norte América y en tercer lugar América Latina que participa en el 22% del total de colaboraciones. Las otras siete regiones, solo participan en el 14% de las copublicaciones<sup>81</sup>.

<sup>81</sup> Ver tablas 9.7 y 9.8 Anexo resultados

Figura 9.16. Distribución de las colaboraciones según región geográfica



Argentina es el único país de los seis analizados donde las colaboraciones con Norte América han aumentado en términos porcentuales con una tasa de variación para el periodo de 1.2%. A pesar de ello ha sido un crecimiento bastante escaso comparado con que el que se ha dado con Europa Occidental, crecimiento que alcanzó el 13%, una región que para 2007 participaba en el 49% de las copublicaciones argentinas.

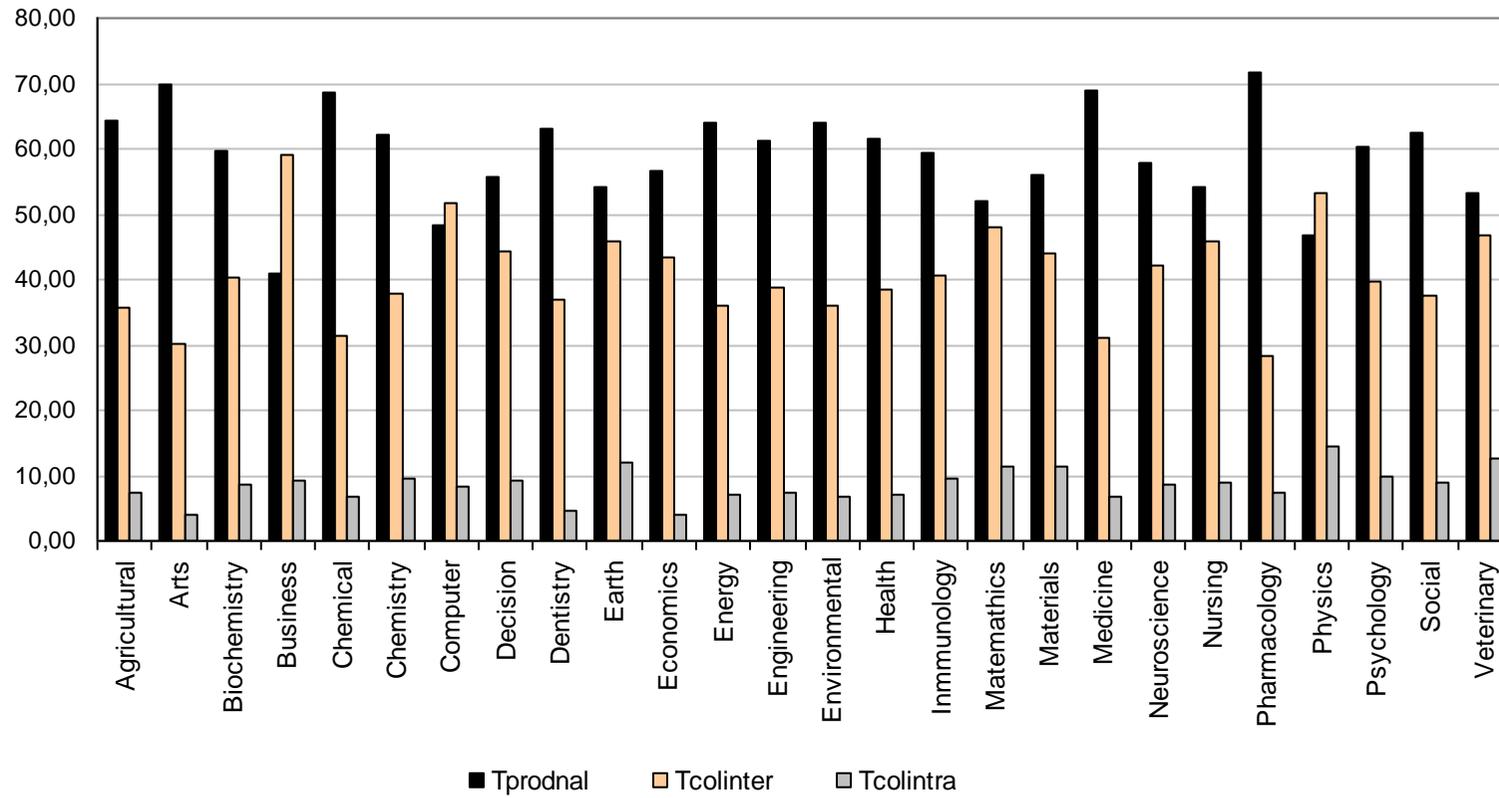
Las colaboraciones con LAC han tenido un importante incremento tanto en términos absolutos como relativos, pasando del 17% al 25% durante el periodo. Con el Norte de África solo se firman 40 documentos a lo largo del periodo y 50 con África Central, además son unas colaboraciones esporádicas y fluctuantes con lo que no parece que existan marcos de cooperación establecidos sino que se deben más a colaboraciones puntuales. Con Sudáfrica sin embargo, se nota un crecimiento constante tanto en términos absolutos como relativos, la tasa de variación para el periodo sobre datos porcentuales con esta región fue de 209%. El aumento en el número total de copublicaciones entre Argentina-Europa y Argentina-Asia también alcanzó un importante incremento.



Brasil el principal socio de la región, también se tuvo un importante aumento en términos tanto absolutos como porcentuales.

En la figura 9.18 se pueden ver los tipos de colaboración en cada una de las áreas temáticas para el periodo completo. *Business* es el área con la mayor tasa de colaboración, alrededor del 59% del total de su producción está firmada por al menos dos países. Como señalamos antes, Argentina es el único país donde un campo que pertenece a las ciencias de sociales caracterizada por bajos niveles de colaboración se ubica en esta posición. En segundo lugar está *Physics* con 53% de su producción en colaboración internacional y en tercer lugar *Computer* con 51% un área que tampoco destaca en el resto de países. En el otro extremo encontramos *Pharmacology*, el área con la menor tasa de colaboración internacional, seguida por *Arts y Medicine*. A nivel regional se asemeja más al modelo del resto de países, siendo *Physics* el área con la mayor tasa de colaboración intrarregional, tal como ocurre en México y Colombia. También destacan otras áreas como: *Veterinary, Earth, Materials o Mathematics* con tasas superiores al 10%.

Figura 9.18. Patrones de colaboración por áreas temáticas



### 9.5. Producción científica de las Instituciones de Educación Superior más productivas

Según datos del SIR, Argentina tenía un total de 49 instituciones de educación superior que contaban con al menos un documento publicado en 2008. De ellas sólo quince logran superar el umbral de los 400 documentos en los seis años que comprende el informe. Este sector, como vimos en el apartado de indicadores socioeconómicos, concentra el 44% de los recursos humanos del sistema y ejecuta el 25% del gasto en I+D. Según datos de Miguel (Miguel, 2008) el sector universitario aportaba el 74% de las publicaciones entre 1990-2005 sobre datos de Wos. En Scopus estas quince instituciones concentran el 70% de la producción de 2003 al 2008. A diferencia del resto del grupo de países de mayor producción regional, Argentina tiene como principal productor el CONICET un organismo que tal como se mencionó anteriormente además de su función de promoción, ejecuta cerca del 13% de la gasto en I+D sobre datos de 2007, con lo que se convierte en una institución central del sistema científico nacional.

En la tabla 9.10 están recogidos los datos de producción y calidad de las quince universidades con mayor producción del país, todas ellas pertenecientes al sector público. El primer puesto lo ocupa la Universidad de Buenos Aires (UBA). En esta sola entidad se genera el 24% del total de documentos, un organismo que data de 1821 y que también es la mayor en cuanto a número de alumnos, docentes y presupuesto. A nivel de Iberoamérica se ubica en el puesto once mientras que en LAC alcanza la sexta posición. En segundo lugar y con la mitad de producción que la anterior ocupando el puesto 30 en Iberoamérica y el 12 en LAC está la Universidad Nacional de la Plata (UNLP) con cerca del 12% de la producción total. En tercer lugar la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) que cae al puesto 61 y 26 respectivamente con 7% de la producción. Del cuarto al séptimo puesto cada una con cerca del 3% del total están: la Universidad Nacional del Rosario (UNR), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Universidad Nacional del Sur (UNS) y Universidad del Litoral (UNL). La Universidad Nacional de Tucumán (UNT) y la

Universidad Nacional de San Luis (UNSL) son la octava y novena institución con mayor producción con 2% y en la última posición dentro del grupo de los Top 10 a nivel nacional se ubica la Universidad Nacional de Comahue (UNCOMA).

**Tabla 9.10. Instituciones de Educación Superior con mayor producción (>400 documentos)**

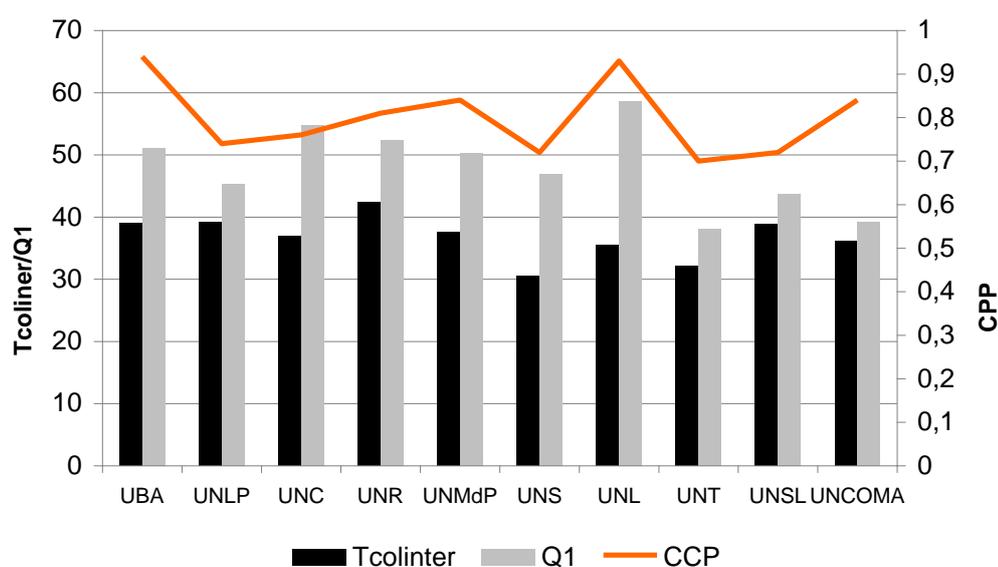
IBE	LAC	Institución	Ndoc	Tcolinter	CCP	Q1
11	6	Universidad de Buenos Aires	9.741	39,13	0,94	51,06
30	12	Universidad Nacional de La Plata	4854	39,27	0,74	45,24
61	26	Universidad Nacional de Córdoba	2803	37	0,76	54,76
90	39	Universidad Nacional de Rosario	1549	42,48	0,81	52,29
92	41	Universidad Nacional de Mar del Plata	1501	37,57	0,84	50,3
94	43	Universidad Nacional del Sur	1488	30,58	0,72	46,84
106	54	Universidad Nacional del Litoral	1288	35,56	0,93	58,62
125	70	Universidad Nacional de Tucuman	910	32,2	0,7	38,13
129	73	Universidad Nacional de San Luis	814	38,94	0,72	43,74
140	81	Universidad Nacional del Comahue	665	36,09	0,84	39,25
145	85	Universidad Nacional de Rio Cuarto	613	30,83	0,79	45,68
147	87	Instituto Balseiro	608	55,43	1,03	66,45
153	91	Universidad Nacional de Cuyo	537	32,96	0,87	40,97
155	93	Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires	534	33,15	0,7	37,64
166	102	Universidad Nacional de San Martín	490	36,53	1,06	58,37

Del grupo de las Top 10 ninguna supera la media mundial de calidad científica (figura 9.19), aunque en promedio alcanzan mejores valores que el resto de países excepto en el caso chileno que es el país mejor posicionado. La UBA es la que logra mejores datos (0.94) a la vez que logra ubicar más del 50% de sus trabajos en revistas del primer cuartil. La UNL se queda muy cerca de la UBA en Calidad Científica Promedio (0.93) y la supera en siete puntos porcentuales en el total de documentos que logra publicar en revistas Q1. La UNT es la que presenta peores datos en ambos apartados con una puntuación de 0.70 lo que significa que es citada el 30% menos que la media mundial y sólo 38% de los trabajos son publicados en revistas del primer cuartil.

Argentina junto con Chile son los únicos países en los que encontramos dentro de las universidades más productivas (> 400 documentos) alguna que supere

la media mundial en calidad. El Instituto Balseiro un organismo mixto creado en 1955 por convenio entre la CNEA y la Universidad Nacional del Cuyo y con una clara orientación hacia las áreas de Física Nuclear e Ingeniería Atómica, logra los valores más altos combinando la tasa de colaboración internacional, la calidad y porcentaje de publicaciones en el Q1. En el caso chileno (tal como veremos en el capítulo 10), la única institución que logra superar la media mundial de calidad también es una institución especializada en ingenierías, ciencias exactas y tecnología, con lo que podría ser que aquellas instituciones con un carácter más especializado en ciertas áreas pueden alcanzar mayor calidad que las que tienen un carácter más enciclopédico. No obstante, la Universidad Nacional de San Martín, a pesar de ser menos especializada alcanza una calidad científica superior a la media mundial. Es además una institución muy reciente que empezó a funcionar en 1995, con lo que en muy poco tiempo ha logrado posicionarse no sólo como una de las principales productoras del país, sino que además logra destacar dentro de las de mayor calidad. Esto lo ha logrado básicamente con la producción del Instituto Sábató, un centro mixto entre la universidad y la vecina Comisión Nacional de Energía Atómica.

Figura 9.19. Indicadores de calidad de las top diez universidades con mayor producción



### Conclusiones

- Sistema aún débil, poco articulado y fuertemente condicionado por el contexto socioeconómico y los vaivenes políticos.
- Escasa inversión y prioridad de la ciencia y la tecnología en la agenda política, no obstante se observa un notable cambio de tendencia en los últimos años.
- Alta dependencia del sector público tanto en la procedencia de los fondos como en la ejecución.
- Alta dotación de recursos humanos en relación a la población económicamente activa respecto a sus vecinos del sur, no obstante, sigue siendo escasa comparada con otras economías. La consecuencia es un gasto por investigador muy bajo.
- Fuerte aumento de la producción total, no obstante, en términos relativos pierde cuota de participación a nivel regional y a nivel mundial a penas sufre modificaciones.
- Las fortalezas temáticas se encuentran en: *Agricultural, Chemical, Chemistry, Earth, Environmental, Immunology, Mathematics, Physics y Veterinary.*
- Después de Brasil, Argentina es el país con el menor porcentaje de publicaciones con colaboración internacional
- Regionalización y concentración institucional de las actividades de ciencia y tecnología.
- Las universidades argentinas son las que obtienen mejores promedios de calidad científica después de las chilenas.

# CAPÍTULO 10

---



# CHILE



## **CAPÍTULO 10. CHILE**

### **10.1. Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación**

**E**l gobierno nacional es la instancia encargada de la formulación e implementación de la política científica nacional. Como órganos centrales del diseño y ejecución de las políticas públicas están:

El Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, creado en 2005 como órgano asesor de la Presidencia de la República. Tiene como objeto proponer los lineamientos de una estrategia de innovación nacional. Sus integrantes provienen del más alto nivel de competencia en el mundo público, científico, académico y privado, que en última instancia define las políticas nacionales relativas a innovación, incluyendo la formación de recursos humanos especializados y el desarrollo, transferencia y difusión de tecnologías.

La Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) fue creada en 1967 como organismo asesor de la Presidencia en materia de desarrollo científico y dependiendo del Ministerio de Educación. Actualmente es el organismo público responsable de la formulación y administración de la política científica y tecnológica, de la financiación de proyectos y de la

articulación del sistema nacional de ciencia y tecnología. Asimismo tiene a su cargo la cooperación internacional en el área y la formación de capital humano. Dependiendo de este organismo se encuentran varios fondos o programas:

- El primero de ellos es el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT). Creado en 1981 y que actualmente es el principal fondo público de apoyo a la investigación científica y tecnológica básica en el país. Para ello incentiva la iniciativa individual y de grupos de investigadores financiando proyectos de investigación de excelencia en todas las áreas de conocimiento.
- En 1992 se crea el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF). Este fondo busca promover la vinculación entre instituciones de investigación, empresas y gobierno, con el objetivo de desarrollar proyectos de investigación aplicada, desarrollo precompetitivo y transferencia tecnológica, especialmente en aquellas áreas definidas como prioritarias para el país.
- El Programa Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación (FONDAP), fue creado en 1997 y tiene como objetivo el impulso de centros de investigación de excelencia en áreas del conocimiento con alto nivel de desarrollo y que cuenten con un número significativo de investigadores.

Si bien casi todos los ministerios tienen, en mayor o menor medida, participación e influencia en el sistema nacional de ciencia y tecnología, son los de Educación y Economía los que guardan un papel protagónico. Su participación en éste se encauza a través de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) y la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO), respectivamente. Esta última opera en el ámbito de la innovación empresarial y el emprendimiento. Dentro de sus dos fondos más relevantes están:



universidades públicas (16 estatales y 9 particulares de carácter público). Estas últimas pertenecen al Consejo de Rectores que es el organismo que reúne las universidades públicas y privadas de mayor tradición en el país creadas antes de 1981 o derivadas de estas. A partir de este año se hacen importantes cambios en el sistema educativo. Uno de ellos que las instituciones de educación superior creadas a partir de entonces debían autofinanciarse. Sólo las veinticinco instituciones que hacen parte de este Consejo tienen acceso a aportes fiscales directos. Las universidades privadas en cambio sólo obtienen financiación a través de fondos concursables, en los que también compiten las universidades públicas y en los que obtienen mayor financiación dado que parten de mejores condiciones para la competencia por dichos fondos (Capel, 2005).

En 2005, según reporta el gobierno, el sector privado ejecuta el 46% de la I+D, siendo uno de los países donde este sector alcanza una de las mayores tasas junto con Brasil y México<sup>83</sup>. En los últimos años, el país ha puesto en marcha un conjunto de iniciativas de alto nivel orientadas al desarrollo científico-tecnológico y la innovación que buscan reunir las mejores capacidades para generar un alto impacto en áreas claves para el país, tales como los Consorcios Tecnológicos, los Centros de Excelencia, los Anillos de Investigación, los Institutos Milenio y Núcleos Milenio, que se suman a la creación de los programas antes mencionados para promover las relaciones entre el sector productivo y las universidades y facilitar la transferencia de tecnología. No obstante, los datos han demostrado que esta relación aún es muy débil (Krauskopf, Krauskopf y Méndez, 2007), habrá que evaluar si las recientes medidas adoptadas refuerzan esta relación.

## **10.2. Insumos del sistema**

### **10.2.1. Inversión en I+D**

En la tabla 10.1 y figura 10.2, se recogen los datos sobre inversión en I+D entre 1995 y 2004 (último año para el que hay datos disponibles). A pesar de que

---

<sup>83</sup> Ver tabla 4.6 Anexos

Chile partía en 1995 con uno de los mejores datos de esfuerzo en la intensidad en I+D con 0.6% del PIB, su tendencia de crecimiento ha sido a la baja entre 1999 y 2001 al igual que el GIDE. A partir de este año se observa una recuperación continua del GIDE con un incremento del 57% entre series, sin embargo, la intensidad del esfuerzo no ofrece signos claros de recuperación y solo ha crecido un 9% durante todo el periodo.

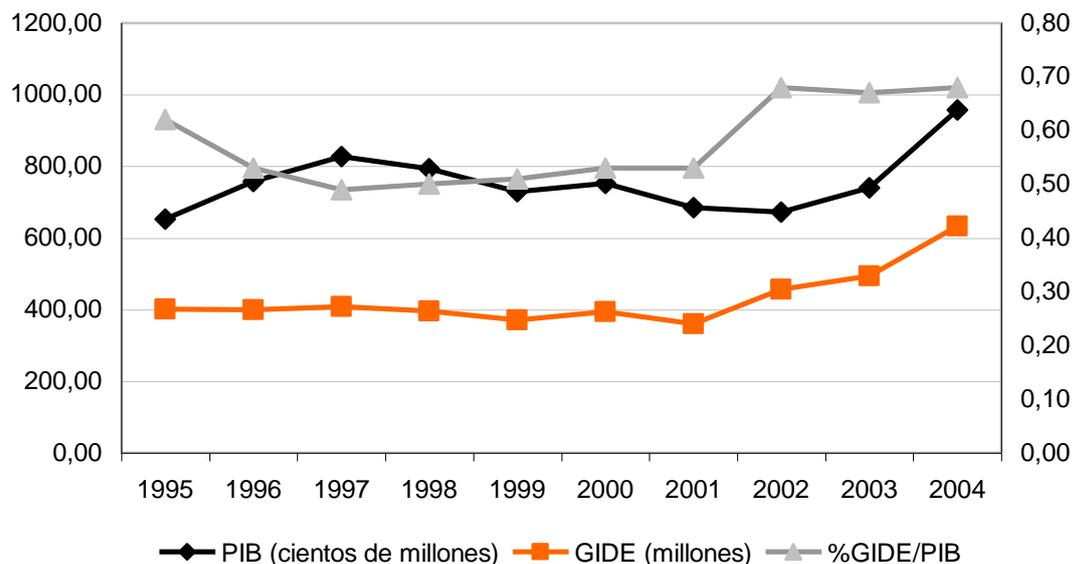
La mayor parte de estos fondos provienen del sector público, no obstante, los que provienen del sector privado han aumentado considerablemente y en 2004 se igualan los porcentajes del gasto en I+D con 45% en ambos sectores. En cuanto a la ejecución del gasto, el sector gobierno ha descendido fuertemente su peso en favor del sector privado que ha pasado de ejecutar el 26% en 1995 al 46% en 2004 y los OPSFL que pasan del 0.7% al 11% en el mismo periodo siendo el país donde este sector tiene mayor peso. El sector de educación superior tiene un crecimiento con muchos altibajos y para el periodo decrece un -22%<sup>84</sup>.

**Tabla 10.1. Producto Interior Bruto y Gasto en I+D (1995-2004)**

	PIB (cientos de millones)	GIDE (millones)	%Región	%GIDE/PIB
1995	652,16	401,08	4,18	0,62
1996	757,69	399,78	4,21	0,53
1997	828,16	407,50	3,85	0,49
1998	793,70	396,46	3,55	0,5
1999	729,58	370,51	3,79	0,51
2000	751,96	394,88	3,64	0,53
2001	685,29	360,08	3,43	0,53
2002	672,66	457,00	5,00	0,68
2003	739,86	494,10	5,19	0,67
2004	956,78	633,70	5,55	0,68

<sup>84</sup> Ver tablas 4.5 y 4.6 Anexo resultados

Figura 10.2. Distribución anual del PIB, gasto absoluto y en relación al PIB



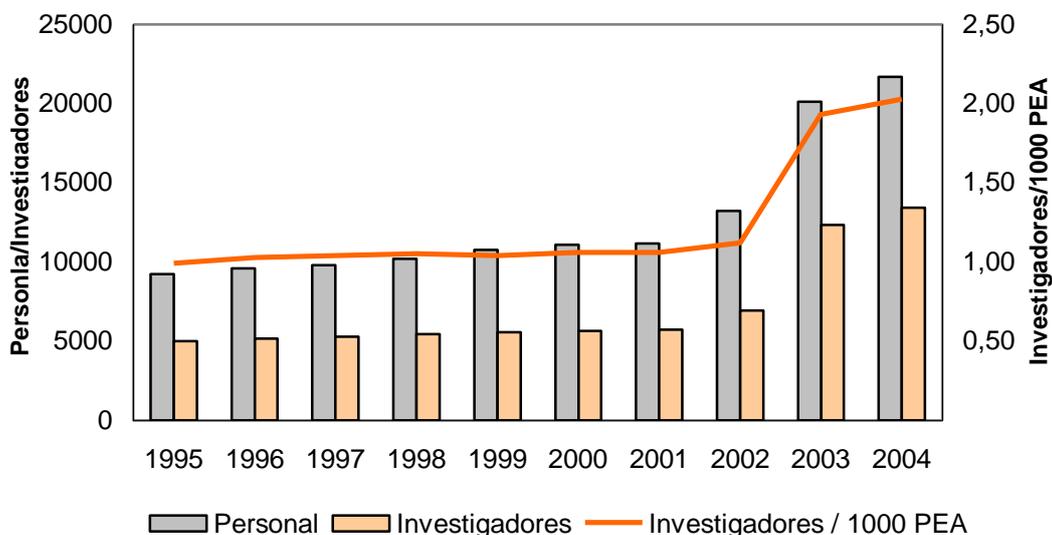
### 10.2.2. Recursos humanos

En 2004 Chile contaba con un total 21.689 personas vinculadas actividades de ciencia y tecnología de los cuales 13.426 eran investigadores EJC lo que supone que el 61% del personal son investigadores, una de las cifras más altas del grupo que en promedio se ubica en torno al 50%<sup>85</sup>.

El número de investigadores aumentó tres veces a lo largo del periodo pasando de 4.983 en 1995 a 13.426 en 2004. El personal creció más de dos veces y el número de investigadores en relación a la PEA se duplicó. Aunque tal como se puede ver en la figura 10.3, el aumento ha sido especialmente notorio a partir de 2002. Esta situación se debe a las variaciones en la medición del personal ya que hasta ese año no se había tenido en cuenta los recursos humanos provenientes del sector privado. Chile con 2 investigadores por cada mil de la PEA es el país con la mayor masa crítica junto con Argentina.

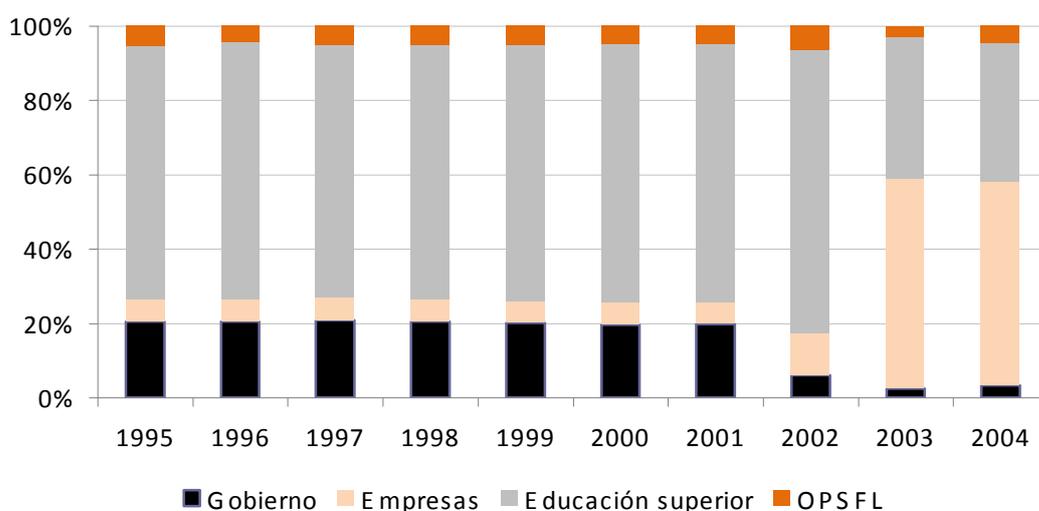
<sup>85</sup> Ver tabla 10.2 Anexo resultados

Figura 10.3. Distribución de los Recursos Humanos (1995-2004)



En 2004, el 54% de personal vinculado a actividades de ciencia y tecnología se ubica en el sector empresarial, una de las mayores tasas después de Brasil. En el caso chileno los datos sufren un importante cambio de tendencia a partir de 2003 debido a la incorporación en las mediciones del personal vinculado al sector privado tal como se comentó anteriormente (figura 10.4). Chile es el país donde los investigadores vinculados a los OPSFL tienen mayor peso (5%) en relación a la media regional (1,7%).

Figura 10.4. Distribución porcentual de los investigadores por sector

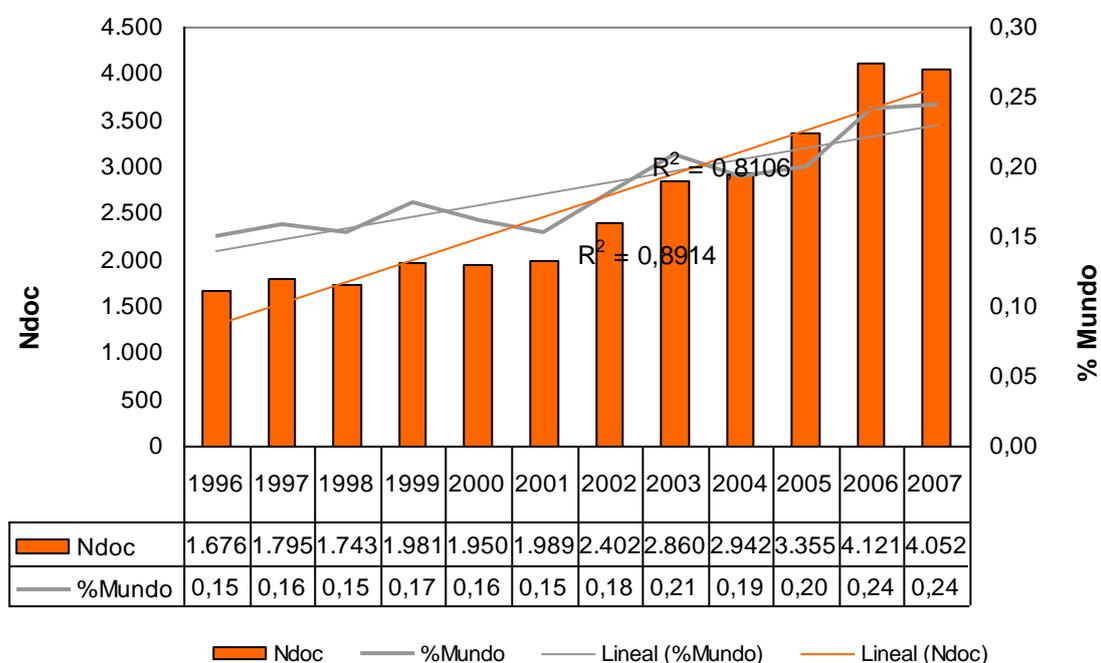


### 10.3. Producción científica

Chile es el cuarto productor de la región con alrededor del 7% de las publicaciones regionales, una participación que se ha mantenido sin apenas modificaciones a lo largo del periodo, con un promedio de crecimiento igual al que alcanza la región 8%. En términos absolutos, el país pasa de 1.676 documentos en 1996 a 4.052 en 2007, y aunque no logra crecer en términos relativos lo cierto es que logra aumentar 2.5 veces el número de publicaciones en los doce años de estudio (Figura 10.5).

A nivel mundial, se ubica en el puesto cuarenta y tres para el periodo completo. En este ranking tampoco logra remontar de forma notoria, logrando subir solo una posición entre series pasando del puesto 44 al 43. Su cuota de participación en la producción mundial logra aumentar entre series 62%, pasando del 0.15% en 1996 al 0.24% en 2007<sup>86</sup>.

**Figura 10.5. Distribución anual de la producción total y peso en la producción mundial 1996-2007**



<sup>86</sup> Ver tabla 10.3 Anexo resultados

### 10.3.1. Producción por áreas temáticas

Tal como ocurre en el resto de países, *Medicine* con 14% es el área donde se genera el mayor número de publicaciones, seguida por *Agricultural* (11%), *Earth* (10%), *Biochemistry* (9%) y *Physics* (9%). Por el contrario las áreas menos productivas son las de *Arts*, *Nursing* y *Dentistry*. *Nursing* fue la que experimentó el mayor incremento entre series sobre datos<sup>87</sup> porcentuales (91%), seguida por *Arts* (90%), *Psychology* (86%) y *Decision* (84%).

Al comparar las cuotas de participación de cada área en la producción nacional frente a las que alcanzan a nivel mundial, se observa una importante diferencia en *Earth* (figura 10.6). Esta área representa el 10% de la producción chilena, mientras que a nivel mundial se queda en 3%, lo que supone más de tres veces su peso en la producción nacional. Estos datos ya nos dan una primera aproximación sobre el peso específico de esta área en la producción científica del dominio chileno y tal como iremos viendo un área de patente especialización en el país. *Agricultural*, tal como ocurre en el resto de países, duplica el peso mundial. *Mathematics* también supera ampliamente su cuota en el país con 5% y ocupando el puesto 7 del ranking nacional frente al 2,7% que alcanza en el mundo (puesto 14). Aunque alcanza una menor posición en el ranking nacional que en el mundial, *Physics* tiene una mayor cuota en Chile (9%) frente al mundo (7%). Otras áreas como *Chemistry*, *Decision*, *Environmental* y *Veterinary* también superan la media mundial<sup>88</sup>.

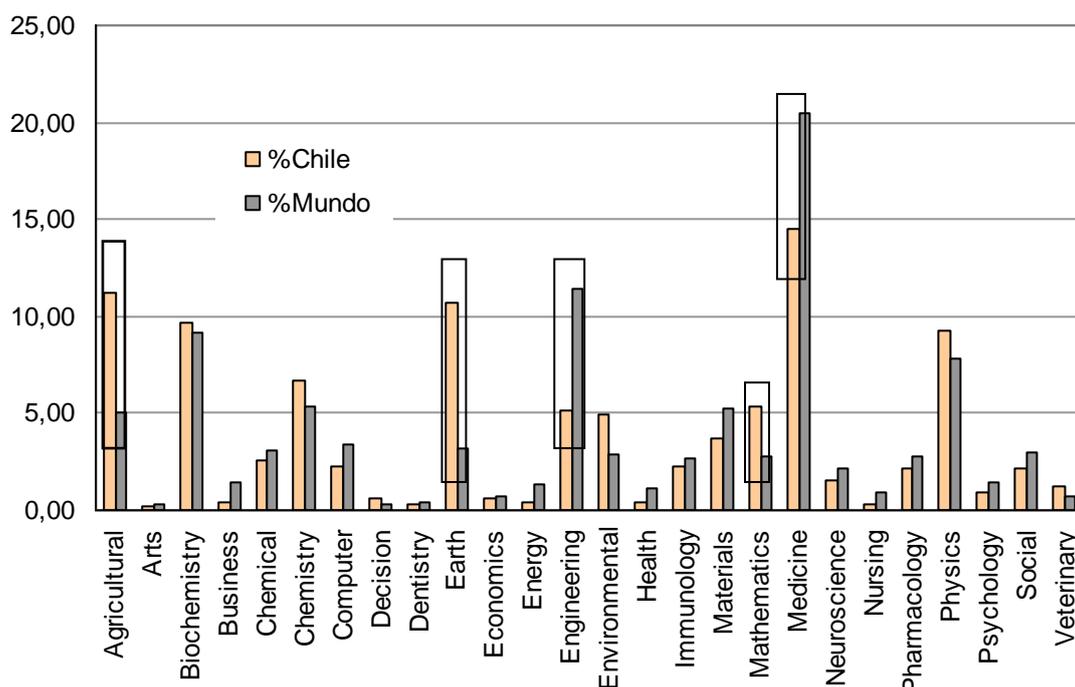
*Medicine* y *Engineering*, como en el resto de países, son áreas de muy escaso peso en el país frente al que alcanzan a nivel mundial. *Immunology*, a pesar de destacar en el resto de países analizados, en el caso chileno aporta menor proporción de documentos a nivel nacional que a nivel mundial. También se quedan por debajo de la media las áreas relacionadas con las ciencias la salud y las ciencias sociales.

---

<sup>87</sup> Ver tablas 10.4 y 10.5 Anexo resultados

<sup>88</sup> Ver tabla 10.6 Anexo resultados

Figura 10.6. Distribución porcentual de las áreas temáticas en Chile y el mundo

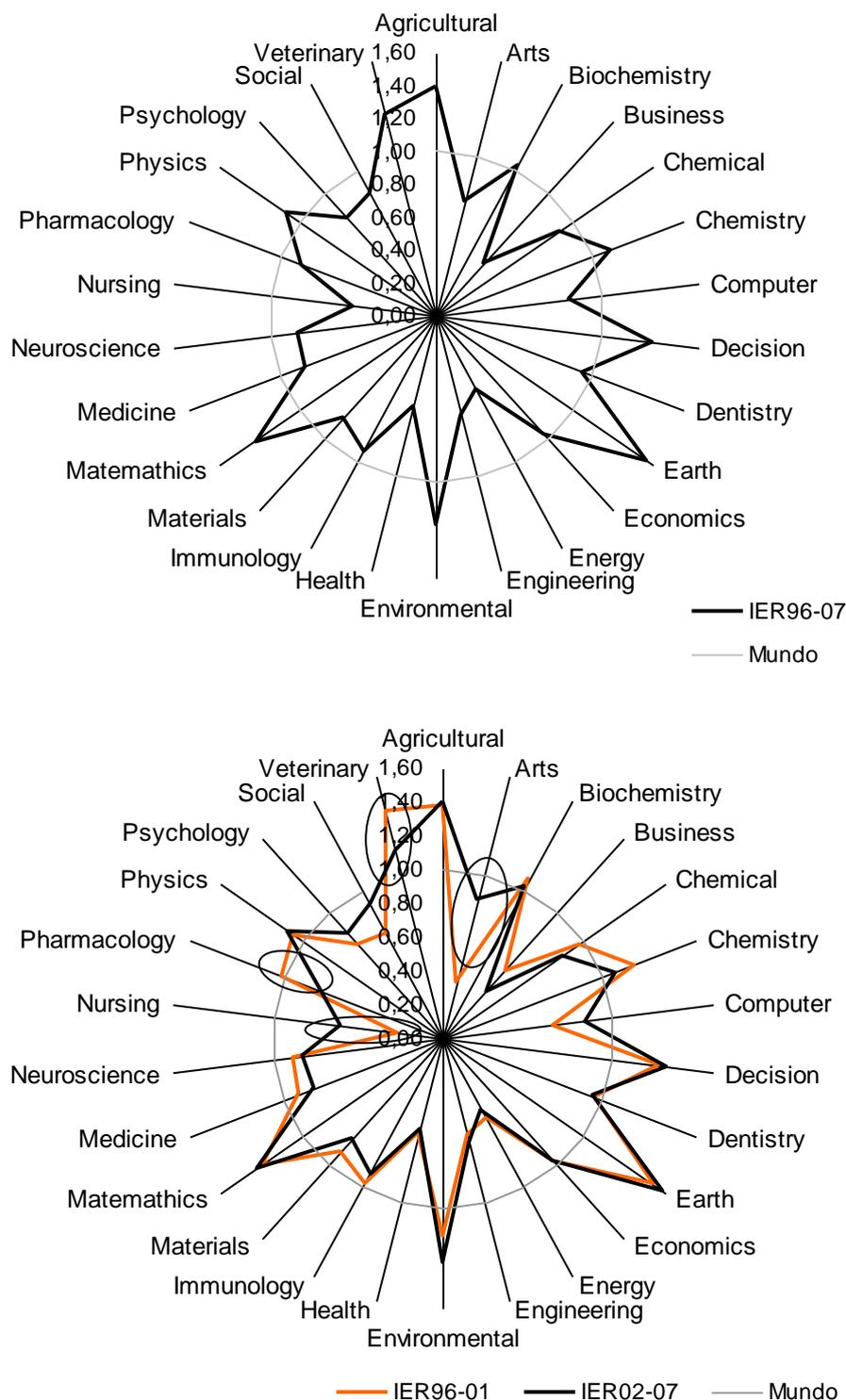


### 10.3.2. Índice de especialización temática relativa

*Earth* es la que alcanza el mayor grado de especialización, seguida de *Agricultural* y *Mathematics*. Tal como se observa en la figura 10.7 otras cinco áreas se ubican por encima de la media mundial: *Decision*, *Environmental*, *Veterinary*, *Chemistry* y *Physics*<sup>89</sup>. En el caso de *Biochemistry* se ubica justo en la media mundial. Chile es el país que tiene el menor número de áreas con esfuerzo relativo superior a la media mundial. Esta situación se debe a que el país ha concentrado los esfuerzos en un número más reducido de áreas lo que ha permitido alcanzar altos índices de especialización como es el caso de *Earth*. Además demuestra que probablemente es el país con menor dispersión de los recursos puesto que se destinan a disciplinas prioritarias para el país.

<sup>89</sup> Ver tabla 5.12 Anexo resultados

Figura 10.7 Índice de especialización temática relativa para periodo completo y por series cronológicas



Trece de las veintiséis áreas retroceden en el segundo sexenio en especialización, siendo *Business*, *Pharmacology* y *Veterinary* las que más

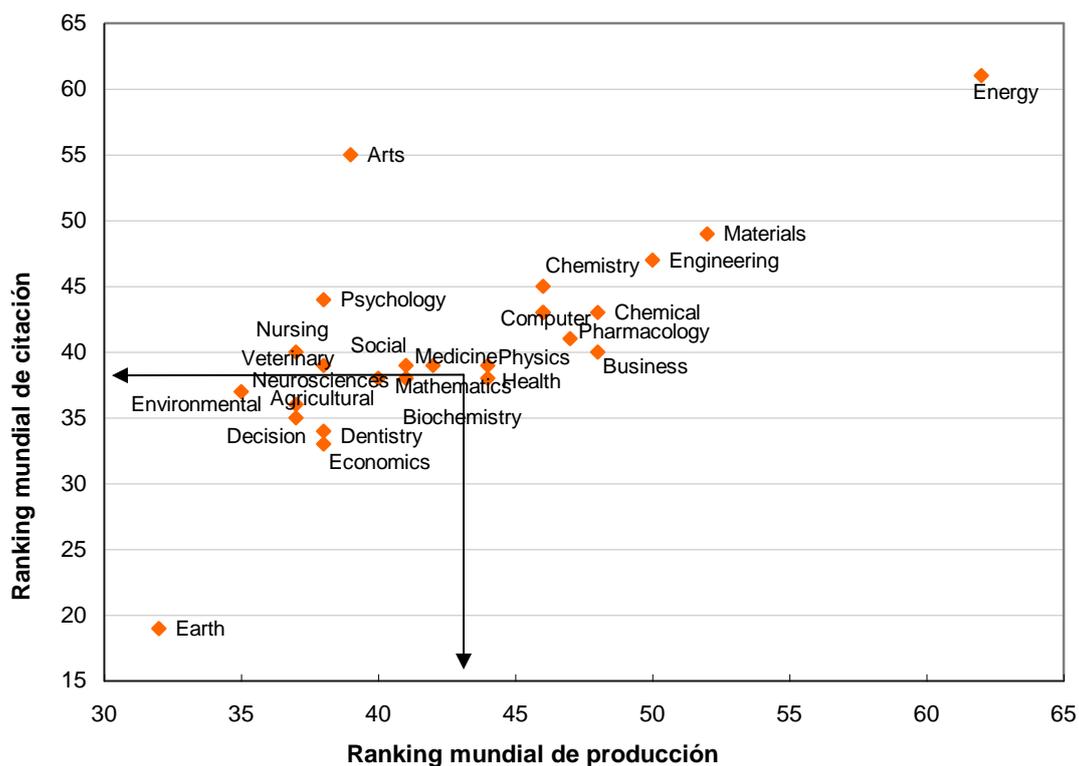
descienden. Por el contrario *Arts* y *Nursing* presentan un alto incremento entre series. *Earth* además de partir como la de mayor especialización relativa sigue ganando terreno en el según sexenio. También lo hacen otras áreas en el dominio chileno como: *Agricultural*, *Mathematics*, *Decision*, *Environmental* y *Physics*.

### 10.3.3. Visibilidad e Impacto

Este país ocupa el puesto 43 en el ranking de producción y 38 en el de citación. En la figura 10.8 se ubica cada área de acuerdo a su posición mundial tanto en producción como en citación. Como se puede ver, *Earth* se ubica en posiciones muy superiores a la media nacional además marcando una amplia diferencia con el resto de áreas, una tendencia que contrasta con el resto de países donde se observa una distribución más homogénea. También por debajo de la media nacional se ubican: *Biochemistry*, *Mathematics*, *Agricultural*, *Environmental* y *Decision*, que como vimos antes son áreas que también destacan como prioritarias en el país. *Economis*, *Dentistry* y *Neurosciences* se ubican en altos puestos del ranking mundial, sin embargo, no son áreas donde el país haga un importante esfuerzo relativo. Por el contrario, *Chemistry*, *Physics* y *Veterinary* a pesar de ser áreas de mayor prioridad no alcanzan la media nacional en ninguno de los dos rankings.

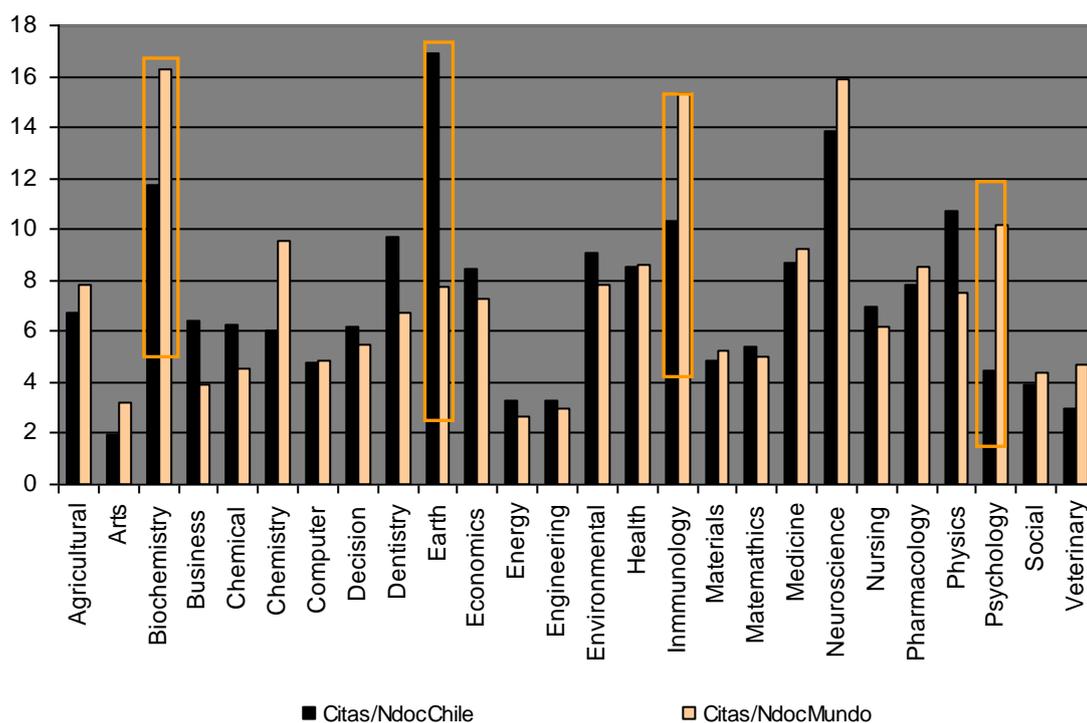
Chile, dentro de los seis grandes analizados, es el único que se ubica por encima de la media mundial en citas por documento. También es el país donde el mayor número de áreas obtienen un promedio mayor que la media mundial. En concreto doce áreas logran mejores promedios, una cifra muy superior a las cuatro de Colombia y Venezuela o las seis de México (figura 10.9). *Earth* de nuevo es la que mejor datos alcanza, con 16 citas por trabajo mientras que a nivel mundial se queda en 7. Otras áreas como *Physics*, *Business*, *Chemical*, *Dentistry* igualmente alcanzan valores bastante superiores a la media mundial.

Figura 10.8. Posición de las áreas en el ranking mundial de producción y de citación



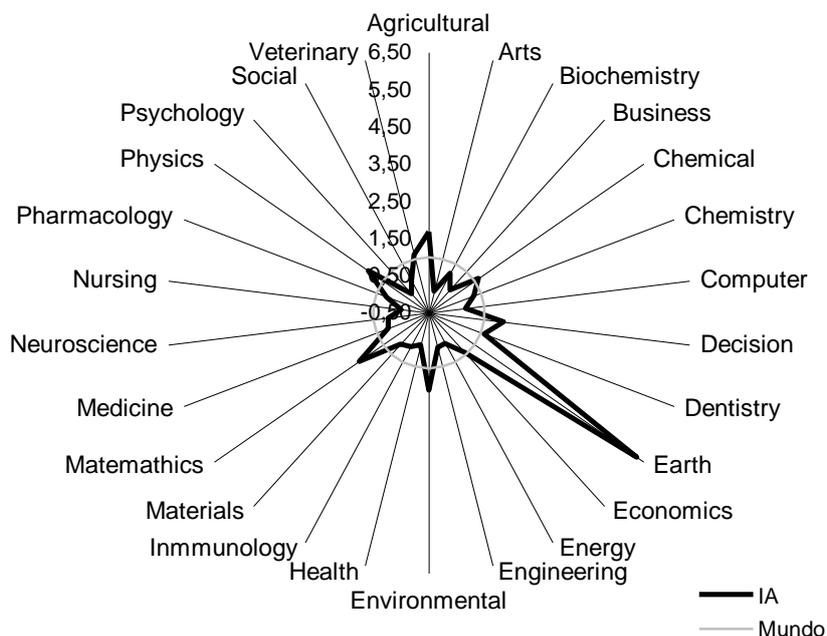
Por el contrario, en *Psychology* con cuatro citas de media por trabajo está muy por debajo de la media mundial que se queda en 10. *Immunology* alcanza a nivel nacional una media de 10 citas frente a las 15 que logra a nivel mundial o *Biochemistry* con medias de 11 y 16 respectivamente. También logran bajos índices de citación media *Chemistry*, *Veterinary* o *Neuroscience*.

Figura 10.9. Promedio de citas por documento para cada área en Chile y el mundo



*Earth* definitivamente se consolida como el área de mayor fortaleza para país. Tal como se puede apreciar en la figura 10.10 supera ampliamente al resto de áreas en cuanto a capacidad para atraer citas, con más de seis veces la media mundial (el valor más alto de todas las áreas en todos los países analizados). Además de *Earth*, en general las disciplinas en las que el país refleja una mayor actividad relativa coinciden con los que alcanzan mayor impacto relativo. De las nueve áreas de mayor especialización, *Biochemistry* y *Chemistry* se quedan por debajo de la media mundial. Otras áreas en cambio como *Dentistry* y *Chemical* destacan en cuanto a impacto no obstante no lo hacen como áreas prioritarias para el país.

Figura 10.10. Índice de Atracción



Tal como hemos venido observando a lo largo de este apartado, el área de *Earth* tiene un importante peso específico en la producción nacional en la que se concentra el 10% del total, frente al cuatro y tres por ciento que alcanza en LAC y el mundo respectivamente, una cuota de participación que refleja la alta prioridad de investigación en este campo. Esta situación también hay que decir que no es casual, sino que está estrechamente relacionada con las políticas científicas del país que han apostado por su fortalecimiento tanto en la formación de recursos humanos como en la creación de programas que fomenten y financien la investigación de excelencia. Dentro de ellos, está el Centro de Astrofísica que es uno de los centros de excelencia del Programa Fondo de Investigación Avanzado en Áreas Prioritarias (FONDAP) y cuyo principal objetivo es generar las condiciones para estimular la astrofísica nacional y que se ubique entre los líderes mundiales.

Un detalle importante a tener en cuenta es el hecho de que Chile tiene uno de las mejores condiciones para la observación astronómica. Por esta razón se han construido observatorios financiados y usufructuados por países centrales, especialmente de la Unión Europea. Este fenómeno acrecienta la colaboración

internacional con los científicos de más impacto en el mundo, y por tanto eleva muchísimo la calidad de la producción chilena en esta área temática.

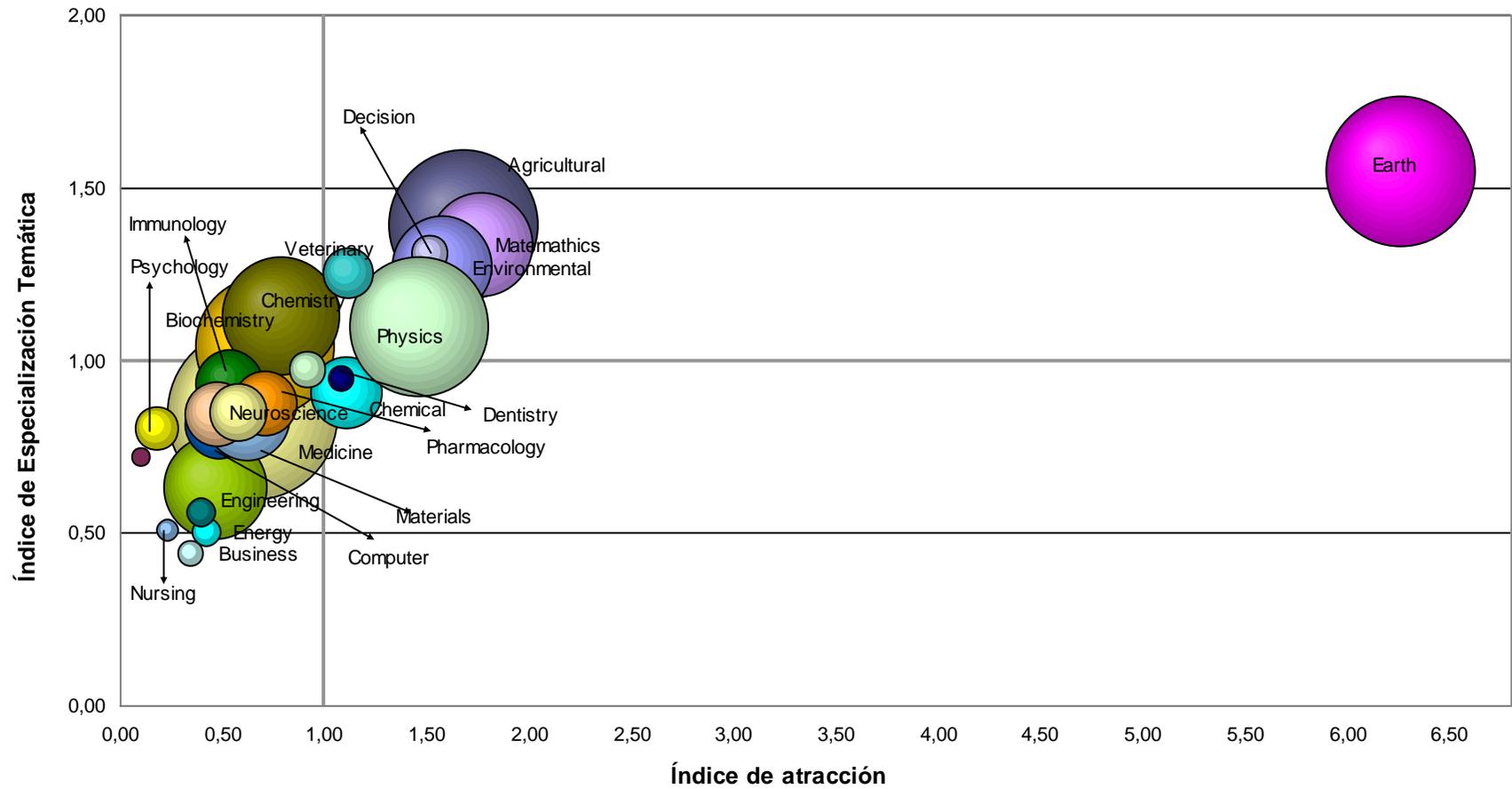
Además está el programa “ASTRONOMÍA”, del que ya habíamos hecho mención en apartados anteriores, encargado de gestionar los fondos concursables en el área. Otorga becas doctorales en el extranjero, promueve la contratación de personal altamente cualificado en instituciones nacionales y la financiación nacional y extranjera. Tal como se puede ver en la figura 10.11, los resultados de estas políticas han dado lugar a que esta área se convierta en la principal fortaleza del país y alcance una especialización e impacto relativo muy superiores al resto de áreas, una situación que no se da en el resto de países analizados.

Siguiendo el modelo regional también destacan como áreas de excelencia *Agricultural, Veterinary, Physics, Mathematics* y *Environmental*. También se ubica en el cuadrante superior derecho *Decision*, un área que no destaca a nivel regional pero que tal como hemos visto en este país se ubica en posiciones altas del ranking mundial tanto de producción como de citación a la vez que el promedio de citas por trabajo supera la media mundial.

Por el contrario, *Immunology* que se ubica como área de excelencia en los otros cinco países, en Chile no destaca ni en especialización ni en impacto. Tampoco lo hacen el resto de campos relacionados con las ciencias de la salud, las ingenierías, la computación o las ciencias sociales. Otras áreas como *Biochemistry* y *Chemistry* superan la media en especialización pero no la de impacto, mientras que en *Chemical* y *Dentistry* sucede lo contrario, alcanzan un impacto relativo superior a la media pero no destacan como áreas prioritarias.

La comparación entre series cronológicas de las áreas de excelencia (figuras 10.12 y 10.13 Anexo resultados) deja ver como *Earth* se sigue consolidando como área de mayor fortaleza, siendo en impacto en donde más terreno ha ganado en detrimento del resto. *Dentistry* también logra aumentar de forma considerable en el segundo periodo, por el contrario *Veterinary* aunque en el

Figura 10.11. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2007



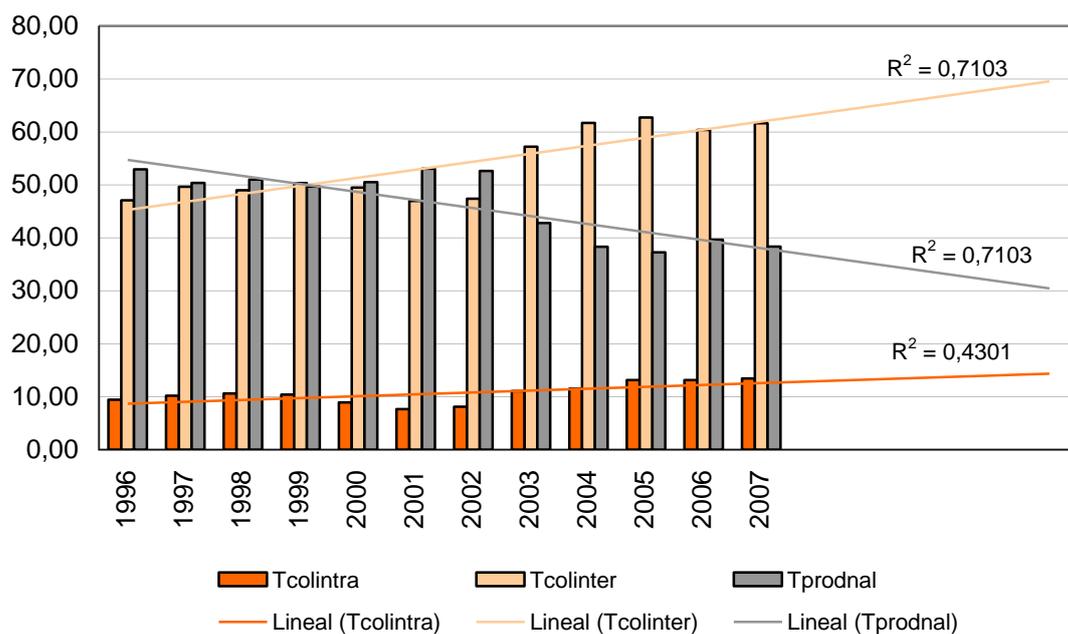
primer sexenio aparece como área de excelencia, en el segundo no destaca ni en especialización ni en impacto. En el segundo periodo solo seis áreas se ubican como las denominadas de “excelencia” y se confirma la apuesta de Chile por concentrar los esfuerzos en unas pocas áreas que además marcan una clara diferencia de calidad respecto al resto del grupo a la vez que *Earth* sin lugar a dudas se afirma como fortaleza de la ciencia nacional.

### 10.4. Colaboración Internacional

Chile publica el 55% de su producción en colaboración internacional, una cifra que baja hasta el 11% si se tienen en cuenta sólo las publicaciones que firma con otro país de LAC. No obstante, y tal como ocurre en el resto de países, el incremento ha sido mayor para esta última con una tasa de variación sobre datos porcentuales del 42% frente al 30% de la producción internacional.

Como ocurre en la mayoría de países la producción exclusivamente nacional decrece a lo largo del periodo (figura 10.14) una caída que en Chile llega hasta el 27%. La producción de carácter internacional ha pasado de representar el 47% del total de la producción nacional en 1995 al 61% en 2007, una cifra que sugiere una alta dependencia de asociación con grupos extranjeros para la generación de publicaciones. Está claro que la madurez de la ciencia nacional en disciplinas concretas permite que el país se convierta en socio atractivo y con credibilidad para desarrollar proyectos conjuntos. No obstante, nos surgen dudas sobre el alto incremento de este tipo de producción en los países de menor tamaño y la capacidad de generación de conocimiento propio que han logrado conseguir en los últimos años. Las cifras nos indican que estas tasas de colaboración internacional están muy por encima de las medias de países desarrollados. Esta situación sin lugar a dudas sólo se revertirá en la medida en que mejoren los insumos del sistema y que permitan trabajar sobre iniciativas nacionales tal como lo demuestra la tendencia de Brasil.

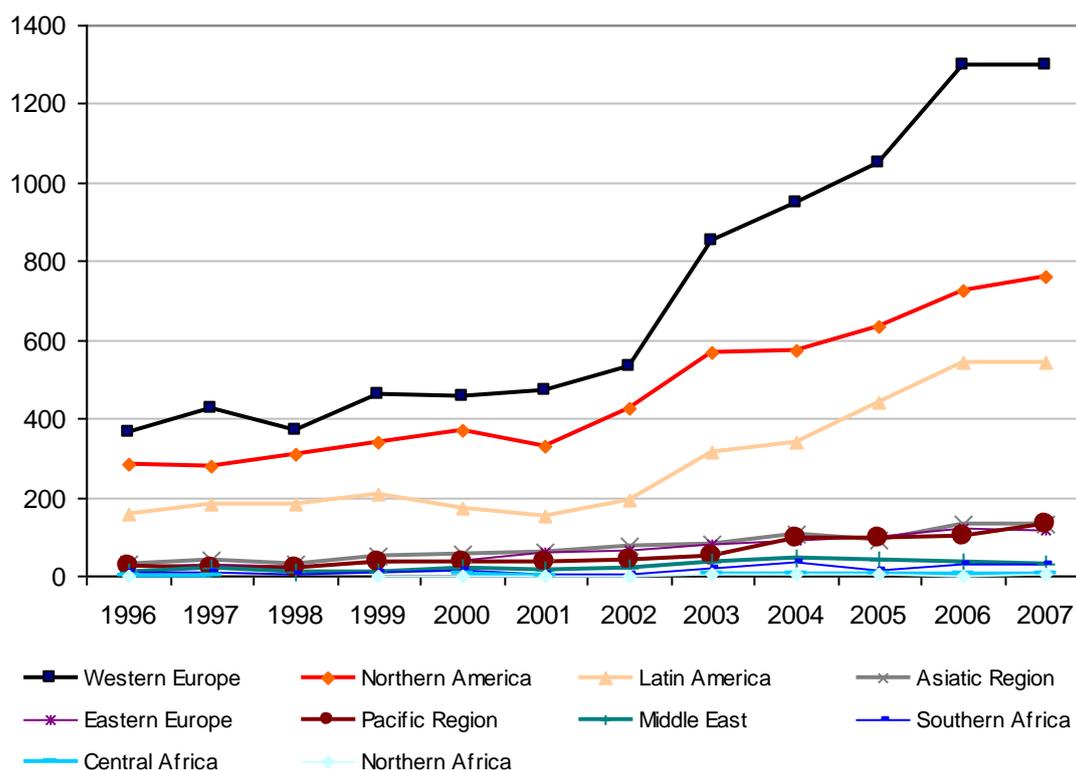
Figura 10.14. Patrones de colaboración



Por regiones, Europa Occidental es con la que más copublicaciones genera, una región que está presente en el 49% del total de copublicaciones internacionales (figura 10.15). Los documentos firmados con Norte América, representan uno de los índices más bajos, respecto al que logran estas relaciones en el resto de países, además estas relaciones descendieron un 15% en términos porcentuales mientras que con Europa Occidental aumentaron un 12%. LAC es la tercera región con la que más colabora (20%) una cooperación que se incrementa un 8%. La región del Pacífico es la que más incrementa su cuota de participación (54%), seguida por Europa del Este (36%) y Asia (30%)<sup>89</sup>.

<sup>89</sup> Ver tablas 10.7 y 10.8 Anexo resultados

Figura 10.15. Distribución del total de colaboraciones según región geográfica



A lo largo del periodo Chile colabora con un total de 141 países. Tal como ocurre en el resto del grupo, Estados Unidos es el primer socio el cual participa en el 29% de sus copublicaciones un peso que ha ido disminuyendo a lo largo del periodo en favor de otros países. Seguidamente se ubica el bloque de países de Europa Occidental, siendo España el principal socio del grupo además de uno de los países con el que más han aumentado las colaboraciones. Alemania y Francia se ubican como tercer y cuarto socio con un número de copublicaciones prácticamente igual y en quinto lugar Reino Unido un país que también ha perdido cuota de participación en las publicaciones de carácter internacional<sup>90</sup>.

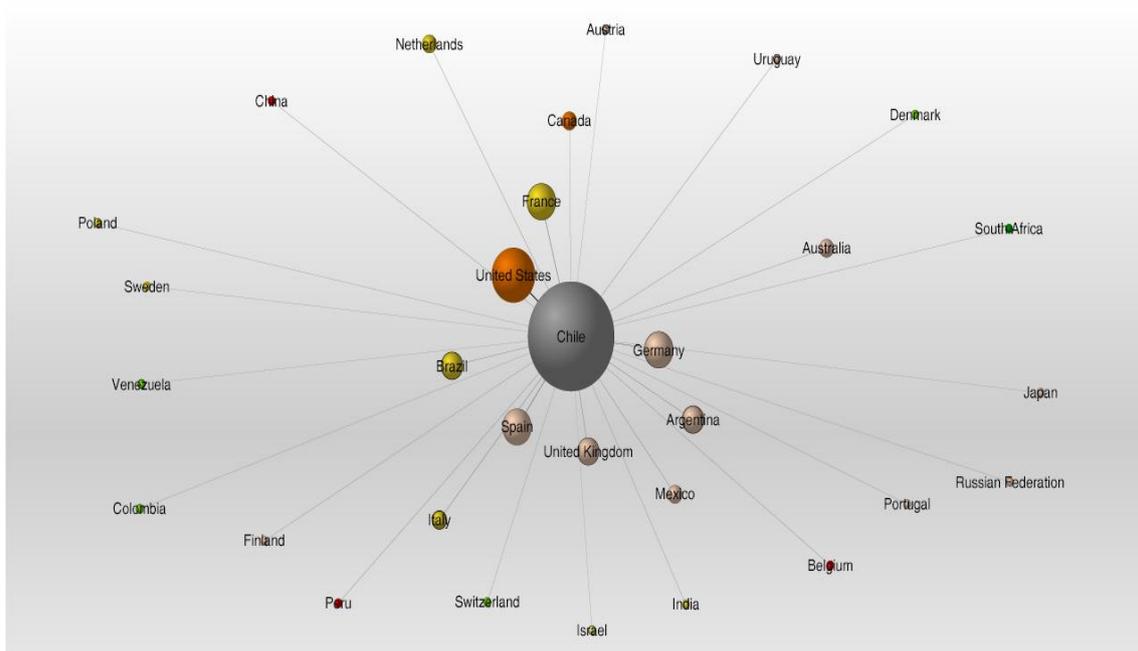
En sexto y séptimo lugar están los dos principales socios de la región: Brasil y Argentina. Luego vienen México, Colombia, Uruguay, Venezuela y Perú dentro los treinta mayores socios. Argentina y en mayor medida Venezuela perdieron cuota de participación. En cambio, Colombia es el país con el que más se han

<sup>90</sup> Ver tabla 10.9 Anexo resultados

incrementado las relaciones tanto en términos absolutos como porcentuales (Figura 10.16).

Japón, India y China son los países asiáticos que logran ubicarse dentro de los treinta primeros socios. Los tres aumentan su peso relativo aunque es India el que lo hace con mayor intensidad. Tal como mencionamos antes, las relaciones con el Pacífico se han visto fuertemente reforzadas en los últimos años. Esta cooperación está básicamente concentrada en Australia que participa en el 70% de las copublicaciones con esta región y además sigue aumentando de forma considerable la cooperación. Dentro Europa de Este es con Rusia y con Polonia con los países que Chile más colabora, Israel lo es de Medio Oriente y Sudáfrica del continente africano.

Figura 10.16. Mapa heliocéntrico de los treinta primeros socios



Por áreas temáticas, *Earth* es la que logra la mayor tasa de colaboración internacional, alrededor del 80% de la producción se firma con otro país (figura 10.17). Esta tendencia parece normal teniendo en cuenta que es un área que se caracteriza por tener altos índices de colaboración a nivel mundial. No obstante, el hecho de que sea el único país del grupo analizado donde coincide

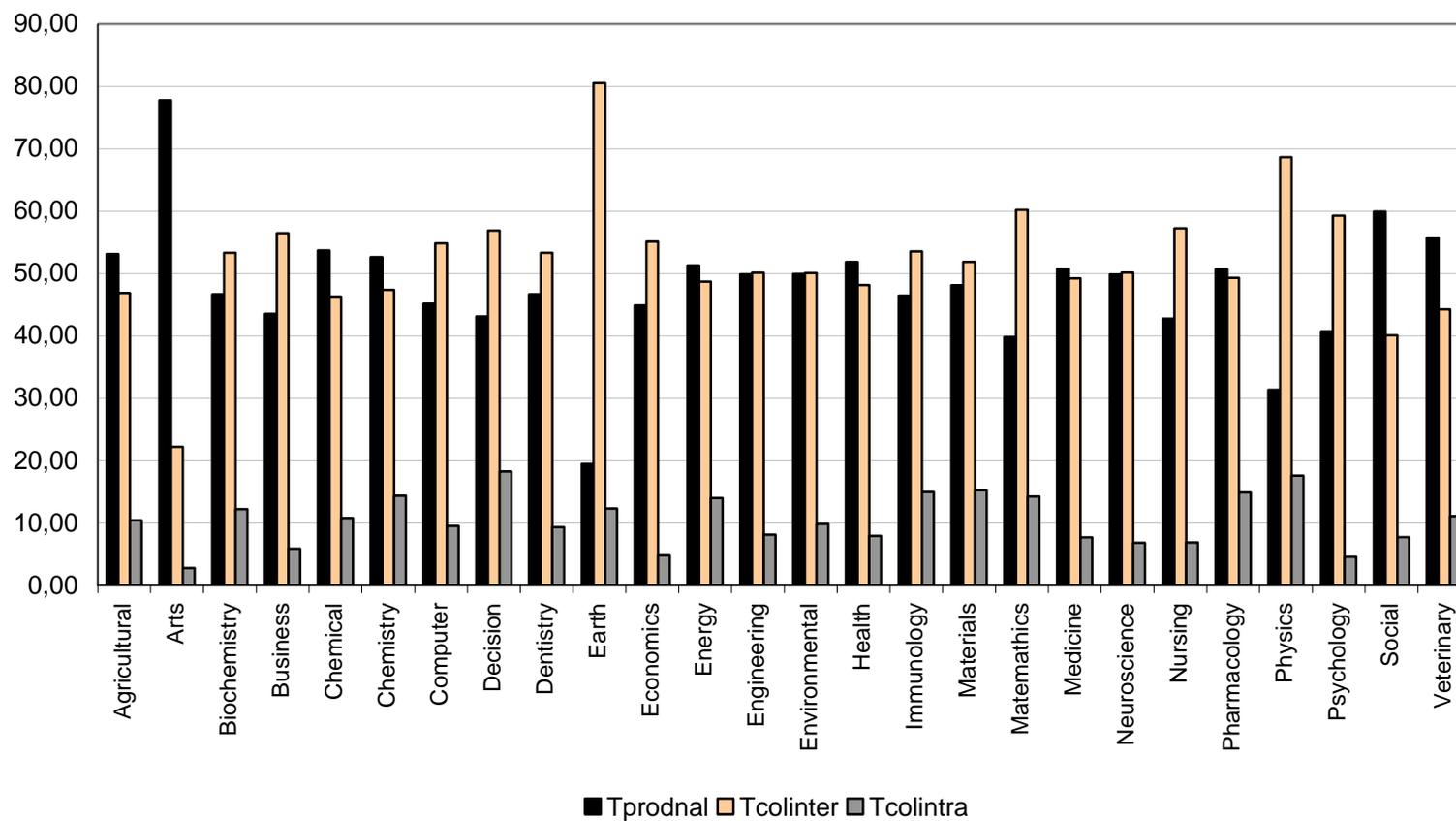
que es también la de mayor impacto y especialización con una diferencia muy marcada sobre el resto, nos indica que representa una fortaleza temática para el país por las razones antes mencionadas. Todo ello se suma a la credibilidad que ha alcanzado la comunidad científica nacional dentro de los grupos líderes extranjeros para desarrollar investigaciones conjuntas.

*Physics* es la segunda área con mayor índice de colaboración, seguida por *Mathematics*, áreas en las que también es alta la colaboración intrarregional. *Psychology* aunque tiene un alto índice de colaboración internacional presenta una de las menores tasas de colaboración intrarregional después de *Arts*. Por el contrario, *Decision* alcanza la mayor tasa de colaboración de este tipo además de otras áreas como *Materials*, *Immunology* ó *Pharmacology*<sup>91</sup>.

---

<sup>91</sup> Ver tablas 6-23 – 6.26 Anexo resultados

Figura 10.17 Patrones de colaboración por áreas temáticas



**10.5. Producción científica de las Instituciones de Educación Superior más productivas**

Sin separarse del modelo latinoamericano, el sector universitario es uno de los principales ejecutores de la I+D. En el caso chileno ascendía al 32% en 2004. La Universidad de Chile (UCHILE) fundada en 1848, la más antigua y de mayor tradición en el país, es la mayor productora representando cerca del 30% de la producción nacional. A nivel Iberoamericano logra ubicarse en el puesto dieciocho mientras que en el LAC se ubica en la novena posición. En segundo lugar y con una importante diferencia de publicaciones sobre la primera está la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), una universidad de carácter privado que representa cerca del 20% de la producción y queda en la posición 32 del ranking Iberoamericano. En tercer lugar se ubica la Universidad de Concepción (UdeC) también de carácter privado y que concentra el 12%. Dentro del grupo de las Top 10 con mayor producción, encontramos otras cuatro universidades privadas: Universidad Austral de Chile (UACH), Universidad Técnica Federico Santa María (USM), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) y Universidad Católica del Norte (UCN). Este es el país donde mayor número de instituciones de este tipo se ubican en los primeros puestos del ranking de producción. Dentro de las públicas que se ubican en el Top 10 además de UCHILE están: la Universidad de Santiago de Chile (USACH), Universidad de la Frontera (UFRO) y Universidad de Talca (Utalca).

En la tabla 10.10 están las universidades con mayor producción (>400 documentos), todas ellas forman parte del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas, que es el organismo que reúne las universidades públicas y privadas creadas antes de 1981, o que derivaran de ellas. A partir de ese año se hacen importantes cambios en el sistema educativo. Uno de ellos que las instituciones de educación superior creadas a partir de entonces debían autofinanciarse. Sólo las veinticinco instituciones que tienen parte de este Consejo tienen acceso a aportes fiscales directos además pueden competir por los fondos competitivos nacionales indirectos. Esto explica que un total de seis

universidades de las once que superan el umbral de los 400 documentos sean privadas.

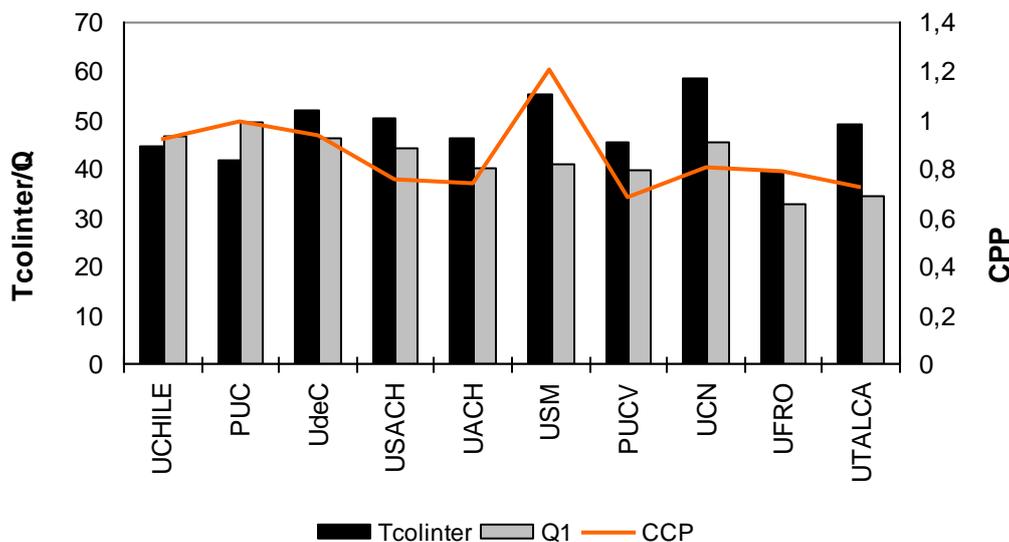
**Tabla 10.10. Instituciones de Educación Superior con mayor producción (>400 documentos)**

IBE	LAC	Institución	Ndoc	Tcolinter	CCP	Q1
18	9	Universidad de Chile	7.148	44,68	0,92	46,67
32	13	Pontificia Universidad Católica de Chile	4.746	41,89	0,99	49,64
56	24	Universidad de Concepción	3.000	51,87	0,93	46,4
104	52	Universidad de Santiago de Chile	1.294	50,54	0,75	44,28
108	55	Universidad Austral de Chile	1.204	46,18	0,74	40,12
126	71	Universidad Técnica Federico Santa María	907	55,35	1,2	40,79
137	80	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	686	45,34	0,68	39,65
144	84	Universidad Católica del Norte	613	58,4	0,8	45,35
156	94	Universidad de la Frontera	533	39,21	0,79	32,83
164	100	Universidad de Talca	496	48,99	0,72	34,48
175	109	Universidad de Valparaíso	441	42,63	0,77	36,74

Las Top 10 universidades chilenas son las que logran mejor promedio de calidad de los países analizados (figura 10.18). Es el único donde hay una institución, la USM que supera en un 20% la citación media mundial. Esta alta visibilidad respecto al resto puede deberse a que es una institución con un claro énfasis en campos como la ingeniería, ciencia y tecnología frente al resto de organismos que tienen un carácter enciclopedista.

Las tres mayores productoras son también las que logran mejores datos de calidad científica después de la USM, y dentro del grupo es PUC la que alcanza mejores datos tanto en calidad como en cantidad de porcentaje de trabajos que publica en revistas del primer cuartil.

Figura 10.18. Indicadores de calidad de las top diez instituciones con mayor producción



## Conclusiones

- Sistema incompleto y poco articulado
- Escasa inversión en I+D y poca intensidad del esfuerzo nacional
- Distribución de los fondos para I+D en áreas y sectores estratégicos para el país.
- Creciente aumento de los fondos privados en la financiación de la I+D, aunque ello aun no ha revertido de forma considerable en la intensidad del esfuerzo.
- A nivel regional cuenta con una de los mejores índices de investigadores por cada mil integrantes de la fuerza de trabajo empleada, no obstante, la comparativa a nivel internacional demuestra que el país aún está muy rezagado.
- Escaso incremento de su peso relativo en el total de producción científica tanto a nivel regional como mundial.
- *Earth and Planetary Sciences* es la fortaleza temática por excelencia, donde el país consigue una alta especialización y visibilidad internacional y es la de más calidad en toda LAC.
- También destacan como áreas de las denominadas de “excelencia”: *Agricultural, Mathematics, Environmental, Physics, Veterinary y Decision*.

- Alta tasa de producción científica en colaboración internacional.
- Regionalización y concentración institucional de las actividades de ciencia y tecnología.
- Clusters regionales y sectoriales competitivos a nivel internacional.
- Las universidades chilenas son las que logran en promedio la mejor calidad científica.



# CAPÍTULO 11

---



**V**ENEZUELA



## **CAPÍTULO 11. VENEZUELA**

### **11.1. Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación**

**A**l igual que el resto de países de mayor tamaño de la región, Venezuela empieza su proceso de institucionalización de la actividad científica a mediados del siglo XX. En 1955 se crea el Instituto Venezolano de Neurología e Investigaciones Cerebrales, una institución que con el regreso de la democracia al país y las nuevas políticas del gobierno se reestructura en 1959 y toma el nombre del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Actualmente es una de las principales instituciones del sistema en la ejecución de actividades de ciencia y tecnología.

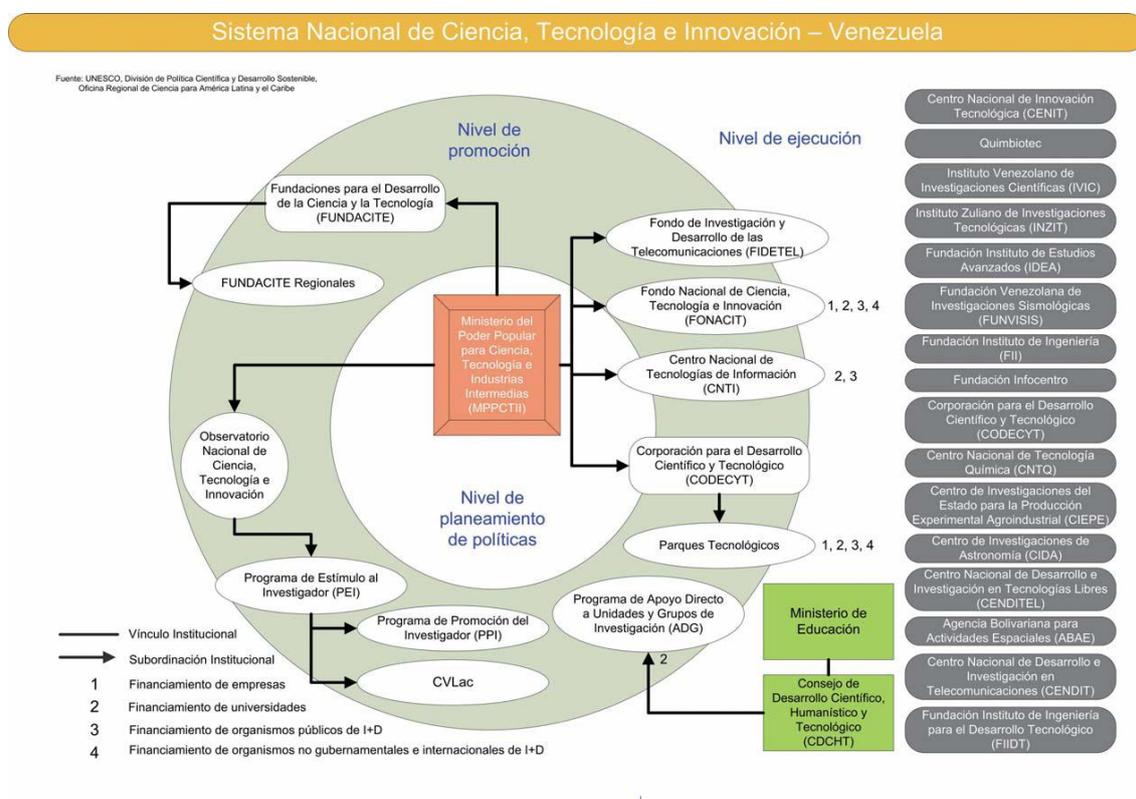
En 1967 se crea el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICIT). Este organismo asumió como funciones principales la promoción de la actividad científica y la formación de recursos humanos. Este perfil lo mantuvo

invariable a lo largo de su historia, a pesar de los diversos intentos por desarrollar políticas que ampliaran el impacto económico y social de esta actividad. A mediados de los noventa se intentó dar un cambio radical en la manera de entender la investigación, lo que significaba considerar por un lado la generación de nuevo conocimiento y sus posibilidades de aplicación práctica y por otro el papel que juega cada actor o agente social en este proceso. El CONICIT procuraba crear espacios para conectar la actividad científica y tecnológica, sin embargo, ha carecido de un instrumental metodológico adecuado para ello (Requena, 2005). En 1999 se crea el Ministerio de Ciencia y Tecnología, actualmente denominado Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias (MPPCTII), con el objeto de consolidar el sistema y de dar una estructura y funcionalidad más coherente. El ministerio es el organismo central en la coordinación y articulación de los diferentes agentes del sistema y en la formulación de las políticas científicas. Su principal reto es crear espacios institucionales que favorezcan el desarrollo tecnológico y de innovación e involucrar el sector productivo en estas actividades. Con la intención de convertir la ciencia, la tecnología y la innovación en motores del desarrollo económico y social del país se promulga la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (Locti) en 2001, a través de la cual se reestructura el CONICIT que pasa a ser el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Este fondo se adscribe actualmente al Ministerio y es el encargado de ejecutar y financiar los programas y proyectos definidos por el ministerio. En 2006 se reestructura de nuevo la Ley e introduce una importante modificación en lo referido a la financiación de la ciencia y la tecnología. La Ley establece que la financiación de estas actividades no sólo es responsabilidad del Estado, sino que debe ser compartida por otros actores, en particular las grandes empresas, las cuales deben aportar un porcentaje situado entre el 0.5% y el 2% de sus ingresos brutos en el desarrollo de proyectos de investigación, según el sector en el cual desempeña su actividad. Se incluyen tanto las empresas nacionales como las extranjeras domiciliadas en el país.

También forman parte del sistema las Fundaciones para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (FUNDACITE), que son organismos responsables de la promoción, apoyo, fortalecimiento, coordinación y gestión de estas actividades en las diferentes regiones del país.

Además del antes mencionado IVIC, la ejecución de las actividades de ciencia y tecnología es llevada a cabo por otros institutos especializados de carácter público, las universidades y en menor medida las empresas. (Figura 11.1)

**Figura 11.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación**



Fuente: UNESCO, 2010

## 11.2. Insumos del sistema

### 11.2.1. Inversión en I+D

Venezuela representa alrededor del 2.6% del GIDE regional, una aportación que ha ido perdiendo peso a lo largo del periodo pasando de casi un 5% en

1995 al 2% en 2005. A pesar de que el PIB aumentó un 17%, tanto el gasto bruto como la intensidad del esfuerzo en I+D descendieron 29% y 62% respectivamente (Tabla 11.1), siendo este el único país donde ambas variables experimentan un crecimiento negativo.

**Tabla 11.1. Producto Interior Bruto y Gasto en I+D (1995-2005)**

	<b>PIB (miles de millones)</b>	<b>GIDE (millones)</b>	<b>%Región</b>	<b>%GIDE/PIB</b>
1995	138,62	474,44	4,94	0,61
1996	138,34	316,32	3,33	0,45
1997	147,16	371,63	3,52	0,43
1998	147,59	354,98	3,18	0,39
1999	138,78	377,72	3,86	0,39
2000	143,9	440,42	4,06	0,38
2001	148,78	605,5	5,77	0,49
2002	135,6	371,41	4,06	0,4
2003	125,09	242,78	2,55	0,29
2004	147,96	278,84	2,44	0,25
2005	163,23	333,1	2,21	0,23

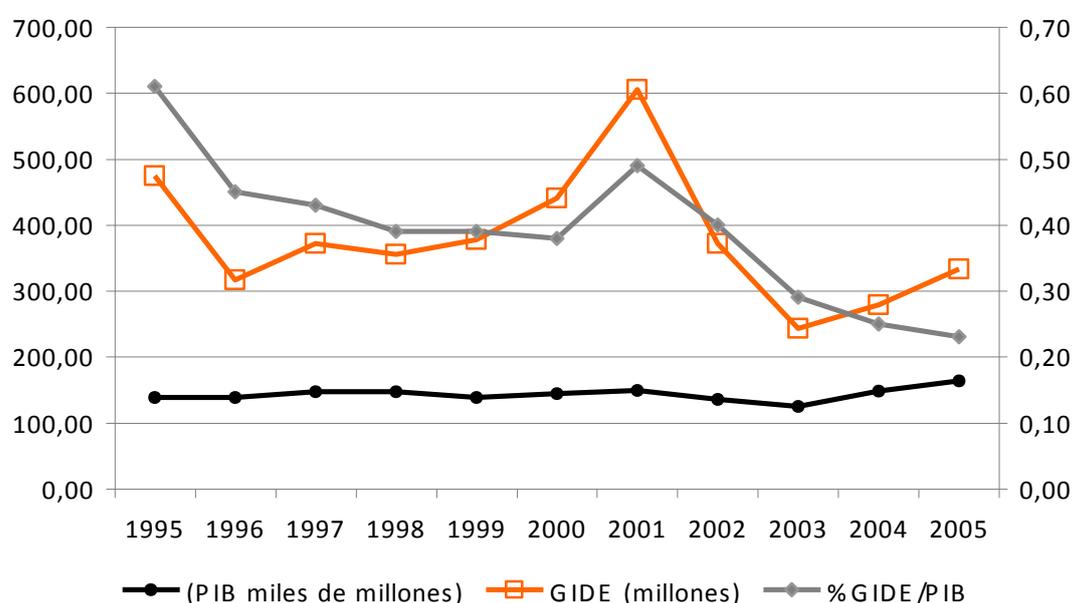
Tal como se puede ver en la figura 11.2, Venezuela en 1995 gastaba alrededor del 0.6% del PIB en I+D mientras que en 2005 el gasto se queda en 0.23% una de las cifras más bajas del grupo, después de Colombia. Los datos demuestran que la creación en 1999 de un ministerio específico no ha logrado revertir la tendencia sino por el contrario, desde 2001 y en paralelo a la promulgación de la nueva ley de ciencia y tecnología los datos han caído con mayor fuerza.

El origen de los fondos es principalmente el sector público. A pesar de que las proporciones eran del 62% para el sector público y el 37% para las empresas en 1990, la tendencia ha sido la retirada de forma constante del sector productivo. Así en 2005 el 86% del gasto en ACT (Venezuela no aporta datos de gasto exclusivo en I+D), provenía del sector público y sólo 13% de las empresas. Habrá que esperar para ver si a partir de los cambios introducidos en 2006 en la Locti sobre la financiación de las actividades de ciencia y tecnología se revierte esta tendencia. Algunos analistas discuten sobre la viabilidad del modelo de financiación sin que se promueva a la vez un ambiente

propicio para la inversión privada. Así mismo, destacan que es fundamental la eficiencia y eficacia de las instituciones que hacen parte del SNCTI.

Venezuela tampoco aporta datos de gastos según sector de ejecución, pero suponemos que con la baja participación de las empresas en la financiación de las ACT junto con la baja dotación de investigadores en este sector, el gobierno y en mayor medida el sector universitario serán los responsables de la ejecución de gasto.

**Figura 11.2. Distribución anual del PIB, gasto absoluto y en relación al PIB**



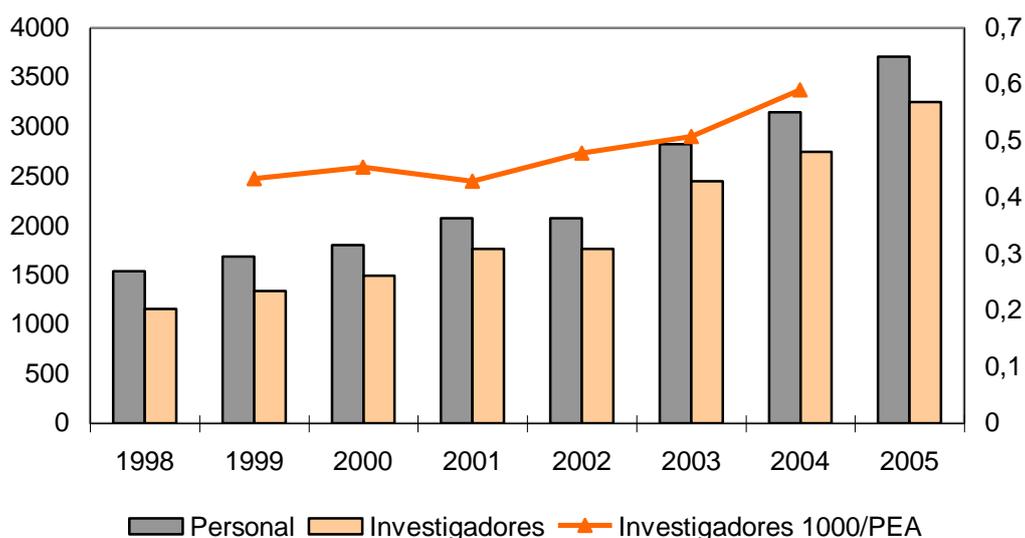
### 11.2.2. Recursos humanos

Según reporta el gobierno venezolano, en 2005 había en el país un total de 3.710 personas dedicadas a actividades de ciencia y tecnología en equivalencia a jornada completa<sup>92</sup>. De ellos 3.248 eran investigadores lo que supone que el 87% del personal son investigadores, siendo éste el país con la mayor proporción. El número de investigadores aumentó 2.8 veces entre 1998 y 2005, pasando de 1.159 a 3.248, el personal por su parte pasó de 1.538 a

<sup>92</sup> Ver tabla 11.2 Anexo resultados

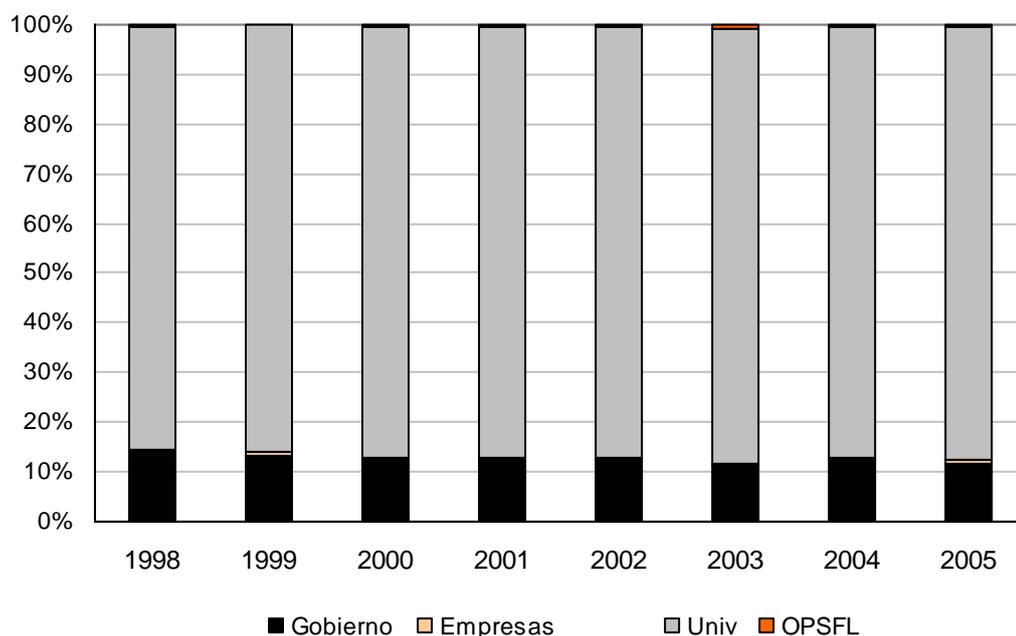
3.710 lo que significa un incremento de 2.4 veces (figura 11.3). A pesar del alto incremento del personal y del número de investigadores, la base científica del país en relación a la fuerza de trabajo empleada sigue siendo mínima una cifra que se ubica en torno a 0.5 investigadores por cada mil de la PEA en 2005, siendo en este apartado donde menos se ha mejorado.

**Figura 11.3. Recursos Humanos en I+D (1998-2005)**



Venezuela junto con Colombia son los países en los que se concentra el mayor número de investigadores en el sector universitario en detrimento del sector privado. Tal como se puede ver en la figura 11.4 alrededor del 85% los investigadores están ubicados en este sector y en torno al 11% en el gobierno, una distribución que a penas ha sufrido modificaciones a lo largo del periodo. En el sector empresarial no llega al 1% las personas contratadas para actividades de I+D.

**Figura 11.4. Distribución porcentual de investigadores por sector**

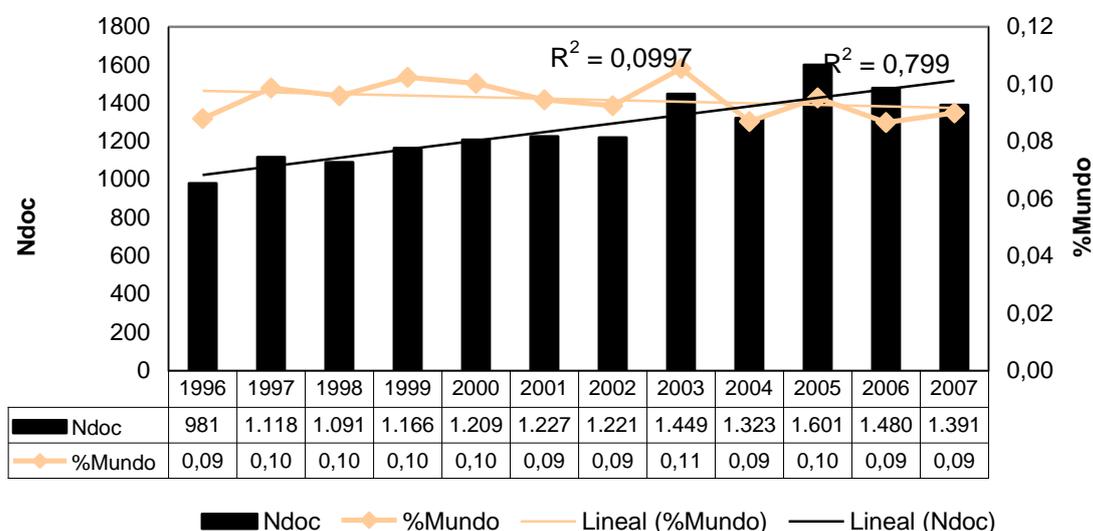


### 11.3. Producción científica

Venezuela con 15.257 publicaciones, es el quinto mayor productor de la región, presente en el 3.5%. En términos absolutos este país pasó de 981 publicaciones en 1996 a 1.391 en 2007 (figura 11.5). Esto supone un aumento del 41%, el más bajo del grupo de mayores productores. Este escaso crecimiento frente al resto llevó a que su cuota de participación en las publicaciones regionales se redujera de 4.5% a 2.6%. A nivel mundial ocupa la posición 53, aunque en este apartado también ha perdido posiciones pasando del puesto 50 en 1996 al 56 en 2007. Su aporte al total de producción mundial apenas ha cambiado en los doce años y en 2007 representa la misma cifra de la que partía en 1996 un escaso 0.09%<sup>93</sup>.

<sup>93</sup> Ver tabla 11.3 Anexo resultados

**Figura 11.5. Distribución anual de la producción total y peso en la producción mundial 1996-2007**



### 11.3.1. Producción por áreas temáticas

*Medicine* como en el resto de países es el área donde se concentra la mayor proporción de documentos, sin embargo, presenta una de las tasas más bajas comparada con el resto de países. En concreto esta área agrupa el 13% de la producción nacional, le sigue *Agricultural* en segundo lugar con el 10%, *Physics* y *Biochemistry* con el 8%, *Engineering* y *Chemistry* con el 7% y *Materials* con el 5%. Dentro de las áreas de menor peso están: *Economics*, *Arts* y *Health* con sólo el 0.1%<sup>94</sup>

En términos porcentuales, *Nursing* es el área que más incrementó, pasando de un 0.07% en 1996 al 1.23% en 2007. También aumentan de forma importante *Veterinary*, *Dentistry* y *Health*. Las tres áreas de mayor peso siguen aumentando su cuota a lo largo del periodo.

<sup>94</sup> Ver tablas 11.4 y 11.5 Anexo resultados

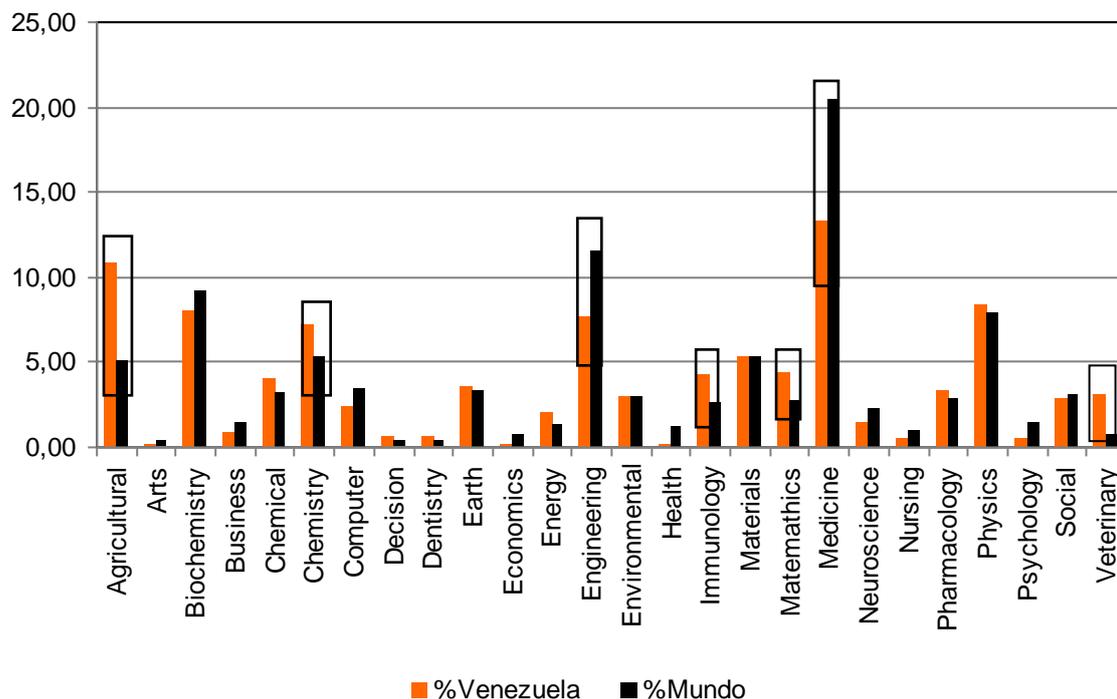
Al comparar el peso porcentual de cada área en Venezuela y el mundo (figura 11.6), se observa como en doce de las veintiséis alcanzan mayores valores a nivel nacional. *Veterinary* es donde se observa la mayor diferencia, un área que a nivel mundial ocupa el puesto veintidós con 0.75% de la producción mientras que en Venezuela ocupa el puesto número trece con un aporte en la producción nacional cuatro veces mayor (3%).

La segunda mayor diferencia la encontramos en *Agricultural* que duplica el peso que logra en la producción mundial. Otras áreas como *Immunology*, *Energy* o *Mathematics* también logran destacar de forma considerable en la producción nacional. Por el contrario en áreas como *Medicine* o *Engineering* la producción nacional está muy por detrás de la media mundial<sup>95</sup>

---

<sup>95</sup> Ver tabla 11.6 Anexo resultados

Figura 11.6. Distribución porcentual de las áreas temáticas en Venezuela y el mundo

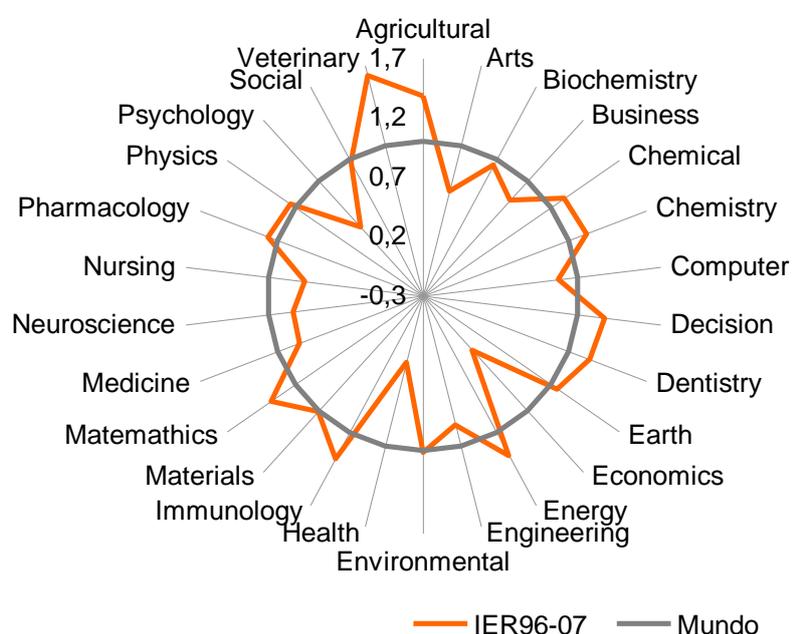


### 1.3.2. Índice de especialización temática relativa

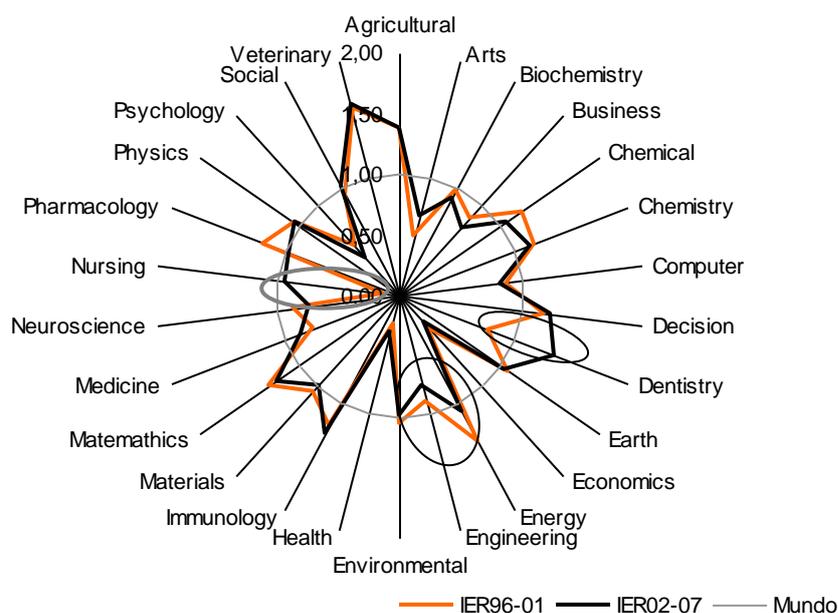
El alto peso de *Veterinary* en la producción nacional frente a la que logra a nivel mundial ya nos da un primer indicio de que es un área prioritaria en el dominio venezolano. Al analizar el esfuerzo relativo de cada área en el contexto mundial, vemos que de nuevo es *Veterinary* la que logra el mayor valor de especialización (figura 11.7). Además de ésta otras doce áreas se ubican en la media mundial o están por encima de esta: *Agricultural*, *Immunology*, *Mathematics*, *Decision*, *Energy*, *Dentistry*, *Chemistry*, *Chemical*, *Pharmacology*, *Earth*, *Physics*, *Environmental* y *Materials*. Al comparar el índice de especialización relativa por periodos cronológicos vemos el importante incremento de *Dentistry*, un área que en el primer sexenio se ubicaba muy por debajo de la media mundial mientras que en el segundo se ubica como la tercera área de mayor prioridad en el país. También es notable el alto incremento de *Nursing*. Sin embargo, la tendencia generalizada es el descenso

en los valores de especialización relativa. Dieciséis de las veintiséis áreas de estudio pierden peso como áreas prioritarias. Así podemos ver como para el periodo completo a excepción de *Veterinary* y *Agricultural*, existe una débil especialización del dominio venezolano en el contexto mundial ya que la mayor parte de las áreas que destacan como prioritarias escasamente superan la media mundial<sup>96</sup>.

**Figura 11.7 Índice de especialización temática relativa para el periodo completo y por series cronológicas**



<sup>96</sup> Ver tabla 5.12 Anexo resultados

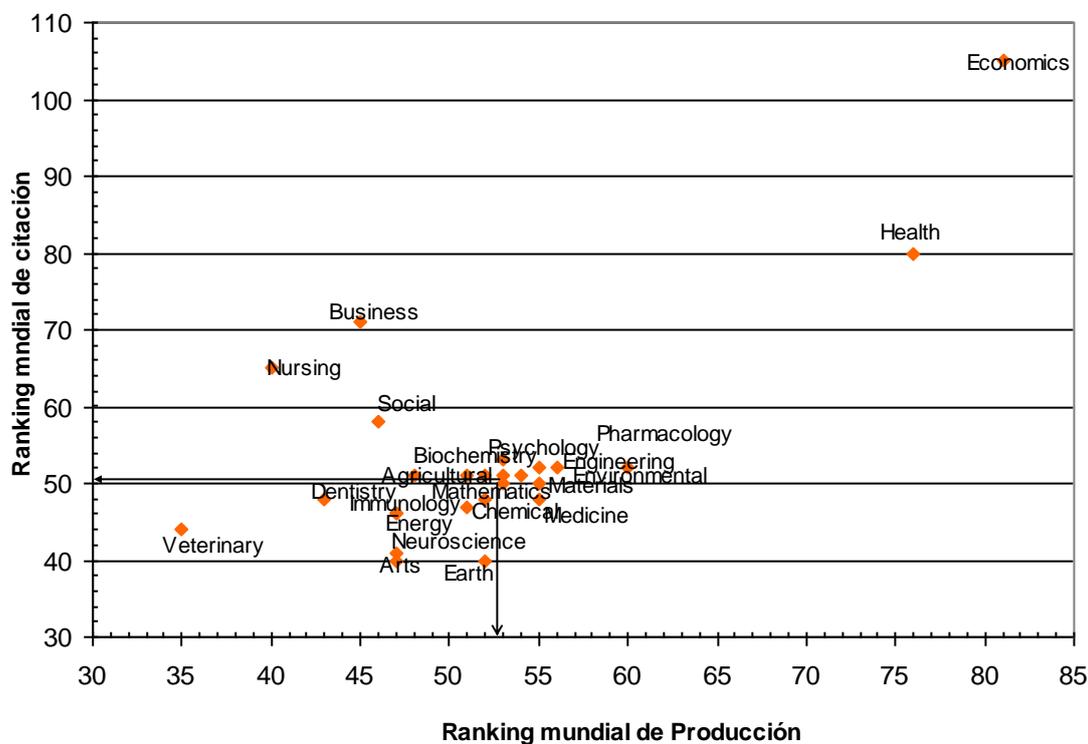


### 11.3.3. Visibilidad e Impacto

La ciencia venezolana alcanza en general baja visibilidad internacional. Este país con cinco citas de media por documento, sólo logra superar a Cuba dentro del grupo de mayores productores. En cuanto a total de citaciones se ubica en el puesto cuarenta y nueve del ranking mundial en el periodo completo logrando una mejor posición que en producción donde alcanza el puesto cincuenta y tres. No obstante en el ranking de citación perdió diecisiete puestos, frente a los seis que perdió en el de producción.

En la figura 11.8 se recogen los puestos que ocupan en el ranking mundial tanto de citas como de documentos cada una de las áreas. *Veterinary* alcanza la mejor posición en el ranking de producción, coincidiendo con el alto esfuerzo relativo del país en dicha área. Sí que sorprende los altos puestos que logra *Arts* tanto en producción como en citación, siendo en este último ranking la mejor posicionada. Esta área está lejos de destacar en el país tanto en especialización como en impacto relativo, aunque si que alcanza un mayor promedio de citas por documento que la media mundial.

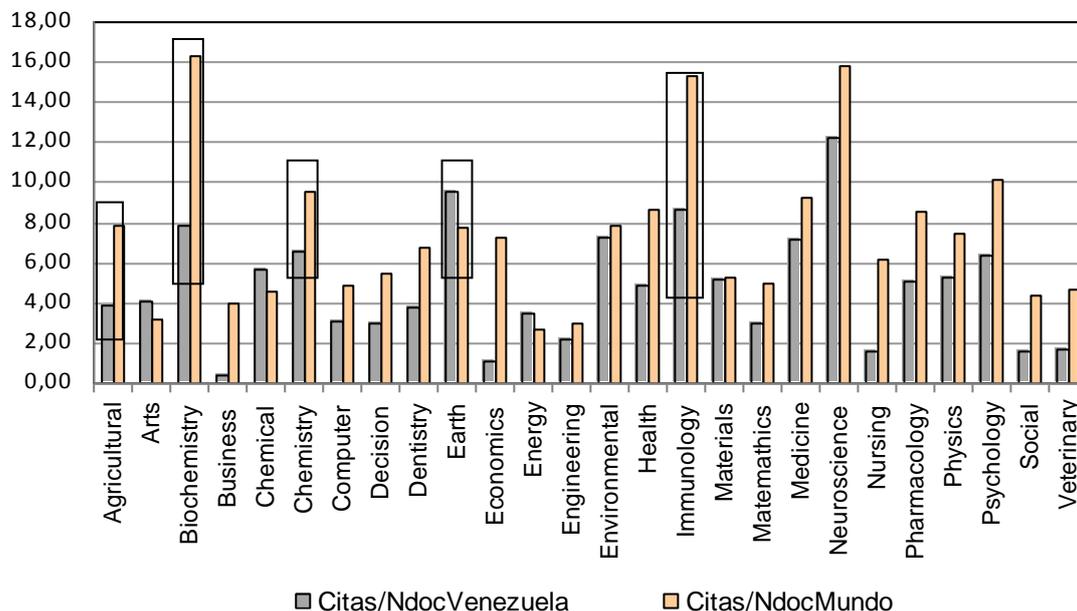
Figura 11.8. Posición de las áreas en el ranking mundial de producción y de citación



El resto de áreas que logran ubicarse por debajo de la media nacional son: *Chemical, Dentistry, Earth, Energy, Immunology, Mathematics y Neuroscience*. Dentro de las áreas de mayor especialización *Agricultural y Pharmacology* superan el ranking nacional en producción pero no en citación. Por su parte *Decision, Chemistry, Environmental, Physics y Materials* no superan la media mundial en ninguno de los dos apartados.

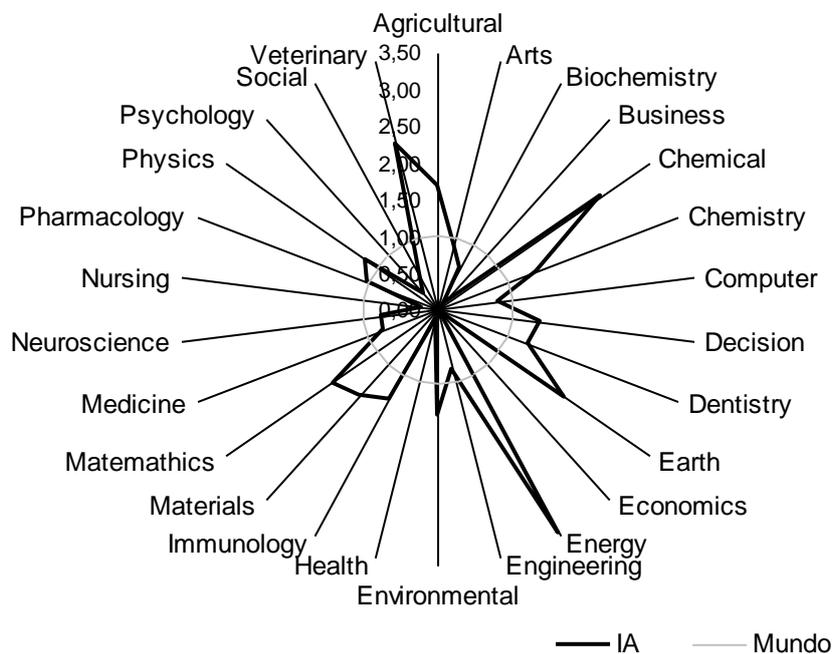
Sólo en cuatro de las veintiséis áreas temáticas Venezuela alcanza un promedio de citas superior a la media mundial: *Arts, Chemical, Earth y Energy* (figura 11.9). En el resto la media nacional se queda muy por detrás de la media mundial. En las áreas en las que el país refleja una mayor actividad relativa como *Veterinary, Agricultural o Immunology* el promedio de citas que alcanza a nivel mundial duplica el nacional.

Figura 11.9. Promedio de citas por documento para cada área en Venezuela y el mundo



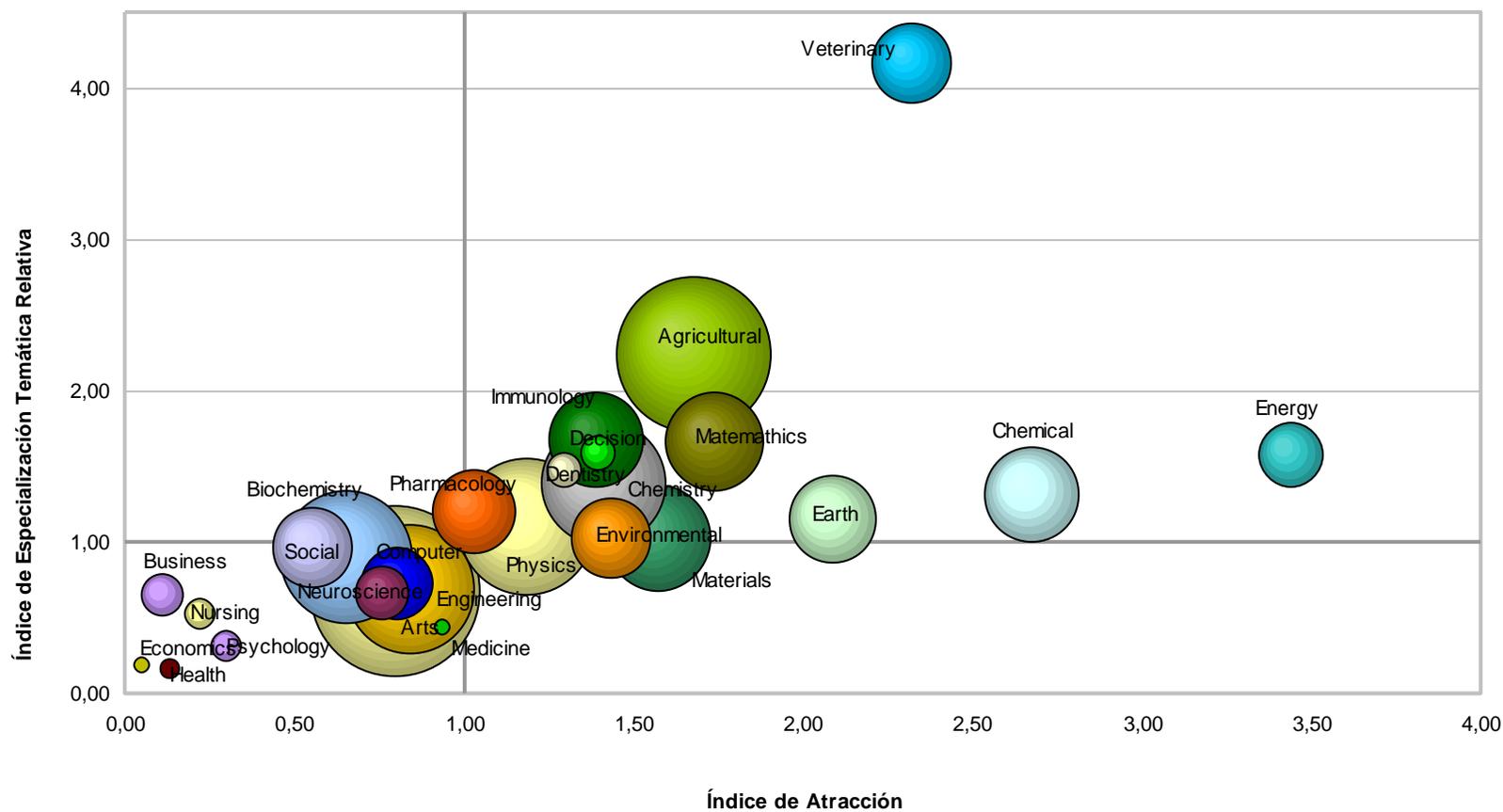
Al analizar las áreas en función del índice de atracción vemos como *Energy* es la que logra atraer mayor citación en detrimento del resto (figura 10.10). Esta área alcanza un IA tres veces superior a la media mundial. Otras áreas como *Chemical*, *Veterinary*, *Earth*, *Mathematics*, *Agricultural*, *Materials*, *Environmental*, *Chemistry*, *Decision*, *Immunology*, *Dentistry*, *Physics* y *Pharmacology* logran ubicarse por encima de la media mundial. Todas ellas además son las áreas de mayor especialización en el país.

Figura 11.10. Índice de Atracción



En la figura 11.11 se comparan las variables de impacto relativo (eje x) y especialización temática relativa (eje y). Tenemos por un lado *Energy* que como hemos dicho consigue el mayor impacto relativo y aunque también supera la media mundial en especialización, se nota que el esfuerzo nacional ha ido encaminado a *Veterinary*. Además de éstas dos, también se ubican como mayores fortalezas del dominio venezolano: *Agricultural*, *Chemical*, *Mathematics*, *Immunology*, *Decision*, *Dentistry*, *Chemistry*, *Pharmacology*, *Physics* y *Environmental*.

Figura 11.11. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2007

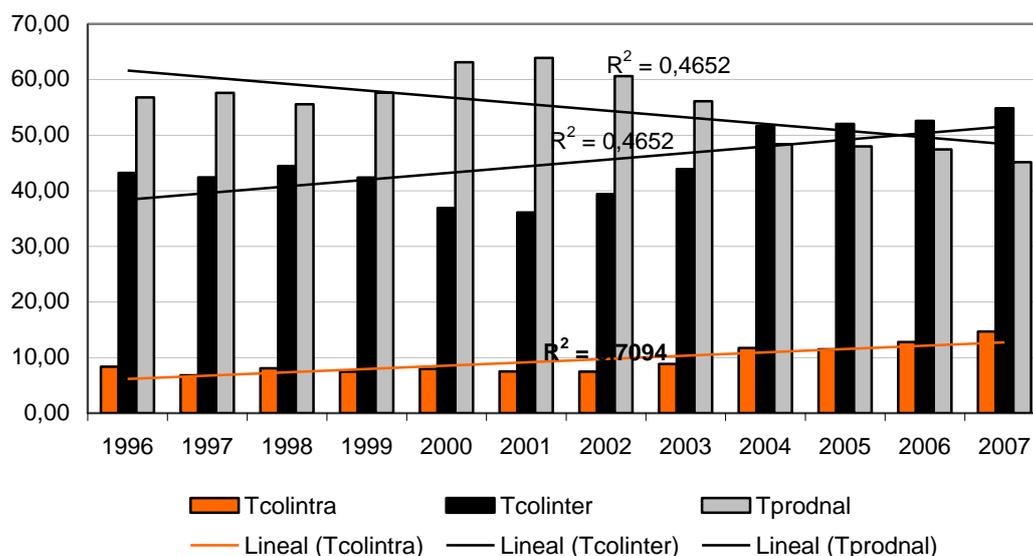


En las figuras 11.12 y 11.13 del Anexo de resultados, se comparan las posiciones de cada área en relación al impacto y esfuerzo relativo por series cronológicas. En general se puede observar como *Energy*, *Veterinary* y *Chemical*, marcaban una amplia diferencia con resto de áreas de excelencia en el primer periodo. No obstante, en el segundo sexenio la distribución es más homogénea, básicamente por el aumento de la visibilidad de la mayoría de las áreas en detrimento de *Chemical* y sobretodo *Energy*. *Veterinary* se consolida como fortaleza temática. *Earth* logra un fuerte incremento de impacto relativo y se ubica como el área más visible en el segundo sexenio no obstante pierde peso en especialización. Por el contrario, *Dentistry* se ubica como área de excelencia en el segundo periodo gracias a su fuerte incremento del impacto. Por su parte, *Environmental* y *Materials* dejan de hacer parte de las áreas de excelencia en el país debido a su descenso en especialización.

#### **11.4. Colaboración internacional**

De las 15.257 publicaciones venezolanas, el 45% están firmadas con otro país y el 9% con países de LAC. En la figura 11.14 se presentan los patrones de colaboración a lo largo del periodo. La tasa de colaboración intrarregional aumentó un 75% frente al 27% de la colaboración internacional. En 2007 las publicaciones en colaboración internacional se ubican en torno al 54% y un 45% de la producción nacional es firmada en exclusiva por autores nacionales. Al igual que ocurre con la mayoría de países de la región, en Venezuela se observa un alto grado de dependencia de la cooperación con grupos extranjeros.

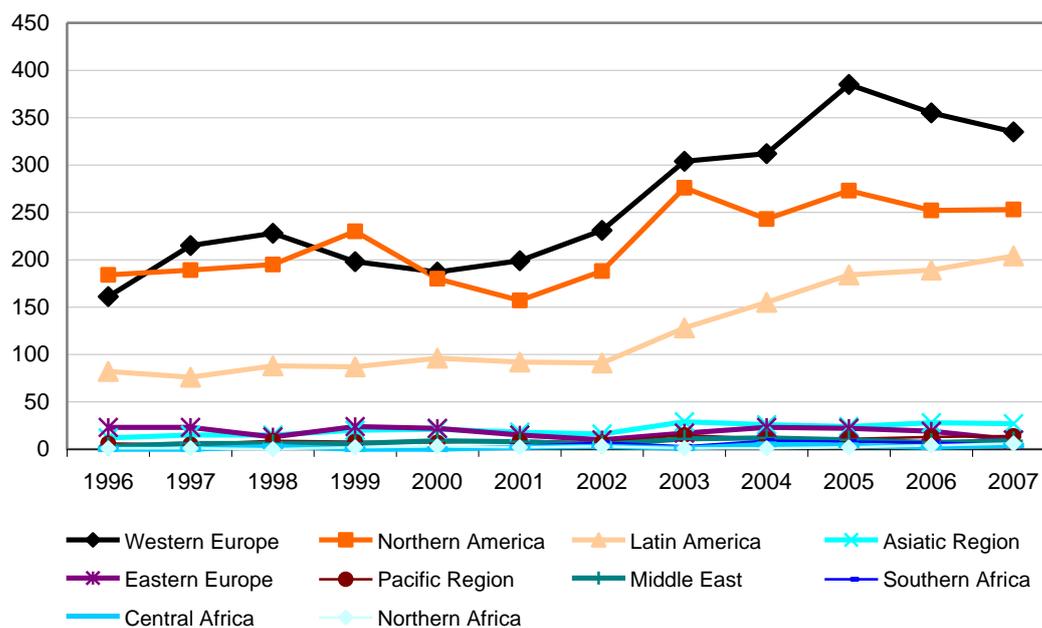
Figura 11.14. Patrones de colaboración



En la figura 11.15 se presenta la distribución del total de las colaboraciones por región geográfica. Como se puede ver Europa Occidental es la zona con la que se firma el mayor número de publicaciones, una cooperación que experimenta un mayor crecimiento a partir de 2002. En segundo lugar se encuentra Norte América. El incremento del total de colaboraciones con esta región ha sido muy escaso lo que ha llevado a que en términos relativos perdiera diez puntos porcentuales a lo largo del periodo. LAC es la tercera región con la que más colabora, una región que ha pasado de participar en el 19% de las copublicaciones venezolanas en 1996 al 26% en 2007. En términos absolutos el crecimiento ha sido positivo con todas excepto con Europa del Este, región con la que descienden un 56% las colaboraciones. En términos relativos Norte y Sur de África han sido las que más han crecido, no obstante sigue siendo una cooperación muy débil. También aumentan de forma considerable Medio Oriente y LAC. En el lado opuesto Europa de Este y Norte América, que son las que más peso pierden<sup>97</sup>.

<sup>97</sup> Ver tablas 11.7 y 11.8 Anexo resultados

Figura 11.15. Distribución de las colaboraciones según región geográfica



Venezuela es el que colabora con el menor número de países, en total 120 a lo largo del periodo. Estados Unidos es el primer socio y está presente en el 34% de las publicaciones en colaboración internacional. No obstante, su participación ha ido disminuyendo de forma continuada perdiendo once puntos porcentuales, pasando del 40% en 1996 al 29% en 2007. El segundo mayor socio es España, país que participa en el 14% de las copublicaciones y que a diferencia de Estados Unidos ha ido ganando terreno pasando del 7% al 18%. En tercer y cuarto lugar están Francia y Reino Unido<sup>98</sup>.

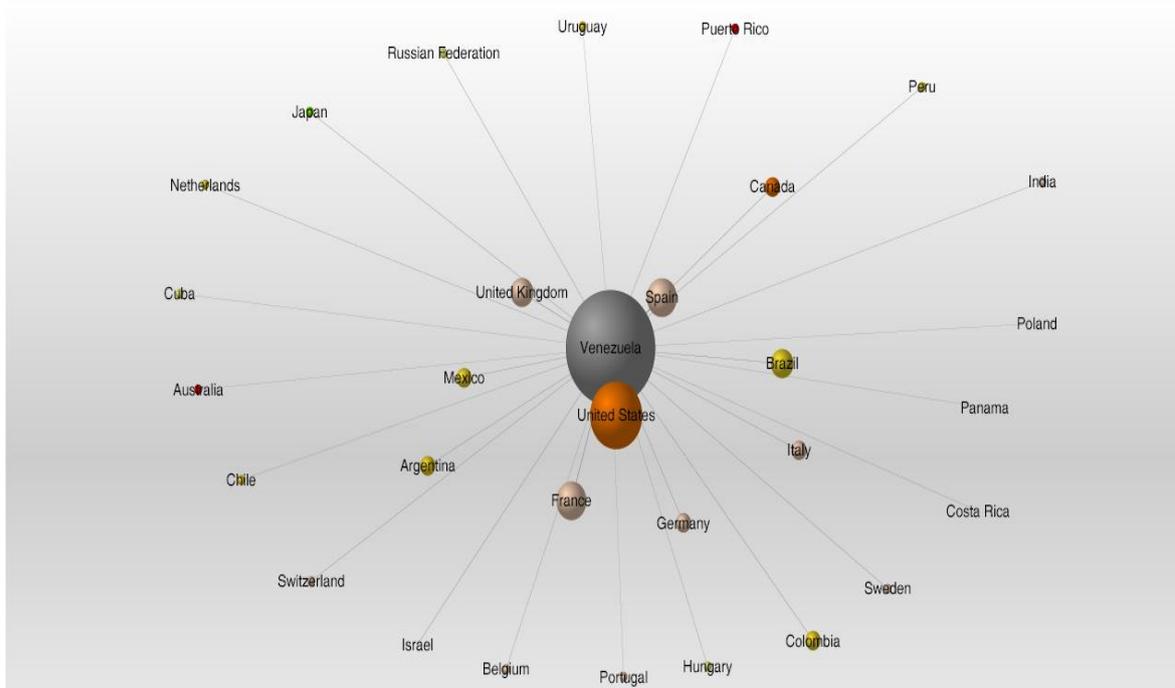
En la figura 11.16 se recogen los treinta primeros socios de Venezuela de los cuáles once son latinoamericanos, siendo el país que tiene el mayor número de socios de la región dentro del grupo de los top treinta. Brasil es el primer socio de LAC y el quinto en el ranking general, seguido por México, Argentina, Colombia, Chile, Cuba, Uruguay, Perú, Puerto Rico, Costa Rica y Panamá. Las colaboraciones con México alcanzan un notable incremento tanto en términos

<sup>98</sup>Ver tabla 11.9 Anexo resultados

porcentuales como absolutos, aunque es con los países de Sudamérica con los que más crecen las colaboraciones. Tal como se puede ver en los mapas de colaboración intrarregional (Figuras 6.12 y 6.23 Anexo resultados), en 1996 Venezuela se ubicaba cerca de los países de Centro América y el Caribe. Esta situación cambia en el mapa de colaboración intrarregional de 2007 donde Venezuela se ubica alrededor de los países de Sudamérica y donde establece fuertes relaciones de dependencia con México y Brasil.

Diez países de Europa Occidental se ubican dentro de los treinta primeros socios. De ellos España es el principal socio aunque ha sido con Bélgica con el que mas aumenta la cooperación. De Asia sólo Japón e India se ubican dentro de los top treinta. Con el primero las colaboraciones han descendido un 28% en términos absolutos, mientras que con India han sufrido un notable incremento. Rusia, Hungría y Polonia son los tres primeros socios de Europa del Este, con todos ellos ha descendido el número de colaboraciones. Del Medio Oriente sólo está Israel, mientras que de la región del Pacífico y de África no hay ningún socio en este grupo.

**Figura 11.16. Mapa heliocéntrico de los treinta primeros socios**



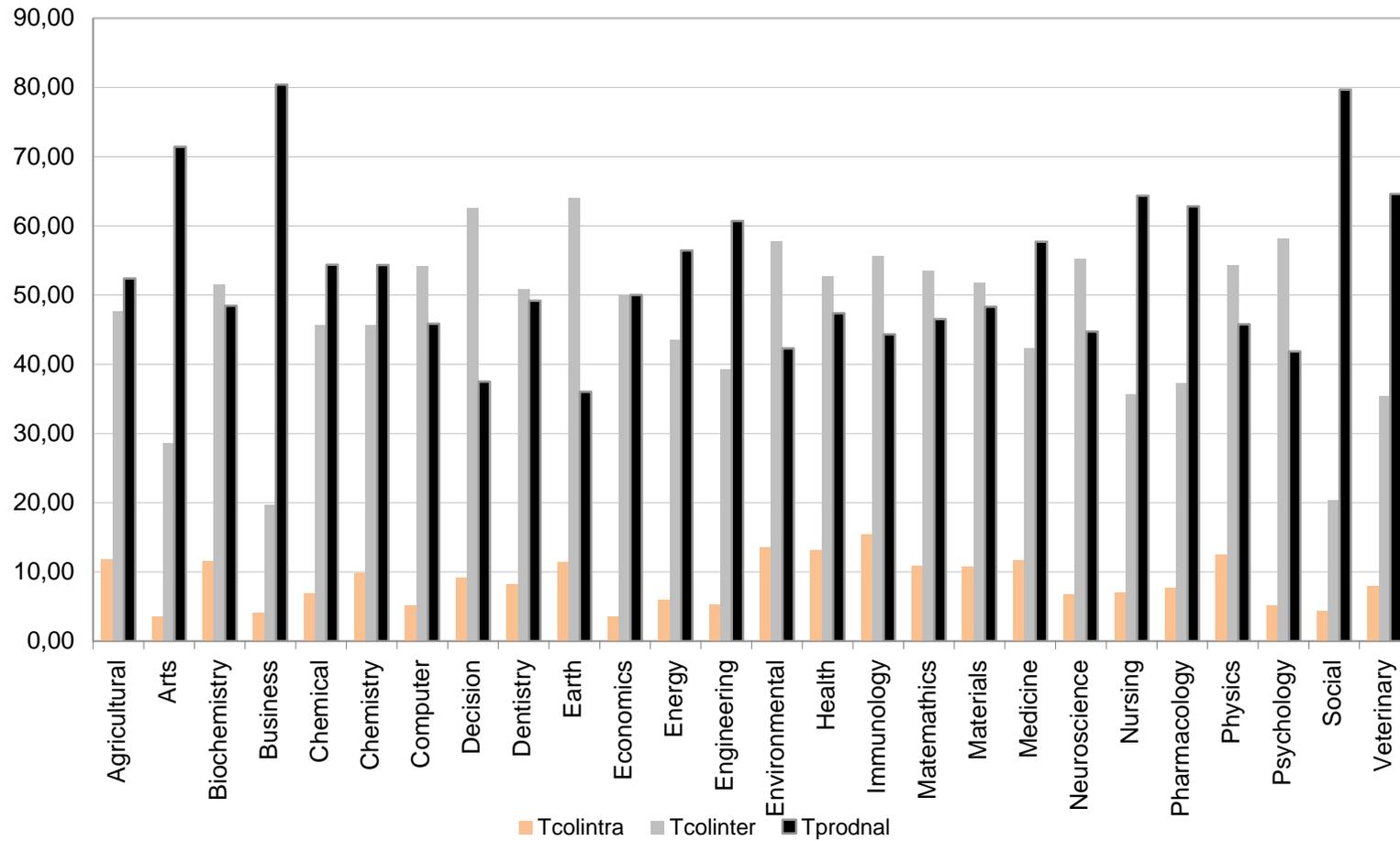
A la vista de estos datos, parece que Venezuela se está desconectando de las redes de colaboración a nivel mundial. La participación de países de otras zonas es muy escasa, en cambio se nota un claro acercamiento a sus vecinos del sur.

Por áreas temáticas *Earth* es la que tiene la mayor tasa de colaboración internacional (64%). Le sigue muy de cerca *Decision* con 62% y *Psychology* con 58%. Por el contrario *Business*, *Social* y *Arts*, son las áreas con la menor tasa de colaboración internacional. A nivel regional destacan las colaboraciones en *Immunology*, *Environmental* y *Health*. En la figura 11.17 se hace la comparativa de los tipos de colaboración en cada una de las áreas temáticas para el periodo completo<sup>99</sup>.

---

<sup>99</sup> Ver tablas 6.23 – 6.26 Anexo resultados

Figura 11.17. Patrones de colaboración por áreas temáticas



### 11.5. Producción científica de las Instituciones de Educación Superior más productivas

Venezuela con dieciséis universidades públicas se ubica en el décimo lugar del SIR, aunque sólo seis de ellas superan el umbral de 400 documentos entre 2003 y 2008 (tabla 11.10). La Universidad Central de Venezuela (UCV) es la que concentra el mayor número de publicaciones, alrededor del 24% de la producción nacional de este periodo está firmada por investigadores de esta institución. Es a la vez la universidad más antigua del país y la de mayor tamaño. En el ranking Iberoamericano se ubica en el puesto setenta, mientras que en LAC alcanza el treinta y uno. En segundo lugar está una universidad relativamente joven, la Universidad Simón Bolívar (USB), fundada en 1970 y presente en el 15% de la producción nacional. En el ranking iberoamericano se ubica en el puesto 91 y a nivel de LAC en el 40. En tercer lugar está la Universidad de los Andes (ULA), con un peso en producción muy semejante a la anterior (14%). En cuarto lugar está la Universidad del Zulia (LUZ) con el 11%. En quinto y sexto puesto, la Universidad de Carabobo (UDC) y Universidad de Oriente (UDO) con 5% y 4% de la producción nacional.

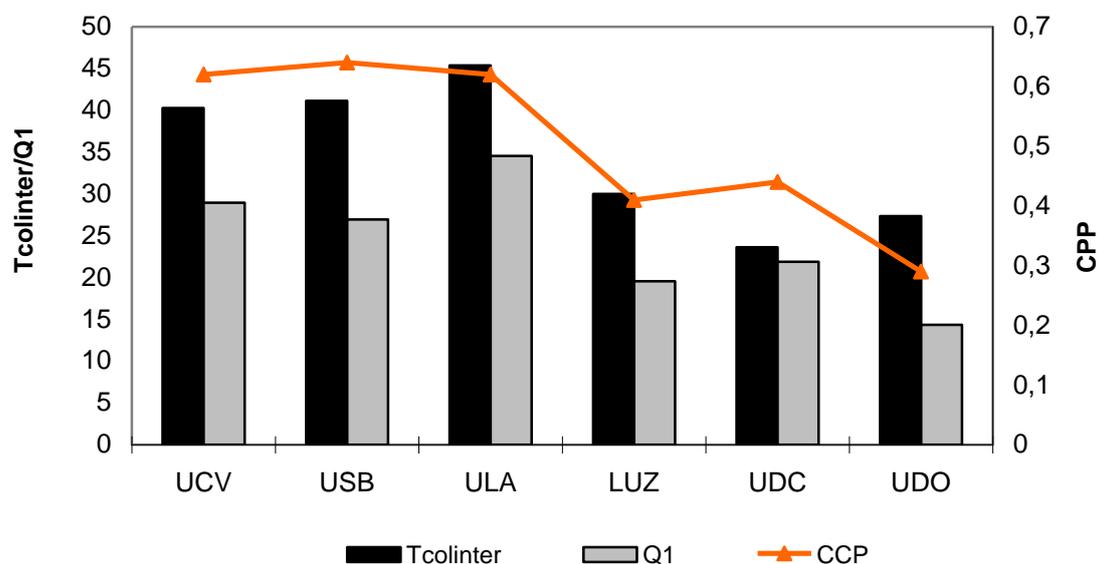
**Tabla 11.10. Instituciones de Educación Superior con mayor producción (>400 documentos)**

IBE	LAC	Institución	Ndoc	Tcolinter	CCP	Q1
70	31	Universidad Central de Venezuela	2.341	40,28	0,62	28,96
91	40	Universidad Simón Bolívar	1.510	41,13	0,64	26,95
97	46	Universidad de los Andes	1430	45,38	0,62	34,55
114	61	Universidad del Zulia	1.110	30	0,41	19,55
160	98	Universidad de Carabobo	512	23,63	0,44	21,88
173	107	Universidad de Oriente	446	27,35	0,29	14,35

Las Universidades venezolanas son las que presentan los datos más bajos de calidad. Tal como se puede observar en la figura 11.18, la UCV, USB y ULA son las que obtienen mayor calidad científica promedio, no obstante, las tres están 40% por debajo de la media mundial de citación. ULA además es la que

consigue ubicar el mayor porcentaje de publicaciones en revistas del primer cuartil y la que presenta mayor porcentaje de documentos en colaboración internacional, con lo que es la universidad con mejores índices de calidad. Por el contrario, la UDO es la universidad con menor calidad científica.

**Figura 11.18. Indicadores de calidad de las top diez instituciones con mayor producción**



## Conclusiones

- Sistema incompleto y poco articulado.
- Escasa inversión en I+D y baja prioridad de la ciencia y la tecnología en la agenda política.
- Alta dependencia de los fondos públicos en la financiación de la I+D.
- Baja dotación de investigadores.
- Baja visibilidad internacional de la investigación científica nacional.
- *Veterinary* se consolida como mayor fortaleza temática del dominio venezolano. Además otras áreas como: *Earth, Energy, Chemical, Agricultural, Decision, Immunology, Chemistry, Environmental, Dentistry, Mathematics, Physics* y *Pharmacology* se ubican como áreas de excelencia.

- Más del cincuenta por ciento de la producción venezolana está firmada en colaboración internacional, con lo que existe en el país un alto grado de dependencia de colaboración para llegar a publicar. Se nota además un alto incremento de la colaboración intrarregional, por el contrario el país se está desconectando de las redes mundiales de colaboración.
- Las universidades venezolanas son las que presentan los datos más bajos de calidad en la región.
- La UCV es la institución con mayor producción en el país, aunque es la ULA la que consigue mejores índices de calidad.



# CAPÍTULO 12

---



# COLOMBIA



## **CAPÍTULO 12. COLOMBIA**

### **12.1. Contexto del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación**

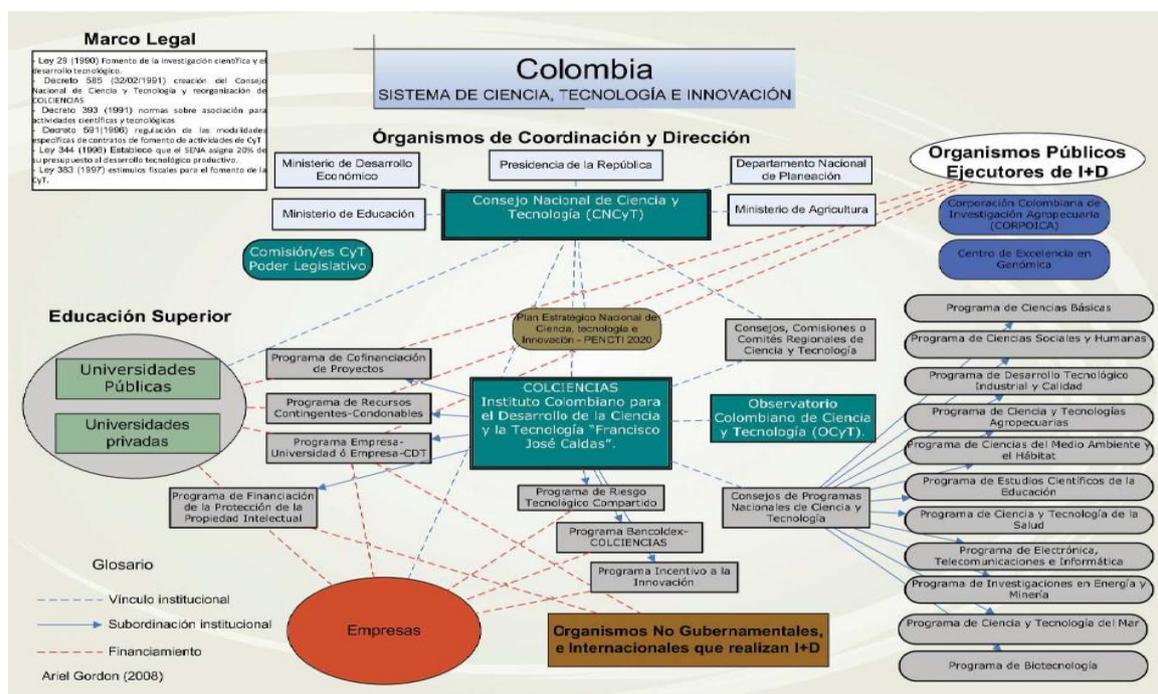
**E**n 1968 con la conformación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología como organismo rector de la política científica y tecnológica y la fundación del Instituto Colombiano para el Desarrollo de Ciencia y Tecnología “Francisco José de Caldas” (COLCIENCIAS), el Estado colombiano instauró los mecanismos institucionales para trabajar consistentemente por el desarrollo científico y tecnológico del país. Sin embargo, no fue hasta la promulgación de la Ley marco de Ciencia y Tecnología (Ley 29 de 1990) en la que se institucionaliza el sistema de ciencia y tecnología y se crea el marco legal para el fomento y financiación de las actividades de ciencia y tecnología.

A través de la denominada “Ley de la ciencia y la tecnología” (Ley 1286 de 2009) se hacen modificaciones a la ley de 1990 y se recogen un conjunto integral de instrumentos para fortalecer el ahora denominado Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI). Uno de los principales cambios es la reestructuración de COLCIENCIAS dejando de depender del Departamento

Nacional de Planeación y adquiriendo el rango de Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, lo cual le otorga mayor autonomía y recursos. Se constituye como el organismo principal de la administración pública encargada del diseño, promoción y ejecución de las políticas en esta materia. Por su parte el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CNCyT) es el órgano permanente de dirección y coordinación del sistema y sus principales tareas son las de aprobar las políticas y estrategias propuestas por COLCIENCIAS y asesorar al gobierno en materia de CyT.

También forma parte del sistema el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) que tiene la misión de evaluar el estado y las dinámicas de las ACT en el país, producir, informar y transferir metodologías de medición (figura 12.1).

Figura 12.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación



Fuente: Políticas e Instrumentos en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina disponible en: (<http://www.politicasci.net/>)

Existen además una serie de Consejos de Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, que son los órganos de dirección y coordinación de cada uno de

los programas en que se organiza el sistema. Los Consejos orientan la elaboración de los planes de cada programa y coordinan los esfuerzos entre los diversos sectores y actores de las regiones. Estos trabajan para la incorporación de la ciencia y la tecnología en los planes de desarrollo departamentales y canalizan y gestionan los recursos.

Las instituciones de educación superior son las principales ejecutoras de las actividades de I+D. Asimismo en los últimos años destaca la participación de instituciones que responden a nuevas formas organizacionales tales como los centros tecnológicos y las incubadoras de empresas de base tecnológica. También cabe destacar el Centro de Excelencia en Genómica y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) entre los centros ejecutores de I+D.

Tal como ocurre en el resto de países, una de las características del SNCTI es la falta de integración de sus instituciones. El sector productivo percibe al sector académico aislado de las necesidades reales de las empresas al concentrarse en investigación básica y labores de docencia, mientras que el sector académico no encuentra apoyo suficiente de las empresas para financiar la investigación.

No obstante, en la última década se han creado algunos instrumentos de colaboración entre los diferentes sectores que permitan la incorporación de la ciencia y tecnología en el tejido productivo. Dentro de ellos podemos destacar: la creación de los Comités Universidad – Estado – Empresa, actualmente existen ocho y su objetivo central es convertirse en eje articulador entre la oferta y la demanda. En la mencionada ley de 2009 se creó el Fondo nacional de Financiamiento para la Ciencia la Tecnología y la Innovación que depende de COLCIENCIAS y que tiene por objetivo estimular la demanda empresarial de proyectos de innovación, desarrollo tecnológico y modernización empresarial. Para ello se existe el mecanismo de Cofinanciación, el cual a través de subsidios apoya la realización de programas estratégicos o proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico. Estos deben ser

asumidos de manera conjunta entre una o más empresas, de una parte, y un centro de desarrollo tecnológico o grupo de investigación de una universidad.

En general, en el país existe bajo nivel de innovación en las empresas, debido en parte a la escasa inversión que dedican a I+D, aunque también su causa más general y derivada de la propia estructura económica y política del país. Las empresas, principalmente las más pequeñas, se encuentran con obstáculos en el acceso a la financiación para adquisición de infraestructura y/o equipos necesarios para involucrarse en actividades de investigación que conduzcan a innovaciones. Además, los mecanismos que se han creado para favorecer el acceso a los recursos públicos como subvenciones directas o incentivos fiscales, han tenido poco éxito en parte por la escasa conciencia de la importancia de la innovación para la mejora de su competitividad, como por la falta de difusión y evaluación de estas políticas (DNP, 2009).

### **12.2. Insumos del sistema**

#### **12.2.1. Inversión en I+D**

En la tabla 12.1 se recogen los datos sobre PIB, gasto bruto e intensidad del esfuerzo en I+D entre 1995 y 2007. Las cifras del gasto en I+D muestran un descenso de forma continuada entre 1996 y 2002. Por su parte el PIB registra un ligero descenso entre 1998 y 1999 aunque los cuatro años siguientes se mantiene más o menos en los mismos niveles. A partir de 2003 se observa una clara recuperación tanto del PIB como del gasto bruto, no obstante, el aumento del GIDE ha supuesto sólo la vuelta a las cifras de 1996. Habrá que esperar para ver si las actuales políticas ponen en la senda de crecimiento constante la financiación de la I+D (figura 12.2).

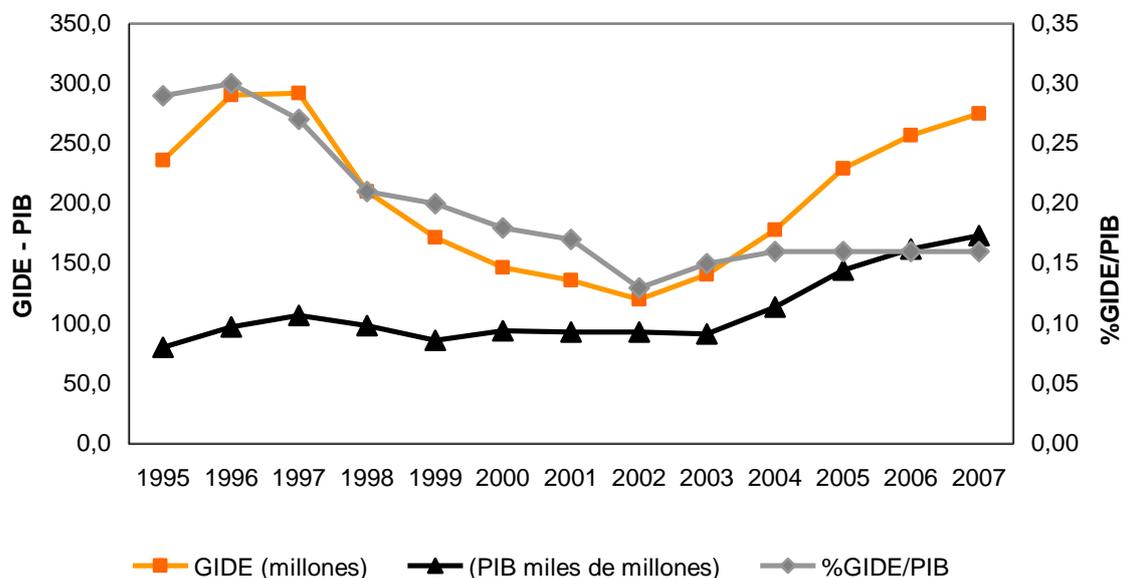
La intensidad del esfuerzo en I+D pasó del 0.29% en 1995 al 0.13% en 2002 cuando alcanza su cuota más baja. A pesar del alto incremento del GIDE y de que la economía colombiana es una de las que más ha crecido en la región entre 2003 y 2008, el esfuerzo en I+D se mantiene en los mismos niveles

desde 2002, un escaso 0.1% del PIB un escueto esfuerzo que ubica a Colombia en los mismos puestos de los países con menores recursos de la región (ver figura 4.6 capítulo 4). Estos datos demuestran que la ciencia y la tecnología están lejos de ser una prioridad en el país. En relación a la región, Colombia ha perdido el 50% de su cuota sobre el gasto bruto, pasando de representar el 2.5% del total regional en 1995 al 1.2% en 2007.

**Tabla 12.1 Producto Interior Bruto y Gasto en I+D (1995-2007)**

	<b>PIB (miles de millones)</b>	<b>GIDE (millones)</b>	<b>%Región</b>	<b>%GIDE/PIB</b>
1995	80,53	236,39	2,46	0,29
1996	97,15	290,69	3,06	0,3
1997	106,67	291,91	2,76	0,27
1998	98,44	209,86	1,88	0,21
1999	86,19	171,75	1,76	0,2
2000	94,08	146,77	1,35	0,18
2001	92,87	136,41	1,30	0,17
2002	93,02	120	1,31	0,13
2003	91,70	141	1,48	0,15
2004	113,77	178	1,56	0,16
2005	144,58	229	1,52	0,16
2006	162,35	257	1,40	0,16
2007	173,40	275	1,19	0,16

Figura 12.2. Distribución anual del PIB, gasto absoluto y en relación al PIB



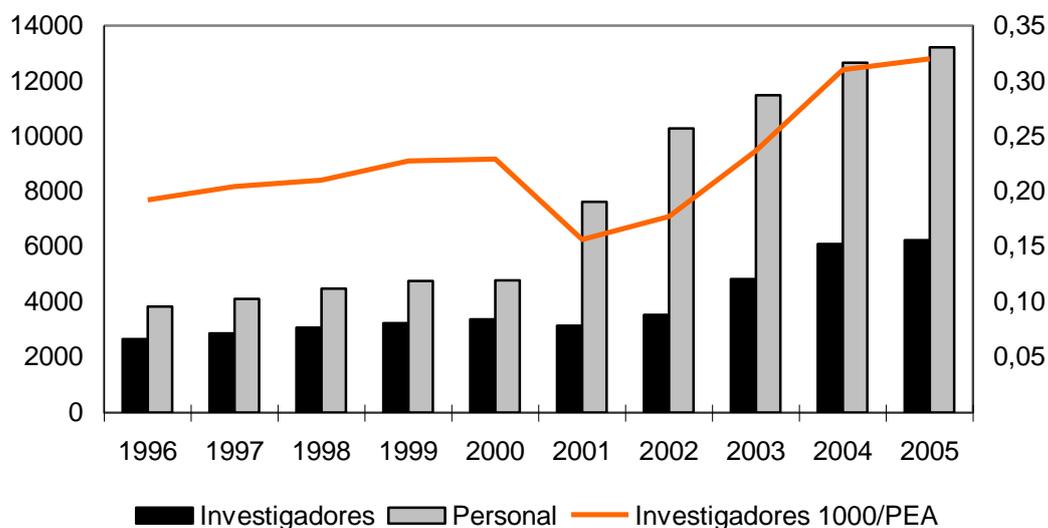
### 12.2.2. Recursos humanos

En 2005 había en Colombia 13.214 personas dedicadas a actividades de I+D de los cuales 6.239 eran investigadores equivalentes a jornada completa (EJC), lo que equivale a un 47% del total del personal<sup>100</sup>. Esta cifra supone alrededor del 3% del total de investigadores de la región. En lo referente a investigadores por cada mil integrantes de la población económicamente activa (PEA), Colombia desde 1996 a 2005 pasa de 0.19 a 0.32. Estos datos siguen estando muy por debajo de los niveles alcanzados en países desarrollados e incluso de sus vecinos del sur como Chile o Argentina<sup>101</sup>. A pesar de que sigue siendo muy escaso el capital científico del país, lo cierto es que el número de investigadores EJC aumentó un 133% entre 1996 y 2005 a la vez que el promedio investigadores sobre el total de la PEA lo hizo en un 66%. Este crecimiento tal como se puede ver en el figura 12.3, fue mucho mayor a partir de 2002, coincidiendo con el aumento del PIB nacional y del GIDE.

<sup>100</sup> Ver tabla 12.2 Anexo resultados

<sup>101</sup> Ver tabla 4.9 Anexo resultados

Figura 12.3. Distribución de los Recursos Humanos (1996-2005)



En el país no sólo existe déficit de investigadores sino que falta personal con mayor nivel de cualificación. Según datos de la Ricyt, en 2005 sólo el 22% de las personas físicas vinculadas a tareas de I+D tienen el grado de doctor lo que equivale a unos 2800 doctores, 38% son licenciados y 39% con grado de maestría. La mayoría de investigadores con grado de doctor se han formado en el extranjero puesto que en el país existe una escasa oferta de programas de este nivel. En 2007 había un total de 106 programas, y a esto se suma que hay muy pocas ayudas por parte del estado. En los últimos años el número de doctores formados en el país ha sido de alrededor de cien por año. Por el contrario, la oferta de maestrías y especializaciones han experimentado un gran auge y para 2007 la oferta llega a 631 y 5.518 programas respectivamente, una tendencia que obedece en gran medida a cuestiones de autofinanciación. Es por ello que existe en el país una alta tasa de personal con esta formación. Así por ejemplo en Argentina sólo el 8% del personal tiene grado de maestría, en Venezuela llega al 30% y Brasil 35%.

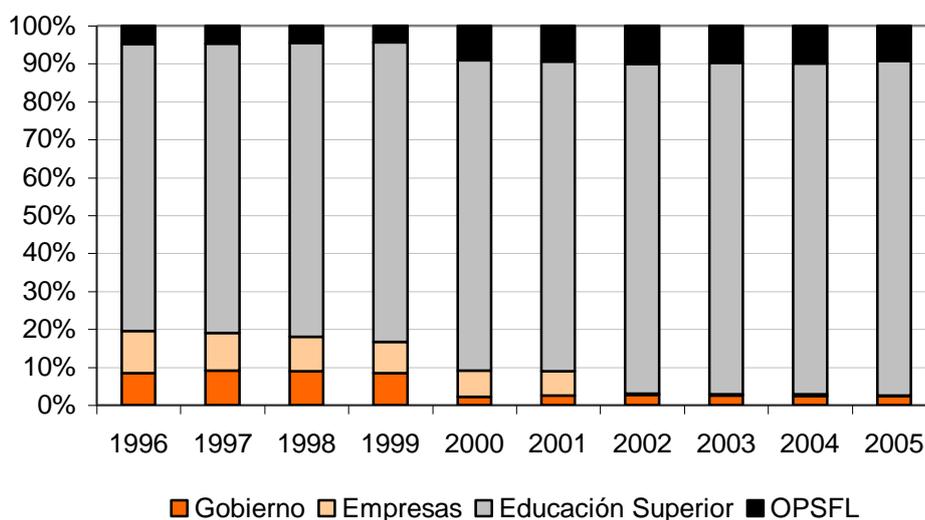
En términos de gasto por investigador también se dio un importante descenso entre 1996 y 2002<sup>102</sup>. En 2005 el gasto se situó en torno a los 37 mil dólares una cifra que en general está por debajo de las que presentan el resto de

<sup>102</sup> Ver tabla 4.13 Anexo resultados

mayores productores de la región, sólo por encima de la que alcanza Argentina.

De media el 83% de los investigadores se ubicaban en el sector de educación superior, una de las tasas más altas de la región sólo superada por Venezuela donde se alcanza el 86%. A lo largo del periodo la concentración de investigadores en este sector ha ido en aumento (figura 12.4). En 1995 la proporción era de 75% en las universidades, el 11% en empresas y el 8% en el gobierno, no obstante, parece que los investigadores han ido emigrando al sector universitario llegando a centralizar el 88% del total y sólo un 0.3% en las empresas en 2005. Esta movilidad hacia las universidades está relacionada con las escasas posibilidades de desarrollar una carrera investigadora en los otros sectores y por el progresivo descenso de la inversión privada en las actividades de I+D. También se observa un notable aumento de investigadores que trabajan en los OPSFL que en 2005 reunía el 9% mientras que a nivel regional la media era del 2%.

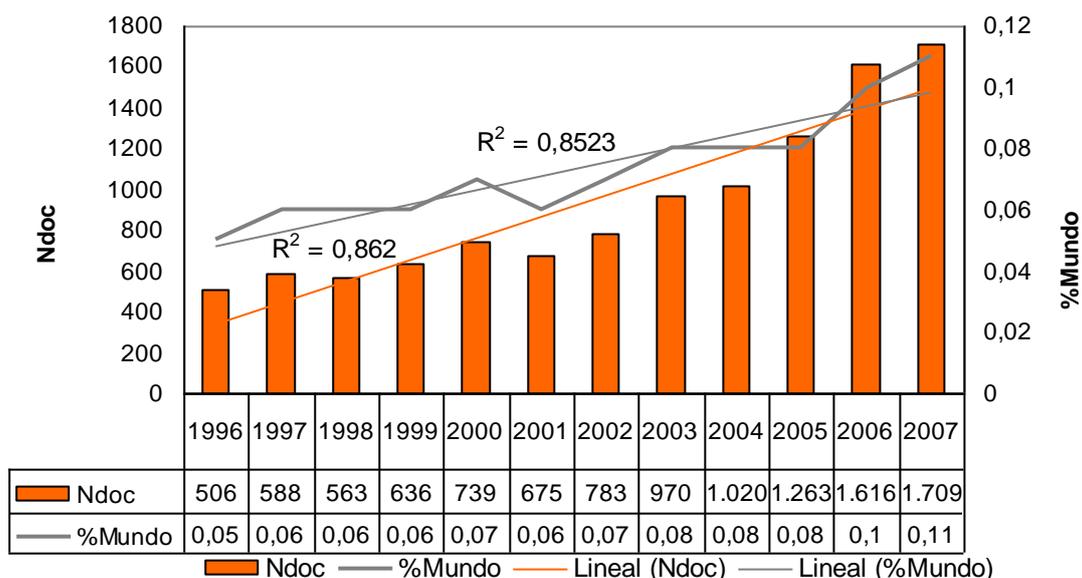
Figura 12.4. Distribución porcentual de investigadores por sector



### 12.3. Producción científica

Colombia con 11.068 publicaciones representa el 2.6% de la producción regional para el periodo completo, aunque como vimos en el capítulo cinco, es uno de los que ha tenido mayor crecimiento en términos relativos logrando incrementar su cuota de 2.3% a 3.3%. A nivel mundial tal como se puede ver en la figura 12.5, también ha aumentado su participación, no obstante, siguen siendo cifras muy escasas. El país se ubica en el puesto 56 del ranking mundial de producción con solo el 0.06% del total mundial y logra escalar seis puestos entre 1996 y 2007 pasando del puesto 59 al 53. A nivel de citación alcanza una mejor posición (53), ranking en el que también aumenta seis posiciones entre series<sup>103</sup>.

Figura 12.5. Distribución anual de la producción total y peso en la producción mundial 1996-2007



#### 12.3.1. Producción por áreas temáticas

*Medicine* es el área que agrupa el mayor número de publicaciones, en ella se concentra el 18% de la producción nacional. En segundo lugar se ubica *Agricultural* con 12%, seguida de cerca por *Physics* con 11%. Entre el cuarto y

<sup>103</sup> Ver tabla 12.3 Anexo resultados

sexto puesto están: *Biochemistry* (8%), *Immunology* (6%) y *Engineering* (5%). El resto de áreas tienen pesos porcentuales por debajo del 5%, en los últimos puestos del ranking de producción encontramos *Arts*, *Decision* y *Nursing*<sup>104</sup>.

*Nursing* fue el área que más creció con una tasa de variación de 158% entre el primer y el último año sobre datos porcentuales, no obstante, sigue siendo el área de menor peso en la producción colombiana. Otras áreas que obtuvieron importantes valores de crecimiento fueron: *Decision* (133%), *Economics* (119%) y *Mathematics* (116%). Por el contrario las áreas que menos crecieron fueron: *Arts* (-26%), *Earth* (-22%) y *Energy* (-21%). En general las áreas de mayor producción como *Medicine*, *Agricultural*, *Biochemistry* o *Immunology* vieron reducir su peso en beneficio de las de menor tamaño y sólo *Physics* y *Engineering* dentro de este grupo logran aumentar su cuota.

En la figura 12.6 comparamos la distribución porcentual de cada área en el país y en el mundo. Tal como ocurre con el resto de países de la región, *Agricultural* supera ampliamente los datos que alcanza esta área nivel mundial siendo 2.5 veces mayor su peso en el país que el que alcanza en el mundo. *Immunology* también destaca en la producción nacional donde representa el 6% frente al 2% que representa en la producción mundial. Otras áreas como: *Physics*, *Mathematics*, *Environmental*, *Energy*, *Veterinary*, *Psychology* y *Dentistry* también alcanzan mayor peso.

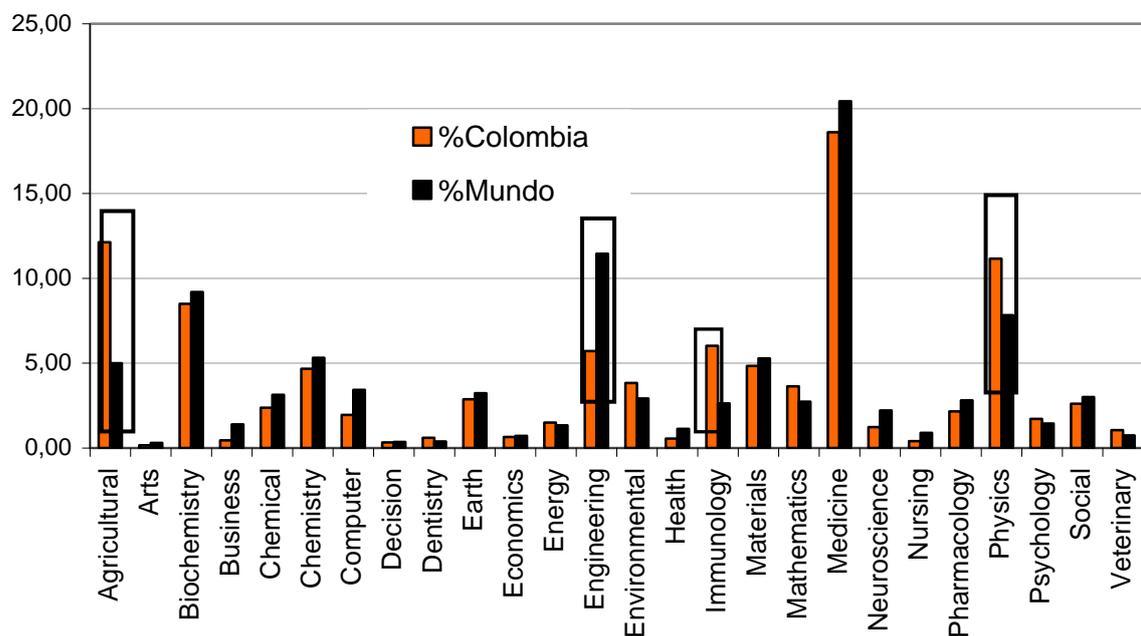
En el lado opuesto están las áreas relacionadas con las ingenierías, computación, las ciencias de la salud o las ciencias sociales, donde se aprecia un menor aporte a la producción nacional frente a la que representan en la producción mundial<sup>105</sup>.

---

<sup>104</sup> Ver tablas 12.4 y 12.5 Anexo resultados

<sup>105</sup> Ver tabla 12.6 Anexo resultados

Figura 12.6. Distribución porcentual de las áreas temáticas en Colombia y el mundo



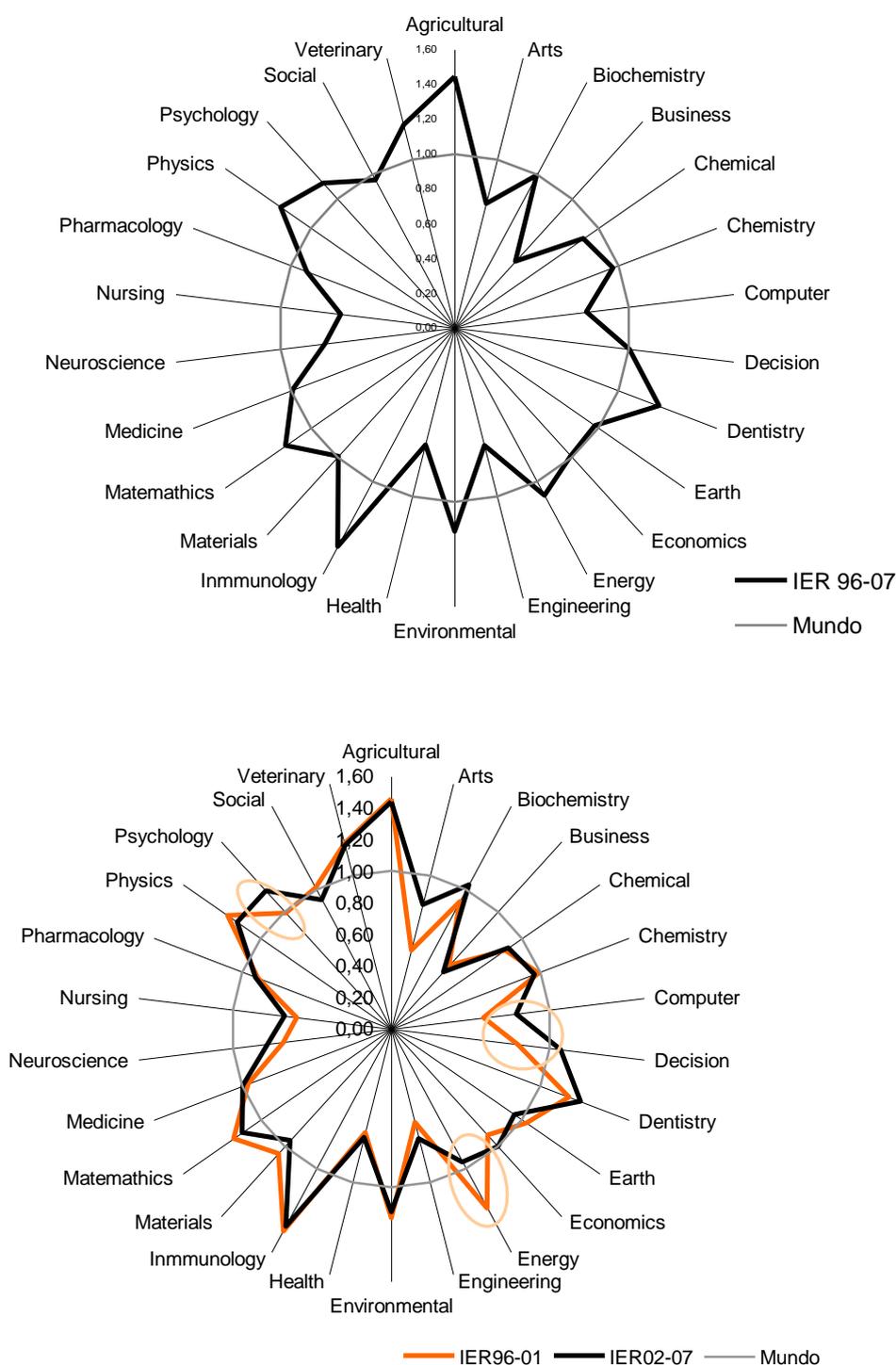
### 12.3.2. Índice de especialización temática relativa

Nueve de las veintiséis áreas de estudio se ubican como las de mayor fortaleza del país (figura 12.7). *Agricultural* es en la que se aprecia el mayor esfuerzo relativo, alcanza una especialización mayor que lo que se observa en Brasil, México, Chile y Venezuela. La segunda área de mayor prioridad para el país es *Immunology*, seguida por *Dentistry*, un área que a pesar de ocupar el puesto veintiuno del ranking nacional con un escaso 0.60% de la producción, alcanza un alto valor de esfuerzo en relación al mundo<sup>106</sup>.

El resto de áreas que superan la media mundial son: *Energy*, en la que además se aprecia un importante incremento del esfuerzo entre series temporales, *Environmental*, *Mathematics*, *Physics*, *Veterinary*, *Psychology* en la que también se ve aumentar el esfuerzo y *Decision* que se ubica justo en la media mundial. Otras áreas como *Arts* y *Computer* no superan la media mundial en el periodo completo, no obstante aumentan de forma considerable su índice de especialización relativa.

<sup>106</sup> Ver tabla 5.12 Anexo resultados

Figura 12.7. Índice de especialización temática relativa para el periodo completo y por series cronológicas

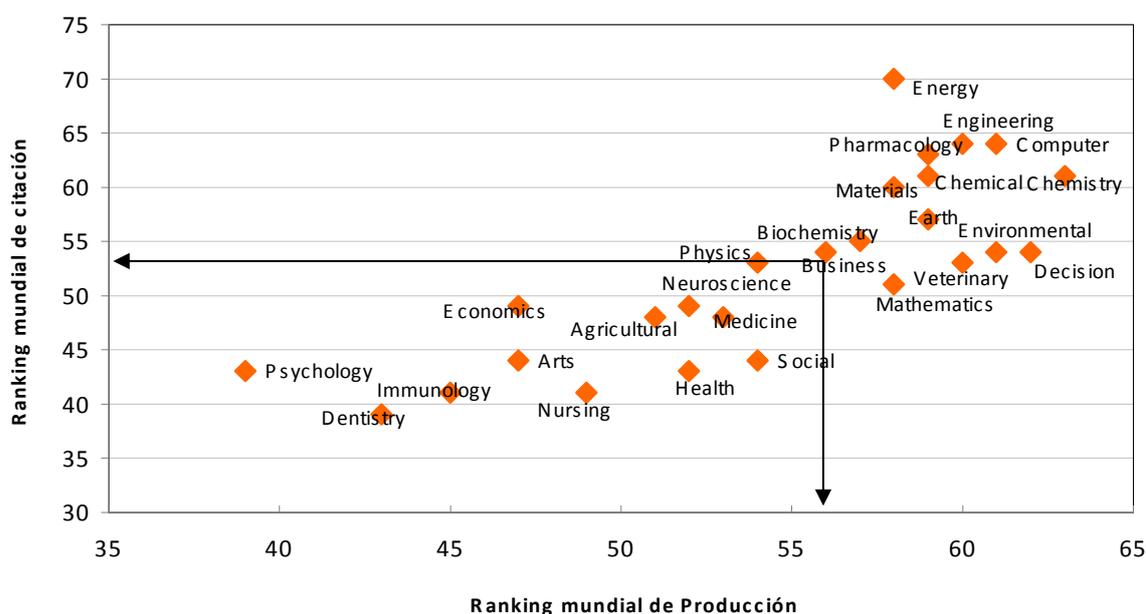


### 12.3.3. Visibilidad e Impacto

A nivel mundial, Colombia ocupa el puesto 56 en el ranking de producción pero el 53 en el de citación. La posición en el ranking mundial de cada una de las

áreas nos deja ver como *Psychology* es la que alcanza el mejor puesto en cuanto a producción mientras que *Dentistry* lo hace en citación (figura 12.8). A diferencia del resto de países analizados, la mayoría de áreas que se ubican por debajo de la media nacional están relacionadas con las ciencias sociales y de la salud. *Energy* a pesar de ser un área prioritaria en el país se queda en la última posición en citación. Por su parte, áreas como *Veterinary* o *Environmental* que también destacan como áreas de mayor especialización se quedan muy por debajo de la posición nacional media de producción.

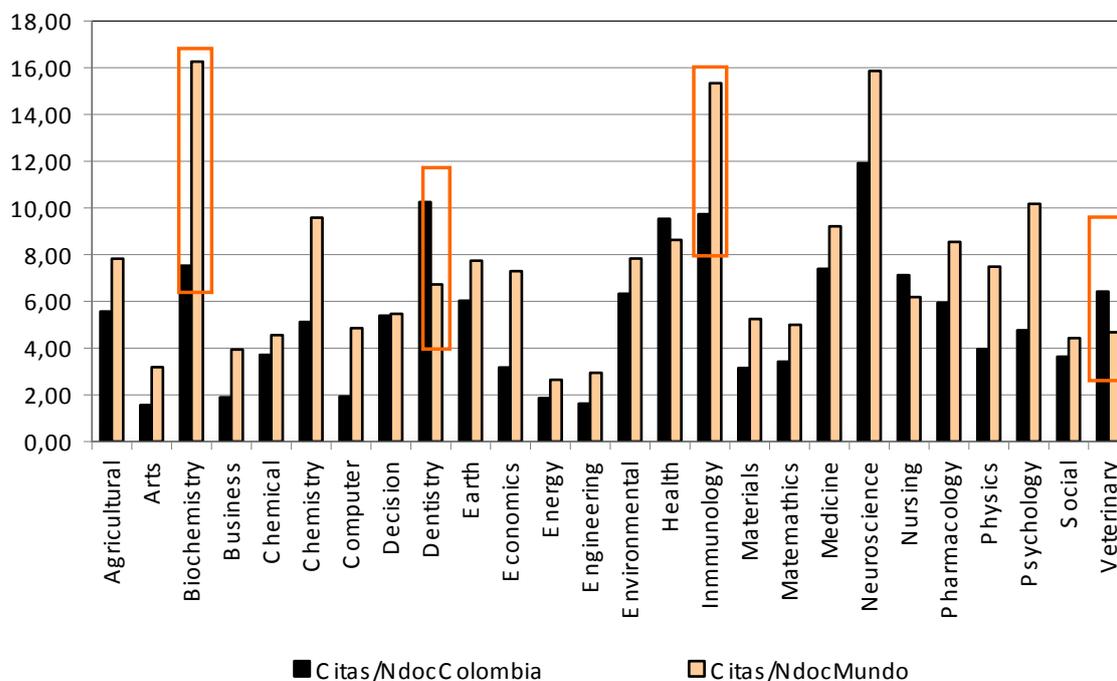
Figura 12.8. Posición de las áreas en el ranking mundial de producción y de citación



Colombia alcanza un promedio de siete citas por documento, ubicándose por debajo de la media mundial que se queda en 8,7 citas. Cuando analizamos este indicador por áreas temáticas de forma comparativa con el mundo se observa como en sólo cuatro de ellas alcanza promedios superiores (Figura 12.9). *Dentistry* es la que consigue el mejor promedio con 10 citas por trabajo frente a las 6 que alcanza a nivel mundial. *Veterinary*, *Health* y *Nursing* son las otras tres que logran mejores índices aunque con una diferencia menos marcada. En áreas como *Biochemistry* o *Physics* que representan un importante renglón de la producción nacional, el promedio de citas por documento es la mitad que la media mundial. *Agricultural* e *Immunology*, dos

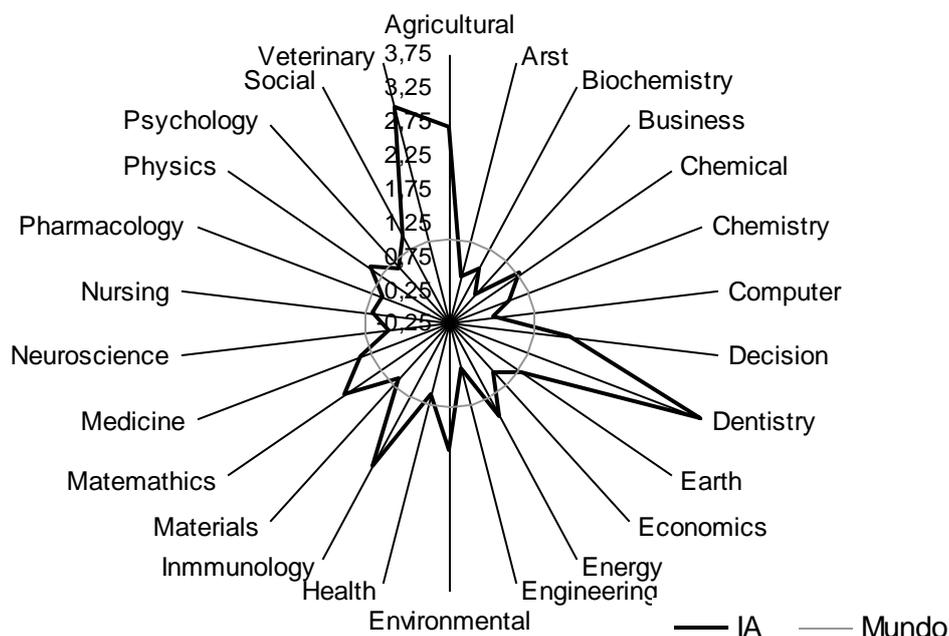
de las áreas de mayor prioridad para el país, también se quedan por detrás de la media mundial.

Figura 12.9. Promedio de citas por documento para cada área en Colombia y el mundo



Al identificar las áreas que atraen el mayor número de citas, de nuevo *Dentistry* es la que más destaca superando casi cuatro veces la media mundial (Figura 12.10). Así pues, a pesar de su escaso peso en la producción nacional esta área se consolida como una de las que consigue mayor reconocimiento en el país, a la vez que es una de las áreas de mayor especialización temática relativa. Al comparar las áreas que muestran mayor fortaleza científica en el dominio colombiano respecto al mundo con las que alcanzan mayor impacto relativo, se observa como básicamente son las mismas a excepción de *Psychology* que no logra alcanzar la media en citación.

Figura 12.10. Índice de Atracción

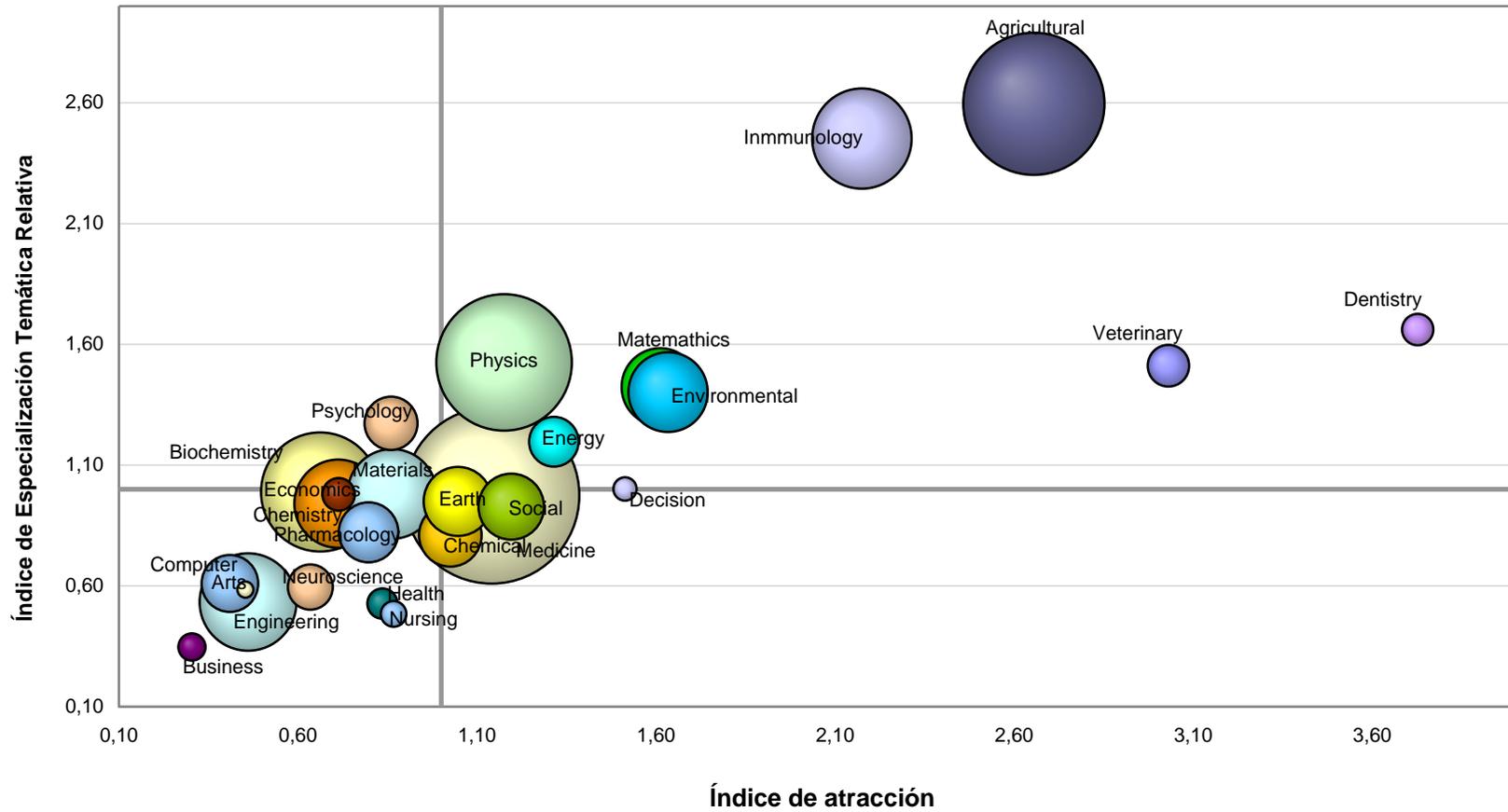


En la figura 12.11 se comparan las variables de impacto relativo (*eje x*) y especialización temática relativa (*eje y*) para el periodo completo. Siguiendo el modelo regional *Agricultural* representa el área de mayor fortaleza para el país seguida por *Immunology*. Por su parte *Dentistry* es el área que alcanza el mayor impacto relativo seguida por *Veterinary*, ambas también destacan como áreas prioritarias. El resto de áreas que superan la media en ambas variables son: *Physics*, *Energy*, *Mathematics*, *Decision* y *Environmental*. Otras áreas como *Social*, *Earth*, *Chemical* y *Medicine* alcanzan un impacto relativo superior a la media aunque no logran destacar como áreas de mayor especialización para el país. En lado opuesto tal como mencionamos antes, *Psychology* es la única que logra un esfuerzo alto y a pesar de ocupar una destacada posición en el ranking de citación, no supera la media mundial en impacto relativo.

Tal como hemos hecho con el resto de países, comparamos las posiciones de cada área en relación al impacto y esfuerzo relativo por series cronológicas. (Figuras 12.12 y 12.13 Anexo resultados), con el fin de conocer cuáles han sido las variaciones que ha podido sufrir el modelo de producción en el dominio colombiano. Uno de los cambios más notorios es la pérdida de visibilidad de la producción en *Dentistry* durante el segundo sexenio, siendo *Veterinary* el que ha pasado a ocupar su lugar como área de mayor impacto relativo. También

aumentan de forma considerable su visibilidad: *Business*, *Environmental* ó *Mathematics*. Por otra parte áreas como *Social*, *Earth*, *Materials* o *Energy*, que destacaban en ambos apartados en el primer sexenio, en el segundo periodo no alcanzan la media en ninguno de los dos. Estos gráficos también dejan ver como en el país hay una producción más homogénea en todas las áreas en el segundo sexenio y como las de menor tamaño van ganando terreno en detrimento de las más productivas.

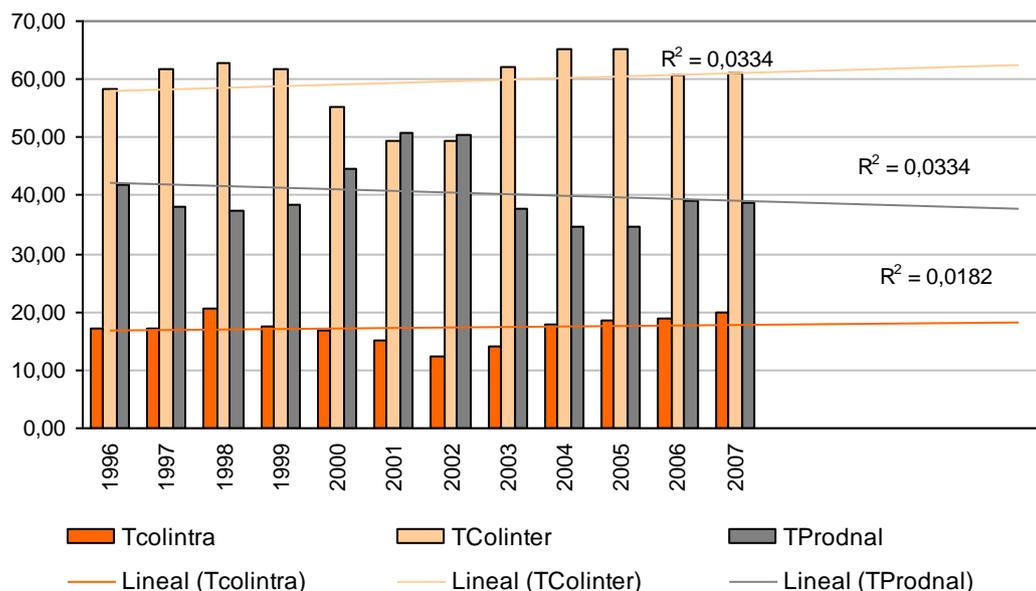
Figura 12.11. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2007



### 12.4. Colaboración Internacional

De las 11.068 publicaciones que tiene Colombia durante el periodo 6.655, son firmadas con otros países. Esto supone que el 60% de su producción lo hace a través de la colaboración internacional, una cifra que baja al 17% cuando se tiene en cuenta la participación de otros países de la región. Aunque la cifra sugiere un alto grado de dependencia del trabajo con socios extranjeros, también es cierto que la tasa de crecimiento de la producción en colaboración es la menor del grupo después de Brasil tal como se puede ver en la figura 12.14. El crecimiento de la tasa de colaboración intrarregional fue del 16%, mientras que en la internacional fue del 4%.

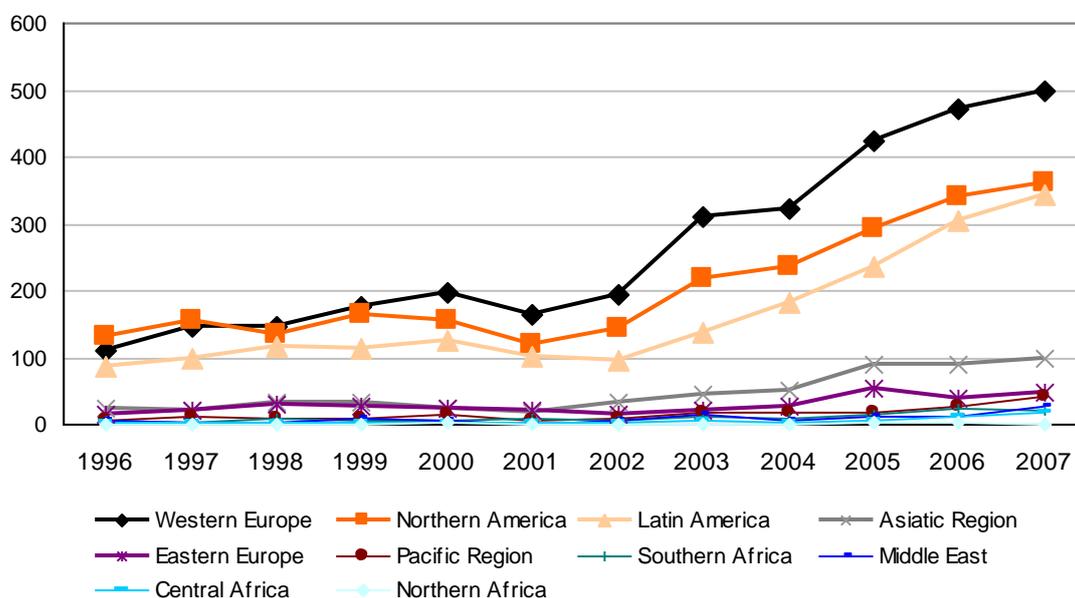
Figura 12.14. Patrones de colaboración



La distribución anual del total de copublicaciones por regiones se recoge en la figura 12.15. Europa Occidental es el principal socio, región que participa en el 47% de las publicaciones internacionales, además aumenta su participación un 19%. Por el contrario, Norte América la segunda región en número de colaboraciones descendió un 27%. Le sigue LAC presente en el 29% de las copublicaciones y tal como se puede ver en la figura 12.15, en 2007 prácticamente iguala la colaboración con Norte América. Asia se ubica como cuarto mayor socio, una región con la que también se han incrementado fuertemente las colaboraciones en los últimos años, aunque es con el Pacífico

y Centro de África con las que se aprecia el mayor incremento en términos porcentuales<sup>107</sup>.

Figura 12.15. Distribución de las colaboraciones según región geográfica



A lo largo del periodo Colombia colabora con 141 países<sup>108</sup>. En la figura 12.16 se recogen los treinta primeros socios para Colombia. Como en el resto de países, es Estados Unidos el principal colaborador, presente en el 34% la producción internacional que genera el país. Como segundo mayor socio está España participando en el 17% de las copublicaciones y en tercer lugar Reino Unido con 11%.

Del grupo de los seis países analizados, Colombia es el que tiene la mayor tasa de colaboración intrarregional. Brasil ocupa la primera posición en la colaboración regional y el cuarto en el ranking total, con una participación en las copublicaciones igual a la de Reino Unido. Le siguen: México, Argentina, Chile, Venezuela, Ecuador, Perú, Cuba y Costa Rica. El crecimiento relativo fue positivo con la mayoría de ellos, salvo en dos casos. El más importante es el de Venezuela, el país con el que menos se incrementaron las colaboraciones en

<sup>107</sup> Ver tablas 12.7 y 12.8 Anexo resultados

<sup>108</sup> Ver tabla 12.9 Anexo resultados

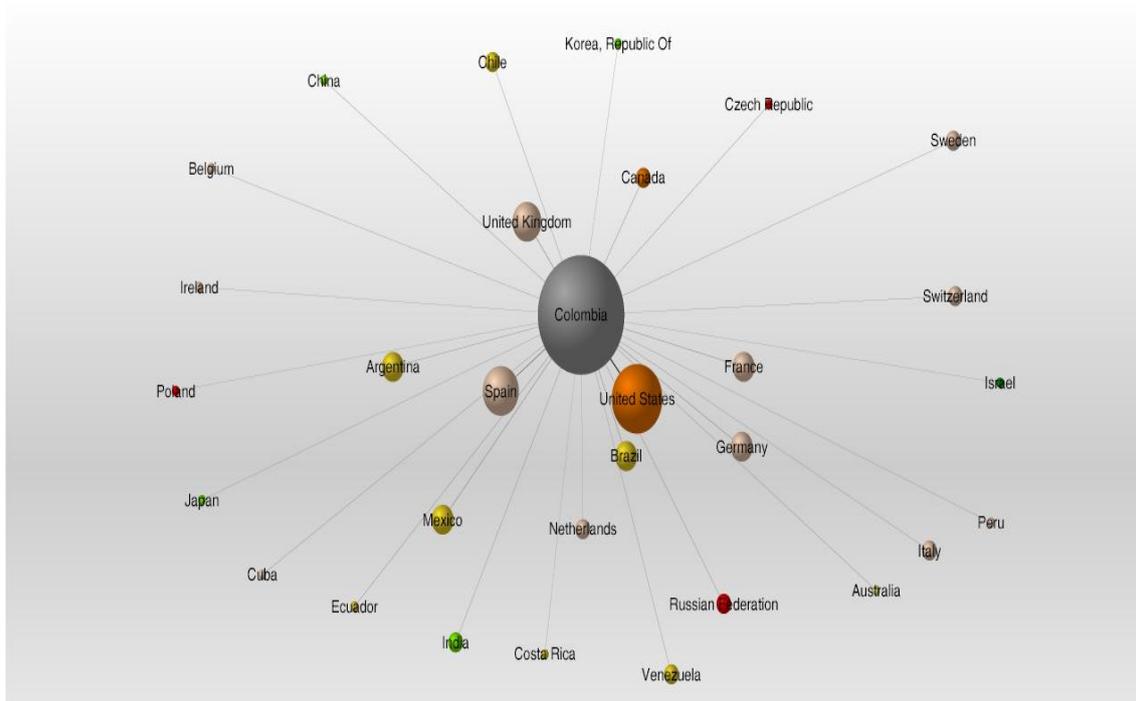
términos absolutos y que en términos relativos ha perdido el 37% de su cuota de participación, y en menor medida Cuba con un descenso del 2%. En el lado opuesto tenemos a Ecuador con el que las relaciones han aumentado de forma notable, seguido por Perú y Chile.

Diez de los top 30 colaboradores pertenecen a Europa Occidental. De este grupo sólo Italia y Bélgica han visto contraer su peso relativo, por el contrario Suecia ha crecido un 240% el mayor del grupo, seguido por Alemania, España y Reino Unido. De Europa del Este: Rusia, Polonia y la República Checa son los únicos que están en el grupo de los primeros socios. Rusia participa en el 45% de las colaboraciones con esta región, no obstante, ha reducido su peso en un 3%, mientras que Polonia y en mayor proporción la República Checa incrementan su participación.

Los principales socios de Asia son: India, la República de Corea, China y Japón. Este último además de ser con el que menos colaboraciones se establecen es con el que menos aumentan las relaciones, por lo que su peso desciende un 50% entre series. En cambio China y la República de Corea aumentan casi cinco veces su peso. A pesar del alto incremento de las colaboraciones con estos países su participación en el total de las publicaciones de carácter internacional de Colombia no supone en ningún caso más del 3%.

Australia en el puesto diecinueve del ranking general es el primer y único socio del Pacífico del grupo del Top 30. Israel en el puesto veintinueve lo es de Medio Oriente y de África no aparece ningún país en este grupo.

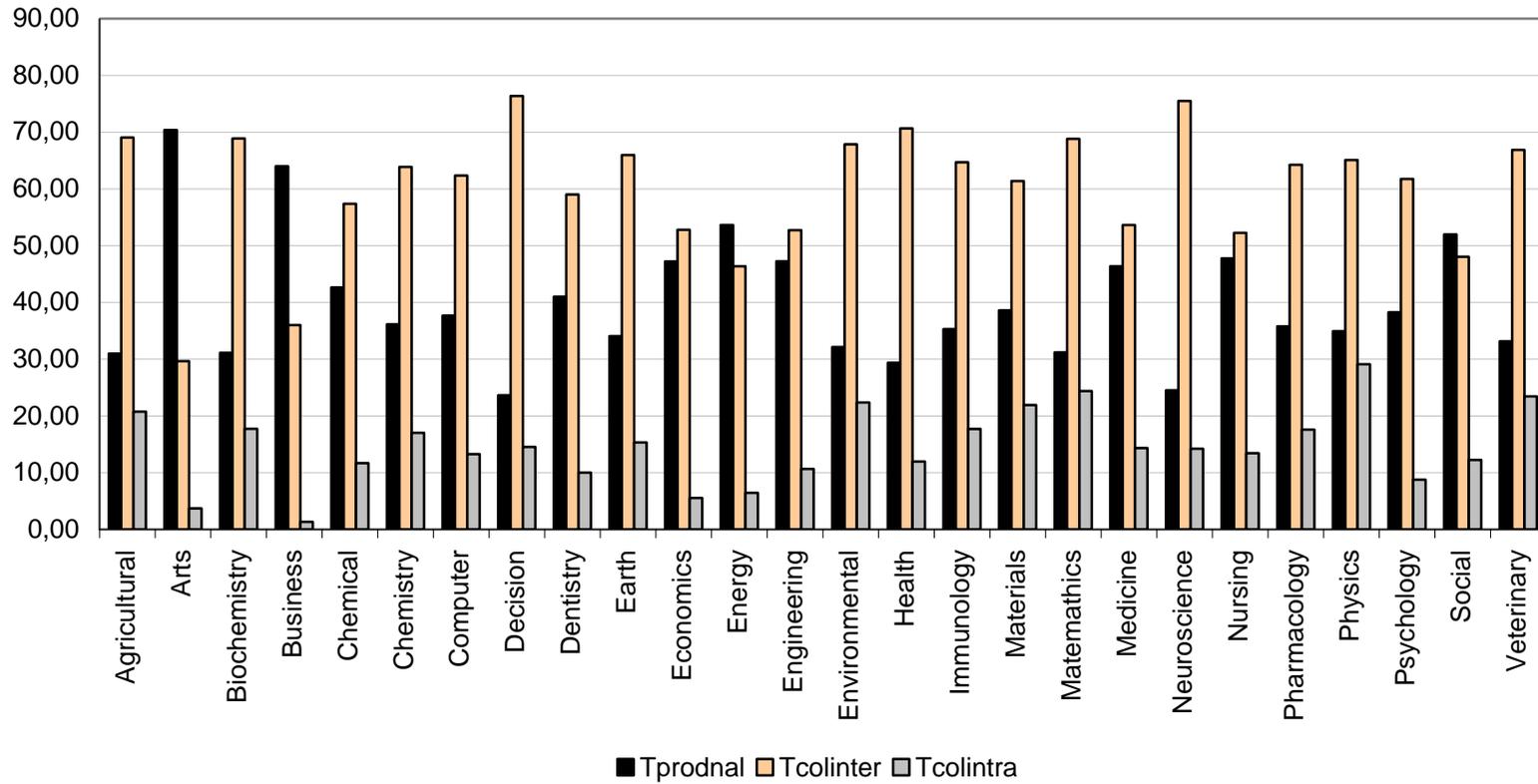
Figura 12.16. Mapa heliocéntrico de los treinta primeros socios



Los tipos de colaboración en cada área temática se pueden ver en la figura 12.17. *Decision* es la que alcanza el mayor número de publicaciones en colaboración internacional con 76%. Le sigue *Neuroscience* con 75% y *Health* con 70%. *Earth* y *Physics*, que en el resto de países alcanzan las mayores tasas de colaboración internacional, aquí logran cuotas muy bajas en relación al resto de áreas. Por el contrario, *Physics* es el área con mayor tasa de colaboración intrarregional, lo que sugiere que los investigadores del país tienen mayor facilidad de acceder a las redes de colaboración de sus vecinos del sur, en un área que como hemos visto tiene una alta actividad regional e internacional. También tienen altas tasas de participación regional *Mathematics*, *Veterinary*, *Environmental* y *Agricultural* que coinciden con ser las de mayor especialización y visibilidad internacional. *Arts* y *Business* son las que tienen la menor proporción de documentos en colaboración internacional e intrarregional<sup>109</sup>

<sup>109</sup> Ver tablas 6.23-6.26 Anexo resultados

Figura 12.17. Patrones de colaboración por áreas temáticas



### 12.5. Producción científica de las Instituciones de Educación Superior más productivas

Colombia con 89 instituciones es el segundo país con mayor número en el ranking Iberoamericano después de Brasil. No obstante, sólo seis pasan el corte de los 400 trabajos en el periodo 2003-2008 (tabla 12.10), una situación que se explica por la existencia de un gran número de instituciones pero con muy pocas publicaciones.

La Universidad Nacional de Colombia (UNAL), es la institución con mayor producción y representa cerca del 25% del total nacional. A nivel de LAC ocupa el puesto 29 y a nivel de Iberoamérica ocupa el puesto 67. Fundada en 1867, es la mas grande y de mayor tradición en el país y con sedes en todas las zonas geográficas del país. En segundo lugar, está la Universidad de Antioquia (UdeA) fundada en 1878, se ubica en el puesto 87 de las instituciones iberoamericanas y el 37 de LAC, con el 15% del total de producción. En tercer lugar se encuentra la Universidad del Valle (Univalle) con el 10%, cae hasta la posición 118 en Iberoamérica y el 65 de LAC. La cuarta y quinta posición la ocupan universidades privadas: Universidad de los Andes (Uniandes) con 9% y Pontificia Universidad Javeriana (PUJ) con un 5% de la producción nacional. Finalmente la Universidad Industrial de Santander (UIS), la sexta institución que supera el umbral de los 400 documentos en el sexenio y que representa el 5% del total nacional.

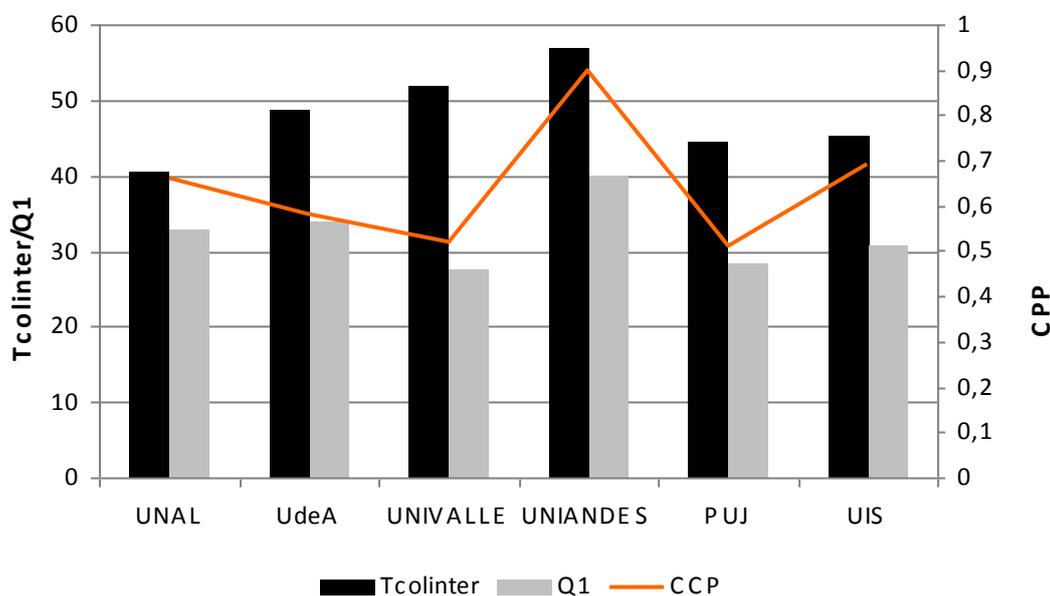
**Tabla 12.10. Instituciones de Educación Superior con mayor producción (>400 documentos)**

IBE	LAC	Institución	Ndoc	TColinter	CCP	Q1
67	29	Universidad Nacional de Colombia	2472	40,33	0,66	32,81
87	37	Universidad de Antioquia	1574	48,67	0,58	33,74
118	65	Universidad del Valle	1024	51,76	0,52	27,44
121	68	Universidad de Los Andes	984	56,71	0,9	40,04
154	92	Pontificia Universidad Javeriana	535	44,49	0,51	28,41
158	96	Universidad Industrial de Santander	523	45,12	0,69	30,59

Colombia junto con Chile son los únicos países donde se ubican en primeras posiciones, instituciones de carácter privado, no obstante, en Chile tal como hemos visto está relacionado con el modelo de financiación de las universidades, ya que éstas a pesar de ser de carácter privado acceden a financiación directa del Estado.

Las instituciones colombianas después de las venezolanas son las que presentan menores indicios calidad (figura 12.18). Uniandes es la institución con mayor índice CCP que llega al 0.90 con lo que está 10% por debajo de la media de citación mundial, es también la institución con mayor porcentaje de publicaciones en revistas del primer cuartil. En el lado opuesto la segunda universidad privada la PUJ es la que presenta los datos mas bajos de visibilidad alcanzando una citación 50% por debajo de la media mundial y sólo un 28% de publicaciones en Q1.

**Figura 12.18. Indicadores de calidad de las top diez instituciones con mayor producción**



## Conclusiones

- Débil institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Escasa inversión en I+D y baja prioridad de la ciencia y la tecnología en la agenda política.
- No hay fuentes adecuadas ni continuas de financiación de la I+D.
- Alta dependencia de los fondos públicos para financiar las actividades de ciencia y tecnología.
- Bajos niveles de innovación de las empresas debido a su escasa inversión en I+D, junto a los escasos índices de participación de investigadores en este sector.
- Insuficiente recurso humano para una investigación de calidad y la innovación y falta de personal cualificado.
- Alto crecimiento de la producción científica tanto en términos absolutos como relativos.
- Las mayores fortalezas temáticas del país se concentran en *Agricultural* e *Immunology* con una fuerte especialización en relación al resto de áreas. Además de estas otras áreas como: *Dentistry*, *Veterinary*, *Environmental*, *Mathematics*, *Energy* y *Physics* representan el grupo de áreas consideradas como de excelencia por destacar como las de mayor prioridad y visibilidad internacional en el país.
- Colombia es el país, de los vistos hasta el momento, con la mayor tasa de colaboración internacional e intrarregional, aunque también ha sido donde menos ha crecido la producción en colaboración.
- Regionalización y concentración institucional de las actividades de ciencia y tecnología.
- El país cuenta con un gran número de instituciones de educación superior, sin embargo, la producción científica se concentra en unas pocas, en las que además se observa una baja calidad científica.



# CAPÍTULO 13

---



## CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN



## **CAPÍTULO 13. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

**A**unque hemos ido presentado las conclusiones para cada uno de los capítulos, hacemos aquí un resumen de aquellas que consideramos más relevantes y que caracterizan claramente el dominio latinoamericano.

En primer lugar, queda patente la falta de decisión política y económica para hacer de la ciencia y la tecnología realmente instrumentos para el desarrollo de los países de la región. Hasta ahora y con pocas excepciones, los gobiernos no han tomado ese camino con el grado de compromiso necesario.

Después de cuatro décadas de esfuerzos internacionales y regionales para fomentar el desarrollo de una infraestructura científica en la región, los sistemas nacionales en ciencia, tecnología e innovación están incompletos y poco articulados.

Hemos podido constatar el crecimiento del gasto bruto en I+D en términos absolutos. A pesar de ello el gasto en relación al PIB, se ha mantenido en los últimos veinte años alrededor del medio punto porcentual. Esto demuestra no sólo la escasa prioridad de la ciencia y la tecnología en las políticas públicas,

sino la brecha que sigue existiendo con respecto a economías de mayor nivel de desarrollo e incluso se aleja de la media de países en desarrollo.

A pesar de las diferencias que caracterizan a los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación, éstos en términos generales, adolecen de los mismos problemas:

Escasa inversión en I+D

Baja prioridad de las actividades de ciencia y tecnología en las agendas políticas.

Alta dependencia del sector público en la financiación y ejecución de la I+D.

Sistemas científicos altamente sensibles al contexto económico.

Baja capacidad científica en relación al personal vinculado a actividades de ciencia y tecnología en relación a la fuerza de trabajo.

Alta concentración regional e institucional de los recursos.

Falta de mayor priorización de la distribución de fondos y programas en áreas estratégicas para los países.

Brasil es el país mejor posicionado en este contexto. Es el único que parece haber emprendido con decisión la transición hacia un nuevo modelo de desarrollo a través de un fuerte impulso a las actividades de ciencia, tecnología e innovación.

En cuanto a la producción científica, LAC ha experimentado un notable incremento en las últimas décadas, no obstante, su peso relativo en la producción mundial sigue siendo escaso. Además la producción se encuentra concentrada en sólo unos pocos países de la región, donde sólo Brasil representa el 45% de la producción total y sumada a la producción de Argentina y México representan el 80%.

Brasil se consolida como el gran productor, fruto de la importante entrada de revistas nacionales en Scopus, mientras que México y en especial Argentina pierden peso relativo a lo largo del período analizado.

Colombia es la gran sorpresa, es un país que ha conseguido mantener un crecimiento continuo a lo largo del período y ha logrado escalar puestos en el ranking regional y mundial. También hay que destacar el crecimiento de Perú, un país que aunque representa una parte marginal del total de la producción regional, ha experimentado una de las mayores tasas de crecimiento en el período y es el que más lugares ha ganado en el ranking de producción y citación a nivel mundial.

La ciencia regional en general alcanza baja visibilidad internacional. La media de citas por publicación está por debajo de la media mundial. En cuanto a promedio de citas externas, sólo supera las regiones de Asia, Europa de Este y las zonas Norte y Centro de África. Por países es Puerto Rico el que alcanza el mayor promedio de citas por documento dentro de los diez mayores productores. Además de este país Uruguay, Perú y Chile, también superan la media mundial. En el lado contrario está Cuba que en términos generales es el que tiene menor visibilidad internacional, con el menor promedio de citas por documento, junto a la tasa más baja de documentos citados y una de las tasas más altas de autocitación. En el caso brasileño, también ha logrado un importante incremento en el número de publicaciones en detrimento de su calidad.

Las fortalezas temáticas de la región se ubican en las áreas relacionadas con las ciencias agrícolas: *Agricultural*, *Veterinary* y *Environmental*. Las ciencias exactas y naturales: *Physics*, *Mathematics*, *Earth* y *Chemistry*. Dentro de las áreas de la salud: *Dentistry*, *Immunology* y *Pharmacology*. Estas disciplinas son al mismo tiempo, las que alcanzan mayor visibilidad internacional, con lo que las consideremos como áreas de excelencia.

Además de *Agricultural* y *Veterinary*, que en la mayoría de países se ubican como áreas de excelencia, destaca la amplia visibilidad internacional de *Earth*

en Chile donde alcanza el mayor impacto de toda la región. Con menor intensidad, pero también destacando por su visibilidad en la ciencia nacional están: *Energy* en Venezuela y México, *Dentistry* en Brasil y Colombia ó *Chemical* en Argentina. *Medicine* aunque es la que más producción concentra en todos los países, sólo es un área prioritaria en Cuba y Perú, y en este último además también alcanza un impacto mayor que la media mundial

En relación a la colaboración científica se aprecia en general un alto incremento de las tasas de colaboración internacional y sobretodo de la colaboración intrarregional. No obstante, los países de la región están desconectados entre sí. La colaboración intrarregional sigue representando un escaso renglón en el total de las colaboraciones internacionales.

Los países de menor tamaño científico alcanzan tasas de colaboración internacional de más del setenta por ciento. Por su parte las tasas de colaboración de los de mayor tamaño oscilan entre treinta y cincuenta por ciento. Unas cifras que nos indican una alta dependencia de la cooperación internacional para llegar a publicar en revistas de corriente principal.

A pesar de que Brasil es el mayor colaborador, México es el actor más central de la red de colaboración regional, presentando los valores más altos de intermediación y cercanía, lo que nos indica que es el actor más cercano y el punto más usado por el resto de actores para conectarse con el resto.

*Earth* y *Physics* son las áreas con mayor índice de internacionalización no sólo por el alto índice de copublicaciones sino también por el número de países firmantes tanto a nivel intrarregional como internacional. Esta es una situación por lo demás muy acorde con su modelo de desarrollo a nivel mundial. Además de las anteriores, a nivel regional tienen un peso importante las colaboraciones en *Mathematics*, *Decision* y *Materials*.

Conscientes de que sólo hemos hecho una pequeña aproximación al análisis del dominio científico latinoamericano, queda un amplio abanico de

posibilidades de investigación en la búsqueda por conocer y evaluar la ciencia regional. Igualmente, la aparición en escena de Scopus como una alternativa real para la evaluación de la actividad científica, hace necesario estudios que profundicen en sus posibilidades como herramienta para tal fin.

En primer lugar, sería de gran utilidad descender el análisis de áreas a categorías temáticas, con lo que se podría obtener datos más exhaustivos del perfil temático de los países. En esta línea, la comparativa entre Scopus y Wos de cuestiones como cobertura, visibilidad o productividad aportarían valiosa información para la elección de una u otra fuente.

Consideramos también de gran interés ahondar en el análisis institucional a nivel temático, de visibilidad o de colaboración intersectorial.

En el presente trabajo quedó pendiente el análisis de la visibilidad que aporta la colaboración internacional a la ciencia nacional, por carecer de indicadores apropiados para ello. Además de este análisis cualitativo, sería también de utilidad conocer los efectos de la colaboración en la productividad o en el perfil de producción científica de los países.

Todas estas perspectivas se intentarán abordar en investigaciones futuras

.

# CAPÍTULO 14

---



## BIBLIOGRAFÍA



## CAPÍTULO 14. BIBLIOGRAFÍA

**A**lbornoz, M. (2006). Política científica y tecnológica en Argentina. Temas de Iberoamérica, OEI. Disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/albornoz.pdf> (consultado el 15 de diciembre de 2008).

Albornoz, M. y Fernández Polcuch, E. (1999). Ibero-American network of science and technology Indicators (RICYT). *Research Evaluation*, 8 (1), 5-14.

Alcorta, L. y Peres, W. (1998). Innovation systems and technological specialization in Latin America and the Caribbean. *Research Policy*, 26 (7-8), 857-881.

Alvis-Guzman, N. y De la Hoz -Restrepo, F. (2006). Producción científica en ciencias de la salud en Colombia 1993-2003. *Revista de Salud Pública*, 8 (1), 25-37.

Anduckia, J.C., Gómez, J. y Gómez, Y.J. (2000). Bibliometric output from Colombian researchers with approved projects by COLCIENCIAS between 1983 and 1994. *Scientometrics*, 48 (1), 3-25.

Araújo-Ruíz, J., Van Hooydonk, G., Torricella Morales, R. y Arencibia Jorge, R. (2005). Cuban scientific articles in SCI Citation Indexes and CubaCiencias databases (1988-2003). *Scientometrics*, 65 (2), 161-171.

Archambault, E., Campbell, D., Gingras, Y. y Larivière, V. (2009). Comparing bibliometric statistics obtained from the Web of Science and Scopus. *Journal of the*

*American Society for Information Science and Technology*, 60 (7), 1320-1326.

Arencibia-Jorge, R. y Moya-Anegón, F. (2010). Challenges in the study of Cuban scientific output. *Scientometrics*, 83 (3), 723-737.

Arocena, R. y Sutz, J. (2001). Changing knowledge production and Latin American universities. *Research Policy*, 30 (8), 1221-1234.

Arunachalam, S. y Manorama, K. (1989). Are citation-based quantitative techniques adequate for measuring science on the periphery? *Scientometrics*, 15 (5-6), 393-408.

Arza, V, López, A y Gajst, N. (2008) Los organismos públicos de investigación (OPI) en Argentina y su vinculación con otros actores sociales desde una perspectiva histórica. Centro de Investigaciones para la transformación (CENIT). Disponible en: <http://www.fund-cenit.org.ar/investigaciones/dt36.pdf> (consultado el 5 de octubre de 2009)

Asprey, R.B. (1994). *War in the shadows: the guerrilla in history*. New York: William Morrow & Company.

Atienza Azcona, J. (1999). Crecimiento, deuda externa y oportunidades de desarrollo en los países menos adelantados. *Revista de Economía Mundial*, 1, 17-28.

Atienza Azcona, J. (2001). La necesidad de nuevas recetas para una deuda externa persistente. *Revista de Economía Mundial*, 5, 99-120.

Baird, L.M. y Oppenheim, C. (1994). Do Citations Matter. *Journal of Information Science*, 20 (1), 2-15.

Bakkalbasi, N., Bauer, K., Glover, J. y Wang, L. (2006). Three options for citation tracking: Google Scholar, Scopus and Web of Science. *Biomedical Digital Libraries*, 3 (7), 1-8.

Baldi, S. y Hargens, L.L. (1995). Reassessing the n-rays reference network: the role of self citations and negative citations. *Scientometrics*, 34 (2), 239-253.

Banco Interamericano de Desarrollo (2000). *Desarrollo más allá de la Economía. Progreso Económico y Social en América Latina. Informe 2000*. Washington, D.C.: BID.

Bar-Ilan, J., Levene, M. y Lin, A. (2007). Some measures for comparing citation databases. *Journal of Informetrics*, 1 (1), 26-34.

Barcinski, M. (2003). Disruption to science in developing countries. *Nature*, 422 (6929), 259-261.

Barreiro, A. y Davyt, A. (1999). *Cincuenta años de la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (ORCYT/UNESCO): Un análisis histórico de*

*la cooperación en la región*. Uruguay: UNESCO.

Barrere, R., Luchilo, L. y Raffo, J. (2004). Highly skilled labour and international mobility in South America. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 10, 1-44.

Batista, P.D., Campiteli, M.G., Kinouchi, O. y Martínez, A.S. (2006). Is it possible to compare researchers with different scientific interests? *Scientometrics*, 68 (1), 179-189.

Beaver, D. (2001). Reflections on scientific collaboration (and its study): past, present and future. *Scientometrics*, 52 (3), 365-377.

Beaver, D. y Rosen, R. (1978). Studies in scientific collaboration I: the professional origins of scientific co-authorship. *Scientometrics*, 1 (1), 65-84.

Beintema, N. M. and Stads, G. J. Measuring agricultural R&D investments: A revised global picture. ASTI Background Note. 2008. Washington, D.C., International Food Policy Research Institute.

Bellavista, J., Guardiola, E., Méndez, A., y Bordons, M. (1997). *Evaluación de la investigación*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.

Bellavista, J. y Renobell, V. (1999). *Ciencia, tecnología e innovación en América Latina*. Barcelona: Universitat de Barcelona.

BID, RR. Políticas e Instrumentos en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe. Septiembre 2010.

Bordons, M., Fernández, M.T. y Gómez, I. (2002). Advantages and limitations in the use of impact factor measures for the assessment of research performance in a peripheral country. *Scientometrics*, 53 (2), 195-206.

Bordons, M. y Zulueta, A. (1999). Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. *Revista Española de Cardiología*, 52 (10), 790-800.

Borgman, C.L. y Furner, J. (2002). Scholarly communication and bibliometrics. *Annual Review of Information Science and Technology*, 36, 3-72.

Bornmann, L. y Daniel, H.-D. (2007). What do we know about the h index? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58 (9), 1381-1385.

Bornmann, L. y Daniel, H.-D. (2008). What do citation counts measure? A review of studies on citing behavior. *Journal of Documentation*, 64 (1), 45-80.

Bornmann, L., Marx, W. y Schier, H. (2009). Hirsch-type index values for organic chemistry journals: A comparison of new metrics with the journal impact factor. *European Journal of Organic Chemistry*, 10, 1471-1476.

Bound, K. (2008). *Brazil the natural knowledge economy*. London: Demos.

Braun, T., Glanzel, W. y Schubert, A. (2006). A Hirsch-type index for journals. *Scientometrics*, 69 (1), 169-173.

Bravo Vinaja, A. y Sanz Casado, E. (2008). Análisis bibliométrico de la producción científica de México en ciencias agrícolas durante el periodo 1983-2002. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31 (3), 187-194.

Bressan, R.A., Gerolin, J. y Mari, J.J. (2005). The modest but growing Brazilian presence in Psychiatric, Psychobiological and Mental Health Research: assessment of the 1998-2002 period. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 38 (5), 649-659.

Briansó Penalva, J.L. (2008). *Country report Brazil: an analysis of EU-Brazilian cooperation in S&T*. Brussels: CREST OMC Working Group.

Bush, V. (1945). *Science the endless frontier*. Washington: United States Government Printing Office.

Cabrero Mendoza, E., Valadés, D., y López-Ayllón, S. (2006). *El diseño institucional de la política de ciencia y tecnología en México*. México: UNAM.

Cañedo Andalia, R. (1999). Los análisis de citas en la evaluación de los trabajos científicos y las publicaciones seriadas. *ACIMED*, 7 (1), 30-39.

Capel, A. (2005). Cambios en el sistema de educación superior en Chile y sus efectos en la gestión financiera. *Revista Calidad en la Educación*, (22), 285-328.

Carbone, V. (2006). *Cuando la Guerra Fría llegó a América Latina... La Política exterior Norteamericana hacia Latinoamérica durante las presidencias de Eisenhower y Kennedy (1953-1963)*. Buenos Aires: CAEI.

Cardoza, G. (1997). Learning, innovation and growth: a comparative policy approach East Asia and Latin America. *Science and Public Policy*, 26 (6), 337-393.

Case, D.O. y Higgins, G.M. (2000). How can we investigate citation behavior? A study of reasons for citing literature in communication. *Journal of the American Society for Information Science*, 51 (7), 635-645.

Casilda Béjar, R. (2004). América Latina y el Consenso de Washington. *Boletín Económico de ICE*, (2803), 19-38.

Castro, C., Wolff, L., y Alic, J. (2000). *La Ciencia y la Tecnología para el Desarrollo: una estrategia del BID*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.

CEPAL (2002). *Globalización y Desarrollo*. Santiago: CEPAL.

CEPAL (2004). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2003-2004*. Santiago : CEPAL.

Cetto, A.M. y Alonso-Gamboa, O. (1998). Scientific periodicals in Latin America and Caribbean: A global perspective. *Interciencia*, 23 (2), 84-93.

Chernick, M. (1988). Negotiated settlement armed conflict: lessons from the Colombian peace process. *Journal of Interamerican Studies and World Affairs*, 30 (4), 27-45.

Chinchilla-Rodríguez, Z. (2005). *Análisis del dominio científico español:1995-2002 (ISI-Web of Science)*. Granada: Universidad. Tesis doctoral

Chudnovsky, D. (1999). Science and technology policy and the national innovation system in Argentina. *CEPAL Review*, 67, 157-176.

Colombo, S. y Bergonzelli, P. (2006). Balance de 10 años de políticas públicas de Ciencia y Tecnología en Argentina. *Aportes, revista de la facultad de economía BUAP*, 11 (33), 57-84.

CONICYT. (2004). Gasto en I+D del sector Estado por disciplina científica, 2004. Disponible en <http://www.conicyt.cl/573/article-3967.html> (consultado el 12 de marzo de 2009)

Coremberg, A. (2007). Fuentes del crecimiento económico en Argentina 1990-2004. *Revista de Economía Política de Buenos Aires*, 2 (1), 55-88.

Corera Álvarez. (2006). *Análisis de dominio científico de las Matemáticas en España (ISI, Web of Science, 1990-2004)*. Granada: Universidad. Tesis doctoral.

Costas, R. y Bordons, M. (2007). The h Index: Advantages, limitations and its relation with other bibliometric indicators at the micro level. *Journal of Informetrics*, 1 (3), 193-203.

Cronin, B. (1984). *The citation process: The role and significance of citations in scientific communication*. London: Taylor Graham.

Csajbók, E., Berhidi, A., Vasas, L. y Schubert, A. (2007). Hirsch-index for countries based on Essential Science Indicators data. *Scientometrics*, 73 (1), 91-117.

De Meis, L., Arruda, A.P. y Guimaraes, J. (2007). The impact of science in Brazil. *IUBMB Life*, 59 (4227-234).

De Meis, L., Velloso, A., Lannes, D., Carmo, M.S. y de Meis, C. (2003). The growing competition in Brazilian science: rites of passage, stress and burnout. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 36 (9), 1135-1141.

Delgado Alfaro, M., Ortiz Aguilar, E. y Martínez Rolland, M.A. (2005). La sostenibilidad de la deuda en los países de bajos ingresos. Iniciativas multilaterales frente al problema del sobreendeudamiento. *Información Comercial Española. Revista de Economía*, (827), 153-170.

DNP (2009). *Política nacional de ciencia, tecnología e innovación. Documento CONPES 3582*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.

Dorta-Contreras, A.J., Arencibia-Jorge, R., Martí-Lahera, Y. y Araújo-Ruiz, J.A. (2008). Productividad y visibilidad de los neurocientíficos cubanos: estudio bibliométrico del período 2001-2005. *Revista de Neurología*, 47 (7), 355-360.

Dos Santos, N. y Rumjanek, V.M. (2001). Brazilian immunology: one hundred years later. *Scientometrics*, 50 (3), 405-418.

Dutra Zanotto, E. (2002). Scientific and technological development in Brazil. The

Easterly, W. (2001). The lost decades: developing countries' stagnation in spite of policy reform 1980 - 1998. *Journal of Economic Growth*, 6(2), 135-157.

Echevarría, R.G. y Beintema, N.M. (2009). *Mobilizing financial resources for agricultural research in developing countries, trends and mechanisms*. New Delhi: GFAR.

Erber, F.E. (2000). Perspectivas da America Latina em ciencia e tecnologia. *Parcerias Estratégicas*, (8), 181-200.

Esser, K. (1993). América Latina. Industrialización sin visión. *Nueva Sociedad*, (125), 27-46.

Estache, A. y Trujillo, L. (2004). La privatización en América Latina en la década de los años 90: aciertos y errores. *Revista Asturiana de Economía*, (31), 69-91.

European Commission (2006). *Annual innovation policy trends report of United States, Canada, Mexico and Brazil*. Luxemburgo: European Commission.

European Commission (2003). *Third European Report on Science & Technology Indicators. 2003: Towards a Knowledge-based Economy*. Brussels: European Commission.

Falagas, M.E., Kouranos, V.D., Arencibia-Jorge, R. y Karageorgopoulos, D.E. (2008). Comparison of SCImago journal rank indicator with journal impact factor. *FASEB Journal*, 22 (8), 2623-2628.

Fassoulaki, A., Paraskeva, A., Papilas, K. y Karabinis, G. (2000). Self-citations in six anaesthesia journals and their significance in determining the impact factor. *British Journal of Anaesthesia*, 84 (2), 266-269.

FECYT (2008). *Indicadores bibliométricos de la actividad científica Española 2002-2006*. Madrid: FECYT.

Feldmann, A. (2005). A shift in the paradigm of violence: non-governmental terrorism in the Latin America since the end of Cold Ward. *Revista de Ciencia Política*, 25 (2), 3-36.

Feldmann, A. y Perälä, M. (2004). Reassessing the causes of nongovernmental terrorism in Latin America. *Latin America Politics and Society*, 46 (2), 101-132.

Fernández, M.T., Gómez, I. y Sebastián, J. (1998). La cooperación científica de los países de América Latina a través de indicadores bibliométricos. *Interciencia*, 23 (6), 328-337.

Fondo Monetario Internacional (2005). *Perspectivas de la Economía Mundial*. Washington: Fondo Monetario Internacional.

Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006). *Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento de la innovación en México (2000 - 2006)*. México D.F.: FCCyT.

Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: lessons from Japan*. London: Pinter Publishing.

Gaillard, J. (1989). Es visible la Ciencia en el tercer mundo? *Mundo Científico*, 9 (93), 764-768.

Gaillard, J. (1996). El comportamiento de los científicos y de las comunidades científicas. En: Salomón, J.J., Sagasti, F. y Sachs, C. (Eds.), *Una búsqueda incierta. Ciencia, Tecnología y Desarrollo* pp. 234-271. México: FCE

Gaillard, J. y Gaillard, A.M. (1997). The international mobility of brains: exodus or circulation? *Science, Technology & Society*, 2 (2), 195-228.

García Guadilla, C. (1998). *Situación y principales dinámicas de transformación de la educación superior en América Latina*. Caracas: CRESAL/UNESCO.

Garfield, E. (1963). Citation indexes in sociological and historical research. *American Documentation*, (14), 4.

Gavel, Y. y Iselid, L. (2008). Web of Science and Scopus: a journal title overlap study. *Online Information Review*, 32 (1), 8-21.

Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., y Trow, M. (1994). *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage Publications.

Gibbs, W.W. (1995). Lost Science in the Third World. *Scientific American*, 273 (2), 76-83.

Gil-Montoya, J.A., Navarrete-Cortés, J., Pulgar, R., Santa, S. y Moya-Anegón, F. (2006). World dental research production: an ISI database approach (1999-2003). *European Journal of Oral Sciences*, 114 (2), 102-108.

Gilbert, A. (1997). Poverty and social policy in Latin America. *Social Policy &*

*Administration*, 31 (4), 320-335.

Glanzel, W. (2001). National characteristics in international scientific co-authorship relations. *Scientometrics*, 51 (1), 69-115.

Glanzel, W. (2006). On the opportunities and limitations of the H Index. *Science Focus*, 1 (1), 10-11.

Glanzel, W. y De Lange, C. (1997). Modelling and measuring multilateral co-authorship in international scientific collaboration, Part. II A comparative study on the extent and change of international scientific collaboration links. *Scientometrics*, 40 (3), 605-626.

Glanzel, W., Leta, J. y Thijs, B. (2006). Science in Brazil. Part 1: A macro-level comparative study. *Scientometrics*, 67 (1), 67-86.

Godin, B. y Ippersiel, M.P. (1996). Scientific collaboration at the regional level: The case of a small country. *Scientometrics*, 36 (1), 59-68.

Gómez, I., Fernández, M.T. y Sebastián, J. (1999). Analysis of the structure of international scientific cooperation networks through bibliometric indicators. *Scientometrics*, 44 (3), 441-457.

Goodman, D. y Deis, L. (2005 ). Web of Science (2004 version) and Scopus. *The Charleston Advisor*, January, 5-21.

Gorraiz, J. y Schloegl, C. (2008). A bibliometric analysis of pharmacology and pharmacy journals: Scopus versus Web of Science. *Journal of Information Science* , 34 (5), 715-725.

Grobart, F. (2002). Situación actual en América Latina respecto a la innovación y la competitividad. V Encuentro Latinoamericano de Estudios Prospectivos: La seguridad global y el papel de América Latina en la construcción de una agenda de futuro al 2005. Disponible en: [http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/politica/grobart2\\_310103.pdf](http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/politica/grobart2_310103.pdf) (consultado en 21 de agosto de 2008).

Grupo Scimago (2007). SCImago journal & Country Rank: un nuevo portal, dos nuevos rankings. *El profesional de la Información*, 16 (6), 645-646.

Grupo Scimago (2007a). Análisis de la producción científica mundial por regiones. *El Profesional de la Información*, 16 (2), 158-159.

Grupo Scimago (2007b). El índice h de Hirsch: su aplicación a algunos de los científicos españoles más destacados. *El Profesional de la Información*, 16 (1), 47-49.

Grupo Scimago (2007c). Description of SCImago Journal Rank Indicator. Disponible en: <http://www.scimagojr.com/SCImagoJournalRank.pdf> (Consultado el 29 de septiembre de 2009)

Grupo Scimago. SIR SCImago Institutions Rankings. Iberoamerican Ranking SIR 2010 Disponible en: [http://www.scimagoir.com/pdf/ranking\\_iberamericano\\_2010.pdf](http://www.scimagoir.com/pdf/ranking_iberamericano_2010.pdf). Consultado el 22 de septiembre de 2010.

Gupta, B.M. y Dhawan, S.M. (2009). Status of Indian in science and technology as reflected in its publication output in Scopus. *Scientometrics*, 80 (2), 473-490.

Hansen, T.N., Agapitova, N., Holm-Nielsen, L., y Goga Vukmirovi, O. (2002). *The evolution of science & technology: Latin America and the Caribbean in comparative perspective*. Washington: World Bank.

Herbertz, H. y Müller-Hill, B. (1995). Quality and efficiency of basic research in molecular biology. A bibliometric analysis of thirteen excellent research institutes. *Research Policy*, 24 (6), 959-979.

Hermes-Lima, M., Alencastro, A., Santos, N., Navas, C. y Beleboni, R. (2007a). The relevance and recognition of Latin American science. Introduction to the fourth issue of CBP - Latin America. *Comparative Biochemistry and Physiology*, (146), 1-9.

Hermes-Lima, M., Santos, N., Alencastro, A. y Ferreira, S. (2007). Whither Latin America? trends and challenges of science in Latin America. *IUBMB Life*, 59 (4-5), 199-210.

Hernández, G. (2005). *Evolución de la deuda externa de América Latina y el Caribe*. Disponible en: [http://www.oid-ido.org/imprimer.php3?id\\_article=109](http://www.oid-ido.org/imprimer.php3?id_article=109) (consultado el 12 de diciembre de 2008).

Hill, D. (2004). Latin America shows rapid rise in S&E articles. *InfoBrief*, (04-336). Disponible en: <http://www.nsf.gov/statistics/infbrief/nsf04336/> (consultado en 10 de diciembre de 2008)

Hirsch, J.E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of The National Academy of Sciences of the United States of America*, 102 (46), 16.569-16.572.

Hjørland, B. (2002). Domain analysis in Information Science. Eleven approaches - traditional as well as innovative. *Journal of Documentation*, 58 (4), 422-462.

Hjørland, B. y Albrechtsen, H. (1995). Toward a new horizon in information-science: Domain analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, 46 (6), 400-425.

Holmes, J., Gutiérrez de Piñeres, S. y Curtin, K. (2007). A subnational study of insurgency: FARC violence in the 1990s. *Studies in Conflict and Terrorism*, 30 (3), 249-265.

Huber, E. y Solt, F. (2004). Successes and failures of neoliberalism. *Latin America*

*Research Review*, 39 (3), 150-164.

Indacochea, A. y Paulette, N. (1991). La privatización en el contexto actual: experiencias internacionales. *Alta Gerencia*, 1 (1), 235-240.

Jacsó, P. (2005). As we may search - Comparison of major features of the Web of Sciences, Scopus, and Google Scholar citation-based and citation-enhanced databases. *Current Science*, 89 (9), 1537-1547.

Jacsó, P. (2009). The h Index for countries in the Web of Science and Scopus. *Online Information Review*, 33 (4), 831-837.

Jacsó, P. (2009a) SCImago Journal Rank, Worldmapper, Atlapedia. *Online (Wilton Connecticut)* 33(3), 50-53. Disponible en: <http://www.jacso.info/PDFs/jacso-scimago-worldmapper-atlapedia.pdf> (consultado 2 de febrero de 2010).

Jaramillo, H., Lugones, G., y Salazar, M. (2001). *Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. Bogotá: RICYT, OEA, COLCIENCIAS.

Kannankutty, N. y Burrelli, J. (2007). Why did they come to the United States?: A profile of immigrant scientists and engineers. *InfoBrief*, (324), 1-8. Disponible en: <http://www.nsf.gov/statistics/infbrief/nsf07324/nsf07324.pdf> (consultado el 14 de julio de 2009)

Kaplan, M. (1980). *Sociedad, política y planificación en América Latina*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Katz, J. y Martin, B. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, 26 (1), 1-18.

Kelly, C. y Jennions, M. (2006). The h-index and career assessment by numbers. *Trends in Ecology and Evolution*, 21 (4), 167-170.

Kohonen, T. (1997). *Self-organizing maps*. Berlín: Springer.

Kostoff, R.N., Antonio del Río, T.J., Cortés, H.D., Smith, C., Smith, A., Wagner, C., Leydesdorff, L., Karypis, G., Malpohl, G. y Tshiteya, R. (2005). The structure and infrastructure of Mexico's science and technology. *Technological Forecasting and Social Change*, 72, 798-814.

Kraay, A. y Nehru, V. (2004). When is external debt sustainable? *The World Bank Economic Review*, 20 (3), 341-365.

Krauskopf, M. (2002). A scientometric view of some biological disciplines in Chile. *Biological Research*, 35 (1), 95-99.

Krauskopf, M., Krauskopf, E. y Méndez, B. (2007). Low awareness of the link between

science and innovation affects public policies in developing countries: The Chilean case. *Scientometrics*, 72 (1), 93-103.

Krauskopf, M., Vera, M.I., Krauskopf, V. y Welljams-Dorof, A. (1995). A Citation perspective on science in Latin America and the Caribbean, 1981-1993. *Scientometrics*, 34 (1), 3-25.

Leclerc, M. y Gagné, J. (1994). International scientific cooperation: the continentalization of science. *Scientometrics*, 31 (3), 261-292.

Leta, J. y Chaimovich, H. (2002). Recognition and international collaboration: the brazilian case. *Scientometrics*, 53 (3), 325-335.

Leta, J. y De Meis, L. (1996 ). A profile of science in Brazil. *Scientometrics*, 35 (1), 33-44.

Leta, J., Glanzel, W. y Thijs, B. (2006). Science in Brazil: Part 2: Sectoral and institutional research profiles. *Scientometrics*, 67 (1), 87-105.

Leta, J., Jacques, R., Figueira, I. y De Meis, L. (2001). Central international visibility of Brazilian Psychiatry publications from 1981 to 1995. *Scientometrics*, 50 (2), 241-254.

Leta, J., Lannes, D. y De Meis, L. (1998). Human resources and scientific productivity in Brazil. *Scientometrics*, 41 (3), 313-324.

Leydesdorff, L. (2005). Evaluation of research and revolution of science indicators. *Current Science*, 89 (9), 1510-1517.

Leydesdorff, L. y Wagner, C. (2009). Macro-Level indicators of the relations between research funding and research output. *Journal of Informetrics*, 3 (4), 353-362.

Licea de Arenas, J., Castañón-Lomnitz, H. y Arenas-Licea, J. (2002). Significant Mexican research in the health sciences: A bibliometric analysis. *Scientometrics*, 53 (1), 39-48.

Louzada, R. y Silva Filho, J. (2005). Formação do pesquisador e sofrimento mental: um estudo de caso. *Psicologia em Estudo*, 10 (3), 451-465.

Lundvall, B. (2002). National Systems of Innovation and competence building. *Research Policy*, 31 (213-231).

Luttwak, E. (1983). *The Grand Strategy of the Soviet Union*. New York: St. Martin's Press.

Luukkonen, T., Persson, O. y Sivertsen, G. (1992). Understanding patterns of international scientific collaboration. *Science, Technology & Human Values*, 17 (1), 101-126.

López-Illescas, C., Moya-Anegón, F. y Moed, H.F. (2008). Coverage and citation impact of oncological journals in the Web of Science and Scopus. *Journal of Informetrics*, 2 (4), 304-316.

Macías Chapula, C.A. (2001). Papel de la informetría y de la Cienciometría y su perspectiva nacional e internacional. *ACIMED*, 9 (4), 35-41.

Macías Chapula, C.A. (2005). Hacia un modelo de comunicación en salud pública en América Latina y el Caribe. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 18 (6), 427-438.

MacRoberts, M.H. y MacRoberts B.R. (1996). Problems of citation analysis. *Scientometrics*, 36 (3), 435-444.

Maltrás Barba, B. (1996). *Los indicadores Bibliométricos en el estudio de la Ciencia: fundamentos conceptuales y aplicación en política científica*. Salamanca: Universidad de Salamanca.

Marichal, C. (2005). Existen ciclos de la deuda externa en América Latina? Una perspectiva histórica, Siglos XIX y XX. *Comercio Exterior*, 55 (12), 676-683.

Martin, B.R. y Irvine, J. (1983). Assessing basic research. Some partial indicators of scientific progress in radio astronomy. *Research Policy*, 12, 61-90.

Martin, B.R. (1996). The use of multiple indicators in the assessment of basic research. *Scientometrics*, 36 (3), 343-362.

Martín Sampere, M.J. y Urdín Caminos, M.C. (1991). Producción científica de los países latinoamericanos a través de las revistas españolas de ciencia y tecnología durante el periodo 1983-1988. *Revista Española de Documentación Científica*, 14 (2), 143-156.

Marí, M., Estébanez, M. y Suárez, D. (2001). La cooperación en Ciencia y Tecnología con los países del Mercosur. *Redes*, 8 (17), 59-82.

Matus, M. (2002). Corea y el Cono Sur de América: el jardín de senderos que se bifurcan. *Revista Instituciones y Desarrollo*, (11), 103-165.

McCain, K.W. (1991). Mapping Economics through the journal literature - An experiment in journal cocitation analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, 42 (4), 290-296.

Mendoza-Parra, S., Paravik-Klijn, T., Muñoz-Muñoz, A.M., Barriga, O.A. y Jiménez-Contreras, E. (2009). Visibility of Latin America nursing research (1959-2005). *Journal of Nursing Scholarship*, 41 (1), 54-63.

Merton, R.K. (1973). *Sociology of Science*. Chicago: University Press of Chicago.

Meyer, J.B., Charum, J., Granés, J. y Chatelin, Y. (1995). Is it open or closed?

Colombian sciences on the move. *Scientometrics*, 34 (1), 73-86.

Miguel, S. (2008). *Aproximación cuantitativa al análisis y visualización del dominio científico argentino. Tesis doctoral*. Granada: Universidad de Granada.

Miguel, S., Moya-Anegón, F. y Herrero-Solana, V. (2007). A new approach institutional domain analysis: multilevel research fronts structure. *Scientometrics*.

Miguel, S., Moya-Anegón, F. y Herrero Solana, V. (2010). The impact of socio-economic crisis of 2001 on the scientific system of Argentina from the scientometric perspective. *Scientometrics*, 85 (2), 495-507.

Mijac, V. y Ryder E. (2009). Análisis bibliométrico de las publicaciones científicas sobre parásitos en Venezuela (2002-2007). *Interciencia*, 34, 140-146.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Secretaría de Planeamiento y Políticas (2008). *Indicadores de Ciencia y Tecnología Argentina 2007*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Secretaría de Planeamiento y Políticas.

Moed, H.F. y Vriens, M. (1989). Possible inaccuracies occurring in citation analysis. *Journal of Information Science*, 15 (2), 95-107.

Molinari, J. y Molinari, A. (2008). A new methodology for ranking scientific institutions . *Scientometrics*, 75 (1), 163-174.

Moravsick, M.J. (1989). Cómo evaluar a la ciencia y a los científicos? *Revista Española de Documentación Científica*, 12 (3), 313-325.

Moxham, H. y Anderson, J. (1992). Peer Review: A view from the inside. *Science and Technology Policy*, 5 (1), 7-15.

Moya-Anegón, F., Chinchilla-Rodríguez, Z., Vargas-Quesada, B., Corera-Álvarez, E., Muñoz-Fernández, F.J., González-Molina, A. y Herrero-Solana, V. (2007). Coverage analysis Scopus: A journal metric approach. *Scientometrics*, 73 (1), 53-78.

Moya-Anegón, F. y Herrero-Solana, V. (1999). Science in America Latina: a comparison of bibliometric and scientific-technical indicators. *Scientometrics*, 46 (2), 299-320.

Moya Anegón y Solís Cabrera. (2003). Indicadores científicos de Andalucía (ISI, Web of Science. 1998-2001). Granada: Junta de Andalucía: Consejería de Educación y Ciencia.

Moya Anegón y Solís Cabrera. (2005). Indicadores científicos de Andalucía (ISI, Web of Science, 2002). Granada: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa.

Moya-Anegón, F., Vargas-Quesada, B., Herrero-Solana, V., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E. y Muñoz-Fernández, F. (2004). A new technique for building maps of

large scientific domains based on the cocitation of classes and categories. *Scientometrics*, 61 (1), 129-145.

Narin, F., Stevens, K. y Whitlow, E. (1991). Scientific co-operation in Europe and the citation of multinationally authored papers. *Scientometrics*, 21 (3), 313-323.

Narváez Berthelemot, N., Almada de Ascencio, M. y Russell, J. (1993). International scientific collaboration: cooperation between Latin America and Spain, as seen from different databases. *Journal of Information Science*, 19, 389-394.

Narváez Berthelemot, N., Frigoletto, L.P. y Miquel, J.F. (1992). International scientific collaboration in latin America. *Scientometrics*, 24 (3), 373-392.

Nathan Cohen, J. y Centeno, M.A. (2006). Neoliberalism and Patterns of Economic Performance. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, (606), 32-67.

National Science Foundation. (2006). *Science and Engineering Indicators*. Arlington: National Science Foundation.

Navarrete Cortés, J. (2003). *Producción Científica de las Universidades Andaluzas (1991-1999): Un análisis Bibliométrico*. Granada: Universidad de Granada, Departamento de Biblioteconomía y Documentación. Tesis Doctoral.

Neal, C. y Morrison, L. (2001). *De los recursos naturales a la economía del conocimiento: comercio y calidad de empleo*. Montevideo: Banco Mundial.

Nederhof, A.J. (2005). Bibliometric monitoring of research performance in the Social Sciences and Humanities: a review. *Scientometrics*, 66 (1), 81-100.

Neuhaus, C. y Daniel, H. (2008). Data sources for performing citation analysis: an overview. *Journal of Documentation*, 64 (2), 193-210.

Norris, M. y Oppenheim, C. (2007). Comparing alternatives to the Web of Science for coverage of the social sciences' literature. *Journal of Informetrics*, 1 (2), 161-169.

Ocampo, J.A. (2005). *Más allá del Consenso de Washington: una agenda de desarrollo para América Latina*. México: CEPAL.

OCDE (2003). *Manual de Frascati 2002: Medición de las actividades científicas y tecnológicas. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*. Madrid: FECYT.

OCDE. (2009). *OECD Science, technology and industry scoreboard*. París: OECD.

Okubo, Y., Miquel, J.F., Frigoletto, L. y Doré, J.C. (1992). Structure of international collaboration in science: typology of countries through multivariate techniques using a link indicator. *Scientometrics*, 25 (2), 321-351.

Olmeda Gómez, C. (2006). La investigación en colaboración de las universidades españolas (2000-2004). Madrid: Grupo SCImago – Universidad Carlos III de Madrid.

Osareh, F. y Wilson, C. (1997). Third world countries (TWC) research publications by disciplines: A country-by-country citation analysis. *Scientometrics*, 39 (3), 253-266.

Oteiza, E. (1992). *La política de investigación científica y tecnológica en Argentina. Historia y perspectivas*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, Bibliotecas Universitarias.

Packer, A.L. y Meneghini, R. (2006). Articles with authors affiliated to Brazilian institutions published from 1994 to 2003 with 100 or more citations: I - The weight of international collaboration and the role of Networks. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78 (4), 841-853.

Palmer, J. (1991). Scientists and information: II. Personal factors in information behaviour. *Journal of Documentation*, 47 (3), 254-275.

Pampillón Olmedo, R. (2003). De la sustitución de importaciones a la crisis económica de 2002 en América Latina. *Boletín ICE Económico*, (2773), 39-50.

Pellegrini Filho, A., Goldbaum, M. y Silvi, J. (1997). Producción de artículos científicos sobre salud en seis países de América Latina, 1973 a 1992. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 1 (1), 23-34.

Pellegrino, A. (2000). Trends in International migration in Latin America and the Caribbean. *International Social Science Journal*, 52 (165), 395-408.

Pellegrino, A. (2001). Trends in Latin America skilled migration: "Brain Drain" or "Brain Exchange". *International Migration*, 39 (5), 111-132.

Pereira, J.C.R. y Escuder, M.M.L. (1999). The scenario of Brazilian health sciences in the period of 1981 to 1995. *Scientometrics*, 45 (1), 95-105.

Perry, G., Arias, O., López, H., Maloney, W., y Servén, L. (2006). *Poverty reduction and growth. Virtuous and vicious circles*. Washington: World Bank.

REDES. Políticas e Instrumentos en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe, disponible en: <http://www.politicasci.net/> (consultada en septiembre de 2010).

Prathap, G. (2006). Hirsch-type indices for ranking institutions scientific research output. *Current Science*, 91 (11), 1439.

Price, D.S. (1963). *Little Science, big Science*. New York: Columbia University Press.

Price, D.S. (1965). Networks of scientific papers. The pattern of bibliographic references indicates the nature of scientific research front. *Science*, 149 (3683), 510-515.

Raghianti, C.P., Martínez, R., Martins, J. y Gallo, J.E. (2006). Comparative study of scientific publications in ophthalmology and visual sciences in Argentina, Brazil, Chile, Paraguay and Uruguay (1995-2004). *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 69 (5), 719-723.

Razzouk, D., Zorzetto, R., Dubugras, M.T., Gerolin, J. y Mari, J. (2007). Leading countries in mental health research in Latin America and the Caribbean. *Revista brasileira de Psiquiatria*, 29 (2), 118-122.

Requena, J. (2005). Dynamics of the modern venezuelan research community profile. *Scientometrics*, 65 (1), 95-130.

RICYT (2007). *El estado de la ciencia: principales indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos*. Buenos Aires: RICYT.

RICYT (2007a). *Manual de Indicadores de Internacionalización de la Ciencia y la Tecnología*. Buenos Aires: RICYT.

RICYT (2009). *El estado de la ciencia: principales indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos* Buenos Aires: RICYT.

Rinia, E.J. (2000). Scientometrics studies and their role in research policy of two research councils in the Netherlands. *Scientometrics*, 47 (2), 363-378.

Rinia, E.J., Van Leeuwen, T.N., Van Vuren, H.G. y Vam Raan, A.F.J. (1998). Comparative analysis o a set bibliometric indicators and central peer review criteria evaluation of condensed matter physics in the Netherlands. *Research Policy*, 27 (1), 95-107.

Roa-Atkinson, A. y Velho, L. (2005). Interactions in knowledge production. A comparative case study of immunology research groups in Colombia and Brazil. *Aslib Proceedings: New Information Perspectives*, 57 (3), 200-216.

Russell, J. (1998). Publishing patterns of Mexican scientists: differenced between national and international papers. *Scientometrics*, 41 (1-2), 113-124.

Russell, J., Ainsworth, S., Del Río, A., Narváez-Berthelemot, N. y Cortés, H.D. (2007). Colaboración científica entre los países de la región Latinoamericana. *Revista Española de Documentación Científica*, 30 (2), 180-198.

Russell, J., Del Río, J.A. y Cortés, H.D. (2007). Highly visible science: a look at three decades of research from Argentina, Brazil, Mexico and Spain. *Interciencia*, 32 (9), 629-634.

Sánchez Daza, G. (2004). Los Sistemas de ciencia y tecnología en tensión: su integración al patrón de producción global. *Convergencia*, 11 (35), 193-220.

Sancho Lozano, R. (2002). Indicadores de los Sistemas de Ciencia, Tecnología e

Innovación. *Economía Industrial*, (343), 97-109.

Sancho, R., Morillo, F., De Filippo, D., Gómez, I. y Fernández, M.T. (2006). Indicadores de colaboración científica inter-centros en los países de América Latina. *Interciencia*, 31 (4), 284-292.

Sanz Menéndez, L. (2003). Análisis de redes sociales: o como representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, (7), 21-29.

Schreiber, M. (2007). Self-citation corrections for the Hirsch index for 26 non-prominent physicists. *Annalen der Physik*, 16 (9), 640-652.

Schubert, A. y Braun, T. (1986). Relative indicators and relational charts for comparative assessment of publication output and citation impact. *Scientometrics*, 9 (5-6), 281-291.

Schubert, A. y Braun, T. (1990). World flash on basic research: International collaboration in the Sciences, 1985-1985. *Scientometrics*, 19, 3-10.

Schubert, T. y Sooryamoorthy, R. (2010). Can the centre-periphery model explain patterns of international scientific collaboration among threshold and industrialised countries? The case of South Africa and Germany. *Scientometrics*, 83 (1), 181-203.

Sebastián, J. (2000). La cultura de la cooperación en I+D+I. *Revista Espacios*, 21 (2). Disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/sebastian1.htm> (consultado el 15 de marzo de 2008).

Seglen, P.O. (1998). Citation rates and journal impact factors are not suitable for evaluation research. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 69 (3), 224-229.

Sindzingre, A. (2005). Reforms, structure or institutions?. Assessing the determinants of growth in low-income countries. *Third World Quarterly*, 26 (2), 281-305.

Small, H. (1973). Co-citation in the scientific literature: a new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science*, 24 (4), 265-269.

Solimano, A. (2005). The challenge of African development: a view from Latin America. En: Joost Teunissen, J. y A. Akkerman (Eds.), *Africa in the World Economy: The National, Regional and International Challenges*, pp. 46-50. The Hague: FONDAD.

Spinak, E. (1996). *Diccionario enciclopédico de Bibliometría, Cienciometría e Informetría*. Caracas: UNESCO.

Spinak, E. (2001). Indicadores Cienciométricos. *Acimed*, 9 (4), 42-49.

Tague Sutcliffe, J. (1992). An introduction to informetrics. *Information Processing and Management*, 28 (1), 1-3.

UIS. (2009). UNESCO Institute for Statistics. Disponible en [www.uis.unesco.org](http://www.uis.unesco.org) (Consultado el 25 de octubre de 2010).

UNESCO (2001). *The state of science and technology in the world 1996 - 1997*. Quebec: UNESCO Institute for Statistics.

UNESCO (2005). *UNESCO Science Report 2005*. Paris: UNESCO Publishing.

UNESCO (2005a). What bibliometric indicators tell us about world scientific output? *UIS Bulletin on Science and Technology Statistics*, (2), 1-6.

UNESCO (2010). *Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe*. Montevideo: UNESCO. Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe.

Van Leeuwen, T.N., Moed, H.F., Tijssen, R.J.W., Visser, M.S. y Van Raan, A.F.J. (2001). Language biases in the coverage of the Science Citation Index and its consequences for international comparisons of national research performance. *Scientometrics*, 51 (1), 335-346.

Van Raan, A.F.J. (1993). Advanced bibliometric methods to assess research performance and scientific development: basic principles and recent practical applications. *Research Evaluation*, 3 (151-166).

Van Raan, A.F.J. (1997). Scientometrics: State-of-the art. *Scientometrics*, 38 (1), 205-218.

Van Raan A.F.J. (2003). The use of bibliometric analysis in research performance assessment and monitoring of interdisciplinary scientific developments. *Technikfolgenabschätzung, Theorie und Praxis*, 12 (1), 20-29.

Van Raan, A.F.J. (2004). Measuring science. Capita selecta of current main issues. En: Moed, H.F., W. Glänzel y U. Schmoch (Eds.), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*, pp. 19-50. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Van Raan, A.F.J. (2006). Comparison of the Hirsch-index with standard bibliometrics indicators and with peer judgment for 147 chemistry research groups. *Scientometrics*, 67 (3), 491-502.

Van Raan, A.F.J. y Van Leeuwen, T.N. (1995). *A decade of astronomy research in The Netherlands. Research report to de Netherlands Organisation for Scientific Research. Report CWTS 95-01*. Leiden: Centre for Science and Technology Studies.

Vanclay, J. (2007). On the robustness of the h-index. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58 (10), 1547-1550.

Vargas Quesada, B. (2005). *Visualización y análisis de grandes dominios científicos mediante redes Pathfinder (PFNET)*. Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada.

Velho, L. (1986). The meaning of citation in the context of a scientifically peripheral country. *Scientometrics*, 9 (1-2), 71-89.

Velho, L. (2001). Redes regionais de cooperação em C&T e o Mercosul. *Parcerias Estratégicas*, (10), 58-74.

Velho, L. (2004). *Science and technology in Latin America and the Caribbean: an Overview*. Netherlands: United Nations University.

Velho, L. (2005). S&T institutions in Latin America and the Caribbean: an overview. *Science and Public Policy*, 32 (2), 95-108.

Velloso, J. (2004). Masters and doctors in Brazil: jobs and policies for graduate education. *Cadernos de Pesquisa*, 34 (123), 583-611.

Vessuri, H. (1995). El crecimiento de una comunidad científica en Argentina. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 3, 173-222.

Vessuri, H. (2003). Science, politics, and democratic participation in policy-making: a Latin America view. *Technology in Society*, 25 (2), 263-273.

Villanueva, E.F. (2002). La articulación entre sistema científico universitario y el sistema universitario: es un dilema? *Redes*, 10 (19), 25-41.

Vinkler, P. (2002). Management system for a scientific research institute based on the assessment of scientific publications. *Research Policy*, 15 (2), 77-87.

Vogel, E.E. (1997). Impact factor and international collaboration in Chilean physics: 1987-1994. *Scientometrics*, 38 (2), 253-263.

Wainer, J., Xavier, E.C., & Bezerra, F. (2009). Scientific production in Computer Science: A comparative study of Brazil and other countries. *Scientometrics*, 81(2), 535-547.

Walton, M. (2004). Neoliberalism in Latin America: good, bad or incomplete? *Latin America Research Review*, 39 (3), 165-183.

Ward, J. (1997). *Latin America: development and conflict since 1945*. London: Routledge.

Wasserman, S. y Faust, K. (1998). *Social Network Analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.

White, H.D. y Griffith, B.C. (1981). Author cocitation: a literature measure of intellectual structure. *Journal of the American Society for Information Science*, 32 (3), 163-171.

White H.D. y McCain, K.W. (1989). Bibliometrics. *Annual Review of Information*

*Science and Technology*, 24, 119-186.

Wickham-Crowley, T. (1992). *Guerrillas and revolution in Latin America: a comparative study of insurgents and regimes since 1956*. New Jersey: Princeton University Press.

Williamson, J. (2000). What Should the World Bank Think about the Washington Consensus? *The World Bank Research Observer*, 15 (2), 251-264.

Yoguel, G., Lugones, M., y Sztulwark, S. (2007). *La política científica y tecnológica en las últimas décadas: algunas consideraciones desde la perspectiva del desarrollo de procesos de aprendizaje*. Santiago de Chile: CEPAL.

Zenteno-Savín, T., Oliveira Beleboni y Hermes-Lima, M. (2006). The cost of Latin America science. Introduction for the second issue of CBP-Latin America. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 146 (4), 463-469.

Zitt, M., Bassecouard, E. y Okubo, Y. (2000). Shadows of the past in the international cooperation: collaboration profiles of the top five producers of science. *Scientometrics*, 47 (3), 627-657.

Zorzetto, R., Razzouk, D., Dubugras, M.T.B., Gerolin, J., Schor, N., Guimaraes, J.A. y Mari, J.J. (2006). The scientific production in health and biological sciences of the top 20 brazilian universities. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 39 (12), 1513-1520.

Zumelzu, E. y Presmanes, B. (2003). Scientific cooperation between Chile and Spain: joint mainstream publications (1991-2000). *Scientometrics*, 58 (3), 547-558.

# CAPÍTULO 15

---



**A**NEXOS



## CAPÍTULO 15. ANEXOS

## ANEXO - RESULTADOS

## INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

Tabla 4.2. PIB, gasto bruto en I+D y en relación al PIB en LAC

	GIDE Millones	%GIDE/PIB	PBI billones
1990	5393	0,49	1095
1991	5754	0,49	1181
1992	5542	0,43	1282
1993	6880	0,49	1392
1994	8391	0,53	1582
1995	9595	0,57	1676
1996	9498	0,51	1905
1997	10572	0,52	2071
1998	11177	0,55	2065
1999	9779	0,55	1824
2000	10856	0,55	2031
2001	10487	0,54	1975
2002	9146	0,54	1761
2003	9624	0,54	1828
2004	11413	0,52	2094
2005	15082	0,54	2570
2006	18322	0,6	3035
2007	23074	0,67	3495

Tabla 4.3. Distribución anual del gasto absoluto y porcentual en I+D por países (1995-2007)

	1995	%	1996	%	1997	%	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%
AR	1136,2	11,8	1228,0	12,9	1228,0	11,6	1229,6	11,0	1285,4	13,1	1247,2	11,5	1140,9	10,9
BO	24,0	0,3	24,0	0,3	25,0	0,2	25,0	0,2	24,6	0,3	24,0	0,2	24,0	0,2
BR	6135,0	63,9	6008,6	63,3	5938,2	56,2	5868,6	52,5	5799,9	59,3	6030,0	55,5	5328,0	50,8
CH	401,1	4,2	399,8	4,2	407,5	3,9	396,5	3,5	370,5	3,8	394,9	3,6	360,1	3,4
CO	236,4	2,5	290,7	3,1	291,9	2,8	209,9	1,9	171,8	1,8	146,8	1,4	136,4	1,3
CR			35,3	0,4	37,3	0,4	36,3	0,3	52,4	0,5	61,8	0,6		
CU	101,1	1,1	86,9	0,9	101,9	1,0	129,0	1,2	130,0	1,3	146,3	1,3	179,1	1,7
EC	13,9	0,1	18,7	0,2	17,6	0,2	18,2	0,2					12,6	0,1
MX	886,0	9,2	1030,2	10,8	1382,1	13,1	1589,8	14,2	2065,4	21,1	2167,2	20,0	2453,1	23,4
PA	30,0	0,3	30,6	0,3	31,9	0,3	31,2	0,3	33,0	0,3	44,6	0,4	45,1	0,4
PY	7,3	0,1	7,0	0,1	6,8	0,1	6,5	0,1	6,2	0,1	6,0	0,1	5,7	0,1
PE					48,6	0,5	55,9	0,5	48,5	0,5	57,6	0,5	57,7	0,6
UY	49,7	0,5	54,4	0,6	83,9	0,8	48,7	0,4	53,8	0,5	47,8	0,4	39,3	0,4
VE	474,4	4,9	316,3	3,3	371,6	3,5	355,0	3,2	377,7	3,9	440,4	4,1	605,5	5,8
LAC	9595		9498		10572		11177		9779		10856		10487	

**CAPÍTULO 15. ANEXOS**

	2002	%	2003	%	2004	%	2005	%	2006	%	2007	%	95-07	%	TVM	TVP
AR	394,5	4,3	522,1	5,5	664,0	5,8	845,2	5,6	1059,0	5,8	1332,0	5,7	13312	8,4	2,3	17,2
BO	23,0	0,3											194	0,1	-13,0	-4,2
BR	4588,0	50,2	4887,0	51,3	5329,0	46,7	7290,2	48,3	10871,0	59,3	14649,0	63,2	88722	55,9	2,5	138,8
CL	457,0	5,0	494,1	5,2	633,7	5,6		0,0					4315	2,7	5,9	58,0
CO	120,0	1,3	141,0	1,5	178,0	1,6	229,0	1,5	257,0	1,4	275,0	1,2	2684	1,7	-23,1	16,3
CR			62,0	0,7	69,9	0,6		0,0	87,6	0,5	80,8	0,3	523	0,3	15,6	128,9
CU	189,6	2,1	209,1	2,2	230,0	2,0	234,2	1,6	232,8	1,3	255,6	1,1	2226	1,4	9,4	152,8
EC	15,8	0,2	18,6	0,2				0,0	60,2	0,3	66,8	0,3	242	0,2	-17,8	380,6
MX	2735,6	29,9	2867,3	30,1	3104,7	27,2	3495,0	23,2	3601,0	19,7	3843,0	16,6	31220	19,7	15,2	333,8
PA	44,5	0,5	44,0	0,5	34,0	0,3	38,0	0,3	42,7	0,2	39,2	0,2	489	0,3	3,3	26,9
PY	5,4	0,1	4,7	0,0	5,8	0,1	6,5	0,0					68	0,0	-0,7	-11,1
PE	58,1	0,6	63,1	0,7	100,5	0,9		0,0					490	0,3	12,8	106,8
UY	32,4	0,4	68,9	0,7				0,0					479	0,3	12,3	38,7
VE	371,4	4,1	242,8	2,5	278,8	2,4	333,1	2,2					4167	2,6	0,1	-29,8
LAC	9146		9524		11413		15082		18322		23174		158626		4,1	41,1

Tabla 4.4. Gasto en I+D en relación al PIB por países (1990-2005)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Promedio	TVM
AR							0,42	0,42	0,41	0,45	0,44	0,42	0,39	0,41	0,44	0,46	0,49	0,51	0,43	1,31
BO			0,37	0,40	0,40	0,36	0,33	0,32	0,29	0,29	0,28	0,27	0,26						0,32	-3,34
BR	0,78	0,88	0,76	0,90	0,92	0,87	0,72				0,94	0,96	0,91	0,88	0,83	0,97	1,00	1,11	0,86	0,24
CH	0,51	0,53	0,58	0,63	0,62	0,62	0,53	0,49	0,50	0,51	0,53	0,53	0,68	0,67	0,68	0,51			0,57	1,72
CO						0,29	0,30	0,27	0,21	0,20	0,18	0,17	0,13	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,20	-5,06
CR							0,33	0,32	0,28	0,36	0,43			0,39	0,41		0,39	0,32	0,36	7,52
CU	0,70	0,68	1,13	0,78	0,55	0,47	0,38	0,43	0,54	0,50	0,45	0,53	0,53	0,54	0,56	0,51	0,41	0,44	0,58	0,33
EC						0,08	0,10	0,09	0,09			0,06	0,06	0,07			0,15	0,15	0,08	6,33
MX				0,22	0,29	0,31	0,31	0,34	0,38	0,43	0,37	0,39	0,42	0,45	0,44	0,46	0,38	0,38	0,37	6,83
PA	0,38	0,38	0,34	0,36	0,37	0,38	0,38	0,37	0,34	0,35	0,40	0,40	0,36	0,34	0,24	0,25	0,25	0,15	0,35	-2,23
PY												0,09	0,11	0,08	0,08	0,09			0,09	1,86
PE								0,08	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,16				0,11	12,27
UY	0,25	0,15	0,19	0,07	0,14	0,28	0,28	0,42	0,23	0,26	0,24		0,26				0,36	0,44	0,23	-8,30
VE	0,37	0,39	0,49	0,47	0,58	0,61	0,45	0,43	0,39	0,39	0,38	0,49	0,40	0,29	0,25	0,23			0,41	-1,71
LAC	0,49	0,49	0,43	0,49	0,53	0,57	0,51	0,52	0,55	0,55	0,55	0,54	0,54	0,54	0,52	0,54	0,60	0,67	0,52	0,86

Tabla 4.5. Gasto según sector de financiación para el total regional y por países (1990 – 2005)

PAÍS	ACT/I+D	SECTOR	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
AR	ACT	Público				72,0	66,8	67,3	66,6	67,0	67,2	69,4	72,7	75,2	72,0	67,6	63,1	65,6	
		Empresas				23,5	28,1	27,7	28,0	27,2	27,4	6,0	23,4	21,8	24,1	28,0	33,1	31,4	
		OPSFL				0,9	1,6	1,5	1,7	2,2	2,2	1,9	2,0	1,7	2,5	2,7	2,0	2,0	
		Extranjero				3,6	3,5	3,5	3,7	3,5	3,0	2,6	1,8	1,2	1,2	1,6	1,6	0,8	
	I+D	Público									67,1	68,4	70,1	73,2	76,5	72,5	70,0	66,4	66,6
		Empresas									27,2	27,0	25,7	23,2	20,7	24,0	26,3	30,7	31,0
		OPSFL									2,1	1,5	1,4	1,8	1,3	1,9	2,1	1,7	1,4
		Extranjero									3,4	2,9	2,5	1,6	1,2	1,1	1,3	1,1	0,8

**CAPÍTULO 15. ANEXOS**

BO	I+D	Público					61,0	50,0	42,9	51,0	51,5	54,0	54,0	54,0	51,0				
		Empresas					5,0	17,3	24,5	20,0	20,2	20,0	22,0	18,0	16,0				
		OPSFL					24,0	22,4	22,4	19,0	18,2	16,0	15,0	17,0	19,0				
		Extranjero					10,0	10,2	10,2	10,0	10,1	10,0	9,0	11,0	14,0				
BR	ACT	Público					69,6	69,3	68,1				61,2	60,0	56,4	56,5	56,9	57,8	
		Empresas					30,2	30,6	31,7				38,7	39,9	43,0	43,3	42,9	42,1	
		OPSFL																	
		Extranjero																	
	I+D	Público					70,3	61,8	60,0	0,0	0,0	0,0	60,0	60,9	59,7	60,8	60,0	52,3	
		Empresas					29,7	38,2	40,0				44,7	43,8	45,0	43,0	44,5	48,3	
		OPSFL																	
		Extranjero																	
CL	I+D	Público	46,1	50,6	48,4	49,9	54,9	58,4	64,0	69,0	72,2	72,9	70,3	68,9	55,1	44,0	45,3		
		Empresas	35,0	31,7	34,1	30,9	27,9	26,5	22,4	16,0	16,2	17,1	23,0	24,9	33,2	43,5	45,6		
		OPSFL	13,4	12,9	11,8	12,4	10,1	9,0	7,2	8,6	6,2	4,7	1,9	2,1	0,3	0,4	0,3		
		Extranjero	5,5	4,8	5,6	6,8	7,1	6,1	6,4	6,4	5,4	5,3	4,7	4,1	11,3	11,3	11,9		
CO	ACT	Público						55,0	61,6	60,7	47,1	45,0	56,8	57,6	54,6	49,8	53,4	49,9	
		Empresas						44,1	34,8	36,9	47,5	48,7	39,8	37,1	38,7	42,5	40,0	42,5	
		OPSFL						0,8	3,5	2,2	5,0	6,0	3,2	5,1	6,6	7,5	6,5	7,4	
		Extranjero																	
	I+D	Público						45,9	61,7	51,0	47,0	53,0	65,5	64,0	61,8	63,6	67,7	64,9	
		Empresas						52,8	34,8	45,0	50,0	45,0	29,8	30,9	29,1	25,3	26,2	27,2	
		OPSFL						1,4	3,5	4,0	3,0	2,0	0,6	1,0	1,9	1,6	1,8	2,4	
		Extranjero											4,1	4,0	7,2	9,4	4,3	5,5	
CU	ACT	Público	71,4	78,2	71,2	75,5	72,8	73,5	69,3	62,0	54,6	61,0	62,0	60,0	61,2	67,9	68,6	71,7	
		Empresas	28,6	21,8	28,8	24,5	27,2	26,5	29,0	36,0	42,0	36,3	34,0	34,2	33,6	27,7	27,0	24,1	
		OPSFL																	
		Extranjero							1,7	1,9	3,3	2,5	3,9	5,6	5,0	4,3	4,3	4,6	
	I+D	Público	55,1	63,0	57,8	58,7	51,8	50,5	52,8	51,7	49,8	57,1	53,1	57,6	60,0	60,0	60,0		
		Empresas	44,9	37,0	42,2	41,3	48,2	49,5	47,2	45,8	45,8	38,8	40,1	36,2	35,0	35,0	35,0		
		OPSFL																	
		Extranjero								2,5	4,4	4,1	6,8	6,2	5,0	5,0	5,0		

**CAPÍTULO 15. ANEXOS**

MX	I+D	Público			82,2	71,3	74,5	74,9	79,7	68,8	71,0	69,0	68,1	63,7	67,4	57,7	56,8		
		Empresas			14,3	19,0	17,6	19,4	16,9	23,6	23,6	29,5	29,8	34,7	31,0	38,6	41,0		
		OPSFL			1,2	0,6	1,1	2,2	0,9	0,1	0,1	0,6	0,8	0,8	0,7	0,7	0,9		
		Extranjero			2,3	9,1	6,7	3,5	2,5	7,5	5,3	0,9	1,3	0,8	0,7	2,8	1,0		
PA	ACT	Público	61,4	65,5	67,8	69,9	67,8	65,9	68,8	67,4	58,3	49,8	47,1	62,6	53,3	48,1	58,6		
		Empresas	0,2	0,2	0,2	0,7	0,8	1,5	0,4		14,3	9,5	12,2	7,4	8,2	0,0	5,0		
		OPSFL	0,5	0,5	0,5	0,8	0,7	2,5	3,4	2,5	3,2	2,7	3,7	1,3	1,2	1,2	1,6		
		Extranjero	37,6	33,5	31,2	28,3	30,0	30,0	27,2	30,0	24,0	37,0	36,8	37,8	37,3	50,4	34,7		
	I+D	Público	35,8	40,2	42,4	45,2	46,4	43,2	45,6	42,6	52,1	34,7	33,4	28,3	27,3	37,5	39,9		
		Empresas	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	2,2	0,7	0,0	1,4	0,6	10,2	0,6	0,6	0,1	0,4		
		OPSFL	0,9	1,0	1,2	1,1	1,1	1,8	1,3	1,3	0,9	0,7	1,2	0,2	1,0	2,4	0,6		
		Extranjero	62,8	58,4	56,0	53,1	52,0	52,8	52,4	56,1	45,6	64,0	55,2	70,9	71,1	59,7	59,0		
PY	ACT	Público											91,0	92,6	92,6	92,6	94,9		
		Empresas												1,3	0,1	0,1	0,1	0,9	
		OPSFL													0,5	1,9	1,9	1,9	1,0
		Extranjero													7,0	5,3	5,3	5,3	3,0
	I+D	Público												63,8	75,8	75,8	75,8	83,5	
		Empresas													0,0	0,0	0,0		0,3
		OPSFL													3,4	2,3	2,3	2,3	1,9
		Extranjero													32,7	21,8	21,8	21,8	14,0
UY	I+D	Público	42,0	96,6	13,8	8,7	6,1	56,4	59,3	65,2	59,3	56,5	55,9		48,5				
		Empresas	58,0		75,4	79,2	87,6	31,1	30,4	32,5	37,8	35,6	39,3		46,7				
		OPSFL																	
		Extranjero		1,4	10,8	12,1	6,2	12,5	10,3	2,4	2,9	7,9	4,8		4,7				
VE	ACT	Público	62,7	57,8	66,9	68,2	43,2	52,6	45,0	64,7	55,9	59,3	67,4	72,7	77,1	84,0	85,7	86,2	
		Empresas	37,3	42,2	33,1	31,8	56,8	47,4	55,0	35,3	44,1	40,7	32,6	27,3	22,9	16,0	14,3	13,9	
		OPSFL																	
		Extranjero																	
LAC	ACT	Público	72,7	79,6	83,7	85,9	68,3	67,3	67,3	67,5	66,2	66,0	65,6	65,6	62,4	62,9	61,0	58,7	
		Empresas	27,0	20,3	16,2	13,8	29,7	29,8	30,3	30,3	30,7	31,0	32,1	31,6	34,5	34,0	36,5	39,3	
		OPSFL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,7	
		Extranjero	0,0	0,0	0,0	0,1	1,4	1,9	1,4	1,3	2,1	2,2	1,5	1,7	2,0	2,0	2,5	1,2	

**CAPÍTULO 15. ANEXOS**

I+D	Público	73,0	73,0	74,0	65,7	68,2	63,0	62,7	63,5	62,0	63,9	63,6	65,0	61,8	63,2	59,4	60,1
	Empresas	26,8	26,2	25,7	33,7	28,3	34,2	34,6	34,0	35,2	33,2	34,5	33,2	36,0	34,6	38,0	38,0
	OPSFL	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0	0,9	1,0	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Extranjero	0,0	0,0	0,0	0,1	2,2	1,5	1,3	1,4	2,0	2,2	1,7	1,1	1,6	1,6	1,3	1,3

**Tabla 4.6. Gasto en I+D por sector de ejecución para el total regional y por países (1990 – 2005)**

PAÍS	ACT/I+D	Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Promedio	
Argentina	ACT	Gobierno				51,3	43,3	42,7	40,7	39,2	39,3	39,9	40,7	41,4	39,3	41,6	38,5	40,3	41,4	
		Empresas				21,0	26,1	25,4	27,3	30,2	31,2	29,2	26,8	23,9	27,1	30,4	35,0	33,5	28,2	
		Educación Superior				25,6	28,3	29,6	29,5	27,7	26,4	28,0	30,0	31,8	30,4	24,9	23,4	23,4	27,6	
		OPSFL				2,0	2,3	2,3	2,5	2,8	3,0	2,9	2,5	2,8	3,2	3,1	3,0	2,8	2,7	
	I+D	Gobierno								40,9	39,6	39,5	39,0	38,3	39,9	37,2	41,1	39,6	39,7	39,5
		Empresas								25,9	29,1	30,2	28,3	25,9	22,8	26,1	29,0	33,0	32,2	28,2
		Educación Superior								31,5	29,8	28,5	30,4	33,5	35,0	33,9	27,4	25,0	25,8	30,1
		OPSFL								1,7	1,5	1,8	2,3	2,4	2,3	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2
Bolivia	I+D	Gobierno			65,0		52,4	25,0	24,0	23,0	22,0	21,0	22,0	21,0	21,0				29,6	
		Empresas						25,0	26,0	27,0	27,0	27,0	26,0	25,0	25,0				26,0	
		Educación Superior			20,0		28,6	30,0	35,0	38,0	42,0	45,0	46,0	42,0	41,0				36,8	
		OPSFL			15,0		19,0	20,0	15,0	12,0	9,0	7,0	6,0	12,0	13,0				12,8	
Brasil	ACT	Gobierno					17,2	16,6	17,0										16,9	
		Empresas					33,2	34,5	34,3										34,0	
		Educación Superior					49,7	48,7	48,6										49,0	
		OPSFL																		
	I+D	Gobierno					12,8	12,4	11,0					35,1	23,5	20,6	21,3	21,3		24,4
		Empresas					34,7	42,6	45,5					40,1	39,2	40,4	39,5	40,2		39,9
		Educación Superior					52,5	45,1	43,5					24,8	37,2	38,9	38,8	38,3		35,6
		OPSFL												0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1
Chile	I+D	Gobierno	70,1	68,1	60,0	54,7	54,8	51,6	45,6	39,4	39,5	37,7	40,4	40,4	11,0	11,2	10,2		42,3	
		Empresas	2,5	1,1	8,9	7,2	6,3	6,4	8,8	10,8	10,6	10,9	14,9	14,9	35,8	44,8	46,0		15,3	
		Educación Superior	26,7	29,6	30,4	37,6	38,5	41,0	44,7	48,8	49,0	50,5	43,8	43,8	38,8	29,4	32,0		39,0	
		OPSFL	0,7	1,2	0,7	0,5	0,4	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	14,3	15,1	11,6		3,4

## CAPÍTULO 15. ANEXOS

Colombia	ACT	Gobierno					5,0	5,0	13,0	5,0	5,0	2,3	2,6	3,0	3,3	7,3	6,3	5,3		
		vEmpresas					36,0	30,0	21,0	45,0	35,0	26,5	27,5	25,8	22,2	23	22,8		28,6	
		Educación Superior					41,0	35,0	42,0	35,0	38,0	55,8	55,4	53,1	51,2	53,4	54,6		46,8	
		OPSFL					18,0	30,0	24,0	15,0	22,0	15,3	14,5	18,0	23,2	16,2	16,3		19,3	
Costa Rica	ACT	Gobierno					14,0	13,3	9,1	8,7	9,0	11,8	14,3		10,0	9,0		11,0		
		Empresas					11,0	20,0	4,8	5,9	5,4	6,3	9,7		13,0	11,0		9,7		
		Educación Superior					15,3	14,0	79,5	79,0	80,0	65,7	60,5		62,0	67,0		58,1		
		OPSFL					59,3	52,5	6,5	5,9	4,8	16,0	14,9		15,0	13,0		20,9		
	I+D	Gobierno							12,3	12,4	17,0	22,3	19,5		11,0	17,0		15,9		
		Empresas							21,7	26,0	24,8	15,8	23,3		32,0	28,0		24,5		
		Educación Superior							36,6	35,4	36,1	38,5	36,2		38,0	34,0		36,4		
		OPSFL							29,3	26,2	22,2	23,4	21,0		19,0	21,0		23,2		
Ecuador	ACT	Gobierno						34,8	34,6	31,3			14,1	15,3	19,0			24,9		
		Empresas						5,6	4,3	5,0			7,3	6,0	7,3			5,9		
		Educación Superior						23,6	21,7	25,8			10,9	9,3	10,1			16,9		
		OPSFL						35,0	39,4	37,2			67,6	68,8	64,5			52,1		
	I+D	Gobierno					45,0	68,4	60,6	61,9			28,6	33,5	34,9				47,6	
		Empresas					9,0	4,0	4,4	4,7			13,5	11,4	12,9				8,6	
		Educación Superior					38,1	15,5	19,5	16,1			11,1	11,4	10,8				17,5	
		OPSFL					7,8	12,0	15,5	17,2			46,8	43,7	41,4				26,3	
México	ACT	Gobierno	70,3	68,7	72,1	68,3	63,1	70,0	67,4	61,0	64,8	65,7	60,6	66,0	74,5	73,5	73,8	74,0	68,4	
		Empresas	0,7		4,1	8,4	6,8	25,7	4,7	17,6	17,8	13,1	19,2	8,9	3,4	1,2	0,6	2,8	9,0	
		Educación Superior	29,0	31,0	23,7	23,2	29,3	3,5	27,7	21,1	17,2	21,1	20,2	25,0	22,0	25,0	25,5	25,9	23,2	
		OPSFL																		
	I+D	Gobierno					35,5	27,7	33,0	36,4	38,7	36,8	45,0	41,7	39,1	25,1	28,3	25,9	23,2	33,6
		Empresas					10,4	25,2	20,8	22,4	19,7	28,2	25,5	29,8	30,3	34,1	30,7	42,6	46,9	28,2
		Educación Superior					53,7	46,7	45,8	37,9	39,9	31,6	26,3	28,3	30,4	39,5	39,6	30,3	28,7	36,8
		OPSFL					0,4	0,3	0,4	3,3	1,6	3,5	3,1	0,2	0,2	1,3	1,3	1,1	1,1	1,4
Panamá	ACT	Gobierno		25,6	28,6	30,2	32,0	36,4	35,0	38,0	23,0	19,5	40,7	43,0	33,2	34,4	48,3	32,9	33,4	
		Empresas																		
		Educación Superior		37,4	39,0	41,5	40,0	38,0	38,6	38,0	56,6	60,3	42,0	40,8	45,4	43,6	32,7	43,2	42,5	
		OPSFL		37,0	32,3	28,2	27,2	25,5	25,4	24,0	20,2	20,0	17,5	16,2	21,3	22,0	18,4	23,3	23,9	
	I+D	Gobierno		31,6	35,5	36,9	39,7	43,0	41,5	43,7	27,9	29,9	62,3	67,1	49,3	51,7	32,3	37,1	42,0	
		Empresas																		

## CAPÍTULO 15. ANEXOS

	Educación Superior	5,6	6,7	9,2	9,4	8,2	8,6	9,0	22,8	28,3	7,1	9,2	7,2	5,8	7,6	8,6	10,2
	OPSFL	62,8	57,8	53,9	50,9	48,8	48,3	47,3	49,3	41,9	30,6	23,7	43,6	42,5	60,0	54,4	47,7
Paraguay	Gobierno											8,4	10,0	10,0	10,0		9,6
	Empresas																
	Educación Superior											83,2	83,0	83,1	83,1		83,1
	OPSFL											8,3	6,8	6,8	6,8		7,2
	Gobierno											36,4	35,9	35,9	14,6		30,7
	Empresas																
I+D	Educación Superior											19,3	40,7	40,7	40,7		35,3
	OPSFL											44,4	23,4	23,4	23,3		28,6
	Gobierno			25,6	20,9	28,4	26,7	23,6	23,6	22,5	25,2	29,2	28,7	26,0			25,5
	Empresas			6,5	7,7	5,6	5,3	5,0	4,4	3,9	3,8	3,7	3,7	4,2			4,9
	Educación Superior			60,2	63,7	58,7	59,5	63,1	62,0	64,0	62,0	59,0	59,3	60,0			61,0
	OPSFL			7,7	7,7	7,3	8,3	8,2	10,0	9,6	9,0	8,0	8,2	9,4			8,5
Perú	Gobierno								32,7	39,2	35,9	37,0	35,8	31,2	35,4	25,6	34,1
	Empresas								14,3	11,9	11,6	10,0	10,2	10,6	9,8	29,2	13,4
	Educación Superior								44,7	39,8	40,1	41,9	42,6	47,0	44,7	38,1	42,4
	OPSFL								8,4	9,1	12,4	11,2	11,4	11,2	10,1	7,0	10,1
	Gobierno	15,0	23,9	24,0	8,7	6,1	18,5	28,7	40,7	13,6	16,3	25,0		19,4			20,0
	Empresas	58,2	3,4	76,0	91,3	93,9	31,2	30,4	33,0	37,9	36,7	39,3		49,0			48,3
I+D	Educación Superior	26,8	72,7				50,4	40,9	26,3	48,5	47,1	35,7		31,6			42,2
	OPSFL																
	Gobierno	33,7	33,2	30	28,5	27	25,2	25,5	25,3	25,3	27,5	27,5	29,5	30,0	30,2	29,1	28,5
	Empresas	20,9	20,5	20,2	21	27,5	30	28,0	29,6	28,3	26,4	27,3	23,9	22,7	22,6	22,7	24,8
ACT	Educación Superior	44,3	45,2	48,1	49,3	44,2	42,7	45,3	44,0	45,2	44,6	44,0	45,2	45,3	45,1	46,2	45,2
	OPSFL	1	0,9	1,1	1	1,1	1,2	0,9	0,9	1,0	1,3	1,1	1,3	1,9	1,9	1,8	1,2
	Gobierno	23,9	23,8	19,8	19,7	20,4	19,8	19,8	23,2	26,0	33,2	36,7	30,1	22,4	24,6	23,4	24,5
	Empresas	23,9	23,4	23,5	23,4	30,6	35,8	37,4	36,9	38,6	34,5	34,3	33,2	36,5	35,3	39,8	32,5
I+D	Educación Superior	48,8	49,5	53,3	54,6	47,0	43,0	40,8	38,1	33,9	30,2	27,9	35,6	38,9	37,8	34,6	40,9
	OPSFL	3,3	3,1	3,2	2,2	1,8	1,2	2,1	1,6	1,5	2,0	1,2	1,1	2,2	2,2	2,0	2,0
LAC	Gobierno																
	Empresas																
	Educación Superior																
	OPSFL																

Tabla 4.8 Total personal e investigadores EJC en LAC (1995-2005)

	Personal	Investigadores
1995	160516	117721
1996	175682	122578
1997	190255	128213
1998	205472	133575
1999	219959	137392
2000	237790	141940
2001	247905	144690
2002	261617	158449
2003	292385	176783
2004	312240	193281
2005	342179	211260
<b>TVperiodo</b>	<b>113,17</b>	<b>79,46</b>

Tabla 4.9. Investigadores / 1000 PEA (1995 – 2005)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Media
AR			1,81	1,83	1,82	1,82	1,75	1,75	1,80	1,91	2,00	1,83
BO				0,20	0,20	0,19	0,32	0,30				0,24
BR	0,78					0,67	0,79	0,81	0,88	0,91	1,14	0,86
CH	0,99	1,03	1,04	1,05	1,04	1,06	1,06	1,12	1,93	2,03		1,24
CO		0,19	0,20	0,21	0,23	0,23	0,16	0,18	0,24	0,31	0,32	0,23
CR		1,53			1,02			0,70	0,67	0,61	0,28	0,48
CU	1,13	1,13	1,13	1,21	1,18	1,17	1,24	1,29	1,08	1,09	1,15	1,16
EC	0,15	0,23	0,21	0,22			0,12	0,14	0,12			0,13
MX	0,54	0,54	0,56	0,56	0,55	0,55	0,58	0,76	0,81	0,93	1,03	0,67
PA	0,31	0,31	0,31	0,43	0,26	0,26	0,24	0,24	0,24	0,21		0,28
PY							0,18	0,18	0,18	0,18	0,15	0,17
UY					0,59	0,61		1,00				0,73
VE					0,43	0,45	0,43	0,48	0,51	0,59		0,48
<b>LAC</b>	<b>0,62</b>	<b>0,64</b>	<b>0,65</b>	<b>0,65</b>	<b>0,66</b>	<b>0,66</b>	<b>0,67</b>	<b>0,71</b>	<b>0,77</b>	<b>0,82</b>	<b>0,87</b>	<b>0,70</b>

Tabla 4.10 Evolución temporal de investigadores EJC por países y sector (1995-2005)

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Media
Argentina	Gobierno			35,7	37,1	37,2	36,1	36,7	37,5	37,2	38,7	41,7	37,5
	Empresas			16,3	14,5	13,9	12,2	11,9	11,3	11,3	12,4	11,8	12,9
	Univ			46,9	47,2	47,6	50,0	49,5	49,3	49,3	46,3	44,6	47,8
	OPSFL			1,0	1,1	1,3	1,7	1,9	1,8	2,1	2,5	1,9	1,7
Bolivia	Gobierno							17,5	15,0				16,3
	Empresas							11,3	5,0				8,2
	Univ							67,0	70,0				68,5
	OPSFL							4,1	10,0				7,1
Brasil	Gobierno						7,4	6,9	6,3	6,4	6,6	5,3	6,5
	Empresas						31,4	30,5	29,6	27,5	26,3	37,6	30,5
	Univ						60,5	61,8	63,1	65,0	65,9	56,3	62,1
	OPSFL						0,6	0,9	1,0	1,1	1,2	0,9	1,0
Chile	Gobierno	20,5	20,5	20,7	20,4	20,0	19,7	19,7	6,1	2,5	3,3		15,3
	Empresas	5,9	5,8	6,1	6,0	6,0	5,9	5,9	11,5	58,7	54,7		16,6
	Univ	68,2	69,2	68,0	68,5	68,9	69,4	69,4	77,5	40,0	37,1		63,6
	OPSFL	5,5	4,4	5,1	5,2	5,1	5,0	5,0	6,6	3,1	4,7		5,0
Colombia	Gobierno	0,0	8,3	9,1	8,9	8,4	2,3	2,7	2,7	2,5	2,4	2,3	4,5
	Empresas		11,1	9,8	9,0	8,2	7,5	6,9	0,3	0,3	0,4	0,3	5,4
	Univ		75,7	76,4	77,5	79,0	87,7	87,0	87,0	87,3	87,3	88,0	83,3
	OPSFL		4,9	4,7	4,6	4,3	9,8	10,0	10,1	9,8	9,9	9,3	7,7
México	Gobierno	31,0				34,5	32,1	30,3	20,5	19,1	17,0	15,0	24,9
	Empresas	10,3				16,2	19,7	17,4	24,6	25,8	40,4	45,3	25,0
	Univ	57,8				48,7	47,6	51,7	50,9	51,1	40,3	38,0	48,3
	OPSFL	0,9				0,7	0,6	0,6	4,0	4,1	2,2	1,7	1,8
Panamá	Gobierno	41,0	36,4	34,6	40,3	70,5	64,3	67,8	59,3	58,2			52,5
	Empresas		2,6										2,6
	Univ	45,8	47,9	52,9	50,5	25,6	19,9	18,1	23,6	24,0			34,3
	OPSFL	13,2	13,2	12,5	9,1	3,9	15,7	14,1	17,2	17,8			13,0
Paraguay	Gobierno							28,5	30,7	32,1	35,5		31,7
	Empresas												
	Univ							46,2	45,9	52,7	47,9		48,2
	OPSFL							25,3	23,4	15,2	16,5		20,1
Uruguay	Gobierno				5,5	5,0		13,4					7,9
	Empresas				4,6	5,0		1,0					3,5
	Univ				89,9	90,0		85,7					88,5
	OPSFL												
Venezuela	Gobierno				14,3	13,2	12,3	12,3	12,3	11,2	12,3	11,7	12,5
	Empresas				0,3	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6
	Univ				85,2	85,9	86,8	86,6	86,6	87,5	86,8	87,3	86,6
	OPSFL				0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,8	0,4	0,4	0,4
LAC	Gobierno	23,2	22,4	21,5	21,0	20,0	18,0	17,4	15,5	14,4	14,4	13,4	18,3
	Empresas	10,8	12,4	14,5	16,6	19,6	23,3	22,5	23,2	25,6	28,4	33,4	20,9
	Univ	64,5	63,5	62,4	60,8	58,7	56,9	58,4	58,8	57,4	54,7	50,9	58,8
	OPSFL	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	2,3	2,3	2,3	2,3	1,7

**CAPÍTULO 15. ANEXOS**

**Tabla 4.12 Investigadores en I+D en EJC por países (1995-2005)**

	1995	%	1996	%	1997	%	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%	2002	%	2003	%	2004	%	2005	%	Total	%		
AR					19472	15,19			19970	14,95	20911	15,22	21602	15,22	20894	14,44	21221	13,39	21743	12,30	23127	11,97	24680	11,68	193620	11,62
BO							560	0,42	570	0,41		570	0,40	1000	0,69	1000	0,63								3700	0,22
BR											64002	45,09	67785	46,85	71859	45,35	79301	44,86	86932	44,98	109420	51,79			479299	28,77
CH	4983	4,23	5163	4,21	5278	4,12	5439	4,07	5549	4,04	5629	3,97	5712	3,95	6942	4,38	12321	6,97	13426	6,95					70441	4,23
CO			2668	2,18	2866	2,24	3070	2,30	3234	2,35	3374	2,38	3136	2,17	3539	2,23	4829	2,73	6091	3,15	6239	2,95			39046	2,34
CU	5129	4,36	5151	4,20	5163	4,03	5525	4,14	5468	3,98	5378	3,79	5849	4,04	6057	3,82	5075	2,87	5115	2,65	5526	2,62			59436	3,57
EC	474	0,40	983	0,80	932	0,73	1014	0,76					514	0,36	550	0,35	645	0,36							5112	0,31
MX	19434	16,51	19895	16,23	21418	16,71	22190	16,61	21879	15,92	22228	15,66	23390	16,17	31132	19,65	33558	18,98	39724	20,55	43922	20,79			298770	17,93
PA	311	0,26	313	0,26	327	0,25	461	0,35	288	0,21	286	0,20	276	0,19	297	0,19	304	0,17	277	0,14	507	0,24			3646	0,22
PY													437	0,30	408	0,26	411	0,23	444	0,23	392	0,19			2092	0,13
UY								585	0,43	806	0,57			930	0,59										2321	0,14
VE							1159	0,87	1336	0,97	1495	1,05	1761	1,22	1761	1,11	2450	1,39	2749	1,42	3248	1,54			15959	0,96
<b>LAC</b>	<b>117721</b>		<b>122578</b>		<b>128213</b>		<b>133575</b>		<b>137392</b>		<b>141940</b>		<b>144690</b>		<b>158449</b>		<b>176783</b>		<b>193281</b>		<b>211260</b>				<b>1665882</b>	

**Tabla 4.13. Distribución del gasto por investigador por países (1995-2005)**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Media
AR			49,54	48,37	49,43	47,21	44,47	15,13	19,08	22,54	25,52	35,70
BO					42,37	41,02	40,06	22,86	22,11			33,69
BR						94,22	78,60	63,86	61,64	62,71		72,21
CH	73,50	70,19	69,56	65,57	60,18	62,40	55,86	65,94	40,10	47,19		61,05
CO		88,71	82,60	55,00	42,25	34,62	43,50	23,50	25,39	27,57	37,17	46,03
CU	19,71	16,87	19,74	23,35	23,77	27,20	30,62	31,30	41,20	44,99	42,38	29,19
EC	29,33	19,00	18,92	17,98			24,51	28,73	28,84			23,90
MX	45,59	51,78	64,53	71,65	94,40	97,50	104,88	90,94	85,44	78,16	80,39	78,66
PA	96,45	97,88	97,73	67,60	114,58	156,01	163,41	149,72	144,64	122,77		121,08
PY							11,85	11,93	10,24	11,73	15,60	12,27
UY					74,25	51,82		26,10				50,72
VE					85,17	93,95	127,31	66,56	39,80	38,92		81,89
<b>LAC</b>	<b>81,54</b>	<b>77,03</b>	<b>82,02</b>	<b>83,27</b>	<b>70,88</b>	<b>76,14</b>	<b>72,15</b>	<b>57,40</b>	<b>54,13</b>	<b>54,83</b>	<b>53,41</b>	<b>69,35</b>

Expresado de miles de dólares

## PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Tabla 5.1. Producción científica total LAC y Mundo y tasas de crecimiento (1996-2007)

	<u>NdocLAC</u>	<u>NdocMundo</u>	<u>%LAC/Mundo</u>
1996	21.809	1.115.361	1,96
1997	24.931	1.133.007	2,20
1998	26.616	1.137.251	2,34
1999	28.527	1.138.778	2,51
2000	29.686	1.205.309	2,46
2001	30.184	1.298.207	2,33
2002	33.426	1.320.101	2,53
2003	38.629	1.374.331	2,81
2004	40.743	1.521.552	2,68
2005	45.581	1.681.472	2,71
2006	53.293	1.708.954	3,12
2007	51.833	1.655.036	3,13
TVM	8,35	3,74	4,45
TVM96-01	6,80	3,13	3,73
TVM02-07	4,25	9,29	5,06

**Tabla 5.2. Distribución anual de la producción mundial científica por regiones**

Regiones	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	TVP	TVM
Western Europe	332817	347830	355858	361432	371246	370092	377346	415957	434207	473851	488301	471418	4800355	41,64	3,28
Northern America	353009	346791	344225	341086	345566	341251	347950	371566	355891	386246	400997	391953	4326531	11,03	1,03
Asiatic Region	158042	169759	177647	186249	197448	214844	218731	249689	293937	367168	397293	392773	3023580	148,52	8,85
Eastern Europe	66064	67664	69145	68945	71189	73245	74034	80742	83562	93500	89012	84041	921143	27,21	2,33
Latin America	21809	24931	26616	28527	29686	30184	33426	38629	40743	45581	53293	51833	425258	137,67	8,35
Pacific Region	25858	26964	28015	28645	29373	30483	31298	35687	38810	43038	46511	46375	411057	79,34	5,53
Middle East	17237	17795	18035	18328	19420	19746	21268	25429	27483	30767	34491	36056	286055	109,18	7,07
Southern Africa	6191	6324	6343	6596	6335	6423	6999	7886	8393	9290	10506	10479	91765	69,26	5,04
Northern Africa	1642	1882	2143	2360	2412	2576	2796	3319	3932	4236	5059	5294	37651	222,41	11,38
Central Africa	2104	2238	2315	2319	2161	1998	2160	2917	3000	3682	4739	4905	34538	133,13	8,78
Mundo	1115361	1133007	1137251	1138778	1205309	1298207	1320101	1374331	1521552	1681472	1708954	1655036	16289359	48,39	3,74

**Tabla 5.3. Distribución porcentual de la producción mundial por regiones**

Regiones	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVM	TV96-01	TV02-07
Western Europe	29,84	30,70	31,29	31,74	30,80	28,51	28,58	30,27	28,54	28,18	28,57	28,48	-4,54	-0,83	0,05
Northern America	31,65	30,61	30,27	29,95	28,67	26,29	26,36	27,04	23,39	22,97	23,46	23,68	-25,17	-3,61	-1,56
Asiatic Region	14,17	14,98	15,62	16,36	16,38	16,55	16,57	18,17	19,32	21,84	23,25	23,73	67,49	3,18	6,28
Eastern Europe	5,92	5,97	6,08	6,05	5,91	5,64	5,61	5,88	5,49	5,56	5,21	5,08	-14,27	-0,94	-1,66
Latin America	1,96	2,20	2,34	2,51	2,46	2,33	2,53	2,81	2,68	2,71	3,12	3,13	60,17	3,73	5,31
Pacific Region	2,32	2,38	2,46	2,52	2,44	2,35	2,37	2,60	2,55	2,56	2,72	2,80	20,86	0,30	3,06
Middle East	1,55	1,57	1,59	1,61	1,61	1,52	1,61	1,85	1,81	1,83	2,02	2,18	40,97	-0,28	6,32
Southern Africa	0,56	0,56	0,56	0,58	0,53	0,49	0,53	0,57	0,55	0,55	0,61	0,63	14,07	-2,16	4,32
Northern Africa	0,15	0,17	0,19	0,21	0,20	0,20	0,21	0,24	0,26	0,25	0,30	0,32	117,28	6,39	8,47
Central Africa	0,19	0,20	0,20	0,20	0,18	0,15	0,16	0,21	0,20	0,22	0,28	0,30	57,11	-3,66	12,25

Tabla 5.4. Distribución anual del número de documentos por países de LAC

País	Total	%	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Brazil	195541	45,98	8495	10187	11299	12215	13105	13313	15262	17604	19302	21729	26661	26369
Mexico	82230	19,34	4347	4859	5351	5784	5803	5974	6363	7719	8135	9119	9782	8994
Argentina	64380	15,14	3940	4483	4533	4811	5121	5094	5387	5741	5771	6111	6657	6731
Chile	30866	7,26	1676	1795	1743	1981	1950	1989	2402	2860	2942	3355	4121	4052
Venezuela	15257	3,59	981	1118	1091	1166	1209	1227	1221	1449	1323	1601	1480	1391
Colombia	11068	2,60	506	588	563	636	739	675	783	970	1020	1263	1616	1709
Cuba	10052	2,36	505	503	735	794	758	742	730	900	806	932	1495	1152
Puerto Rico	5825	1,37	454	439	464	450	402	374	381	513	488	592	680	588
Uruguay	4750	1,12	254	315	317	322	335	325	364	423	469	513	549	564
Peru	3661	0,86	163	205	174	183	223	211	224	380	378	441	534	545
Costa Rica	3394	0,80	257	262	246	213	207	248	255	286	327	374	365	354
Ecuador	2012	0,47	96	150	139	114	119	102	135	194	173	241	258	291
Jamaica	1985	0,47	161	131	142	133	111	156	177	180	212	200	194	188
Trinidad and Tobago	1842	0,43	97	87	127	99	105	127	168	162	189	228	218	235
Panama	1668	0,39	84	79	85	113	96	103	104	152	175	188	227	262
Bolivia	1331	0,31	65	90	95	112	68	80	88	120	122	136	166	189
Guatemala	753	0,18	58	54	62	61	49	42	49	58	68	100	77	75
Barbados	671	0,16	44	35	42	39	34	57	50	70	88	76	70	66
Guadeloupe	530	0,12	60	45	42	44	41	22	28	23	47	42	63	73
El Salvador	471	0,11	30	32	28	19	41	48	64	39	52	48	40	30
Nicaragua	448	0,11	34	35	28	24	28	19	13	37	44	49	83	54
Paraguay	400	0,09	28	29	37	20	24	20	23	37	44	37	49	52
French Guiana	362	0,09	20	17	22	28	24	18	19	31	39	46	46	52
Honduras	351	0,08	24	24	31	38	22	16	30	30	35	34	38	29
Dominican Republic	345	0,08	34	27	22	27	27	18	15	24	32	40	33	46
Bermuda	276	0,06	22	8	26	14	17	30	26	13	27	32	33	28
Martinique	247	0,06	27	34	25	19	17	9	17	10	24	24	21	20
Netherlands Antilles	215	0,05	7	15	13	17	19	18	17	15	26	22	28	18
Guyana	210	0,05	7	17	12	17	18	16	15	14	19	31	21	23
Haiti	183	0,04	6	7	14	6	10	10	12	16	19	26	31	26
Grenada	176	0,04	8	5	5	5	3	2	3	12	14	13	38	68
Falkland Islands (Malvinas)	169	0,04	1	3	7	8	11	6	21	26	15	26	15	30
Virgin Islands (U.S.)	123	0,03	11	8	10	8	8	11	4	13	12	13	15	10
Bahamas	115	0,03	5	5	8	8	6	6	13	9	7	14	12	22
Belize	114	0,03	10	9	7	8	3	3	8	11	13	18	17	7
Suriname	101	0,02	5	6	5	10	4	11	9	7	12	11	10	11
Dominica	55	0,01	3	2	5	1	4	3	6	4	10	9	8	8
Cayman Islands	43	0,01	4	3	3	2	1	3	3	6	1	4	8	5
Saint Kitts and Nevis	40	0,01	1	1	2	4	2	1	3	1	2	5	7	11
Virgin Islands (British)	37	0,01		2	2	4	3	4		1	3	1	4	13
Antigua and Barbuda	35	0,01		3	1	3		1	3	3	2	7	4	8
Montserrat	32	0,01		2	5		2	2	2	7	2	3	3	4
Saint Lucia	32	0,01	5	3	3	1	1		1	2	2	5	5	4
Saint Vincent and The Grenadines	18	0,00	2	2	1	1	1		2	1	1		3	4
Turks and Caicos Islands	15	0,00		1		2	2	1	1	1	1	1	3	2
Aruba	12	0,00		3			1	1	1	1	2	2		1
Anguilla	3	0,00				2							1	
South Georgia and The South Sandwich Islands	1	0,00				1								

Tabla 5.5. Distribución porcentual de la producción de los diez mayores productores en relación al total de LAC

País	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP	Tvm96-01	Tvm02-07
Brasil	38,95	40,86	42,45	42,82	44,15	44,11	45,66	45,57	47,38	47,67	50,03	50,87	30,60	9,56	12,30
México	19,93	19,49	20,10	20,28	19,55	19,79	19,04	19,98	19,97	20,01	18,36	17,35	-12,95	6,65	7,42
Argentina	18,07	17,98	17,03	16,86	17,25	16,88	16,12	14,86	14,16	13,41	12,49	12,99	-28,12	5,39	4,80
Chile	7,68	7,20	6,55	6,94	6,57	6,59	7,19	7,40	7,22	7,36	7,73	7,82	1,72	3,66	12,98
Venezuela	4,50	4,48	4,10	4,09	4,07	4,07	3,65	3,75	3,25	3,51	2,78	2,68	-40,34	4,72	2,82
Colombia	2,32	2,36	2,12	2,23	2,49	2,24	2,34	2,51	2,50	2,77	3,03	3,30	42,11	6,49	17,09
Cuba	2,32	2,02	2,76	2,78	2,55	2,46	2,18	2,33	1,98	2,04	2,81	2,22	-4,02	9,42	10,72
Puerto Rico	2,08	1,76	1,74	1,58	1,35	1,24	1,14	1,33	1,20	1,30	1,28	1,13	-45,51	-3,65	9,05
Uruguay	1,16	1,26	1,19	1,13	1,13	1,08	1,09	1,10	1,15	1,13	1,03	1,09	-6,57	5,46	9,70
Perú	0,75	0,82	0,65	0,64	0,75	0,70	0,67	0,98	0,93	0,97	1,00	1,05	40,68	6,46	19,18

Tabla 5.6. Indicadores de citación por países (diez primeros productores)

	%Ndoccitados	%Autocitas	%Citas externas	Citas/Ndoc	h-index
AR	68,24	24,11	75,89	7,06	130
BR	61,41	31,91	68,09	6,47	178
CH	68,27	20,08	79,92	8,98	119
CO	59,78	15,38	84,62	7,07	72
CU	54,33	26,08	73,92	5,01	57
MX	62,79	23,81	76,19	6,54	135
PE	67,99	12,06	87,94	9,1	56
PR	68,74	8,88	91,12	10,23	78
UY	71,64	15,75	84,25	9,5	68
VE	59,55	18,00	82,00	5,57	85

Tabla 5.8. Distribución del número de publicaciones por áreas temáticas y regiones

	Western Europe	Northern America	Asiatic Region	Eastern Europe	Latin America	Pacific Region	Middle East	Southern Africa	Northern Africa	Central Africa
Agricultural	349.355	327.263	184.369	53.035	72703	59.315	20.907	20.738	3.169	8.319
Arts	14.381	72	1.847	657	833	1.581	775	286	27	39
Biochemistry	540.699	553.143	274.273	90.107	59526	41.039	25.550	6.616	2.274	2.680
Business	40.481	52.090	29.959	3.725	1639	6.993	1.918	624	71	214
Chemical	110.334	69.401	124.329	38.774	17662	7.271	12.376	1.257	1.795	409
Chemistry	237.196	157.363	219.656	103.535	38908	12.033	19.964	2.541	2.674	816
Computer	127.285	128.037	112.824	18.743	14157	10.533	10.818	1.112	1.164	286
Decision	14.509	14.193	8.520	1.810	1914	1.221	1.530	140	1.164	29
Dentistry	18.918	14.951	6.691	421	4901	1.485	1.699	238	14	84
Earth	202.838	179.677	108.937	53.713	27431	24.460	8.883	6.235	1.577	1.519
Economics	32.562	35.661	7.853	2.268	2061	3.727	1.544	880	72	212
Energy	31.904	24.162	41.517	9.682	6567	1.723	3.181	707	397	268
Engineering	410.743	448.598	525.989	106.805	39555	28.847	30.211	5.560	4.235	1.074
Environmental	102.349	108.186	55.290	16.202	24037	13.367	4.579	5.316	872	1.583
Health	8.069	12.784	2.885	794	2760	972	599	110	6	19
Immunology	165.169	149.865	54.521	14.595	27610	12.870	7.288	6.473	644	3.765
Materials	186.508	109.453	245.916	88.602	29923	10.472	12.361	1.655	3.465	488
Matemathics	131.597	97.891	68.773	43.881	24465	8.600	12.961	1.884	2.482	467
Medicine	1.467.478	1.251.748	545.806	118.829	104627	120.934	72.511	21.925	8.821	9.669
Neuroscience	81.893	99.718	29.504	6.648	13935	6.382	3.502	240	129	45
Nursing	14.681	34.384	2.956	211	1563	2.983	644	279	8	137
Pharmacology	69.532	63.215	41.475	9.959	18533	4.741	3.778	796	304	930
Physics	345.142	231.894	263.695	141.331	63680	17.027	21.644	2.449	3.227	584
Psychology	39.975	69.745	5.367	1.751	3957	6.308	2.514	957	17	50
Social	70.474	97.705	19.626	6.877	10181	11.461	4.185	4.084	194	1.208
Veterinary	31.695	22.221	6.667	6.923	9211	3.163	1.170	1.299	201	373

Tabla 5.9. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas y regiones

	Western Europe	Northern America	Asiatic Region	Eastern Europe	Latin America	Pacific Region	Middle East	Southern Africa	Northern Africa	Central Africa
Agricultural	7,21	7,52	6,17	5,64	11,62	14,14	7,28	21,97	8,13	23,59
Arts	0,30	0,00	0,06	0,07	0,13	0,38	0,27	0,30	0,07	0,11
Biochemistry	11,16	12,71	9,18	9,59	9,52	9,78	8,90	7,01	5,83	7,60
Business	0,84	1,20	1,00	0,40	0,26	1,67	0,67	0,66	0,18	0,61
Chemical	2,28	1,59	4,16	4,13	2,82	1,73	4,31	1,33	4,60	1,16
Chemistry	4,89	3,61	7,35	11,02	6,22	2,87	6,95	2,69	6,86	2,31
Computer	2,63	2,94	3,77	1,99	2,26	2,51	3,77	1,18	2,98	0,81
Decision	0,30	0,33	0,29	0,19	0,31	0,29	0,53	0,15	2,98	0,08
Dentistry	0,39	0,34	0,22	0,04	0,78	0,35	0,59	0,25	0,04	0,24
Earth	4,19	4,13	3,64	5,71	4,39	5,83	3,09	6,60	4,04	4,31
Economics	0,67	0,82	0,26	0,24	0,33	0,89	0,54	0,93	0,18	0,60
Energy	0,66	0,56	1,39	1,03	1,05	0,41	1,11	0,75	1,02	0,76
Engineering	8,48	10,30	17,60	11,36	6,32	6,88	10,52	5,89	10,86	3,05
Environmental	2,11	2,49	1,85	1,72	3,84	3,19	1,59	5,63	2,24	4,49
Health	0,17	0,29	0,10	0,08	0,44	0,23	0,21	0,12	0,02	0,05
Immunology	3,41	3,44	1,82	1,55	4,41	3,07	2,54	6,86	1,65	10,68
Materials	3,85	2,51	8,23	9,43	4,78	2,50	4,31	1,75	8,88	1,38
Matemathics	2,72	2,25	2,30	4,67	3,91	2,05	4,51	2,00	6,36	1,32
Medicine	30,28	28,75	18,26	12,64	16,73	28,83	25,26	23,23	22,62	27,42
Neuroscience	1,69	2,29	0,99	0,71	2,23	1,52	1,22	0,25	0,33	0,13
Nursing	0,30	0,79	0,10	0,02	0,25	0,71	0,22	0,30	0,02	0,39
Pharmacology	1,43	1,45	1,39	1,06	2,96	1,13	1,32	0,84	0,78	2,64
Physics	7,12	5,33	8,82	15,04	10,18	4,06	7,54	2,59	8,27	1,66
Psychology	0,82	1,60	0,18	0,19	0,63	1,50	0,88	1,01	0,04	0,14
Social	1,45	2,24	0,66	0,73	1,63	2,73	1,46	4,33	0,50	3,43
Veterinary	0,65	0,51	0,22	0,74	1,47	0,75	0,41	1,38	0,52	1,06

Tabla 5.10. Ranking por áreas temáticas en LAC y el Mundo en relación a su peso porcentual sobre el total de la producción

Ranking	LAC	Ndoc	%Ndoc	TVMi	TVM 96-01	TVM 02-07	Ranking	Mundo	Ndoc	%Ndoc	TVMi	TVM 96-01	TVM 02-07
1	Medicine	104627	16,73	8,88	5,60	11,61	1	Medicine	4665975	20,42	3,99	2,53	5,21
2	Agricultural	72703	11,62	8,18	4,46	11,28	2	Engineering	2615364	11,45	5,06	5,75	4,48
3	Physics	63680	10,18	6,57	9,01	4,54	3	Biochemistry	2100193	9,19	3,64	0,05	6,64
4	Biochemistry	59526	9,52	7,93	4,49	10,79	4	Physics	1788311	7,83	3,89	3,72	4,04
5	Engineering	39555	6,32	8,06	11,04	5,59	5	Chemistry	1213219	5,31	3,32	1,97	4,44
6	Chemistry	38908	6,22	7,50	8,12	6,98	6	Materials	1204961	5,27	4,74	6,14	3,58
7	Materials	29923	4,78	8,31	11,06	6,01	7	Agricultural	1141167	5,00	3,47	0,77	5,72
8	Immunology	27610	4,41	8,17	5,93	10,04	8	Computer	781090	3,42	9,67	4,31	14,13
9	Earth	27431	4,39	5,93	4,57	7,06	9	Earth	737484	3,23	2,04	0,73	3,13
10	Mathematics	24465	3,91	10,52	10,18	10,81	10	Chemical	716040	3,13	6,55	15,07	-0,54
11	Environmental	24037	3,84	9,13	4,71	12,82	11	Social	686484	3,00	6,91	3,01	10,17
12	Pharmacology	18533	2,96	6,91	3,22	9,98	12	Environmental	666465	2,92	3,16	0,14	5,69
13	Chemical	17662	2,82	8,09	11,05	5,62	13	Pharmacology	641124	2,81	1,88	-0,42	3,80
14	Computer	14157	2,26	18,82	14,67	22,29	14	Mathematics	623365	2,73	8,79	2,63	13,92
15	Neuroscience	13935	2,23	8,87	7,21	10,25	15	Immunology	600280	2,63	2,77	2,13	3,30
16	Social	10181	1,63	17,24	13,32	20,50	16	Neuroscience	504519	2,21	3,48	2,70	4,13
17	Veterinary	9211	1,47	12,30	6,14	17,43	17	Psychology	329440	1,44	3,67	2,17	4,92
18	Energy	6567	1,05	8,69	11,78	6,12	18	Business	318322	1,39	10,03	13,99	6,72
19	Dentistry	4901	0,78	25,02	21,95	27,58	19	Energy	304992	1,34	10,16	17,51	4,03
20	Psychology	3957	0,63	14,70	3,60	23,95	20	Health	256963	1,12	3,94	3,26	4,51
21	Health	2760	0,44	19,18	11,89	25,26	21	Nursing	203577	0,89	9,38	3,72	14,11
22	Economics	2061	0,33	12,26	7,46	16,27	23	Veterinary	170408	0,75	3,96	1,65	5,88
23	Decision	1914	0,31	16,50	10,57	21,44	24	Economics	162394	0,71	8,33	3,12	12,66
24	Business	1639	0,26	19,05	22,90	15,85	25	Dentistry	88606	0,39	4,55	2,81	5,99
25	Nursing	1563	0,25	24,42	4,14	41,32	26	Decision	80856	0,35	6,67	0,76	11,59
26	Arts	833	0,13	30,13	23,87	35,34	27	Arts	67984	0,30	7,98	1,67	13,24

Tabla 5.11. IET e IER de LAC para el período completo y por series temporales

ÁREAS	IET96-07	IER96-07	IET96-01	IER96-01	IET02-07	IER02-07
Agricultural	2,44	1,42	2,42	1,41	2,47	1,42
Arts	0,47	0,64	0,34	0,50	0,54	0,70
Biochemistry	1,09	1,04	1,05	1,03	1,11	1,05
Business	0,20	0,33	0,20	0,33	0,19	0,32
Chemical	0,94	0,97	1,03	1,02	0,89	0,94
Chemistry	1,23	1,10	1,27	1,12	1,21	1,09
Computer	0,69	0,82	0,61	0,76	0,71	0,83
Decision	0,91	0,95	0,87	0,93	0,93	0,96
Dentistry	2,12	1,36	1,07	1,03	2,76	1,47
Earth	1,42	1,18	1,42	1,17	1,44	1,18
Economics	0,49	0,65	0,49	0,66	0,48	0,64
Energy	0,82	0,90	0,92	0,96	0,77	0,87
Engineering	0,58	0,73	0,61	0,75	0,56	0,72
Environmental	1,38	1,16	1,27	1,12	1,46	1,19
Health	0,41	0,58	0,30	0,46	0,49	0,66
Immunology	1,76	1,28	1,70	1,26	1,83	1,29
Materials	0,95	0,98	0,99	1,00	0,92	0,96
Matemathics	1,50	1,20	1,65	1,24	1,41	1,17
Medicine	0,86	0,92	0,85	0,92	0,86	0,93
Neuroscience	1,06	1,03	0,99	1,00	1,11	1,05
Nursing	0,29	0,45	0,17	0,29	0,36	0,53
Pharmacology	1,11	1,05	1,10	1,05	1,12	1,06
Physics	1,36	1,15	1,47	1,19	1,30	1,13
Psychology	0,46	0,63	0,37	0,54	0,52	0,68
Social	0,57	0,72	0,50	0,66	0,60	0,75
Veterinary	2,07	1,35	2,18	1,37	2,00	1,33

Tabla 5.12. Valores de IER e IA por países (diez mayores productores)

PAÍS	AR		BR		CL		CO		CU		MX		PE		PR		UY		VE	
	IER	IA																		
Agricultural	1,47	2,29	1,37	1,80	1,39	1,68	1,44	2,65	1,41	1,39	1,39	2,11	1,55	2,16	1,45	1,54	1,54	1,96	1,38	1,68
Arts	0,65	0,34	0,59	0,20	0,72	0,10	0,74	0,45	0,44	0,54	0,61	0,48	1,08	0,26	0,66	0,77	0,34	0,04	0,61	0,94
Biochemistry	1,15	0,87	1,05	0,75	1,04	0,71	0,99	0,66	1,15	0,85	0,95	0,67	0,93	0,38	1,01	0,49	1,25	1,05	0,95	0,65
Business	0,17	0,08	0,27	0,21	0,44	0,35	0,51	0,30	0,20	0,01	0,27	0,23	0,56	0,21	0,19	0,01	0,29	0,10	0,79	0,11
Chemical	1,10	2,25	0,96	1,60	0,90	1,11	0,89	1,03	0,97	1,65	0,98	1,48	0,41	0,35	0,75	0,62	0,66	0,45	1,14	2,68
Chemistry	1,21	1,21	1,11	1,29	1,13	0,79	0,97	0,71	1,22	1,63	1,03	0,90	0,72	0,27	1,14	0,93	1,14	0,78	1,16	1,41
Computer	0,56	0,40	0,89	0,74	0,81	0,48	0,76	0,41	0,78	1,07	0,88	0,73	0,42	0,19	0,57	0,12	0,78	0,40	0,84	0,80
Decision	0,65	0,20	0,97	0,99	1,31	1,51	1,00	1,51	0,57	0,32	0,91	0,70	0,83	0,27	1,17	0,37	0,84	0,18	1,23	1,40
Dentistry	0,67	0,45	1,58	4,02	0,94	1,09	1,25	3,73	0,89	0,45	0,63	0,46	1,25	0,55	1,22	1,70	0,82	0,50	1,19	1,30
Earth	1,29	1,88	0,98	1,30	1,55	6,26	0,97	1,05	0,71	0,33	1,26	2,36	1,35	1,15	1,28	1,80	1,09	0,88	1,07	2,09
Economics	0,70	0,30	0,49	0,35	0,97	0,92	0,99	0,71	0,11	0,04	0,68	0,57	0,79	0,73	0,32	0,26	0,94	0,25	0,31	0,05
Energy	0,63	0,61	0,86	1,25	0,50	0,42	1,09	1,31	0,86	0,95	1,15	2,00	0,64	0,52	0,58	0,51	0,55	0,86	1,22	3,44
Engineering	0,52	0,46	0,77	0,86	0,63	0,47	0,70	0,46	0,48	0,43	0,85	0,80	0,45	0,21	0,88	0,34	0,52	0,29	0,82	0,84
Environmental	1,20	1,68	1,01	1,38	1,27	1,58	1,17	1,63	0,82	0,63	1,27	1,86	1,34	1,79	1,31	2,27	1,13	1,23	1,01	1,43
Health	0,37	0,17	0,62	0,32	0,56	0,40	0,69	0,84	1,23	0,33	0,40	0,18	0,93	0,58	0,81	0,60	0,60	0,34	0,27	0,13
Immunology	1,32	1,23	1,29	1,30	0,93	0,53	1,42	2,17	1,46	1,27	1,20	1,27	1,59	2,20	1,21	0,82	1,42	1,20	1,25	1,39
Materials	0,96	1,00	1,00	1,25	0,83	0,62	0,99	0,86	1,04	1,34	1,08	1,42	0,77	0,51	0,94	0,52	0,57	0,29	1,01	1,57
Matemathics	1,13	1,72	1,22	2,02	1,33	1,77	1,17	1,61	0,93	0,60	1,27	1,77	0,59	0,35	1,14	0,81	1,27	1,39	1,25	1,74
Medicine	0,86	0,74	0,97	0,82	0,84	0,65	0,99	1,14	1,04	0,66	0,82	0,66	1,11	1,15	0,81	0,87	0,94	0,68	0,81	0,80
Neuroscience	1,01	0,93	1,10	0,88	0,85	0,58	0,75	0,63	0,90	0,67	0,98	0,74	0,79	0,29	1,14	0,93	1,24	0,90	0,80	0,76
Nursing	0,35	0,59	0,43	0,38	0,51	0,23	0,65	0,87	0,65	0,10	0,34	0,35	0,91	0,95	0,64	0,59	0,36	0,27	0,69	0,22
Pharmacology	1,04	0,99	1,08	1,29	0,87	0,71	0,90	0,80	1,32	1,66	1,02	1,04	0,94	0,72	1,02	0,79	1,17	1,45	1,09	1,03
Physics	1,17	1,41	1,17	1,61	1,10	1,47	1,21	1,18	1,07	0,86	1,27	1,71	0,84	0,50	1,23	1,09	1,08	0,89	1,05	1,18
Psychology	0,46	0,31	0,60	0,36	0,80	0,19	1,12	0,86	0,36	0,33	0,61	0,32	0,72	0,32	1,01	1,37	0,50	0,13	0,48	0,30
Social	0,57	0,36	0,60	0,37	0,84	0,48	0,96	1,20	0,60	0,39	0,73	0,55	1,22	1,04	0,91	0,91	0,63	0,26	0,98	0,55
Veterinary	1,27	2,47	1,44	2,51	1,25	1,11	1,20	3,03	1,15	2,42	1,04	1,41	1,37	1,95	0,93	0,98	1,55	3,76	1,61	2,32

Figura 5.22. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001

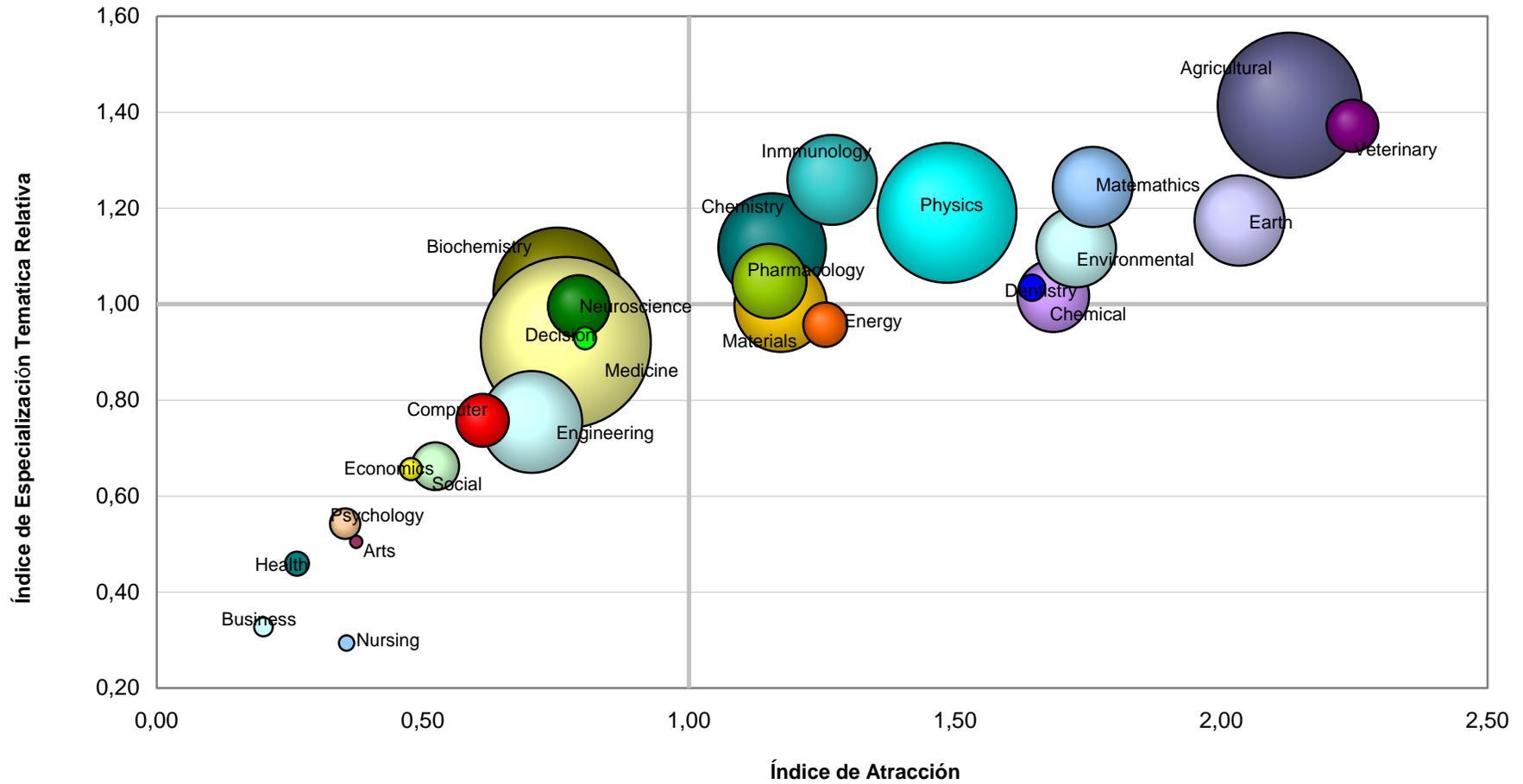
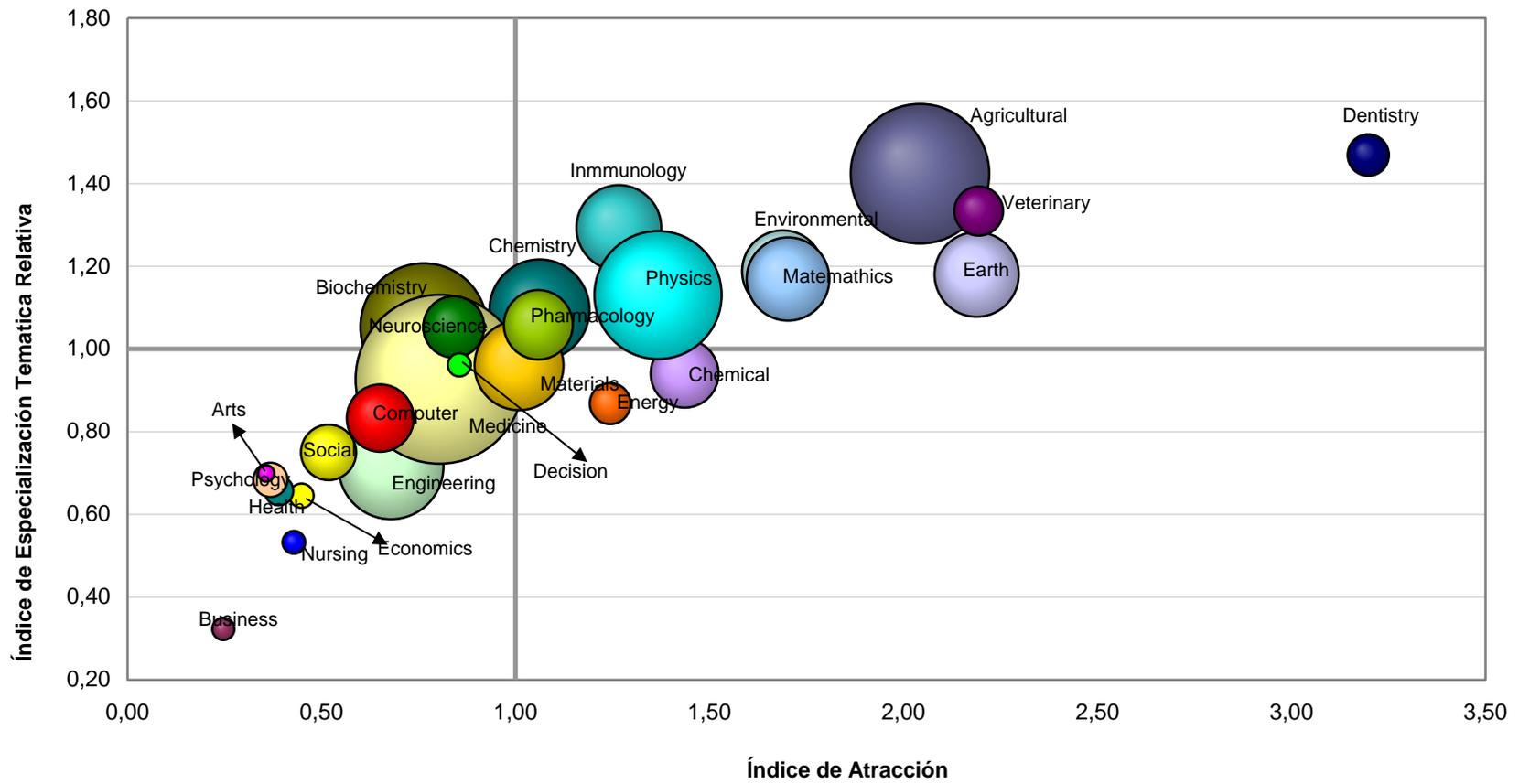


Figura 5.23. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2007



## COLABORACIÓN CIENTÍFICA

Tabla 6.1. Evolución anual total y porcentual de las copublicaciones según tipo de colaboración para LAC

Año	Ndoc	Ncolinter	Tcolinter	Ncolintra	Tcolintra	Ncolintra-intra	Tintra-inter
1996	21809	8717	39,97	662	3,04	263	1,21
1997	24931	9602	38,51	704	2,82	271	1,09
1998	26616	10436	39,21	861	3,23	322	1,21
1999	28527	10468	36,70	916	3,21	369	1,29
2000	29686	10406	35,05	960	3,23	356	1,20
2001	30184	9341	30,95	833	2,76	300	0,99
2002	33426	10502	31,42	922	2,76	393	1,18
2003	38629	15358	39,76	1385	3,59	556	1,44
2004	40743	17739	43,54	1501	3,68	642	1,58
2005	45581	19751	43,33	1833	4,02	820	1,80
2006	53293	22488	42,20	2092	3,93	932	1,75
2007	51833	22041	42,52	2151	4,15	971	1,87
<b>Total</b>	<b>425258</b>	<b>166849</b>	<b>39,23</b>	<b>14820</b>	<b>3,48</b>	<b>6195</b>	<b>1,46</b>
<b>TVP</b>	<b>137,67</b>	<b>152,85</b>	<b>6,39</b>	<b>224,92</b>	<b>36,71</b>	<b>269,20</b>	<b>55,34</b>

Tabla 6.2. Distribución anual del número de copublicaciones según número de países firmantes

N° Países	Ncolinter	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	258328	13022	15257	16088	17966	19201	20714	22821	23180	22891	25713	30686	29694
2	126803	6705	7364	7960	8065	7958	7081	7857	11623	13272	14552	16690	16062
3	27837	1367	1522	1650	1592	1651	1549	1802	2477	2851	3393	3718	3753
4	6547	304	308	406	385	369	326	405	581	724	787	899	922
5	2222	76	127	122	106	112	118	142	186	232	287	327	347
6	1058	32	36	49	53	50	58	79	100	107	154	155	168
7	589	16	30	27	32	34	30	34	42	68	67	103	99
8	383	17	18	17	14	19	21	23	33	50	44	59	62
9	272	10	10	14	14	12	7	7	36	38	36	45	43
10	232	4	6	10	11	8	11	14	26	42	30	35	33
11	157	4	4	4	9	10	7	5	16	25	23	28	21
12	136	2	5	5	12	7	7	9	13	23	20	21	12
13	128		1		5	7	7	4	2	15	23	24	39
14	117		2	4		6	2	6	9	12	26	28	20
15	50	1	2			3	2	1	5	3	8	14	11
16	47	7				1	5		1	5	5	13	10
17	49	3		1	1		4		3	12	4	9	12

**CAPÍTULO 15. ANEXOS**

18	69	2	5	10	3	1	3	2	16	9	4	5	7
19	89	1	3	7	11	7	1	1	1	2	7	12	36
20	74		5	2	14	8	4	2	3	4	5	4	23
21	20					1	5	1	3			6	4
22	14	2				7			1			1	2
23	20	8	6						1	1		2	2
24	2									2			
25	1											1	
26	3									1		1	1
27	2								1			1	
29	2		1								1		
32	1											1	
33	1								1				
36	1												1
40	1									1			
47	1										1		
49	1									1			
70	1											1	

**Tabla 6.3. Distribución porcentual de la colaboración de los diez primeros productores de LAC según el número de países firmantes**

Nº Países	BR	MX	AR	CL	VE	CO	CU	PR	UY	PE	LAC
2	77,69	74,37	72,94	67,04	73,00	65,36	78,38	71,09	67,35	59,29	76,00
3	14,90	17,32	17,60	20,01	18,76	21,53	16,11	19,78	21,66	24,55	16,68
4	3,43	4,21	4,45	6,36	4,18	5,36	3,07	5,05	5,50	7,46	3,92
5	1,19	1,48	1,67	2,75	1,50	2,03	0,85	1,86	2,04	2,80	1,33
6	0,67	0,64	0,83	1,41	0,68	1,05	0,37	0,97	1,14	1,66	0,63
7	0,39	0,43	0,53	0,75	0,52	0,62	0,28	0,47	0,57	1,07	0,35
8	0,27	0,24	0,44	0,47	0,35	0,50	0,24	0,25	0,47	0,66	0,23
9	0,21	0,17	0,26	0,38	0,27	0,44	0,11	0,11	0,37	0,69	0,16
10	0,96	0,22	0,27	0,27	0,27	0,62	0,13	0,08	0,40	0,55	0,14
>10	0,34	0,93	1,00	0,57	0,48	2,49	0,46	0,33	0,50	1,28	0,59

**Tabla 6.4. Número total de las colaboraciones por zonas geográficas**

Zonas geográficas	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Ncolinter	%	TVM
Western Europe	3592	4177	4594	4664	4663	4216	4887	6983	7800	8675	9683	9831	73765	44,21	10,28
Northern America	3517	3629	4065	4225	4194	3542	4095	6217	6442	6978	7511	7994	62409	37,40	8,75
Latin America	641	694	845	903	948	821	905	1361	1478	1802	2039	2107	14544	8,72	12,37
Asiatic Region	439	522	551	596	587	562	679	1012	1110	1194	1321	1382	9955	5,97	11,75
Eastern Europe	523	576	574	641	619	624	595	850	917	938	973	949	8779	5,26	6,23
Pacific Region	178	178	182	224	253	207	255	384	493	577	671	728	4330	2,60	14,92
Middle East	95	111	137	129	131	126	147	240	208	263	268	304	2159	1,29	12,78
Southern Africa	55	73	77	71	81	69	85	153	175	206	216	248	1509	0,90	16,79
Central Africa	23	37	36	25	29	34	31	52	51	47	79	101	545	0,33	18,72
Northern Africa	19	5	13	15	18	14	15	28	33	28	40	48	276	0,17	23,53

**Tabla 6.5. Distribución porcentual de las colaboraciones por zonas geográficas**

Zonas geográficas	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP	Tv 96-01	Tv 02-07
Western Europe	41,21	43,50	44,02	44,55	44,81	45,13	46,53	45,47	43,97	43,92	43,06	44,60	8,24	9,53	-4,15
Northern America	40,35	37,79	38,95	40,36	40,30	37,92	38,99	40,48	36,32	35,33	33,40	36,27	-10,11	-6,02	-6,99
Latin America	7,35	7,23	8,10	8,63	9,11	8,79	8,62	8,86	8,33	9,12	9,07	9,56	30,00	19,53	10,93
Asiatic Region	5,04	5,44	5,28	5,69	5,64	6,02	6,47	6,59	6,26	6,05	5,87	6,27	24,50	19,47	-3,02
Eastern Europe	6,00	6,00	5,50	6,12	5,95	6,68	5,67	5,53	5,17	4,75	4,33	4,31	-28,24	11,34	-24,00
Pacific Region	2,04	1,85	1,74	2,14	2,43	2,22	2,43	2,50	2,78	2,92	2,98	3,30	61,75	8,52	36,03
Middle East	1,09	1,16	1,31	1,23	1,26	1,35	1,40	1,56	1,17	1,33	1,19	1,38	26,56	23,77	-1,46
Southern Africa	0,63	0,76	0,74	0,68	0,78	0,74	0,81	1,00	0,99	1,04	0,96	1,13	78,33	17,07	39,02
Central Africa	0,26	0,39	0,34	0,24	0,28	0,36	0,30	0,34	0,29	0,24	0,35	0,46	73,67	37,95	55,24
Northern Africa	0,22	0,05	0,12	0,14	0,17	0,15	0,14	0,18	0,19	0,14	0,18	0,22	-0,09	-31,24	52,47

**Tabla 6.6. Distribución porcentual de los documentos en colaboración por países (50 primeros colaboradores de LAC)**

Ranking	Países	Ncolinter	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	%	Tv Período
1	United States	56275	36,53	34,25	35,43	37,24	36,85	34,48	35,69	36,89	32,28	31,19	29,81	32,43	33,73	-11,21
2	Spain	17379	8,05	8,57	9,02	9,48	9,99	10,41	10,59	11,08	10,46	10,97	11,32	11,48	10,42	42,53
3	France	16848	9,69	10,74	10,43	11,22	10,60	10,40	10,28	10,54	10,19	9,70	9,33	9,59	10,10	-1,06
4	United Kingdom	15520	9,35	9,53	9,72	9,57	9,99	9,80	9,73	9,36	9,23	9,10	8,41	9,22	9,30	-1,35
5	Germany	14165	7,06	7,92	7,92	8,41	8,51	8,86	9,04	8,52	8,44	8,80	8,49	8,92	8,49	26,43
6	Canada	8678	4,82	4,74	4,76	4,40	4,88	5,02	4,47	5,14	5,46	5,74	5,44	5,82	5,20	20,81
7	Italy	8329	4,27	4,80	4,99	4,81	4,76	5,15	4,90	5,09	5,25	4,78	4,96	5,47	4,99	28,22
8	Japan	4380	2,54	2,73	2,44	2,67	2,41	2,73	2,88	2,99	2,91	2,57	2,51	2,30	2,63	-9,27
9	Russian Federation	4064	2,63	2,82	3,00	2,93	3,08	3,28	2,43	2,42	2,29	2,16	1,91	1,94	2,44	-26,08
10	Netherlands	3973	2,00	2,19	2,11	2,47	2,31	2,14	2,18	2,34	2,41	2,48	2,67	2,56	2,38	28,42
11	Australia	3662	1,78	1,53	1,50	1,76	1,99	1,91	2,05	2,02	2,41	2,47	2,59	2,78	2,19	56,41
12	Switzerland	3349	1,71	2,01	1,72	1,89	1,77	1,83	1,72	2,00	2,24	2,03	2,11	2,33	2,01	36,17
13	Belgium	3345	1,84	1,74	1,93	1,80	2,00	1,66	2,11	2,23	2,00	1,96	2,00	2,31	2,00	25,82
14	Sweden	3066	2,27	2,09	1,81	2,03	1,76	2,06	1,77	1,86	1,68	1,71	1,72	1,80	1,84	-20,70
15	Portugal	2556	0,91	0,79	0,94	1,26	1,34	1,45	1,38	1,64	1,65	1,65	2,01	1,95	1,53	115,27
16	India	2140	1,06	0,93	1,14	1,12	1,29	1,22	1,20	1,27	1,12	1,38	1,41	1,66	1,28	56,91
17	China	1786	0,65	0,78	0,96	1,07	1,11	1,11	1,03	1,00	1,04	1,07	1,19	1,36	1,07	107,46
18	Poland	1752	1,31	1,03	1,03	1,35	1,06	1,16	0,96	1,17	1,10	0,91	0,97	0,90	1,05	-31,31
19	Denmark	1549	0,83	0,97	0,86	0,75	0,80	0,72	0,82	1,08	0,95	0,90	1,01	1,09	0,93	32,38
20	Israel	1539	0,71	0,91	0,90	0,96	0,89	1,15	1,10	1,20	0,82	0,97	0,79	0,82	0,92	14,82
21	Austria	1414	0,78	0,80	0,88	0,96	0,90	0,81	0,75	0,87	0,90	0,74	0,87	0,87	0,85	11,67
22	Czech Republic	1158	0,86	0,77	0,57	0,89	0,83	0,96	0,59	0,55	0,59	0,52	0,78	0,69	0,69	-19,85
23	Finland	1126	0,76	0,77	0,62	0,73	0,76	0,61	0,62	0,70	0,59	0,64	0,64	0,73	0,67	-2,93
24	Korea, Republic Of	1025	0,30	0,31	0,36	0,45	0,34	0,51	0,54	0,64	0,70	0,85	0,75	0,84	0,61	182,93
25	South Africa	958	0,33	0,45	0,39	0,35	0,44	0,40	0,50	0,57	0,69	0,72	0,70	0,73	0,57	120,93
26	Norway	895	0,53	0,55	0,45	0,66	0,59	0,51	0,48	0,50	0,55	0,47	0,56	0,59	0,54	10,91
27	Ukraine	847	0,63	0,56	0,50	0,53	0,56	0,71	0,77	0,60	0,56	0,48	0,33	0,30	0,51	-51,82
28	New Zealand	748	0,30	0,37	0,23	0,37	0,44	0,30	0,40	0,54	0,45	0,54	0,48	0,59	0,45	99,27
29	Hungary	744	0,37	0,41	0,38	0,46	0,46	0,55	0,55	0,44	0,36	0,45	0,41	0,53	0,45	43,37
30	Greece	708	0,32	0,36	0,39	0,47	0,53	0,41	0,23	0,33	0,51	0,39	0,47	0,52	0,42	62,43
31	Ireland	542	0,24	0,23	0,19	0,28	0,19	0,12	0,26	0,20	0,33	0,40	0,40	0,61	0,32	152,36
32	Turkey	475	0,15	0,14	0,15	0,19	0,23	0,22	0,24	0,35	0,39	0,28	0,33	0,40	0,28	170,76
33	Taiwan	472	0,25	0,16	0,15	0,17	0,16	0,29	0,18	0,26	0,33	0,33	0,33	0,45	0,28	77,97
34	Slovakia	450	0,33	0,36	0,30	0,41	0,39	0,35	0,18	0,21	0,20	0,18	0,24	0,27	0,27	-18,17
35	Romania	390	0,40	0,43	0,20	0,31	0,26	0,25	0,24	0,27	0,21	0,17	0,18	0,15	0,23	-62,71

**CAPÍTULO 15. ANEXOS**

36	Thailand	362	0,14	0,20	0,18	0,17	0,21	0,18	0,25	0,21	0,23	0,19	0,24	0,29	0,22	114,22
37	Bulgaria	361	0,11	0,20	0,17	0,31	0,20	0,26	0,19	0,23	0,26	0,19	0,20	0,23	0,22	101,70
38	Hong Kong	358	0,10	0,16	0,09	0,13	0,17	0,16	0,24	0,36	0,24	0,22	0,20	0,30	0,21	190,03
39	Slovenia	332	0,16	0,26	0,11	0,11	0,35	0,19	0,11	0,23	0,29	0,17	0,22	0,15	0,20	-3,95
40	Singapore	230	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,07	0,14	0,15	0,17	0,15	0,16	0,19	0,14	131,64
41	Kenya	221	0,10	0,11	0,12	0,10	0,12	0,16	0,13	0,18	0,14	0,12	0,11	0,17	0,13	62,59
42	Indonesia	195	0,06	0,19	0,13	0,17	0,06	0,11	0,12	0,18	0,13	0,11	0,09	0,08	0,12	42,38
43	Nigeria	193	0,11	0,11	0,19	0,12	0,10	0,14	0,13	0,11	0,08	0,08	0,07	0,18	0,12	54,24
44	Philippines	189	0,13	0,12	0,11	0,11	0,08	0,04	0,09	0,18	0,08	0,10	0,12	0,14	0,11	11,46
45	Armenia	188	0,07	0,07	0,04	0,06	0,12	0,16	0,15	0,18	0,11	0,10	0,15	0,09	0,11	31,83
46	Egypt	173	0,11	0,14	0,10	0,08	0,10	0,04	0,08	0,09	0,09	0,14	0,11	0,13	0,10	10,74
47	Croatia (Local Name: Hrvatska)	151	0,03	0,04	0,03	0,12	0,03	0,06	0,10	0,08	0,10	0,13	0,11	0,14	0,09	295,49
48	Pakistan	145	0,05	0,04	0,08	0,08	0,07	0,09	0,10	0,08	0,11	0,08	0,08	0,14	0,09	196,62
49	Malaysia	136	0,08	0,03		0,05	0,02	0,09	0,08	0,08	0,11	0,08	0,12	0,13	0,08	63,85
50	Morocco	135	0,09	0,02	0,05	0,11	0,11	0,09	0,06	0,10	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	-11,01

**Tabla 6.7. Tipo de colaboración por países**

	Ndoc	Ncolinter	Tcolinter	Ncolintra	Tcolintra	Nprodnal	TProdnal	Ncolintra- inter	TColintra- inter	TColintra/ Totalcolintra
AR	64380	25179	39,11	5703	8,86	39201	60,89	2241	3,48	38,48
BO	1331	1150	86,40	367	27,57	181	13,60	263	19,76	2,48
BR	195541	65566	33,53	7338	3,75	141029	72,12	2940	1,50	49,51
CL	30866	17110	55,43	3435	11,13	13756	44,57	1429	4,63	23,18
CO	11068	6655	60,13	1938	17,51	4413	39,87	927	8,38	13,08
CR	3394	2381	70,15	621	18,30	1013	29,85	361	10,64	4,19
CU	10052	5504	54,76	1837	18,27	4650	46,26	484	4,81	12,40
DO	345	289	83,77	109	31,59	56	16,23	66	19,13	0,74
EC	2012	1445	71,82	423	21,02	567	28,18	307	15,26	2,85
GT	753	575	76,36	185	24,57	178	23,64	126	16,73	1,25
HN	351	300	85,47	119	33,90	51	14,53	103	29,34	0,80
JM	1985	882	44,43	79	3,98	1103	55,57	68	3,43	0,53
MX	82230	34710	42,21	4551	5,53	47520	57,79	2085	2,54	30,71
NI	448	403	89,96	118	26,34	45	10,04	90	20,09	0,80
PA	1668	1422	85,25	304	18,23	246	14,75	209	12,53	2,05
PE	3661	2896	79,10	861	23,52	765	20,90	535	14,61	5,81
PR	5825	3604	61,87	424	7,28	2221	38,13	261	4,48	2,86
PY	400	320	80,00	152	38,00	80	20,00	78	19,50	1,03
SV	471	277	58,81	63	13,38	194	41,19	42	8,92	0,43
TT	1842	908	49,29	84	4,56	934	50,71	74	4,02	0,57
UY	4750	2983	62,80	1214	25,56	1767	37,20	454	9,56	8,19
VE	15257	6940	45,49	1478	9,69	8317	54,51	636	4,17	9,97

Tabla 6.8. Evolución anual del total de colaboraciones internacionales por países

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Tv96-01	Tv02-07	TVP
AR	1394	1508	1636	1586	1617	1426	1614	2361	2753	2949	3090	3245	2,3	101,1	132,8
BO	56	79	84	95	55	58	71	106	112	124	143	167	3,6	135,2	198,2
BR	3268	3729	4149	4010	4210	3668	4096	5811	6962	7758	9094	8811	12,2	115,1	169,6
CL	789	891	854	997	965	934	1138	1636	1815	2105	2488	2498	18,4	119,5	216,6
CO	295	364	353	392	409	333	387	604	666	825	982	1045	12,9	170,0	254,2
CR	172	152	156	141	132	154	164	219	224	291	279	297	-10,5	81,1	72,7
CU	228	224	295	334	315	309	306	465	457	584	1052	833	35,5	172,2	265,4
DO	25	21	19	21	22	15	11	21	30	33	29	42	-40,0	281,8	68,0
EC	62	86	71	92	72	62	73	143	139	200	197	248	0,0	239,7	300,0
GT	34	37	40	48	39	29	35	49	61	78	57	68	-14,7	94,3	100,0
HN	21	21	26	27	16	12	27	27	30	32	35	26	-42,9	-3,7	23,8
JM	77	64	73	73	46	46	57	75	92	98	85	96	-40,3	68,4	24,7
MX	1702	1833	2176	2247	2210	2053	2215	3314	3843	4203	4587	4327	20,6	95,3	154,2
NI	30	32	26	23	22	13	10	33	40	46	76	52	-56,7	420,0	73,3
PA	68	65	67	94	86	71	82	135	162	162	199	231	4,4	181,7	239,7
PE	116	147	143	143	155	127	159	322	314	374	443	453	9,5	184,9	290,5
PR	268	237	286	260	246	191	180	320	322	390	462	442	-28,7	145,6	64,9
PY	26	23	27	14	16	13	17	29	36	34	42	43	-50,0	152,9	65,4
SV	18	19	11	10	19	14	32	26	40	35	32	21	-22,2	-34,4	16,7
TT	49	35	63	46	43	47	72	83	102	113	120	135	-4,1	87,5	175,5
UY	145	194	184	202	200	171	190	283	333	351	367	363	17,9	91,1	150,3
VE	424	474	485	494	446	443	481	636	683	833	778	763	4,5	58,6	80,0

Tabla 6.9. Evolución de la tasa de colaboración internacional por países

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TV96-01	Tv02-07	TVP
AR	35,4	33,6	36,1	33,0	31,6	28,0	30,0	41,1	47,7	48,3	46,4	48,2	-20,9	60,9	36,3
BO	86,2	87,8	88,4	84,8	80,9	72,5	80,7	88,3	91,8	91,2	86,1	88,4	-15,8	9,5	2,6
BR	38,5	36,6	36,7	32,8	32,1	27,6	26,8	33,0	36,1	35,7	34,1	33,4	-28,4	24,5	-13,1
CL	47,1	49,6	49,0	50,3	49,5	47,0	47,4	57,2	61,7	62,7	60,4	61,6	-0,3	30,1	31,0
CO	58,3	61,9	62,7	61,6	55,3	49,3	49,4	62,3	65,3	65,3	60,8	61,1	-15,4	23,7	4,9
CR	66,9	58,0	63,4	66,2	63,8	62,1	64,3	76,6	68,5	77,8	76,4	83,9	-7,2	30,5	25,4
CU	45,1	44,5	40,1	42,1	41,6	41,6	41,9	51,7	56,7	62,7	70,4	72,3	-7,8	72,5	60,2
DO	73,5	77,8	86,4	77,8	81,5	83,3	73,3	87,5	93,8	82,5	87,9	91,3	13,3	24,5	24,2
EC	64,6	57,3	51,1	80,7	60,5	60,8	54,1	73,7	80,3	83,0	76,4	85,2	-5,9	57,6	32,0
GT	58,6	68,5	64,5	78,7	79,6	69,0	71,4	84,5	89,7	78,0	74,0	90,7	17,8	26,9	54,7
HN	87,5	87,5	83,9	71,1	72,7	75,0	90,0	90,0	85,7	94,1	92,1	89,7	-14,3	-0,4	2,5
JM	47,8	48,9	51,4	54,9	41,4	29,5	32,2	41,7	43,4	49,0	43,8	51,1	-38,3	58,6	6,8
MX	39,2	37,7	40,7	38,8	38,1	34,4	34,8	42,9	47,2	46,1	46,9	48,1	-12,2	38,2	22,9
NI	88,2	91,4	92,9	95,8	78,6	68,4	76,9	89,2	90,9	93,9	91,6	96,3	-22,5	25,2	9,1
PA	81,0	82,3	78,8	83,2	89,6	68,9	78,8	88,8	92,6	86,2	87,7	88,2	-14,8	11,8	8,9
PE	71,2	71,7	82,2	78,1	69,5	60,2	71,0	84,7	83,1	84,8	83,0	83,1	-15,4	17,1	16,8
PR	59,0	54,0	61,6	57,8	61,2	51,1	47,2	62,4	66,0	65,9	67,9	75,2	-13,5	59,1	27,3
PY	92,9	79,3	73,0	70,0	66,7	65,0	73,9	78,4	81,8	91,9	85,7	82,7	-30,0	11,9	-10,9
SV	60,0	59,4	39,3	52,6	46,3	29,2	50,0	66,7	76,9	72,9	80,0	70,0	-51,4	40,0	16,7
TT	50,5	40,2	49,6	46,5	41,0	37,0	42,9	51,2	54,0	49,6	55,0	57,4	-26,7	34,0	13,7
UY	57,1	61,6	58,0	62,7	59,7	52,6	52,2	66,9	71,0	68,4	66,8	64,4	-7,8	23,3	12,7
VE	43,2	42,4	44,5	42,4	36,9	36,1	39,4	43,9	51,6	52,0	52,6	54,9	-16,5	39,2	26,9

Tabla 6.10. Evolución anual del total de colaboraciones intrarregional por países

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Tv96-01	Tv02-07	TVP
AR	242	257	330	330	363	300	341	549	621	706	824	840	24,0	146,3	247,1
BO	15	22	20	34	21	23	22	30	33	39	43	65	53,3	195,5	333,3
BR	299	366	412	447	501	403	457	691	734	897	1049	1082	34,8	136,8	261,9
CL	158	183	185	206	174	152	195	316	339	441	541	545	-3,8	179,5	244,9
CO	87	100	115	112	125	101	97	138	181	236	303	343	16,1	253,6	294,3
CR	27	26	30	27	34	48	51	55	64	94	88	77	77,8	51,0	185,2
CU	67	76	128	144	145	138	116	179	165	217	231	231	106,0	99,1	244,8
DO	9	8	4	9	8	6	7	9	14	13	12	10	-33,3	42,9	11,1
EC	8	7	14	30	30	23	21	30	36	72	63	89	187,5	323,8	1012,5
GT	2	9	3	17	12	11	14	17	30	28	21	21	450,0	50,0	950,0
HN	5	3	9	11	8	5	11	13	13	14	14	13	0,0	18,2	160,0
JM	2	3	5	6	5	3	9	3	7	11	12	13	50,0	44,4	550,0
MX	205	196	291	295	305	295	300	434	424	568	607	631	43,9	110,3	207,8
NI	6	9	7	5	7	7	3	11	13	19	18	13	16,7	333,3	116,7
PA	15	6	10	9	14	12	22	18	47	42	59	50	-20,0	127,3	233,3
PE	18	34	25	39	61	45	52	92	91	114	143	147	150,0	182,7	716,7
PR	33	16	27	27	20	14	26	37	42	60	65	57	-57,6	119,2	72,7
PY	8	12	9	4	8	7	4	11	17	21	24	27	-12,5	575,0	237,5
SV	5	4	2	1	5	3	4	2	10	10	9	8	-40,0	100,0	60,0
TT	4	1	4	3	1	4	7	6	15	13	13	13	0,0	85,7	225,0
UY	50	61	64	84	76	72	80	113	149	148	163	154	44,0	92,5	208,0
VE	82	76	88	88	96	93	91	128	155	186	191	204	13,4	124,2	148,8

Tabla 6.11. Evolución de la tasa de colaboración intrarregional por países

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TV96-01	Tv02-07	TVP
AR	6,1	5,7	7,3	6,9	7,1	5,9	6,3	9,6	10,8	11,6	12,4	12,5	-4,1	97,1	103,2
BO	23,1	24,4	21,1	30,4	30,9	28,8	25,0	25,0	27,0	28,7	25,9	34,4	24,6	37,6	49,0
BR	3,5	3,6	3,6	3,7	3,8	3,0	3,0	3,9	3,8	4,1	3,9	4,1	-14,0	37,0	16,6
CL	9,4	10,2	10,6	10,4	8,9	7,6	8,1	11,0	11,5	13,1	13,1	13,5	-18,9	65,7	42,7
CO	17,2	17,0	20,4	17,6	16,9	15,0	12,4	14,2	17,7	18,7	18,8	20,1	-13,0	62,0	16,7
CR	10,5	9,9	12,2	12,7	16,4	19,4	20,0	19,2	19,6	25,1	24,1	21,8	84,2	8,8	107,0
CU	13,3	15,1	17,4	18,1	19,1	18,6	15,9	19,9	20,5	23,3	15,5	20,1	40,2	26,2	51,1
DO	26,5	29,6	18,2	33,3	29,6	33,3	46,7	37,5	43,8	32,5	36,4	21,7	25,9	-53,4	-17,9
EC	8,3	4,7	10,1	26,3	25,2	22,5	15,6	15,5	20,8	29,9	24,4	30,6	170,6	96,6	267,0
GT	3,4	16,7	4,8	27,9	24,5	26,2	28,6	29,3	44,1	28,0	27,3	28,0	659,5	-2,0	712,0
HN	20,8	12,5	29,0	28,9	36,4	31,3	36,7	43,3	37,1	41,2	36,8	44,8	50,0	22,3	115,2
JM	1,2	2,3	3,5	4,5	4,5	1,9	5,1	1,7	3,3	5,5	6,2	6,9	54,8	36,0	456,6
MX	4,7	4,0	5,4	5,1	5,3	4,9	4,7	5,6	5,2	6,2	6,2	7,0	4,7	48,8	48,8
NI	17,6	25,7	25,0	20,8	25,0	36,8	23,1	29,7	29,5	38,8	21,7	24,1	108,8	4,3	36,4
PA	17,9	7,6	11,8	8,0	14,6	11,7	21,2	11,8	26,9	22,3	26,0	19,1	-34,8	-9,8	6,9
PE	11,0	16,6	14,4	21,3	27,4	21,3	23,2	24,2	24,1	25,9	26,8	27,0	93,1	16,2	144,3
PR	7,3	3,6	5,8	6,0	5,0	3,7	6,8	7,2	8,6	10,1	9,6	9,7	-48,5	42,1	33,4
PY	28,6	41,4	24,3	20,0	33,3	35,0	17,4	29,7	38,6	56,8	49,0	51,9	22,5	198,6	81,7
SV	16,7	12,5	7,1	5,3	12,2	6,3	6,3	5,1	19,2	20,8	22,5	26,7	-62,5	326,7	60,0
TT	4,1	1,1	3,1	3,0	1,0	3,1	4,2	3,7	7,9	5,7	6,0	5,5	-23,6	32,8	34,1
UY	19,7	19,4	20,2	26,1	22,7	22,2	22,0	26,7	31,8	28,8	29,7	27,3	12,5	24,2	38,7
VE	8,4	6,8	8,1	7,5	7,9	7,6	7,5	8,8	11,7	11,6	12,9	14,7	-9,3	96,8	75,5

**Tabla 6.12. Distribución del número de copublicaciones de los diez primeros productores de la región según zonas geográficas**

Región	BR	MX	AR	CL	VE	CO	CU	PR	UY	PE
Western Europe	27608	13646	12325	8538	3110	3163	2545	666	1357	1220
Northern America	22743	14487	8250	5596	2620	2449	528	2594	841	1482
Latin America	7338	4551	5703	3435	1478	1938	1837	424	1214	861
Asiatic Region	4402	2477	1164	891	251	558	215	289	105	248
Eastern Europe	3669	3040	977	800	221	338	126	167	61	67
Pacific Region	1692	817	721	692	115	184	37	73	86	73
Middle East	850	504	328	285	92	103	43	76	30	37
Southern Africa	557	279	250	182	46	126	37	31	29	91
Central Africa	221	84	50	31	24	72	15	9	10	32
Northern Africa	112	68	40	25	26	13	15	5	2	19

**Tabla 6.13. Distribución porcentual de las copublicaciones de los diez primeros productores de la región según zonas geográficas**

Región	BR	MX	AR	CL	VE	CO	CU	PR	UY	PE
Western Europe	42,11	39,31	48,95	49,90	44,81	47,53	47,11	18,48	45,49	42,13
Northern America	34,69	41,74	32,77	32,71	37,75	36,80	9,77	71,98	28,19	51,17
Latin America	11,19	13,11	22,65	20,08	21,30	29,12	34,01	11,76	40,70	29,73
Asiatic Region	6,71	7,14	4,62	5,21	3,62	8,38	3,98	8,02	3,52	8,56
Eastern Europe	5,60	8,76	3,88	4,68	3,18	5,08	2,33	4,63	2,04	2,31
Pacific Region	2,58	2,35	2,86	4,04	1,66	2,76	0,68	2,03	2,88	2,52
Middle East	1,30	1,45	1,30	1,67	1,33	1,55	0,80	2,11	1,01	1,28
Southern Africa	0,85	0,80	0,99	1,06	0,66	1,89	0,68	0,86	0,97	3,14
Central Africa	0,34	0,24	0,20	0,18	0,35	1,08	0,28	0,25	0,34	1,10
Northern Africa	0,17	0,20	0,16	0,15	0,37	0,20	0,28	0,14	0,07	0,66

**Tabla 6.14. Distribución porcentual de las colaboraciones de los diez primeros productores de la región con los diez principales socios de Europa Occidental**

Países	LAC	BR	MX	AR	CH	VE	CO	CU	PR	UY	PE
Spain	10,56	4,90	12,05	16,83	13,37	14,25	17,55	24,18	2,58	15,05	9,19
France	10,24	10,93	9,69	9,96	12,43	12,71	9,83	3,79	2,19	10,63	7,60
United Kingdom	9,43	10,49	8,60	7,73	8,92	9,44	11,86	4,04	4,36	6,30	9,98
Germany	8,61	9,11	6,33	9,59	12,82	4,91	7,53	6,61	5,30	5,36	7,49
Italy	5,06	5,52	3,90	6,55	5,81	4,93	3,04	5,57	3,05	4,76	3,49
Netherlands	2,41	2,61	2,19	2,61	2,88	1,37	4,18	1,06	1,05	1,44	2,83
Switzerland	2,03	2,17	1,72	2,44	2,30	1,57	3,89	1,37	1,00	1,31	2,80
Belgium	2,03	2,14	1,68	1,52	2,51	1,33	2,15	3,74	0,47	1,21	4,28
Sweden	1,86	1,90	1,37	1,90	2,26	1,30	3,04	0,89	0,86	5,16	1,83
Portugal	1,55	2,88	0,54	0,94	1,06	0,72	0,81	1,04	0,53	0,74	0,38

Tabla 6.15. Tasa de Colaboración asimétrica (TCA) entre países de LAC 1996 – 2007

Ncolintra		AR	Ncolintra		BO	Ncolintra		BR	Ncolintra		CL	Ncolintra		CO
BR	2879	11,43	BR	118	10,26	AR	2879	5,28	BR	1232	7,20	BR	739	11,10
CL	1194	4,74	AR	85	7,39	MX	1330	2,44	AR	1194	6,98	MX	579	8,70
MX	951	3,78	PE	76	6,61	CL	1232	2,26	MX	583	3,41	AR	418	6,28
UY	525	2,09	MX	54	4,70	CO	739	1,36	CO	237	1,39	CL	237	3,56
CO	418	1,66	CL	53	4,61	CU	559	1,03	UY	198	1,16	VE	222	3,34
VE	292	1,16	CO	43	3,74	UY	511	0,94	VE	188	1,10	EC	147	2,21
CU	166	0,66	EC	38	3,30	VE	481	0,88	PE	177	1,03	PE	119	1,79
PE	155	0,62	VE	32	2,78	PE	333	0,61	CU	106	0,62	CU	113	1,70
EC	131	0,52	UY	28	2,43	EC	171	0,31	EC	70	0,41	CR	95	1,43
BO	85	0,34	CU	18	1,57	CR	162	0,30	CR	58	0,34	PR	66	0,99
CR	83	0,33	PA	17	1,48	BO	118	0,22	BO	53	0,31	UY	50	0,75
PY	70	0,28	PY	16	1,39	PR	113	0,21	PY	29	0,17	BO	43	0,65
PR	68	0,27	CR	11	0,96	PA	107	0,20	DO	26	0,15	PA	43	0,65
PA	31	0,12	DO	6	0,52	PY	60	0,11	PA	22	0,13	GT	22	0,33
GT	28	0,11	HN	6	0,52	DO	34	0,06	GT	20	0,12	NI	19	0,29
NI	12	0,05	NI	6	0,52	GT	31	0,06	PR	17	0,10	HN	17	0,26
DO	9	0,04	GT	4	0,35	HN	24	0,04	HN	8	0,05	PY	16	0,24
HN	9	0,04	PR	4	0,35	NI	12	0,02	NI	6	0,04	DO	14	0,21
SV	7	0,03	TT	2	0,17	JM	10	0,02	TT	5	0,03	TT	5	0,08
TT	5	0,02	SV	1	0,09	TT	10	0,02	SV	3	0,02	SV	4	0,06
JM	2	0,01	JM		0,00	SV	8	0,01	JM	1	0,01	JM	3	0,05
<b>Total</b>	<b>5703</b>	<b>8,85</b>	<b>369</b>	<b>27,72</b>	<b>Total</b>	<b>7338</b>	<b>3,75</b>	<b>3435</b>	<b>11,12</b>	<b>1938</b>	<b>17,50</b>			
Ncolintra		CR	Ncolintra		CU	Ncolintra		DO	Ncolintra		EC	Ncolintra		MX
AR	83	3,49	AR	166	3,02	AR	9	3,11	AR	131	9,07	AR	951	2,74
BO	11	0,46	BO	18	0,33	BO	6	2,08	BO	38	2,63	BO	54	0,16
BR	162	6,80	BR	559	10,16	BR	34	11,76	BR	171	11,83	BR	1330	3,83
CL	58	2,44	CL	106	1,93	CL	26	9,00	CL	70	4,84	CL	583	1,68
CO	95	3,99	CO	113	2,05	CO	14	4,84	CO	147	10,17	CO	579	1,67
CU	30	1,26	CR	30	0,55	CR	13	4,50	CR	16	1,11	CR	165	0,48
DO	13	0,55	DO	9	0,16	CU	9	3,11	CU	7	0,48	CU	932	2,69
EC	16	0,67	EC	7	0,13	EC	1	0,35	DO	1	0,07	DO	18	0,05
GT	32	1,34	GT	9	0,16	GT	4	1,38	GT	7	0,48	EC	169	0,49
HN	25	1,05	HN	6	0,11	HN	7	2,42	HN	5	0,35	GT	92	0,27
JM	1	0,04	JM	2	0,04	JM	3	1,04	JM	1	0,07	HN	53	0,15
MX	165	6,93	MX	932	16,93	MX	18	6,23	MX	169	11,70	JM	20	0,06
NI	50	2,10	NI	18	0,33	NI	5	1,73	NI	8	0,55	NI	22	0,06
PA	59	2,48	PA	9	0,16	PA	7	2,42	PA	20	1,38	PA	43	0,12

**CAPÍTULO 15. ANEXOS**

PE	31	1,30	PE	30	0,55	PE	7	2,42	PE	94	6,51	PE	133	0,38
PR	15	0,63	PR	18	0,33	PR	12	4,15	PR	4	0,28	PR	98	0,28
PY	10	0,42	PY	6	0,11	PY	2	0,69	PY	11	0,76	PY	18	0,05
SV	15	0,63	SV	6	0,11	SV	7	2,42	SV	2	0,14	SV	20	0,06
TT	5	0,21	TT	3	0,05	TT	6	2,08	TT	2	0,14	TT	7	0,02
UY	17	0,71	UY	21	0,38	UY	4	1,38	UY	23	1,59	UY	156	0,45
VE	47	1,97	VE	83	1,51	VE	7	2,42	VE	36	2,49	VE	386	1,11
<b>Total</b>	<b>629</b>	<b>18,53</b>	<b>Total</b>	<b>1837</b>	<b>18,27</b>	<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>31,88</b>	<b>Total</b>	<b>425</b>	<b>21,12</b>	<b>Total</b>	<b>4566</b>	<b>5,55</b>
<b>Ncolintra</b>	<b>PA</b>		<b>Ncolintra</b>	<b>PE</b>		<b>Ncolintra</b>	<b>PR</b>		<b>Ncolintra</b>	<b>UY</b>		<b>Ncolintra</b>	<b>VE</b>	
AR	31	2,18	AR	155	5,35	AR	68	1,89	AR	525	17,60	AR	292	4,21
BO	17	1,20	BO	76	2,62	BO	4	0,11	BO	28	0,94	BO	32	0,46
BR	107	7,52	BR	333	11,50	BR	113	3,14	BR	511	17,13	BR	481	6,93
CL	22	1,55	CL	177	6,11	CL	17	0,47	CL	198	6,64	CL	188	2,71
CO	43	3,02	CO	119	4,11	CO	66	1,83	CO	50	1,68	CO	222	3,20
CR	59	4,15	CR	31	1,07	CR	15	0,42	CR	17	0,57	CR	47	0,68
CU	9	0,63	CU	30	1,04	CU	18	0,50	CU	21	0,70	CU	83	1,20
DO	7	0,49	DO	7	0,24	DO	12	0,33	DO	4	0,13	DO	7	0,10
EC	20	1,41	EC	94	3,25	EC	4	0,11	EC	23	0,77	EC	36	0,52
GT	9	0,63	GT	16	0,55	GT	3	0,08	GT	11	0,37	GT	14	0,20
HN	9	0,63	HN	13	0,45	HN	2	0,06	HN	4	0,13	HN	8	0,12
JM	1	0,07	JM	3	0,10	JM	10	0,28	JM	1	0,03	JM	2	0,03
MX	43	3,02	MX	133	4,59	MX	98	2,72	MX	156	5,23	MX	386	5,56
NI	6	0,42	NI	5	0,17	NI		0,00	NI	1	0,03	NI	5	0,07
PE	29	2,04	PA	29	1,00	PA	34	0,94	PA	7	0,23	PA	38	0,55
PR	34	2,39	PR	13	0,45	PE	13	0,36	PE	36	1,21	PE	57	0,82
PY	4	0,28	PY	22	0,76	PY	1	0,03	PR	3	0,10	PR	49	0,71
SV	7	0,49	SV	4	0,14	SV	1	0,03	PY	35	1,17	PY	11	0,16
TT	2	0,14	TT	6	0,21	TT	6	0,17	SV	2	0,07	SV	5	0,07
UY	7	0,49	UY	36	1,24	UY	3	0,08	TT	2	0,07	TT	20	0,29
VE	38	2,67	VE	57	1,97	VE	49	1,36	VE	64	2,15	UY	64	0,92
<b>Total</b>	<b>307</b>	<b>18,4</b>	<b>Total</b>	<b>862</b>	<b>23,54</b>	<b>Total</b>	<b>441</b>	<b>7,57</b>	<b>Total</b>	<b>1214</b>	<b>25,55</b>	<b>Total</b>	<b>1478</b>	<b>9,68</b>

Tabla 6.16. Matriz de colaboraciones entre países 1996 – 2007

	AR	BO	BR	CL	CO	CR	CU	DO	EC	GT	HN	JM	MX	NI	PA	PE	PR	PY	SV	TT	UY	VE
AR	64380	85	2879	1194	418	83	166	9	131	28	9	2	951	12	31	155	68	70	7	5	525	292
BO	85	1331	118	53	43	11	18	6	38	4	6		54	6	17	76	4	16	1	2	28	32
BR	2879	118	195541	1232	739	162	559	34	171	31	24	10	1330	12	107	333	113	60	8	10	511	481
CL	1194	53	1232	30866	237	58	106	26	70	20	8	1	583	6	22	177	17	29	3	5	198	188
CO	418	43	739	237	11068	95	113	14	147	22	17	3	579	19	43	119	66	16	4	5	50	222
CR	83	11	162	58	95	3394	30	13	16	32	25	1	165	50	59	31	15	10	15	5	17	47
CU	166	18	559	106	113	30	10052	9	7	9	6	2	932	18	9	30	18	6	6	3	21	83
DO	9	6	34	26	14	13	9	345	1	4	7	3	18	5	7	7	12	2	7	6	4	7
EC	131	38	171	70	147	16	7	1	2012	7	5	1	169	8	20	94	4	11	2	2	23	36
GT	28	4	31	20	22	32	9	4	7	753	19	3	92	12	9	16	3	4	18	1	11	14
HN	9	6	24	8	17	25	6	7	5	19	351	3	53	20	9	13	2	4	16	1	4	8
JM	2		10	1	3	1	2	3	1	3	3	1985	20	2	1	3	10		1	28	1	2
MX	951	54	1330	583	579	165	932	18	169	92	53	20	82230	22	43	133	98	18	20	7	156	386
NI	12	6	12	6	19	50	18	5	8	12	20	2	22	448	6	5		2	15		1	5
PA	31	17	107	22	43	59	9	7	20	9	9	1	43	6	1668	29	34	4	7	2	7	38
PE	155	76	333	177	119	31	30	7	94	16	13	3	133	5	29	3661	13	22	4	6	36	57
PR	68	4	113	17	66	15	18	12	4	3	2	10	98		34	13	5825	1	1	6	3	49
PY	70	16	60	29	16	10	6	2	11	4	4		18	2	4	22	1	400	2	2	35	11
SV	7	1	8	3	4	15	6	7	2	18	16	1	20	15	7	4	1	2	471	1	2	5
TT	5	2	10	5	5	5	3	6	2	1	1	28	7		2	6	6	2	1	1842	2	20
UY	525	28	511	198	50	17	21	4	23	11	4	1	156	1	7	36	3	35	2	2	4750	64
VE	292	32	481	188	222	47	83	7	36	14	8	2	386	5	38	57	49	11	5	20	64	15257

Figura 6.12. Mapa de colaboración intrarregional 1996

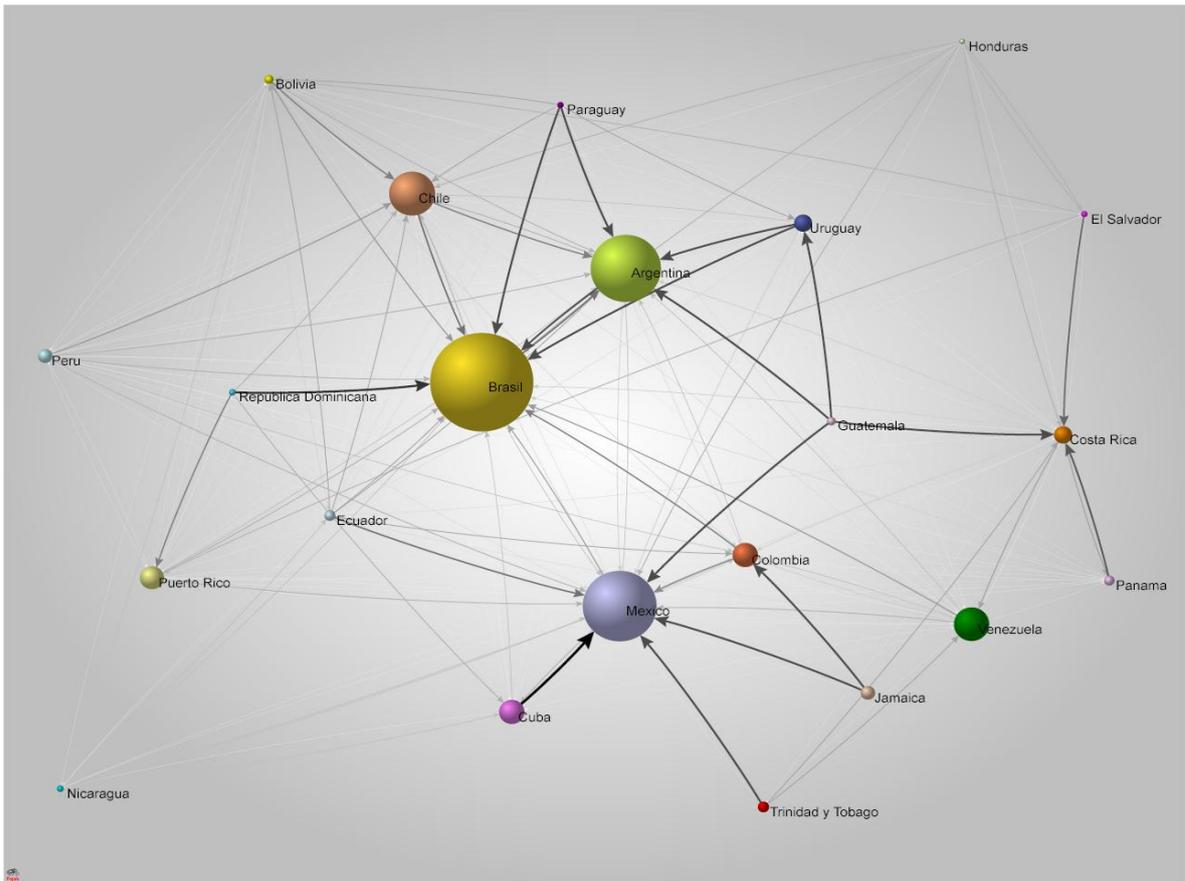


Figura 6.13. Mapa de colaboración intrarregional 1997

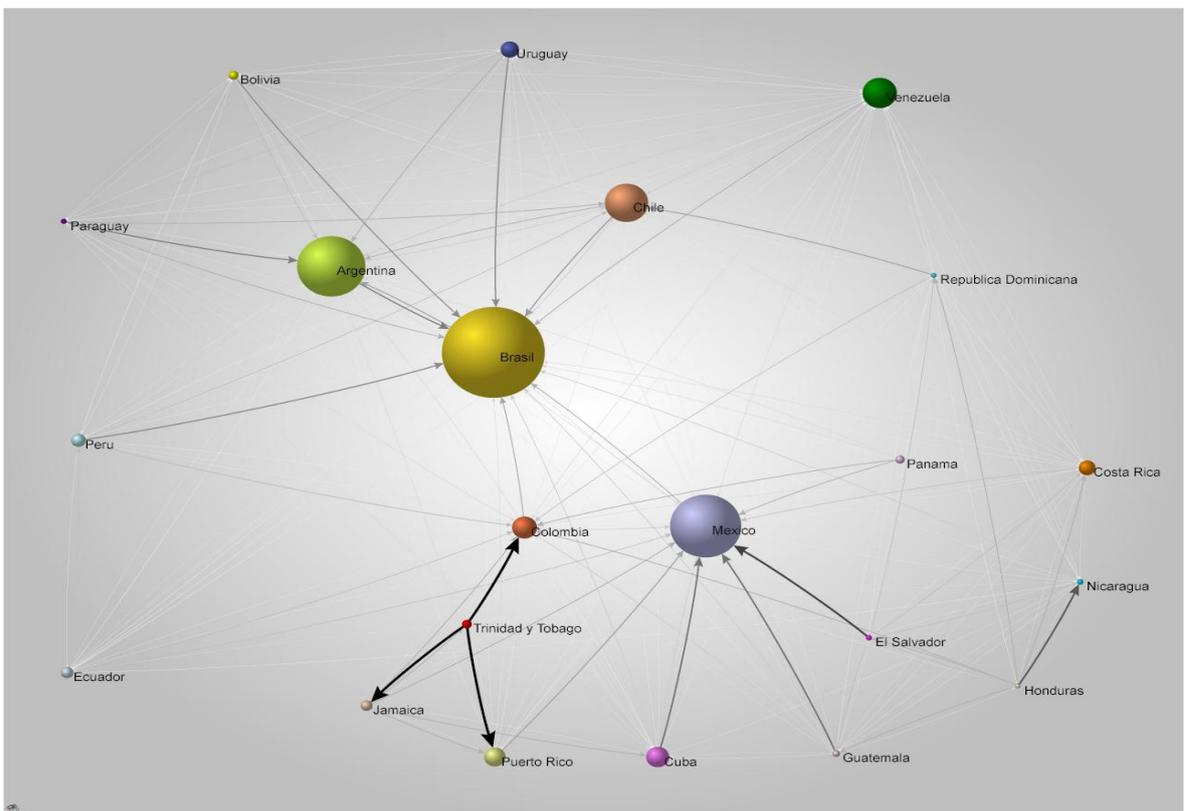


Figura 6.14. Mapa de colaboración intrarregional 1998

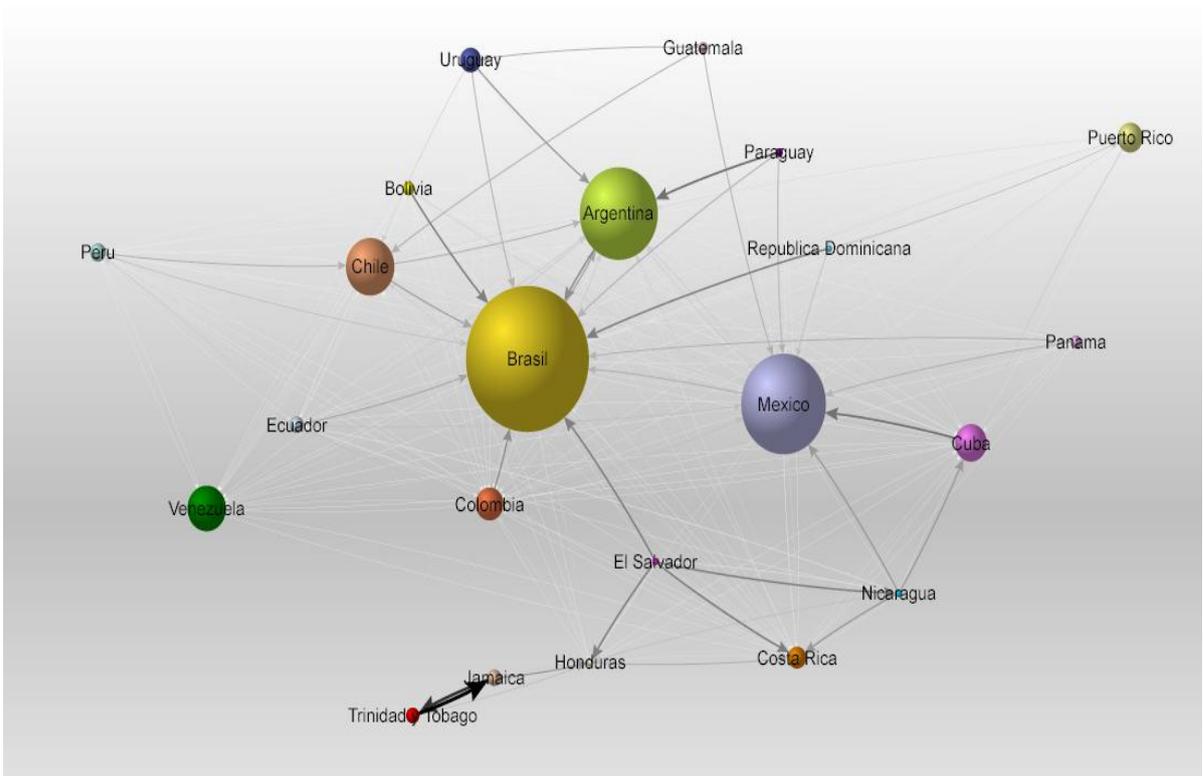


Figura 6.15. Mapa de colaboración intrarregional 1999

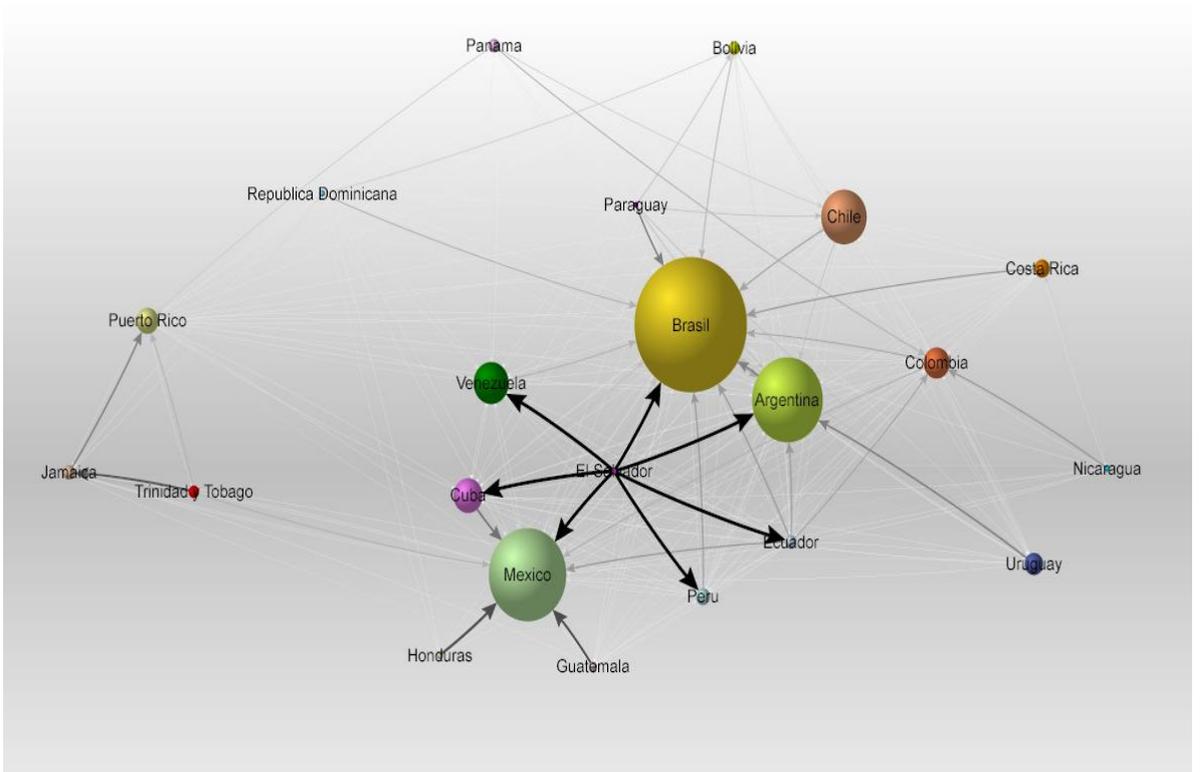


Figura 6.16. Mapa de colaboración intrarregional 2000

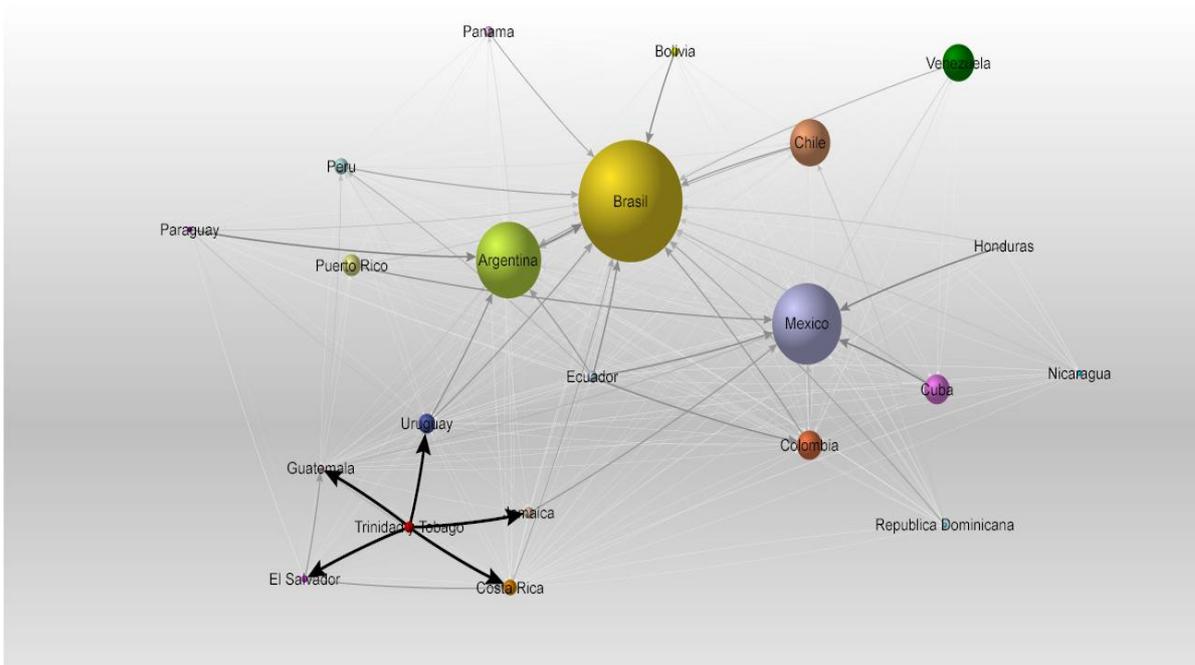


Figura 6.17. Mapa de colaboración intrarregional 2001

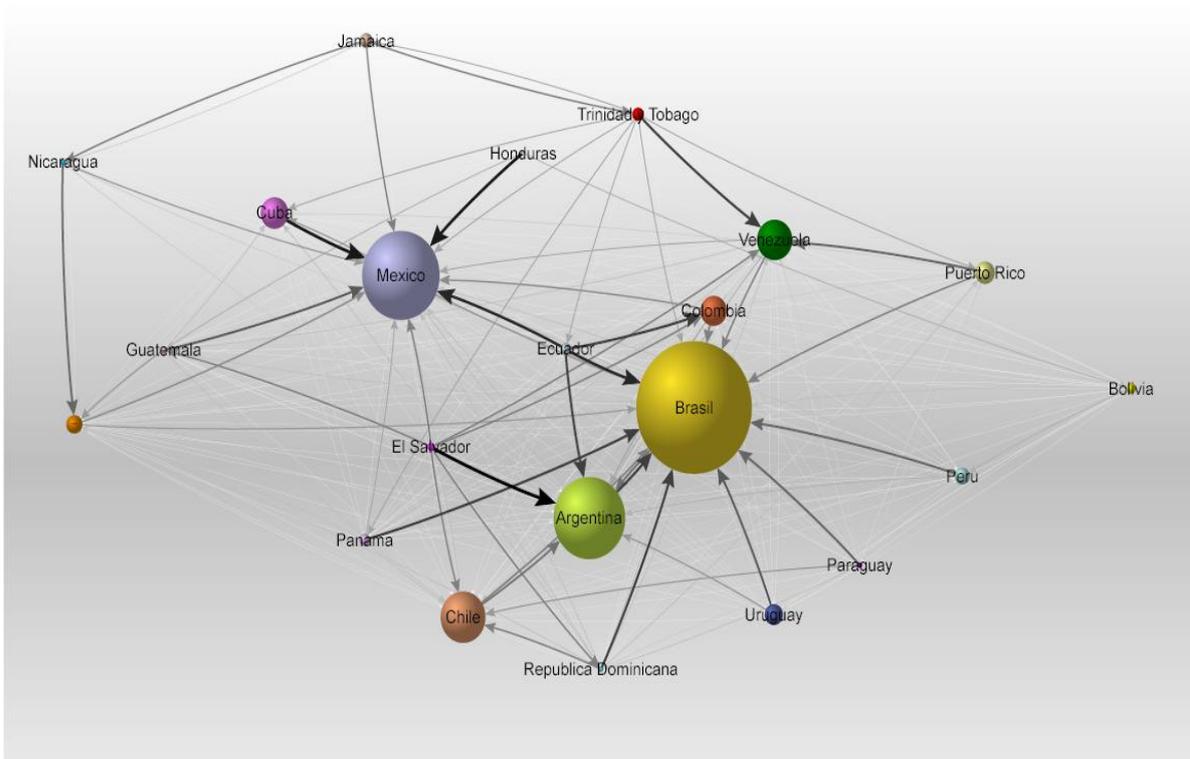


Figura 6.18. Mapa de colaboración intrarregional 2002

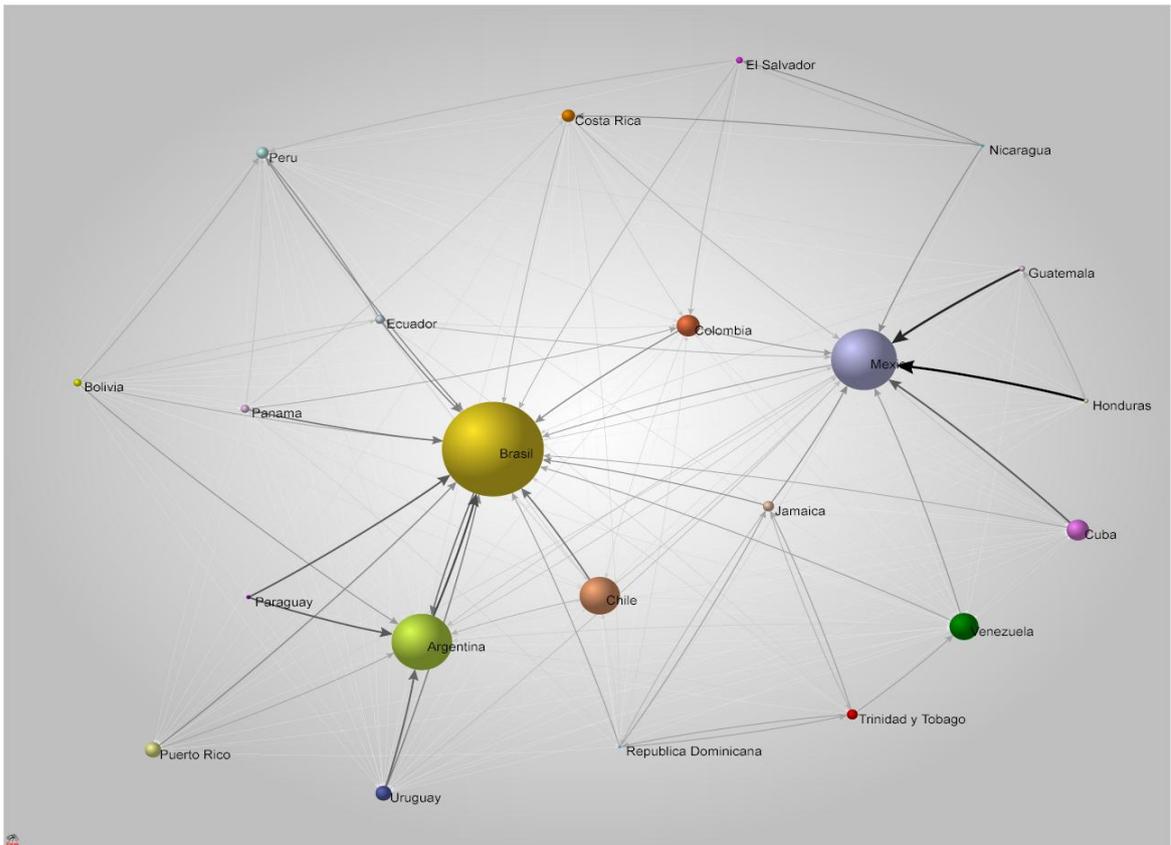


Figura 6.19. Mapa de colaboración intrarregional 2003

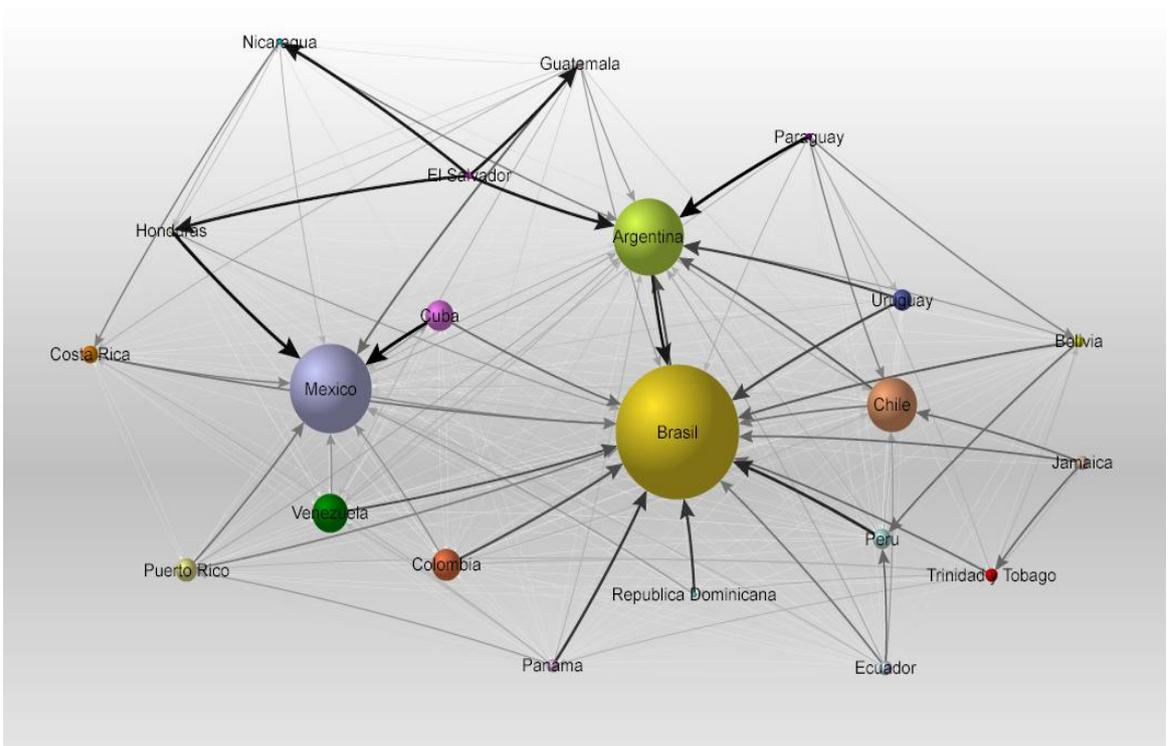






Tabla 6.17. Evolución anual del grado normalizado y del peso de las copublicaciones nacionales en el total regional

	1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		Periodo		
	GN	%	GN	%																							
AR	0,67	36,6	0,71	36,5	0,67	38,3	0,81	36,0	0,81	37,8	0,76	36,0	0,76	37,0	0,85	39,6	0,90	41,4	0,90	38,5	1,00	39,4	0,90	39,1	1,00	38,4	
BO	0,57	2,3	0,38	3,1	0,57	2,3	0,67	3,7	0,48	2,2	0,61	2,8	0,47	2,4	0,61	2,2	0,66	2,2	0,76	2,1	0,85	2,1	0,71	3,0	0,95	2,5	
BR	0,81	45,2	0,76	52,0	0,81	47,9	0,90	48,8	0,90	52,2	0,85	48,4	0,90	49,6	0,90	49,9	0,90	48,9	0,90	48,9	1,00	50,1	0,90	50,3	1,00	49,3	
CL	0,71	23,9	0,67	26,0	0,62	21,5	0,67	22,5	0,76	18,1	0,76	18,2	0,66	21,1	0,76	22,8	0,95	22,6	0,80	24,1	0,95	25,9	0,76	25,3	1,00	23,2	
CO	0,76	13,1	0,86	14,2	0,71	13,4	0,71	12,2	0,66	13,0	0,80	12,1	0,76	10,5	0,76	10,0	0,85	12,1	0,95	12,9	0,95	14,5	0,85	15,9	1,00	13,0	
CR	0,67	4,1	0,52	3,7	0,71	3,5	0,48	2,9	0,80	3,5	0,71	5,8	0,66	5,5	0,57	4,0	0,90	4,3	0,90	5,1	0,95	4,2	0,92	3,6	1,00	4,2	
CU	0,38	10,1	0,52	10,8	0,62	14,9	0,67	15,7	0,38	15,1	0,71	16,6	0,47	12,6	0,61	12,9	0,80	11,0	0,76	11,8	0,83	11,0	0,90	10,7	1,00	12,4	
DO	0,24	1,4	0,43	1,1	0,14	0,5	0,43	1,0	0,33	0,8	0,47	0,7	0,47	0,8	0,28	0,6	0,76	0,9	0,47	0,7	0,83	0,6	0,57	0,5	1,00	0,7	
EC	0,57	1,2	0,38	1,0	0,43	1,6	0,62	3,3	0,57	3,1	0,52	2,8	0,52	2,3	0,66	2,2	0,71	2,4	0,66	3,9	0,85	3,0	0,71	4,1	1,00	2,9	
GT	0,19	0,3	0,52	1,3	0,14	0,3	0,43	1,9	0,66	1,3	0,47	1,3	0,42	1,5	0,61	1,2	0,85	2,0	0,66	1,5	0,73	1,0	0,71	1,0	1,00	1,2	
HN	0,24	0,8	0,29	0,4	0,48	1,0	0,19	1,2	0,19	0,8	0,14	0,6	0,33	1,2	0,52	0,9	0,76	0,9	0,76	0,8	0,83	0,7	0,76	0,6	1,00	0,8	
JM	0,10	0,3	0,24	0,4	0,10	0,6	0,29	0,7	0,42	0,5	0,14	0,4	0,28	1,0	0,14	0,2	0,19	0,5	0,23	0,6	0,28	0,6	0,38	0,6	0,90	0,5	
MX	0,86	31,0	0,81	27,8	0,86	33,8	0,90	32,2	0,76	31,8	1,00	35,4	0,85	32,5	0,80	31,3	1,00	28,2	0,90	31,0	1,00	29,0	0,95	29,3	1,00	30,7	
NI	0,29	0,9	0,48	1,3	0,29	0,8	0,29	0,5	0,28	0,7	0,23	0,8	0,14	0,3	0,38	0,8	0,57	0,9	0,66	1,0	0,78	0,9	0,61	0,6	0,90	0,8	
PA	0,38	2,3	0,19	0,9	0,33	1,2	0,29	1,0	0,38	1,5	0,57	1,4	0,66	2,4	0,61	1,3	0,90	3,1	0,80	2,3	0,88	2,8	0,90	2,3	1,00	2,1	
PE	0,62	2,7	0,38	4,8	0,48	2,9	0,62	4,3	0,71	6,4	0,52	5,4	0,66	5,6	0,66	6,6	0,85	6,1	0,85	6,2	0,95	6,8	0,95	6,8	1,00	5,8	
PR	0,57	5,0	0,38	2,3	0,52	3,1	0,62	2,9	0,38	2,1	0,47	1,7	0,38	2,8	0,57	2,7	0,47	2,8	0,61	3,3	0,61	3,1	0,66	2,6	0,95	2,9	
PY	0,48	1,2	0,43	1,7	0,43	1,0	0,24	0,4	0,33	0,8	0,47	0,8	0,95	0,4	0,42	0,8	0,66	1,1	0,47	1,1	0,61	1,1	0,80	1,3	0,95	1,0	
SV	0,19	0,8	0,29	0,6	0,19	0,2	0,33	0,1	0,38	0,5	0,33	0,4	0,19	0,4	0,19	0,1	0,52	0,7	0,57	0,5	0,52	0,4	0,57	0,4	1,00	0,4	
TT	0,14	0,6	0,14	0,1	0,10	0,5	0,14	0,3	0,23	0,1	0,38	0,5	0,28	0,8	0,38	0,4	0,52	1,0	0,19	0,7	0,61	0,6	0,35	0,6	0,95	0,6	
UY	0,62	7,6	0,38	8,7	0,48	7,4	0,43	9,2	0,76	7,9	0,52	8,6	0,66	8,7	0,61	8,2	0,71	9,9	0,80	8,1	0,80	7,8	0,76	7,2	1,00	8,2	
VE	0,71	12,4	0,71	10,8	0,52	10,2	0,62	9,6	0,61	10,0	0,85	11,2	0,76	9,9	0,76	9,2	0,95	10,3	0,85	10,1	0,80	9,1	0,90	9,5	1,00	9,9	

GN= Grado Normalizado

Tabla 6.19. Distribución de las publicaciones por áreas temáticas según número de países firmantes para LAC

Áreas temáticas	2	3	4	5	6	7	8	9	10	>10
Agricultural	20648	3902	811	222	83	34	20	18	9	25
Arts	162	27	5		1					0
Biochemistry	16792	3781	843	266	101	52	36	35	19	79
Business	479	74	9	7	2			1		1
Chemical	4312	606	83	15	7	1	1	1	2	1
Chemistry	10499	1947	282	63	12	6	1	1	3	7
Computer	4095	726	102	30	13	4	3		2	6
Decision	719	131	7	2						0
Dentistry	963	165	40	11	8		1	1		6
Earth	9176	3404	1211	496	230	104	69	45	25	66
Economics	766	110	17	9	5	1				2
Energy	1409	258	45	20	10	2	2	4	2	11
Engineering	9096	1476	256	80	36	16	10	10	5	24
Environmental	7718	1611	325	124	49	25	20	17	11	33
Health	781	156	23	17	6	2	2	2		2
Immunology	7762	1803	449	159	93	53	33	20	15	43
Materials	8647	1675	270	55	14	9	1	1	2	2
Mathematics	8468	1750	253	32	12	10	2	6	7	50
Medicine	18594	3915	1109	526	316	219	155	115	91	235
Neuroscience	3365	695	170	58	20	10	14	2	4	27
Nursing	389	65	19	15	12	4	7	2	1	2
Pharmacology	4018	640	127	40	22	9	10	6	2	15
Physics	19578	5701	1408	450	217	115	60	44	60	543
Psychology	1007	194	44	21	13	4	4	7	1	12
Social	2489	402	84	29	23	10	3	3	5	4
Veterinary	1959	349	72	25	12	3	4	4	3	4

**Tabla 6.20. Distribución porcentual de las publicaciones según área temática en proporción al total de publicaciones de cada área**

Áreas Temáticas	2	3	4	5	6	7	8	9	10	>10
Agricultural	28,40	5,37	1,12	0,31	0,11	0,05	0,03	0,02	0,01	0,03
Arts	19,45	3,24	0,60		0,12					0,00
Biochemistry	28,21	6,35	1,42	0,45	0,17	0,09	0,06	0,06	0,03	0,13
Business	29,23	4,51	0,55	0,43	0,12			0,06		0,06
Chemical	24,41	3,43	0,47	0,08	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Chemistry	26,98	5,00	0,72	0,16	0,03	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02
Computer	28,93	5,13	0,72	0,21	0,09	0,03	0,02		0,01	0,04
Decision	37,57	6,84	0,37	0,10						0,00
Dentistry	19,65	3,37	0,82	0,22	0,16		0,02	0,02		0,12
Earth	33,45	12,41	4,41	1,81	0,84	0,38	0,25	0,16	0,09	0,24
Economics	37,17	5,34	0,82	0,44	0,24	0,05				0,10
Energy	21,46	3,93	0,69	0,30	0,15	0,03	0,03	0,06	0,03	0,17
Engineering	23,00	3,73	0,65	0,20	0,09	0,04	0,03	0,03	0,01	0,06
Environmental	32,11	6,70	1,35	0,52	0,20	0,10	0,08	0,07	0,05	0,14
Health	28,30	5,65	0,83	0,62	0,22	0,07	0,07	0,07		0,07
Immunology	28,11	6,53	1,63	0,58	0,34	0,19	0,12	0,07	0,05	0,16
Materials	28,90	5,60	0,90	0,18	0,05	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01
Mathematics	34,61	7,15	1,03	0,13	0,05	0,04	0,01	0,02	0,03	0,20
Medicine	17,77	3,74	1,06	0,50	0,30	0,21	0,15	0,11	0,09	0,22
Neuroscience	24,15	4,99	1,22	0,42	0,14	0,07	0,10	0,01	0,03	0,19
Nursing	24,89	4,16	1,22	0,96	0,77	0,26	0,45	0,13	0,06	0,13
Pharmacology	21,68	3,45	0,69	0,22	0,12	0,05	0,05	0,03	0,01	0,08
Physics	30,74	8,95	2,21	0,71	0,34	0,18	0,09	0,07	0,09	0,85
Psychology	25,45	4,90	1,11	0,53	0,33	0,10	0,10	0,18	0,03	0,30
Social	24,45	3,95	0,83	0,28	0,23	0,10	0,03	0,03	0,05	0,04
Veterinary	21,27	3,79	0,78	0,27	0,13	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04

Tabla 6.21. Distribución porcentual de las publicaciones según área temática en proporción al total de documentos por países firmantes.

Áreas Temáticas	2	3	4	5	6	7	8	9	10	>10
Agricultural	12,60	10,97	10,06	8,01	6,30	4,91	4,37	5,22	3,35	2,08
Arts	0,10	0,08	0,06		0,08					0,00
Biochemistry	10,25	10,63	10,45	9,60	7,67	7,50	7,86	10,14	7,06	6,58
Business	0,29	0,21	0,11	0,25	0,15			0,29		0,08
Chemical	2,63	1,70	1,03	0,54	0,53	0,14	0,22	0,29	0,74	0,08
Chemistry	6,41	5,47	3,50	2,27	0,91	0,87	0,22	0,29	1,12	0,58
Computer	2,50	2,04	1,26	1,08	0,99	0,58	0,66		0,74	0,50
Decision	0,44	0,37	0,09	0,07						0,00
Dentistry	0,59	0,46	0,50	0,40	0,61		0,22	0,29		0,50
Earth	5,60	9,57	15,02	17,89	17,46	15,01	15,07	13,04	9,29	5,50
Economics	0,47	0,31	0,21	0,32	0,38	0,14				0,17
Energy	0,86	0,73	0,56	0,72	0,76	0,29	0,44	1,16	0,74	0,92
Engineering	5,55	4,15	3,17	2,89	2,73	2,31	2,18	2,90	1,86	2,00
Environmental	4,71	4,53	4,03	4,47	3,72	3,61	4,37	4,93	4,09	2,75
Health	0,48	0,44	0,29	0,61	0,46	0,29	0,44	0,58		0,17
Immunology	4,74	5,07	5,57	5,74	7,06	7,65	7,21	5,80	5,58	3,58
Materials	5,28	4,71	3,35	1,98	1,06	1,30	0,22	0,29	0,74	0,17
Mathematics	5,17	4,92	3,14	1,15	0,91	1,44	0,44	1,74	2,60	4,17
Medicine	11,35	11,01	13,75	18,98	23,99	31,60	33,84	33,33	33,83	19,58
Neuroscience	2,05	1,95	2,11	2,09	1,52	1,44	3,06	0,58	1,49	2,25
Nursing	0,24	0,18	0,24	0,54	0,91	0,58	1,53	0,58	0,37	0,17
Pharmacology	2,45	1,80	1,57	1,44	1,67	1,30	2,18	1,74	0,74	1,25
Physics	11,95	16,03	17,46	16,23	16,48	16,59	13,10	12,75	22,30	45,25
Psychology	0,61	0,55	0,55	0,76	0,99	0,58	0,87	2,03	0,37	1,00
Social	1,52	1,13	1,04	1,05	1,75	1,44	0,66	0,87	1,86	0,33
Veterinary	1,20	0,98	0,89	0,90	0,91	0,43	0,87	1,16	1,12	0,33

Tabla 6.22. Distribución anual del número de colaboraciones intrarregionales por áreas temáticas para LAC

	Ndoc	Ncolintra	Tcolintra	Ncolinter	Tcolinter	Ncolinter- intra	Tcolinter- intra
Agricultural	72703	2812	3,87	29192	40,15	1150	40,90
Arts	833	9	1,08	250	30,01	4	44,44
Biochemistry	59526	2048	3,44	23138	38,87	835	40,77
Business	1639	29	1,77	682	41,61	10	34,48
Chemical	17662	494	2,80	5513	31,21	129	26,11
Chemistry	38908	1447	3,72	12821	32,95	422	29,16
Computer	14157	295	2,08	5469	38,63	92	31,19
Decision	1914	85	4,44	898	46,92	18	21,18
Dentistry	4901	53	1,08	1619	33,03	22	41,51
Earth	27431	1376	5,02	15466	56,38	791	57,49
Economics	2061	44	2,13	1006	48,81	19	43,18
Energy	6567	176	2,68	1996	30,39	52	29,55
Engineering	39555	814	2,06	13073	33,05	261	32,06
Environmental	24037	940	3,91	10462	43,52	510	54,26
Health	2760	67	2,43	1257	45,54	36	53,73
Immunology	27610	1083	3,92	11097	40,19	597	55,12
Mathematics	29923	1336	4,46	11390	38,06	341	25,52
Materials	24465	1041	4,26	11025	45,06	317	30,45
Medicine	104627	2543	2,43	34994	33,45	1438	56,55
Neuroscience	13935	340	2,44	5280	37,89	131	38,53
Nursing	1563	50	3,20	745	47,66	34	68,00
Pharmacology	18533	564	3,04	5430	29,30	209	37,06
Physics	63680	3458	5,43	29328	46,06	1169	33,81
Psychology	3957	101	2,55	1848	46,70	54	53,47
Social	10181	302	2,97	3713	36,47	174	57,62
Veterinary	9211	312	3,39	3621	39,31	128	41,03

## CAPÍTULO 15. ANEXOS

**Tabla 6.23. Número de colaboraciones internacionales por áreas y países**

Áreas temáticas	AR	BO	BR	CL	CO	CR	CU	DO	EC	GT	HN	JM	MX	NI	PA	PE	PR	PY	SV	TT	UY	VE
Agricultural	4516	397	10451	2323	1390	1004	765	60	463	166	134	187	6083	106	717	738	648	83	41	162	725	1139
Arts	39		89	16	8	2	6			3	1	1	69	1	3	10	2	1				8
Biochemistry	4516	132	8988	2284	972	388	885	30	159	61	26	119	4014	38	256	328	440	52	34	117	710	912
Business	71	9	237	96	27	20	3	4	3	3	2	2	133	1	5	18	6			28	7	38
Chemical	1081	15	1989	519	226	7	251	1	11	1	2	10	1299	12	4	24	80	3	7	21	65	402
Chemistry	2750	56	4742	1405	495	149	790	10	40	20	4	105	2761	8	69	142	302	35	23	75	330	723
Computer	619	9	2391	553	202	20	201	2	23	4	1	11	1220		6	39	59	5	6	33	81	287
Decision	68	1	374	165	42	7	15	1	1			2	190	2	3	12	9	1		7	13	75
Dentistry	65	4	1141	80	59	9	30	1		21	1	6	102		2	31	43		3	8	12	62
Earth	2455	141	4365	3831	314	160	131	14	178	23	16	98	3653	45	70	290	372	14	33	84	183	506
Economics	150	15	271	161	57	23	6	4	13	7	10	16	234	8	3	17	6	1	4	12	24	14
Energy	201	7	698	94	115	14	81		16	5	1	9	636	9	1	22	24	4	14	23	15	196
Engineering	1415	20	5591	1137	500	48	329	9	53	4	2	39	3356	12	30	105	326	13	31	91	150	665
Environmental	1405	231	3262	1103	431	360	154	16	234	31	30	52	2457	78	473	256	337	22	25	61	154	371
Health	89	12	538	91	65	18	181	5	9	3	4	7	159	7	14	38	43	3	3	5	14	20
Immunology	1859	200	4449	529	647	180	431	27	137	89	46	68	1976	61	51	471	251	59	11	75	285	525
Matemathics	1928	15	4648	843	493	61	638	4	24		1	23	3039	4	5	135	188	1	13	28	106	621
Materials	1550	9	4827	1416	415	47	214	1	45	1	1	21	2678	1	3	47	189	4	8	12	213	502
Medicine	4372	298	15523	3176	1657	522	1408	160	395	301	125	412	5604	165	170	1014	728	127	91	283	651	1246
Neuroscience	850	10	2521	353	154	41	152	6	56	4	14	20	873		52	50	157	4	3	28	147	173
Nursing	77	2	305	75	35	10	42	4	10	23	5	7	92	5	1	29	29	3	2	8	9	36
Pharmacology	778	63	2157	463	230	137	352	12	32	31	2	42	948	16	93	114	114	45	10	49	155	267
Physics	5239	58	12703	2819	1206	92	996	8	138	12	1	23	7557	2	19	250	688	5	46	36	413	998
Psychology	155	8	642	246	176	41	30	2	13	21	5	16	401	8	8	32	87	1	5	13	12	57
Social	403	93	1172	379	208	101	87	25	72	74	37	60	782	48	49	148	105	9	20	65	45	126
Veterinary	548	43	1873	239	117	69	54	6	19	15	7	1	450	13	12	72	42	16	4	38	112	235

## CAPÍTULO 15. ANEXOS

**Tabla 6.24. Peso porcentual de las colaboraciones internacionales sobre el total de producción por área y país**

Áreas temáticas	AR	BO	BR	CL	CO	CR	CU	DO	EC	GT	HN	JM	MX	NI	PA	PE	PR	PY	SV	TT	UY	VE
Agricultural	35,7	87,3	34,8	46,9	69,1	64,4	45,3	96,8	84,8	77,9	93,1	60,5	46,0	92,2	86,9	83,5	60,4	93,3	60,3	41,6	65,8	47,6
Arts	30,2		25,9	22,2	29,6	33,3	50,0			50,0	100,0	20,0	45,7	100,0	50,0	55,6	16,7	100,0				28,6
Biochemistry	40,4	95,0	32,5	53,3	68,9	85,8	50,9	90,9	77,2	82,4	86,7	52,7	42,0	95,0	90,8	80,2	57,7	91,2	68,0	68,0	69,8	51,6
Business	59,2	81,8	39,2	56,5	36,0	55,6	13,6	100,0	50,0	75,0	100,0	13,3	53,2	50,0	100,0	64,3	50,0			59,6	43,8	19,6
Chemical	31,3	88,2	24,9	46,3	57,4	50,0	60,9	100,0	61,1	100,0	50,0	55,6	37,6	92,3	100,0	57,1	52,3	100,0	50,0	45,7	63,7	45,6
Chemistry	37,8	96,6	26,2	47,4	63,9	83,2	67,9	100,0	80,0	83,3	100,0	56,1	42,7	100,0	97,2	93,4	52,3	100,0	65,7	75,8	70,7	45,7
Computer	51,6	69,2	32,1	54,9	62,3	83,3	64,6	100,0	92,0	80,0	100,0	55,0	39,1		100,0	83,0	53,2	33,3	40,0	78,6	55,5	54,2
Decision	44,4	50,0	41,2	56,9	76,4	100,0	75,0	50,0	33,3			28,6	55,6	100,0	100,0	92,3	22,0	25,0		100,0	76,5	62,5
Dentistry	36,9	100,0	28,7	53,3	59,0	81,8	68,2	100,0		84,0	100,0	60,0	50,0		50,0	93,9	86,0		75,0	40,0	66,7	50,8
Earth	46,0	91,0	51,8	80,5	66,0	75,5	52,2	73,7	84,8	95,8	100,0	56,3	57,4	93,8	79,5	84,1	79,1	82,4	70,2	61,8	71,2	64,0
Economics	43,4	88,2	42,7	55,1	52,8	79,3	100,0	66,7	92,9	100,0	90,9	57,1	55,6	72,7	60,0	70,8	54,5	25,0	30,8	66,7	57,1	50,0
Energy	36,0	63,6	25,3	48,7	46,4	42,4	57,0		84,2	100,0	100,0	50,0	30,4	90,0	100,0	68,8	53,3	80,0	70,0	45,1	44,1	43,6
Engineering	38,7	62,5	28,4	50,1	52,7	52,2	64,0	42,9	63,9	40,0	16,7	44,8	34,5	70,6	83,3	61,0	44,2	68,4	47,0	50,6	56,0	39,3
Environmental	35,9	86,5	40,2	50,1	67,9	77,6	54,2	76,2	83,6	86,1	81,1	43,0	42,0	94,0	93,8	83,9	73,7	84,6	55,6	45,2	61,1	57,7
Health	38,5	80,0	39,1	48,1	70,7	81,8	71,8	100,0	75,0	75,0	100,0	53,8	48,3	100,0	77,8	76,0	68,3	100,0	100,0	41,7	43,8	52,6
Immunology	40,5	93,9	34,3	53,5	64,7	82,6	42,5	100,0	89,0	91,8	90,2	68,0	43,7	100,0	81,0	90,4	77,0	90,8	78,6	57,3	66,6	55,7
Matemathics	44,1	88,2	32,3	51,9	61,4	76,3	79,5	100,0	60,0		100,0	59,0	42,3	80,0	41,7	80,4	49,3	50,0	37,1	49,1	75,7	53,5
Materials	48,1	90,0	41,0	60,2	68,8	81,0	64,3	33,3	86,5	100,0	100,0	77,8	49,2	100,0	100,0	81,0	64,5	40,0	42,1	46,2	66,8	51,7
Medicine	31,2	86,6	29,7	49,2	53,6	75,4	45,3	84,7	54,3	70,7	87,4	39,1	34,3	93,2	71,7	76,9	64,7	77,9	71,7	44,9	54,2	42,3
Neuroscience	42,1	90,9	34,1	50,1	75,5	83,7	59,8	66,7	37,6	66,7	93,3	76,9	35,9		98,1	67,6	65,4	80,0	60,0	87,5	61,3	55,3
Nursing	45,8	100,0	46,0	57,3	52,2	62,5	70,0	100,0	76,9	74,2	100,0	46,7	43,8	83,3	100,0	76,3	85,3	100,0	100,0	36,4	69,2	35,6
Pharmacology	28,3	92,6	24,1	49,3	64,2	72,5	45,4	92,3	91,4	93,9	66,7	57,5	28,3	88,9	93,0	88,4	47,3	91,8	58,8	64,5	58,9	37,2
Physics	53,1	92,1	41,9	68,7	65,1	65,2	77,8	80,0	84,1	92,3	100,0	41,1	48,0	66,7	82,6	85,9	67,8	71,4	79,3	61,0	68,0	54,2
Psychology	39,7	80,0	37,6	59,3	61,8	70,7	68,2	66,7	76,5	95,5	100,0	80,0	54,6	88,9	100,0	76,2	73,1	33,3	71,4	76,5	37,5	58,2
Social	37,6	76,2	33,2	40,1	48,0	62,0	48,1	80,6	69,9	73,3	77,1	40,0	39,5	78,7	81,7	61,2	51,0	60,0	40,0	43,6	48,9	20,3
Veterinary	46,8	95,6	35,8	44,3	66,9	77,5	38,3	100,0	86,4	100,0	100,0	33,3	48,7	100,0	85,7	86,7	79,2	88,9	100,0	45,2	65,1	35,4

Tabla 6.25. Número de colaboraciones intrarregionales por áreas y países

Áreas temáticas	AR	BO	BR	CL	CO	CR	CU	DO	EC	GT	HN	JM	MX	NI	PA	PE	PR	PY	SV	TT	UY	VE
Agricultural	953	112	1169	516	418	245	260	22	110	42	53	24	910	46	108	189	151	47	13	28	301	283
Arts	5		5	2	1		1						3									1
Biochemistry	951	50	1027	524	250	108	239	16	31	26	12	11	473	14	44	119	43	25	10	6	212	204
Business	11	1	16	10	1	1				1			7		1	1				2		8
Chemical	234	5	221	121	46	2	88			1	1		169	4	2	10	6	2	1	4	34	60
Chemistry	689	21	635	426	132	19	270	2	5	3	1	15	392		14	40	19	15		6	154	155
Computer	99		149	96	43	2	47		3			2	95		1	8	4	2		3	19	27
Decision	14		60	53	8	1	8	1					13			4		1		1	1	11
Dentistry	8	2	25	14	10	3	2	1		8		1	15			8	1		1	1	4	10
Earth	645	37	672	587	73	33	42	4	30	9	9	9	377	6	16	82	39	8	10	12	111	90
Economics	14	3	23	14	6	4	2		3	4	5	1	4	1	1		3		1	2	4	1
Energy	40	1	92	27	16	1	53		6	3		4	73			7	1	3	4	4	6	27
Engineering	269	6	405	184	101	14	151	2	14	1		12	292	1	7	38	16	3	3	12	53	89
Environmental	269	63	399	217	142	96	54	2	54	13	9	6	274	22	87	83	79	7	9	13	61	87
Health	16	4	32	15	11	5	8	1		1	2	3	13	3	4	9	4			2	3	5
Immunology	442	89	591	148	177	45	82	7	39	30	15	9	266	22	22	104	30	35	6	19	114	145
Matemathics	499	3	669	248	176	20	400		10			2	481	2	5	53	9	1	1	1	62	126
Materials	362	4	638	335	147	3	84		31			2	359			28	26	2		1	95	104
Medicine	960	117	1295	496	443	158	200	71	111	107	58	60	753	53	59	279	80	55	32	57	267	342
Neuroscience	172	1	201	48	29	13	34	1	14	3	11	4	111		3	20	7	3	1	1	36	21
Nursing	15		31	9	9		3		1	3	2	1	17			9	1	3		2	4	7
Pharmacology	206	25	264	140	63	73	94	4	6	8	1	3	144	7	19	34	10	18	5	2	68	55
Physics	1433	19	2015	723	539	21	638	3	106	6	1	4	1314	1	6	113	67	2	3	5	195	229
Psychology	38	2	59	19	25	8	9	2		5	3		34		3	10	4	1		1	4	5
Social	96	25	123	73	53	26	24	6	15	19	17	11	85	14	17	26	12	2	5	16	19	27
Veterinary	148	14	154	60	41	17	23	2	5	6	3		77	5	5	13	5	7	1	3	41	53

## CAPÍTULO 15. ANEXOS

**Tabla 6.26. Peso porcentual de las colaboraciones intrarregionales sobre el total de producción por área y país**

Áreas temáticas	AR	BO	BR	CL	CO	CR	CU	DO	EC	GT	HN	JM	MX	NI	PA	PE	PR	PY	SV	TT	UY	VE	
Agricultural	7,5	24,6	3,9	10,4	20,8	15,7	15,4	35,5	20,1	19,7	36,8	7,8	6,9	40,0	13,1	21,4	14,1	52,8	19,1	7,2	27,3	11,8	
Arts	3,9		1,5	2,8	3,7		8,3						2,0										3,6
Biochemistry	8,5	36,0	3,7	12,2	17,7	23,9	13,7	48,5	15,0	35,1	40,0	4,9	4,9	35,0	15,6	29,1	5,6	43,9	20,0	3,5	20,8	11,5	
Business	9,2	9,1	2,6	5,9	1,3	2,8				25,0			2,8		20,0	3,6				4,3		4,1	
Chemical	6,8	29,4	2,8	10,8	11,7	14,3	21,4			100,0	25,0		4,9	30,8	50,0	23,8	3,9	66,7	7,1	8,7	33,3	6,8	
Chemistry	9,5	36,2	3,5	14,4	17,0	10,6	23,2	20,0	10,0	12,5	25,0	8,0	6,1		19,7	26,3	3,3	42,9		6,1	33,0	9,8	
Computer	8,3		2,0	9,5	13,3	8,3	15,1		12,0			10,0	3,0		16,7	17,0	3,6	13,3		7,1	13,0	5,1	
Decision	9,2		6,6	18,3	14,5	14,3	40,0	50,0					3,8			30,8		25,0		14,3	5,9	9,2	
Dentistry	4,5	50,0	0,6	9,3	10,0	27,3	4,5	100,0		32,0		10,0	7,4			24,2	2,0		25,0	5,0	22,2	8,2	
Earth	12,1	23,9	8,0	12,3	15,3	15,6	16,7	21,1	14,3	37,5	56,3	5,2	5,9	12,5	18,2	23,8	8,3	47,1	21,3	8,8	43,2	11,4	
Economics	4,0	17,6	3,6	4,8	5,6	13,8	33,3		21,4	57,1	45,5	3,6	1,0	9,1	20,0		27,3		7,7	11,1	9,5	3,6	
Energy	7,2	9,1	3,3	14,0	6,5	3,0	37,3		31,6	60,0		22,2	3,5			21,9	2,2	60,0	20,0	7,8	17,6	6,0	
Engineering	7,4	18,8	2,1	8,1	10,7	15,2	29,4	9,5	16,9	10,0		13,8	3,0	5,9	19,4	22,1	2,2	15,8	4,5	6,7	19,8	5,3	
Environmental	6,9	23,6	4,9	9,9	22,4	20,7	19,0	9,5	19,3	36,1	24,3	5,0	4,7	26,5	17,3	27,2	17,3	26,9	20,0	9,6	24,2	13,5	
Health	6,9	26,7	2,3	7,9	12,0	22,7	3,2	20,0		25,0	50,0	23,1	4,0	42,9	22,2	18,0	6,3			16,7	9,4	13,2	
Immunology	9,6	41,8	4,6	15,0	17,7	20,6	8,1	25,9	25,3	30,9	29,4	9,0	5,9	36,1	34,9	20,0	9,2	53,8	42,9	14,5	26,6	15,4	
Matemathics	11,4	17,6	4,6	15,3	21,9	25,0	49,8		25,0			5,1	6,7	40,0	41,7	31,5	2,4	50,0	2,9	1,8	44,3	10,9	
Materials	11,2	40,0	5,4	14,2	24,4	5,2	25,2		59,6			7,4	6,6			48,3	8,9	20,0		3,8	29,8	10,7	
Medicine	6,8	34,0	2,5	7,7	14,3	22,8	6,4	37,6	15,3	25,1	40,6	5,7	4,6	29,9	24,9	21,2	7,1	33,7	25,2	9,0	22,2	11,6	
Neuroscience	8,5	9,1	2,7	6,8	14,2	26,5	13,4	11,1	9,4	50,0	73,3	15,4	4,6		5,7	27,0	2,9	60,0	20,0	3,1	15,0	6,7	
Nursing	8,9		4,7	6,9	13,4		5,0		7,7	9,7	40,0	6,7	8,1			23,7	2,9	100,0		9,1	30,8	6,9	
Pharmacology	7,5	36,8	2,9	14,9	17,6	38,6	12,1	30,8	17,1	24,2	33,3	4,1	4,3	38,9	19,0	26,4	4,1	36,7	29,4	2,6	25,9	7,7	
Physics	14,5	30,2	6,6	17,6	29,1	14,9	49,8	30,0	64,6	46,2	100,0	7,1	8,4	33,3	26,1	38,8	6,6	28,6	5,2	8,5	32,1	12,4	
Psychology	9,7	20,0	3,5	4,6	8,8	13,8	20,5	66,7		22,7	60,0		4,6		37,5	23,8	3,4	33,3		5,9	12,5	5,1	
Social	8,9	20,5	3,5	7,7	12,2	16,0	13,3	19,4	14,6	18,8	35,4	7,3	4,3	23,0	28,3	10,7	5,8	13,3	10,0	10,7	20,7	4,4	
Veterinary	12,6	31,1	2,9	11,1	23,4	19,1	16,3	33,3	22,7	40,0	42,9		8,3	38,5	35,7	15,7	9,4	38,9	25,0	3,6	23,8	8,0	

**BRASIL**

**Tabla 7.2. Recursos humanos en I+D (2000-2005)**

	Personal	Investigadores	Investigadores / 1000 PEA	%investigadores/ personal
2000	133003	64002	0,67	48,12
2001	135561	67785	0,79	50,00
2002	138533	71859	0,81	51,87
2003	155875	79301	0,88	50,87
2004	175183	86932	0,91	49,62
2005	196296	109420	1,14	55,74

**Tabla 7.3. Producción total 1996-2007**

	Ndoc	%Mundo	% Region
1996	8.495	0,76	38,95
1997	10.187	0,90	40,86
1998	11.299	0,99	42,45
1999	12.215	1,07	42,82
2000	13.105	1,09	44,15
2001	13.313	1,03	44,11
2002	15.262	1,16	45,66
2003	17.604	1,28	45,57
2004	19.302	1,27	47,38
2005	21.729	1,29	47,67
2006	26.661	1,56	50,03
2007	26.369	1,59	50,87

Tabla 7.4. Distribución anual del total de producción por áreas temáticas

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	%
Agricultural	1351	1655	1956	1998	2032	1930	2383	2607	2504	2822	4533	4243	30014	10,45
Arts	11	7	20	4	12	13	14	12	20	25	74	132	344	0,12
Biochemistry	1278	1317	1554	1545	1786	1845	2157	2701	2779	3003	3764	3894	27623	9,62
Business	13	16	27	34	22	42	53	49	41	53	115	139	604	0,21
Chemical	313	388	443	479	650	698	671	683	835	788	996	1032	7976	2,78
Chemistry	689	1011	995	1216	1315	1404	1527	1618	1721	2084	2230	2320	18130	6,31
Computer	189	336	329	360	396	445	470	742	931	863	1173	1209	7443	2,59
Decision	43	37	52	67	73	61	62	53	62	101	156	140	907	0,32
Dentistry	54	61	85	110	158	189	213	319	476	589	860	859	3973	1,38
Earth	451	587	542	539	575	556	692	714	838	938	1065	932	8429	2,93
Economics	32	26	21	30	31	39	48	44	54	69	107	134	635	0,22
Energy	110	120	206	177	210	245	229	230	297	241	365	327	2757	0,96
Engineering	804	1143	1104	1200	1309	1402	1461	1832	2491	2748	2310	1852	19656	6,84
Environmental	401	440	447	450	486	562	553	679	760	972	1152	1222	8124	2,83
Health	40	36	50	72	80	74	109	100	120	183	201	310	1375	0,48
Immunology	634	661	790	870	842	904	1064	1305	1182	1356	1632	1740	12980	4,52
Materials	551	705	860	1002	991	1165	1282	1410	1465	1515	1822	1627	14395	5,01
Mathematics	497	592	723	735	759	839	947	1103	1408	1219	1465	1489	11776	4,10
Medicine	2298	2587	2839	3128	3227	3386	3932	4634	4885	6044	7614	7678	52252	18,19
Neuroscience	302	309	362	428	525	528	640	711	681	857	1009	1044	7396	2,58
Nursing	15	9	18	12	26	17	27	36	43	84	179	197	663	0,23
Pharmacology	424	488	486	593	642	580	709	749	820	1017	1151	1295	8954	3,12
Physics	1518	1878	2105	2263	2197	2449	2635	2680	3044	3067	3259	3245	30340	10,56
Psychology	62	37	61	57	92	81	120	108	114	167	424	384	1707	0,59
Social	84	124	148	143	248	177	217	260	270	331	715	811	3528	1,23
Veterinary	243	295	390	368	445	258	526	532	388	303	727	756	5231	1,82

Tabla 7.5. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP
Agricultural	10,89	11,13	11,77	11,17	10,62	9,70	10,48	10,06	8,87	8,98	11,59	10,88	-0,12
Arts	0,09	0,05	0,12	0,02	0,06	0,07	0,06	0,05	0,07	0,08	0,19	0,34	281,65
Biochemistry	10,30	8,86	9,35	8,64	9,34	9,28	9,49	10,42	9,84	9,55	9,63	9,98	-3,10
Business	0,10	0,11	0,16	0,19	0,12	0,21	0,23	0,19	0,15	0,17	0,29	0,36	240,06
Chemical	2,52	2,61	2,67	2,68	3,40	3,51	2,95	2,64	2,96	2,51	2,55	2,65	4,86
Chemistry	5,55	6,80	5,99	6,80	6,87	7,06	6,71	6,24	6,10	6,63	5,70	5,95	7,09
Computer	1,52	2,26	1,98	2,01	2,07	2,24	2,07	2,86	3,30	2,74	3,00	3,10	103,44
Decision	0,35	0,25	0,31	0,37	0,38	0,31	0,27	0,20	0,22	0,32	0,40	0,36	3,55
Dentistry	0,44	0,41	0,51	0,62	0,83	0,95	0,94	1,23	1,69	1,87	2,20	2,20	405,92
Earth	3,64	3,95	3,26	3,01	3,01	2,80	3,04	2,76	2,97	2,98	2,72	2,39	-34,28
Economics	0,26	0,17	0,13	0,17	0,16	0,20	0,21	0,17	0,19	0,22	0,27	0,34	33,18
Energy	0,89	0,81	1,24	0,99	1,10	1,23	1,01	0,89	1,05	0,77	0,93	0,84	-5,46
Engineering	6,48	7,69	6,65	6,71	6,84	7,05	6,42	7,07	8,82	8,74	5,91	4,75	-26,74
Environmental	3,23	2,96	2,69	2,52	2,54	2,83	2,43	2,62	2,69	3,09	2,95	3,13	-3,08
Health	0,32	0,24	0,30	0,40	0,42	0,37	0,48	0,39	0,43	0,58	0,51	0,79	146,48
Immunology	5,11	4,45	4,76	4,87	4,40	4,55	4,68	5,04	4,19	4,31	4,17	4,46	-12,71
Materials	4,44	4,74	5,18	5,60	5,18	5,86	5,64	5,44	5,19	4,82	4,66	4,17	-6,09
Mathematics	4,01	3,98	4,35	4,11	3,97	4,22	4,16	4,26	4,99	3,88	3,75	3,82	-4,72
Medicine	18,52	17,40	17,09	17,49	16,87	17,02	17,29	17,88	17,30	19,22	19,47	19,68	6,26
Neuroscience	2,43	2,08	2,18	2,39	2,74	2,65	2,81	2,74	2,41	2,73	2,58	2,68	9,94
Nursing	0,12	0,06	0,11	0,07	0,14	0,09	0,12	0,14	0,15	0,27	0,46	0,50	317,69
Pharmacology	3,42	3,28	2,93	3,32	3,36	2,92	3,12	2,89	2,90	3,23	2,94	3,32	-2,86
Physics	12,24	12,63	12,67	12,66	11,49	12,31	11,59	10,34	10,78	9,76	8,34	8,32	-32,01
Psychology	0,50	0,25	0,37	0,32	0,48	0,41	0,53	0,42	0,40	0,53	1,08	0,98	96,98
Social	0,68	0,83	0,89	0,80	1,30	0,89	0,95	1,00	0,96	1,05	1,83	2,08	207,06
Veterinary	1,96	1,98	2,35	2,06	2,33	1,30	2,31	2,05	1,37	0,96	1,86	1,94	-1,05

Tabla 7.6. Distribución porcentual por áreas temáticas a nivel nacional y mundial

Ranking	Áreas	%Brasil	Ranking	Áreas	%Mundo
1	Medicine	18,19	1	Medicine	20,42
2	Physics	10,56	2	Engineering	11,45
3	Agricultural	10,45	3	Biochemistry	9,19
4	Biochemistry	9,62	4	Physics	7,83
5	Engineering	6,84	5	Chemistry	5,31
6	Chemistry	6,31	6	Materials	5,27
7	Materials	5,01	7	Agricultural	5,00
8	Immunology	4,52	8	Computer	3,42
9	Mathematics	4,10	9	Earth	3,23
10	Pharmacology	3,12	10	Chemical	3,13
11	Earth	2,93	11	Social	3,00
12	Environmental	2,83	12	Environmental	2,92
13	Chemical	2,78	13	Pharmacology	2,81
14	Computer	2,59	14	Mathematics	2,73
15	Neuroscience	2,58	15	Immunology	2,63
16	Veterinary	1,82	16	Neuroscience	2,21
17	Dentistry	1,38	17	Psychology	1,44
18	Social	1,23	18	Business	1,39
19	Energy	0,96	19	Energy	1,34
20	Psychology	0,59	20	Health	1,12
21	Health	0,48	21	Nursing	0,89
22	Decision	0,32	22	Veterinary	0,75
23	Nursing	0,23	23	Economics	0,71
24	Economics	0,22	24	Dentistry	0,39
25	Business	0,21	25	Decision	0,35
26	Arts	0,12	26	Arts	0,30

Figura 7.12. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001

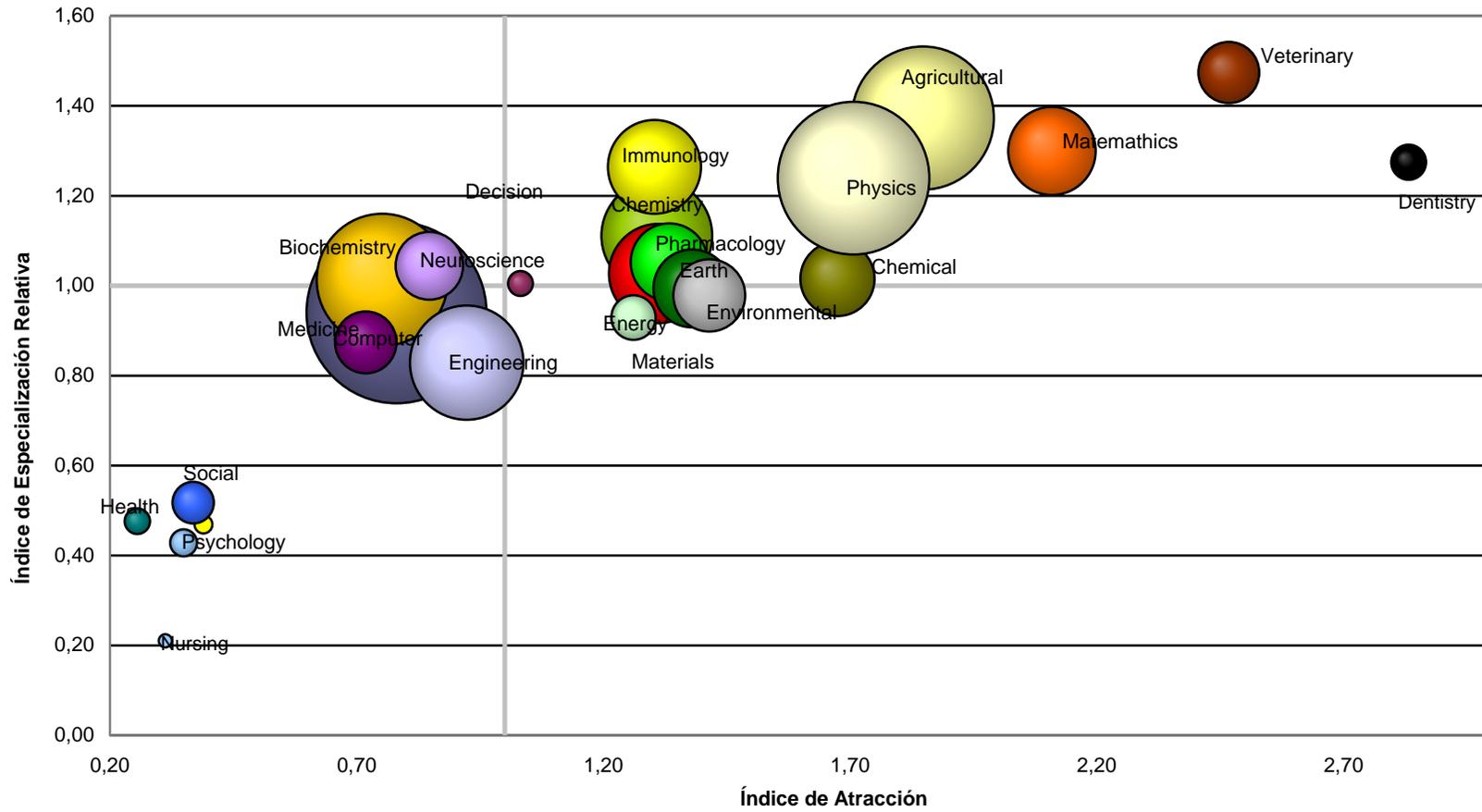


Figura 7.13. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2007

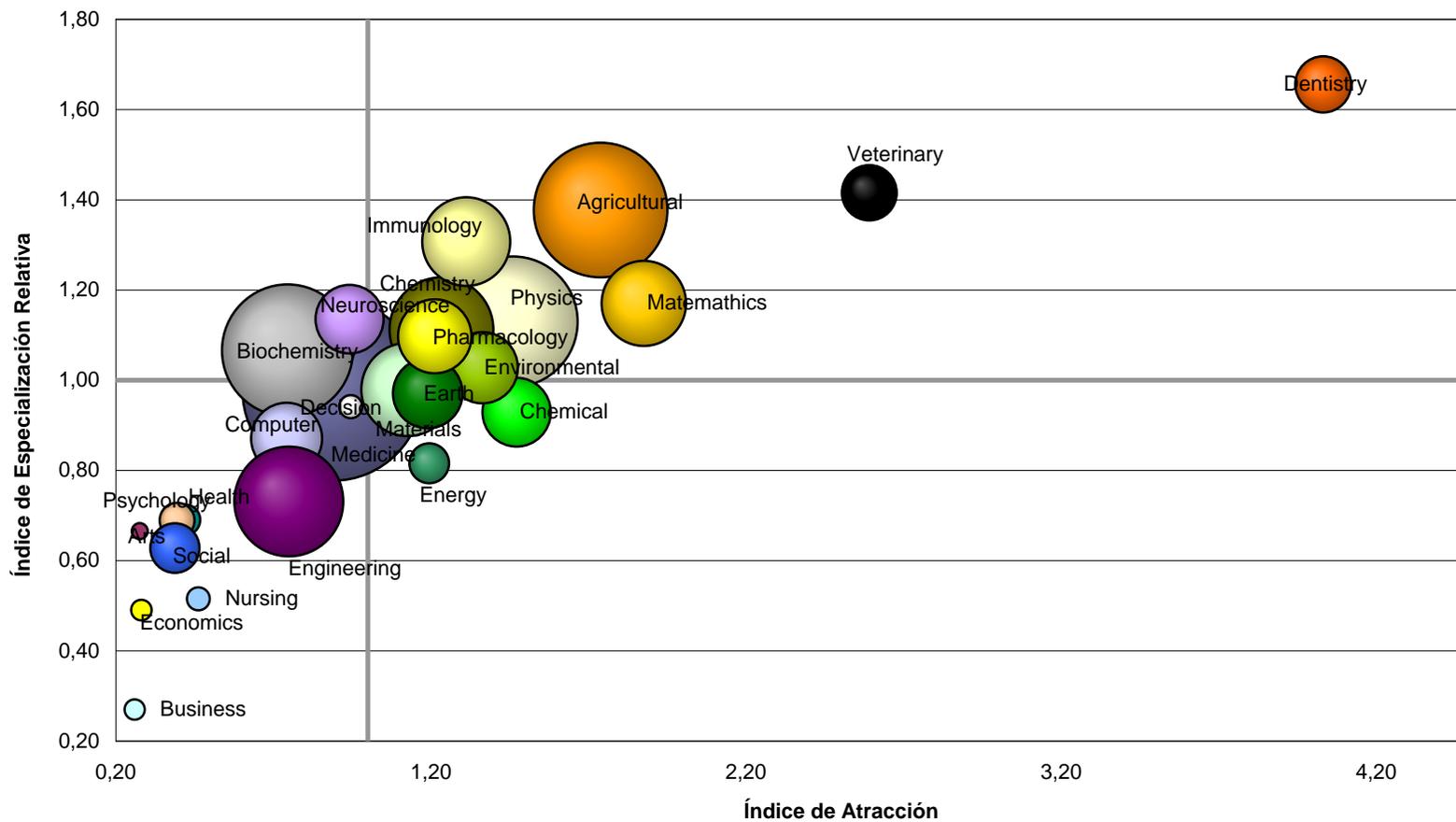


Tabla 7.7. Distribución anual del número total de colaboraciones por regiones

REGIÓN	Ncolinter	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	%
Western Europe	27608	1353	1601	1801	1703	1782	1512	1849	2474	2849	3264	3713	3707	42,11
Northern America	22743	1236	1233	1429	1490	1570	1319	1451	2184	2378	2596	2815	3042	34,69
Latin America	7338	299	366	412	447	501	403	457	691	734	897	1049	1082	11,19
Asiatic Region	4402	196	248	259	265	244	248	283	427	501	560	602	569	6,71
Eastern Europe	3669	227	265	269	274	266	227	234	350	369	391	406	391	5,60
Pacific Region	1692	58	64	64	66	94	80	109	157	208	236	273	283	2,58
Middle East	850	37	42	56	56	54	59	50	76	85	103	110	122	1,30
Southern Africa	557	17	30	32	27	35	22	33	54	59	73	77	98	0,85
Central Africa	221	11	18	14	11	12	12	18	17	22	15	28	43	0,34
Northern Africa	112	8	1	8	5	4	2	5	14	13	14	19	19	0,17

Tabla 7.8. Distribución anual porcentual de las colaboraciones por regiones

REGIÓN	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP
Western Europe	41,40	42,93	43,41	42,47	42,33	41,22	45,14	42,57	40,92	42,07	40,83	42,07	1,62
Northern America	37,82	33,07	34,44	37,16	37,29	35,96	35,42	37,58	34,16	33,46	30,95	34,53	-8,72
Latin America	9,15	9,81	9,93	11,15	11,90	10,99	11,16	11,89	10,54	11,56	11,54	12,28	34,22
Asiatic Region	6,00	6,65	6,24	6,61	5,80	6,76	6,91	7,35	7,20	7,22	6,62	6,46	7,67
Eastern Europe	6,95	7,11	6,48	6,83	6,32	6,19	5,71	6,02	5,30	5,04	4,46	4,44	-36,11
Pacific Region	1,77	1,72	1,54	1,65	2,23	2,18	2,66	2,70	2,99	3,04	3,00	3,21	80,97
Middle East	1,13	1,13	1,35	1,40	1,28	1,61	1,22	1,31	1,22	1,33	1,21	1,38	22,30
Southern Africa	0,52	0,80	0,77	0,67	0,83	0,60	0,81	0,93	0,85	0,94	0,85	1,11	113,81
Central Africa	0,34	0,48	0,34	0,27	0,29	0,33	0,44	0,29	0,32	0,19	0,31	0,49	44,99
Northern Africa	0,24	0,03	0,19	0,12	0,10	0,05	0,12	0,24	0,19	0,18	0,21	0,22	-11,91

Tabla 7.9. Distribución de la producción internacional por países colaboradores

País	Ncolinter	Tcolinter	País	Ncolinter	Tcolinter
United States	20122	30,69	Ecuador	171	0,26
France	7164	10,93	Bulgaria	165	0,25
United Kingdom	6879	10,49	Costa Rica	162	0,25
Germany	5974	9,11	Thailand	138	0,21
Italy	3619	5,52	Bolivia	118	0,18
Canada	3571	5,45	Puerto Rico	113	0,17
Spain	3211	4,90	Panama	107	0,16
Argentina	2879	4,39	Singapore	102	0,16
Japan	2066	3,15	Croatia (Local Name: Hrvatska)	88	0,13
Russian Federation	2019	3,08	Indonesia	78	0,12
Portugal	1890	2,88	Egypt	74	0,11
Netherlands	1714	2,61	Nigeria	73	0,11
Australia	1502	2,29	Kenya	72	0,11
Switzerland	1421	2,17	Armenia	68	0,10
Belgium	1405	2,14	Belarus	68	0,10
Mexico	1330	2,03	Philippines	63	0,10
Sweden	1248	1,90	Morocco	60	0,09
Chile	1232	1,88	Paraguay	60	0,09
India	1087	1,66	Iran (Islamic Republic Of)	55	0,08
China	873	1,33	Pakistan	55	0,08
Poland	767	1,17	Malaysia	46	0,07
Colombia	739	1,13	Lithuania	44	0,07
Austria	625	0,95	Viet Nam	44	0,07
Israel	614	0,94	Uzbekistan	43	0,07
Denmark	584	0,89	Tanzania, United Republic Of	38	0,06
Czech Republic	574	0,88	Estonia	36	0,05
Cuba	559	0,85	Dominican Republic	34	0,05
Uruguay	511	0,78	Georgia	33	0,05
Korea, Republic Of	506	0,77	Guatemala	31	0,05
Norway	502	0,77	Saudi Arabia	30	0,05
Venezuela	481	0,73	Tunisia	30	0,05
Finland	474	0,72	Senegal	28	0,04
South Africa	366	0,56	Cameroon	27	0,04
Greece	342	0,52	United Arab Emirates	27	0,04
Peru	333	0,51	Algeria	25	0,04
Hungary	290	0,44	Uganda	25	0,04
New Zealand	249	0,38	Honduras	24	0,04
Turkey	238	0,36	Ghana	23	0,04
Taiwan	222	0,34	Lebanon	21	0,03
Ireland	217	0,33	Bangladesh	20	0,03
Ukraine	213	0,32	Zimbabwe	20	0,03
Romania	203	0,31	Congo, Republic Of	19	0,03
Slovakia	203	0,31	Sri Lanka	19	0,03
Slovenia	190	0,29	Jordan	18	0,03
Hong Kong	177	0,27	Benin	17	0,03

**CAPÍTULO 15. ANEXOS**

País	Ncolinter	Tcolinter	País	Ncolinter	Tcolinter
Kuwait	17	0,03	Palestinian Territory, Occupied	4	0,01
Latvia	17	0,03	Rwanda	4	0,01
Mozambique	17	0,03	Albania	3	0,00
Oman	17	0,03	Barbados	3	0,00
French Guiana	16	0,02	Congo, Democratic Republic Of (Was Zaire)	3	0,00
Nepal	14	0,02	Fiji	3	0,00
Guadeloupe	13	0,02	Guinea	3	0,00
Iceland	13	0,02	Namibia	3	0,00
Mauritius	13	0,02	New Caledonia	3	0,00
Burkina Faso	12	0,02	Syrian Arab Republic	3	0,00
Madagascar	12	0,02	Yemen	3	0,00
Nicaragua	12	0,02	Belize	2	0,00
Ethiopia	11	0,02	Central African Republic	2	0,00
Mali	11	0,02	French Polynesia	2	0,00
Angola	10	0,02	Guam	2	0,00
Cote D'Ivoire	10	0,02	Iraq	2	0,00
Jamaica	10	0,02	Kyrgyzstan	2	0,00
Kazakhstan	10	0,02	Macau	2	0,00
Malawi	10	0,02	Mauritania	2	0,00
Trinidad and Tobago	10	0,02	Micronesia, Federated States Of	2	0,00
Malta	9	0,01	Myanmar	2	0,00
Cyprus	8	0,01	Netherlands Antilles	2	0,00
El Salvador	8	0,01	Papua New Guinea	2	0,00
Luxembourg	8	0,01	Qatar	2	0,00
Sudan	8	0,01	Seychelles	2	0,00
Servia	7	0,01	Sierra Leone	2	0,00
Haiti	6	0,01	Togo	2	0,00
Libyan Arab Jamahiriya	6	0,01	Turkmenistan	2	0,00
Zambia	6	0,01	Bahamas	1	0,00
Botswana	5	0,01	Burundi	1	0,00
Guyana	5	0,01	Cambodia	1	0,00
Macedonia, The Former Yugoslav Republic Of	5	0,01	Cape Verde	1	0,00
Martinique	5	0,01	Falkland Islands (Malvinas)	1	0,00
Monaco	5	0,01	Greenland	1	0,00
Mongolia	5	0,01	Guinea-Bissau	1	0,00
Andorra	4	0,01	Liechtenstein	1	0,00
Gabon	4	0,01	Samoa	1	0,00
Gambia	4	0,01	Swaziland	1	0,00
Lao People's Democratic Republic	4	0,01	Tonga	1	0,00
Moldova, Republic Of	4	0,01	Tuvalu	1	0,00
Niger	4	0,01			

## MÉXICO

Tabla 8.2. Recursos humanos en I+D (1995-2005)

	Personal	Investigadores	Investigadores / 1000 PEA	%Investigadores/ personal
1995	33297	19434	0,54	58,37
1996	33920	19895	0,54	58,65
1997	36880	21418	0,56	58,07
1998	40520	22190	0,56	54,76
1999	39847	21879	0,55	54,91
2000	40545	22228	0,55	54,82
2001	41393	23390	0,58	56,51
2002	53379	31132	0,76	58,32
2003	59875	33558	0,81	56,05
2004	75112	39724	0,93	52,89
2005	83683	43922	1,00	52,49

Tabla 8.3. Producción total 1996-2007

	Ndoc	% Region	%Mundo
1996	4.347	19,93	0,39
1997	4.859	19,49	0,43
1998	5.351	20,1	0,47
1999	5.784	20,28	0,51
2000	5.803	19,55	0,48
2001	5.974	19,79	0,46
2002	6.363	19,04	0,48
2003	7.719	19,98	0,56
2004	8.135	19,97	0,53
2005	9.119	20,01	0,54
2006	9.782	18,36	0,57
2007	8.994	17,35	0,54

Tabla 8.4. Distribución anual de la producción por áreas temáticas

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	%
Agricultural	730	798	963	874	871	928	980	1248	1276	1392	1562	1613	13235	10,99
Arts	9	3	10	13	7	16	11	16	9	18	28	11	151	0,13
Biochemistry	541	562	607	607	570	638	710	874	932	1062	1229	1236	9568	7,94
Business	6	13	7	16	16	10	16	31	18	31	54	32	250	0,21
Chemical	160	184	185	228	249	258	275	347	385	381	424	382	3458	2,87
Chemistry	361	407	462	460	452	462	470	609	625	735	663	767	6473	5,37
Computer	85	77	144	144	140	142	147	346	379	422	537	554	3117	2,59
Decision	9	15	20	27	15	18	37	26	27	36	49	63	342	0,28
Dentistry	12	6	13	16	10	9	15	17	27	22	31	26	204	0,17
Earth	349	415	430	445	510	512	498	601	570	688	670	676	6364	5,28
Economics	26	26	24	22	27	29	35	53	41	37	55	46	421	0,35
Energy	109	113	141	128	139	160	183	222	252	180	228	237	2092	1,74
Engineering	379	422	430	531	670	740	738	862	1318	1359	1459	811	9719	8,07
Environmental	259	342	305	376	386	393	398	508	569	704	795	819	5854	4,86
Health	23	7	24	24	18	15	48	25	21	33	57	34	329	0,27
Immunology	252	277	321	332	333	343	317	416	445	474	505	509	4524	3,76
Mathematics	371	370	418	530	542	583	585	684	678	742	835	853	7191	5,97
Materials	247	269	294	325	303	413	424	508	562	635	697	770	5447	4,52
Medicine	1050	1229	1189	1295	1253	1112	1235	1455	1428	1647	1862	1607	16362	13,58
Neuroscience	118	129	137	180	176	199	210	213	231	275	269	293	2430	2,02
Nursing	17	5	9	13	11	15	12	14	16	19	39	40	210	0,17
Pharmacology	198	216	294	233	206	237	295	312	282	356	368	354	3351	2,78
Physics	845	826	1070	1211	1173	1320	1352	1433	1426	1660	1873	1541	15730	13,06
Psychology	45	25	42	61	56	58	58	79	63	67	89	91	734	0,61
Social	73	80	94	93	96	124	142	195	177	281	339	286	1980	1,64
Veterinary	43	43	75	58	59	60	68	73	92	111	116	126	924	0,77

Tabla 8.5. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP
Agricultural	11,56	11,63	12,49	10,60	10,51	10,55	10,58	11,18	10,77	10,41	10,53	11,71	1,31
Arts	0,14	0,04	0,13	0,16	0,08	0,18	0,12	0,14	0,08	0,13	0,19	0,08	-43,96
Biochemistry	8,56	8,19	7,87	7,36	6,88	7,25	7,67	7,83	7,87	7,94	8,29	8,97	4,76
Business	0,09	0,19	0,09	0,19	0,19	0,11	0,17	0,28	0,15	0,23	0,36	0,23	144,54
Chemical	2,53	2,68	2,40	2,77	3,00	2,93	2,97	3,11	3,25	2,85	2,86	2,77	9,47
Chemistry	5,71	5,93	5,99	5,58	5,45	5,25	5,08	5,45	5,27	5,50	4,47	5,57	-2,58
Computer	1,35	1,12	1,87	1,75	1,69	1,61	1,59	3,10	3,20	3,16	3,62	4,02	198,85
Decision	0,14	0,22	0,26	0,33	0,18	0,20	0,40	0,23	0,23	0,27	0,33	0,46	220,96
Dentistry	0,19	0,09	0,17	0,19	0,12	0,10	0,16	0,15	0,23	0,16	0,21	0,19	-0,65
Earth	5,52	6,05	5,58	5,40	6,15	5,82	5,38	5,38	4,81	5,15	4,52	4,91	-11,19
Economics	0,41	0,38	0,31	0,27	0,33	0,33	0,38	0,47	0,35	0,28	0,37	0,33	-18,88
Energy	1,73	1,65	1,83	1,55	1,68	1,82	1,98	1,99	2,13	1,35	1,54	1,72	-0,30
Engineering	6,00	6,15	5,58	6,44	8,08	8,41	7,97	7,72	11,12	10,17	9,84	5,89	-1,88
Environmental	4,10	4,99	3,96	4,56	4,66	4,47	4,30	4,55	4,80	5,27	5,36	5,94	44,99
Health	0,36	0,10	0,31	0,29	0,22	0,17	0,52	0,22	0,18	0,25	0,38	0,25	-32,22
Immunology	3,99	4,04	4,16	4,03	4,02	3,90	3,42	3,73	3,76	3,55	3,40	3,69	-7,39
Mathematics	5,87	5,39	5,42	6,43	6,54	6,63	6,32	6,13	5,72	5,55	5,63	6,19	5,42
Materials	3,91	3,92	3,81	3,94	3,66	4,70	4,58	4,55	4,74	4,75	4,70	5,59	42,94
Medicine	16,62	17,92	15,43	15,71	15,12	12,64	13,34	13,03	12,05	12,32	12,55	11,66	-29,82
Neuroscience	1,87	1,88	1,78	2,18	2,12	2,26	2,27	1,91	1,95	2,06	1,81	2,13	13,85
Nursing	0,27	0,07	0,12	0,16	0,13	0,17	0,13	0,13	0,14	0,14	0,26	0,29	7,89
Pharmacology	3,13	3,15	3,81	2,83	2,49	2,70	3,19	2,79	2,38	2,66	2,48	2,57	-18,02
Physics	13,38	12,04	13,88	14,69	14,15	15,01	14,60	12,83	12,03	12,42	12,63	11,19	-16,38
Psychology	0,71	0,36	0,54	0,74	0,68	0,66	0,63	0,71	0,53	0,50	0,60	0,66	-7,28
Social	1,16	1,17	1,22	1,13	1,16	1,41	1,53	1,75	1,49	2,10	2,29	2,08	79,64
Veterinary	0,68	0,63	0,97	0,70	0,71	0,68	0,73	0,65	0,78	0,83	0,78	0,91	34,36

Tabla 8.6. Distribución porcentual por áreas temáticas a nivel nacional y mundial

Ranking	Áreas	%México	Ranking	Áreas	%Mundo
1	Medicine	13,58	1	Medicine	20,42
2	Physics	13,06	2	Engineering	11,45
3	Agricultural	10,99	3	Biochemistry	9,19
4	Engineering	8,07	4	Physics	7,83
5	Biochemistry	7,94	5	Chemistry	5,31
6	Matemathics	5,97	6	Materials	5,27
7	Chemistry	5,37	7	Agricultural	5,00
8	Earth	5,28	8	Computer	3,42
9	Environmental	4,86	9	Earth	3,23
10	Materials	4,52	10	Chemical	3,13
11	Immunology	3,76	11	Social	3,00
12	Chemical	2,87	12	Environmental	2,92
13	Pharmacology	2,78	13	Pharmacology	2,81
14	Computer	2,59	14	Mathematics	2,73
15	Neuroscience	2,02	15	Immunology	2,63
16	Energy	1,74	16	Neuroscience	2,21
17	Social	1,64	17	Psychology	1,44
18	Veterinary	0,77	18	Business	1,39
19	Psychology	0,61	19	Energy	1,34
20	Economics	0,35	20	Health	1,12
21	Decision	0,28	21	Nursing	0,89
22	Health	0,27	22	Veterinary	0,75
23	Business	0,21	23	Economics	0,71
24	Nursing	0,17	24	Dentistry	0,39
25	Dentistry	0,17	25	Decision	0,35
26	Arts	0,13	26	Arts	0,30

Figura 8.12. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001

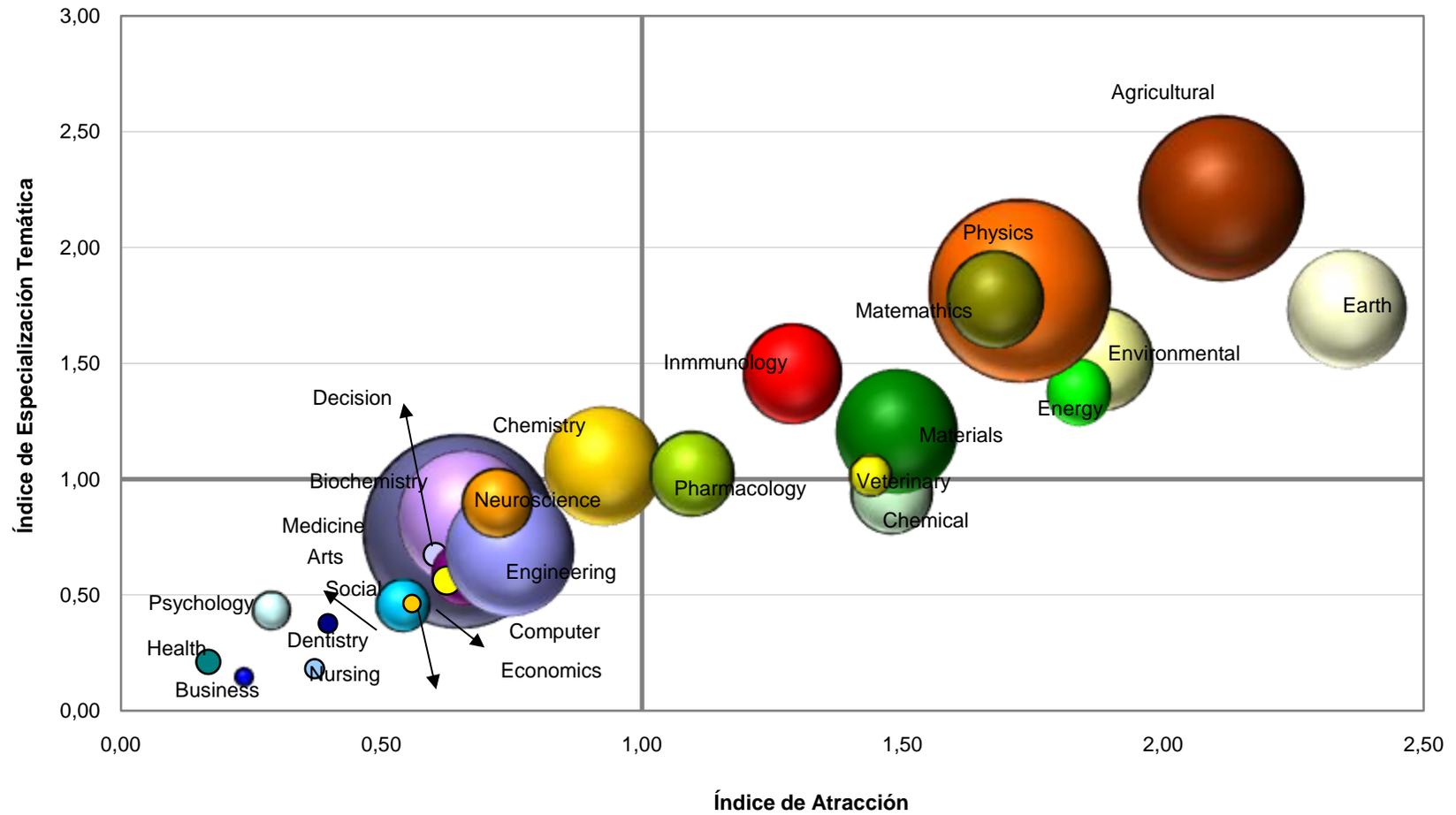


Figura 8.13. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2007

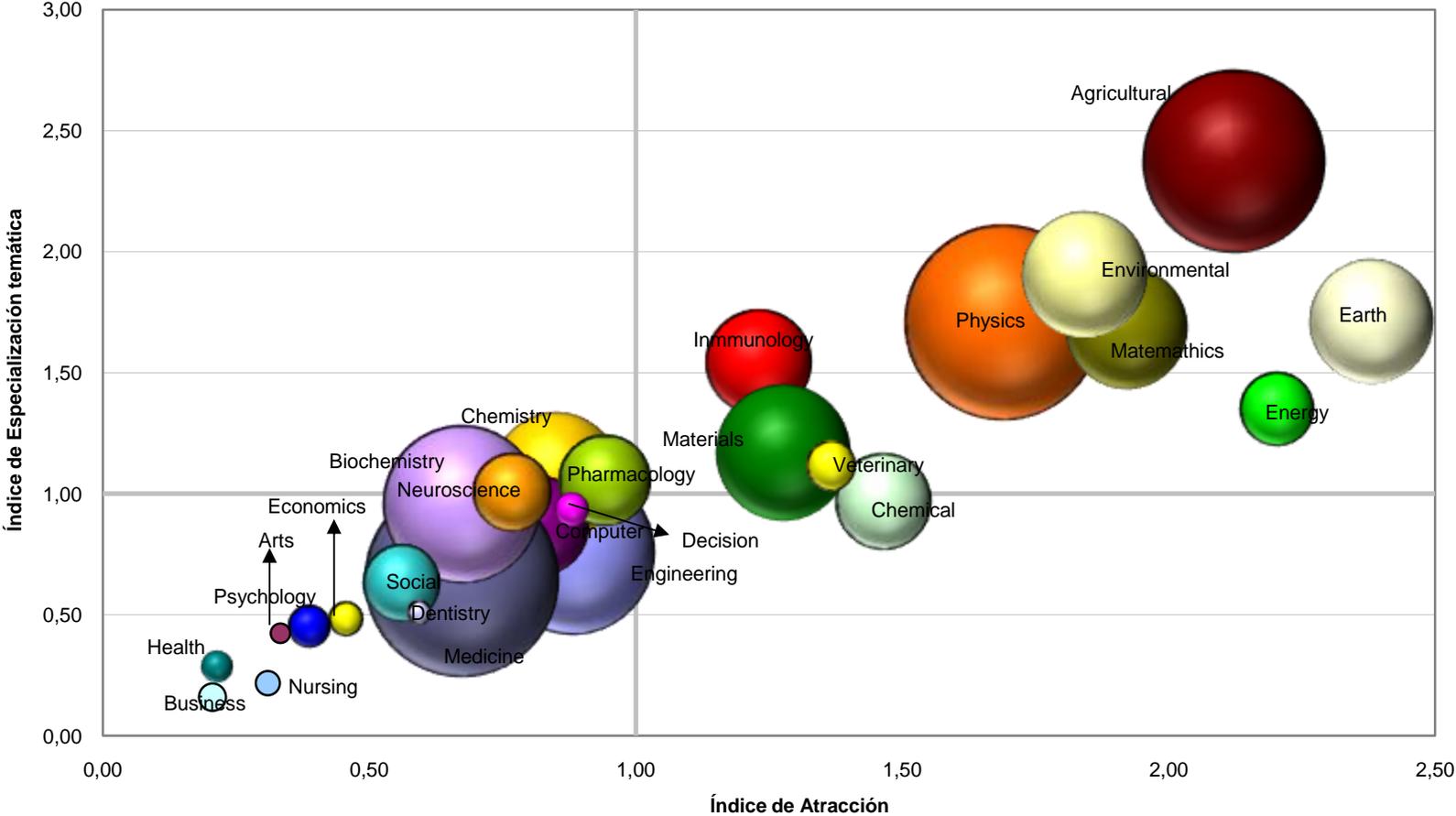


Tabla 8.7. Distribución anual del número total de colaboraciones por regiones

Región	Ncolinter	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	%
Western Europe	13646	597	671	823	868	893	818	905	1296	1481	1645	1838	1811	39,31
Northern America	14487	768	843	966	1011	981	846	957	1520	1476	1604	1753	1762	41,74
Latin America	4551	205	196	291	295	305	295	300	434	424	568	607	631	13,11
Eastern Europe	3040	197	183	192	220	218	263	214	293	316	322	314	308	8,76
Asiatic Region	2477	94	96	134	147	158	128	181	243	285	317	310	384	7,14
Pacific Region	817	29	36	42	40	49	48	47	69	84	102	127	144	2,35
Middle East	504	24	26	30	34	26	29	41	62	40	62	58	72	1,45
Southern Africa	279	4	4	17	12	14	20	22	30	33	36	37	50	0,80
Central Africa	84	3		1	5	5	3	2	6	9	8	16	26	0,24
Northern Africa	68	7		2	4	5	3	3	9	7	4	10	14	0,20

Tabla 8.8. Distribución anual porcentual de las colaboraciones por regiones

Región	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP
Western Europe	35,08	36,61	37,82	38,63	40,41	39,84	40,86	39,11	38,54	39,14	40,07	41,85	19,32
Northern America	45,12	45,99	44,39	44,99	44,39	41,21	43,21	45,87	38,41	38,16	38,22	40,72	-9,76
Latin America	12,04	10,69	13,37	13,13	13,80	14,37	13,54	13,10	11,03	13,51	13,23	14,58	21,07
Eastern Europe	11,57	9,98	8,82	9,79	9,86	12,81	9,66	8,84	8,22	7,66	6,85	7,12	-38,50
Asiatic Region	5,52	5,24	6,16	6,54	7,15	6,23	8,17	7,33	7,42	7,54	6,76	8,87	60,69
Pacific Region	1,70	1,96	1,93	1,78	2,22	2,34	2,12	2,08	2,19	2,43	2,77	3,33	95,32
Middle East	1,41	1,42	1,38	1,51	1,18	1,41	1,85	1,87	1,04	1,48	1,26	1,66	18,00
Southern Africa	0,24	0,22	0,78	0,53	0,63	0,97	0,99	0,91	0,86	0,86	0,81	1,16	391,68
Central Africa	0,18	0,00	0,05	0,22	0,23	0,15	0,09	0,18	0,23	0,19	0,35	0,60	240,90
Northern Africa	0,41	0,00	0,09	0,18	0,23	0,15	0,14	0,27	0,18	0,10	0,22	0,32	-21,33

Tabla 8.9. Distribución de la producción internacional por países colaboradores

País	Ncolinter	Tcolinter	País	Ncolinter	Tcolinter
United States	13132	37,83	Peru	133	0,38
Spain	4182	12,05	Norway	129	0,37
France	3365	9,69	Taiwan	109	0,31
United Kingdom	2985	8,60	Romania	107	0,31
Germany	2197	6,33	Turkey	107	0,31
Canada	2050	5,91	Bulgaria	99	0,29
Russian Federation	1480	4,26	Puerto Rico	98	0,28
Italy	1355	3,90	Armenia	95	0,27
Brazil	1330	3,83	Guatemala	92	0,27
Argentina	951	2,74	Thailand	76	0,22
Cuba	932	2,69	Hong Kong	67	0,19
Japan	899	2,59	Philippines	61	0,18
Netherlands	759	2,19	Slovenia	55	0,16
Australia	674	1,94	Bolivia	54	0,16
India	657	1,89	Singapore	54	0,16
Switzerland	596	1,72	Honduras	53	0,15
Belgium	584	1,68	Belarus	46	0,13
Chile	583	1,68	Panama	43	0,12
Colombia	579	1,67	Egypt	38	0,11
China	562	1,62	Indonesia	34	0,10
Poland	533	1,54	Morocco	34	0,10
Sweden	477	1,37	Estonia	33	0,10
Ukraine	466	1,34	Lithuania	32	0,09
Korea, Republic Of	419	1,21	Pakistan	32	0,09
Czech Republic	400	1,15	Croatia (Local Name: Hrvatska)	31	0,09
Venezuela	386	1,11	Iran (Islamic Republic Of)	31	0,09
Israel	354	1,02	Kenya	27	0,08
Denmark	220	0,63	Malaysia	27	0,08
South Africa	195	0,56	Cyprus	25	0,07
Portugal	187	0,54	Nigeria	25	0,07
Finland	182	0,52	French Polynesia	24	0,07
Ireland	182	0,52	Nicaragua	22	0,06
Greece	178	0,51	Saudi Arabia	22	0,06
Austria	177	0,51	Viet Nam	21	0,06
Slovakia	170	0,49	El Salvador	20	0,06
Ecuador	169	0,49	Jamaica	20	0,06
Costa Rica	165	0,48	Syrian Arab Republic	20	0,06
Uruguay	156	0,45	Tunisia	20	0,06
Hungary	146	0,42	Zimbabwe	20	0,06
New Zealand	146	0,42	Algeria	18	0,05

**CAPÍTULO 15. ANEXOS**

País	Ncolinter	Tcoliner	País	Ncolinter	Tcolinter
Azerbaijan	18	0,05	Namibia	4	0,01
Dominican Republic	18	0,05	Palestinian Territory, Occupied	4	0,01
Georgia	18	0,05	Servia	4	0,01
Paraguay	18	0,05	Barbados	3	0,01
Ethiopia	16	0,05	Madagascar	3	0,01
Lebanon	16	0,05	Monaco	3	0,01
Nepal	16	0,05	Togo	3	0,01
Bangladesh	15	0,04	Bahamas	2	0,01
Ghana	15	0,04	Bahrain	2	0,01
Latvia	13	0,04	Belize	2	0,01
Iceland	12	0,03	Cambodia	2	0,01
Jordan	12	0,03	Congo, Democratic Republic Of (Was Zaire)	2	0,01
Uzbekistan	12	0,03	Luxembourg	2	0,01
Congo, Republic Of	11	0,03	Myanmar	2	0,01
Oman	11	0,03	Yemen	2	0,01
Guadeloupe	10	0,03	Albania	1	0,00
Senegal	9	0,03	Angola	1	0,00
Tanzania, United Republic Of	9	0,03	Bosnia and Herzegowina	1	0,00
Cameroon	8	0,02	Brunei Darussalam	1	0,00
Mongolia	8	0,02	Cook Islands	1	0,00
Uganda	8	0,02	Eritrea	1	0,00
Malawi	7	0,02	Faroe Islands	1	0,00
Moldova, Republic Of	7	0,02	Fiji	1	0,00
Trinidad and Tobago	7	0,02	Gabon	1	0,00
Benin	6	0,02	Greenland	1	0,00
Niger	6	0,02	Guinea	1	0,00
Sri Lanka	6	0,02	Haiti	1	0,00
United Arab Emirates	6	0,02	Lao People's Democratic Republic	1	0,00
Zambia	6	0,02	Liechtenstein	1	0,00
Burkina Faso	5	0,01	Martinique	1	0,00
Kazakhstan	5	0,01	Mauritania	1	0,00
Malta	5	0,01	Mauritius	1	0,00
Mozambique	5	0,01	Micronesia, Federated States Of	1	0,00
Sudan	5	0,01	New Caledonia	1	0,00
Botswana	4	0,01	Papua New Guinea	1	0,00
Cote D'ivoire	4	0,01	Samoa	1	0,00
Falkland Islands (Malvinas)	4	0,01	Sierra Leone	1	0,00
Guyana	4	0,01	Somalia	1	0,00
Iraq	4	0,01	Swaziland	1	0,00
Kuwait	4	0,01	Turkmenistan	1	0,00

**ARGENTINA**

**Tabla 9.2. Recursos humanos en I+D (1997-2005)**

	Personal	Investigadores	Investigadores / 1000 PEA	%Investigadores/personal
1997	35974	19472	1,81	54,13
1998	36852	19970	1,83	54,19
1999	36939	20911	1,82	56,61
2000	37515	21602	1,82	57,58
2001	37444	20894	1,75	55,80
2002	37413	21221	1,75	56,72
2003	39393	21743	1,80	55,20
2004	42454	23127	1,91	54,48
2005	45361	24680	2,00	54,41

**Tabla 9.3. Producción total 1996-2007**

	Ndoc	%Mundo	% Region
1996	3.940	0,35	18,07
1997	4.483	0,40	17,98
1998	4.533	0,40	17,03
1999	4.811	0,42	16,86
2000	5.121	0,42	17,25
2001	5.094	0,39	16,88
2002	5.387	0,41	16,12
2003	5.741	0,42	14,86
2004	5.771	0,38	14,16
2005	6.111	0,36	13,41
2006	6.657	0,39	12,49
2007	6.731	0,41	12,99

Tabla 9.4. Distribución anual de la producción por áreas temáticas

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	%
Agricultural	768	805	915	880	938	909	1058	1136	1107	1240	1464	1437	12657	13,46
Arts	4	2	3	2	7	14	10	13	8	26	9	31	129	0,14
Biochemistry	778	831	846	779	855	882	1013	971	942	972	1150	1153	11172	11,88
Business	1	4	10	3	8	14	7	13	10	13	24	13	120	0,13
Chemical	251	259	243	251	309	294	282	360	266	318	323	299	3455	3,67
Chemistry	506	505	536	572	727	553	645	694	574	664	655	650	7281	7,74
Computer	41	57	57	80	87	82	93	102	116	144	177	163	1199	1,28
Decision	7	13	11	5	7	8	12	12	15	12	39	12	153	0,16
Dentistry	6	8	8	18	11	9	14	25	19	17	21	20	176	0,19
Earth	340	369	354	387	384	409	451	480	558	548	551	506	5337	5,68
Economics	16	14	42	25	14	25	27	37	45	41	29	31	346	0,37
Energy	29	45	37	42	48	42	41	49	58	37	49	82	559	0,59
Engineering	249	248	232	236	281	371	283	309	355	399	381	315	3659	3,89
Environmental	244	259	274	219	248	289	314	339	369	427	471	461	3914	4,16
Health	9	12	11	23	10	20	24	22	18	35	16	31	231	0,25
Immunology	253	308	328	362	359	366	356	427	388	432	491	517	4587	4,88
Materials	279	293	282	335	323	347	370	331	449	386	452	523	4370	4,65
Matemathics	180	199	213	228	261	264	281	265	308	290	365	369	3223	3,43
Medicine	811	1068	1001	1166	1144	1182	1110	1274	1192	1269	1434	1369	14020	14,91
Neuroscience	144	177	150	177	188	142	195	132	175	163	188	188	2019	2,15
Nursing	8	11	15	10	12	7	15	7	11	17	31	24	168	0,18
Pharmacology	202	222	213	222	214	214	223	233	216	237	270	280	2746	2,92
Physics	626	707	751	794	817	813	802	812	910	845	923	1066	9866	10,49
Psychology	31	26	24	32	42	21	27	30	37	46	40	34	390	0,41
Social	30	70	54	75	79	101	77	94	101	108	121	163	1073	1,14
Veterinary	72	65	82	78	96	95	113	101	89	116	123	141	1171	1,25

Tabla 9.5. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP
Agricultural	13,05	12,24	13,67	12,57	12,56	12,16	13,49	13,74	13,28	14,09	14,94	14,55	2,39
Arts	0,07	0,03	0,04	0,03	0,09	0,19	0,13	0,16	0,10	0,30	0,09	0,31	88,15
Biochemistry	13,22	12,63	12,64	11,13	11,45	11,80	12,92	11,74	11,30	11,04	11,74	11,67	-9,68
Business	0,02	0,06	0,15	0,04	0,11	0,19	0,09	0,16	0,12	0,15	0,24	0,13	613,68
Chemical	4,27	3,94	3,63	3,59	4,14	3,93	3,60	4,35	3,19	3,61	3,30	3,03	-12,92
Chemistry	8,60	7,68	8,01	8,17	9,73	7,40	8,22	8,39	6,89	7,54	6,69	6,58	-8,99
Computer	0,70	0,87	0,85	1,14	1,16	1,10	1,19	1,23	1,39	1,64	1,81	1,65	76,12
Decision	0,12	0,20	0,16	0,07	0,09	0,11	0,15	0,15	0,18	0,14	0,40	0,12	32,21
Dentistry	0,10	0,12	0,12	0,26	0,15	0,12	0,18	0,30	0,23	0,19	0,21	0,20	78,73
Earth	5,78	5,61	5,29	5,53	5,14	5,47	5,75	5,81	6,69	6,23	5,62	5,12	-1,86
Economics	0,27	0,21	0,63	0,36	0,19	0,33	0,34	0,45	0,54	0,47	0,30	0,31	34,82
Energy	0,49	0,68	0,55	0,60	0,64	0,56	0,52	0,59	0,70	0,42	0,50	0,83	20,00
Engineering	4,23	3,77	3,47	3,37	3,76	4,96	3,61	3,74	4,26	4,53	3,89	3,19	-7,86
Environmental	4,15	3,94	4,09	3,13	3,32	3,87	4,00	4,10	4,43	4,85	4,81	4,67	-0,81
Health	0,15	0,18	0,16	0,33	0,13	0,27	0,31	0,27	0,22	0,40	0,16	0,31	57,62
Immunology	4,30	4,68	4,90	5,17	4,81	4,90	4,54	5,16	4,65	4,91	5,01	5,23	12,95
Materials	4,74	4,45	4,21	4,79	4,32	4,64	4,72	4,00	5,39	4,39	4,61	5,29	-2,33
Matemathics	3,06	3,03	3,18	3,26	3,49	3,53	3,58	3,21	3,69	3,29	3,73	3,74	11,13
Medicine	13,78	16,24	14,96	16,65	15,32	15,82	14,15	15,41	14,30	14,42	14,64	13,86	8,57
Neuroscience	2,45	2,69	2,24	2,53	2,52	1,90	2,49	1,60	2,10	1,85	1,92	1,90	-10,84
Nursing	0,14	0,17	0,22	0,14	0,16	0,09	0,19	0,08	0,13	0,19	0,32	0,24	27,81
Pharmacology	3,43	3,38	3,18	3,17	2,87	2,86	2,84	2,82	2,59	2,69	2,76	2,83	-13,99
Physics	10,64	10,75	11,22	11,34	10,94	10,88	10,23	9,82	10,92	9,60	9,42	10,79	-0,86
Psychology	0,53	0,40	0,36	0,46	0,56	0,28	0,34	0,36	0,44	0,52	0,41	0,34	-20,79
Social	0,51	1,06	0,81	1,07	1,06	1,35	0,98	1,14	1,21	1,23	1,24	1,65	117,48
Veterinary	1,22	0,99	1,23	1,11	1,29	1,27	1,44	1,22	1,07	1,32	1,26	1,43	1,07

Tabla 9.6. Distribución porcentual por áreas temáticas a nivel nacional y mundial

Ranking	Áreas	%Argentina	Ranking	Áreas	%Mundo
1	Medicine	14,91	1	Medicine	20,42
2	Agricultural	13,46	2	Engineering	11,45
3	Biochemistry	11,88	3	Biochemistry	9,19
4	Physics	10,49	4	Physics	7,83
5	Chemistry	7,74	5	Chemistry	5,31
6	Earth	5,68	6	Materials	5,27
7	Immunology	4,88	7	Agricultural	5,00
8	Materials	4,65	8	Computer	3,42
9	Environmental	4,16	9	Earth	3,23
10	Engineering	3,89	10	Chemical	3,13
11	Chemical	3,67	11	Social	3,00
12	Mathematics	3,43	12	Environmental	2,92
13	Pharmacology	2,92	13	Pharmacology	2,81
14	Neuroscience	2,15	14	Mathematics	2,73
15	Computer	1,28	15	Immunology	2,63
16	Veterinary	1,25	16	Neuroscience	2,21
17	Social	1,14	17	Psychology	1,44
18	Energy	0,59	18	Business	1,39
19	Psychology	0,41	19	Energy	1,34
20	Economics	0,37	20	Health	1,12
21	Health	0,25	21	Nursing	0,89
22	Dentistry	0,19	22	Veterinary	0,75
23	Nursing	0,18	23	Economics	0,71
24	Decision	0,16	24	Dentistry	0,39
25	Arts	0,14	25	Decision	0,35
26	Business	0,13	26	Arts	0,30

Figura 9.13. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001

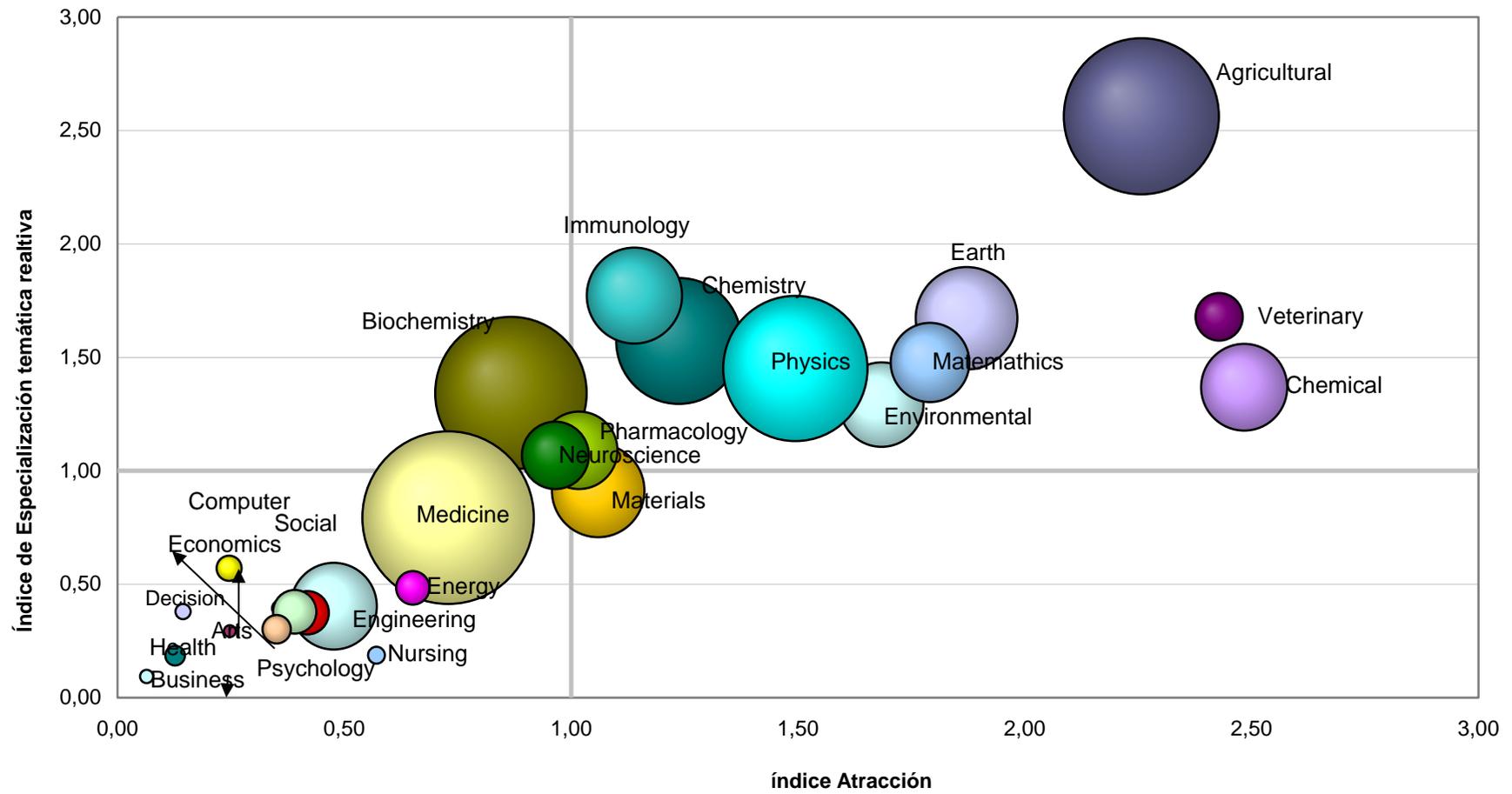
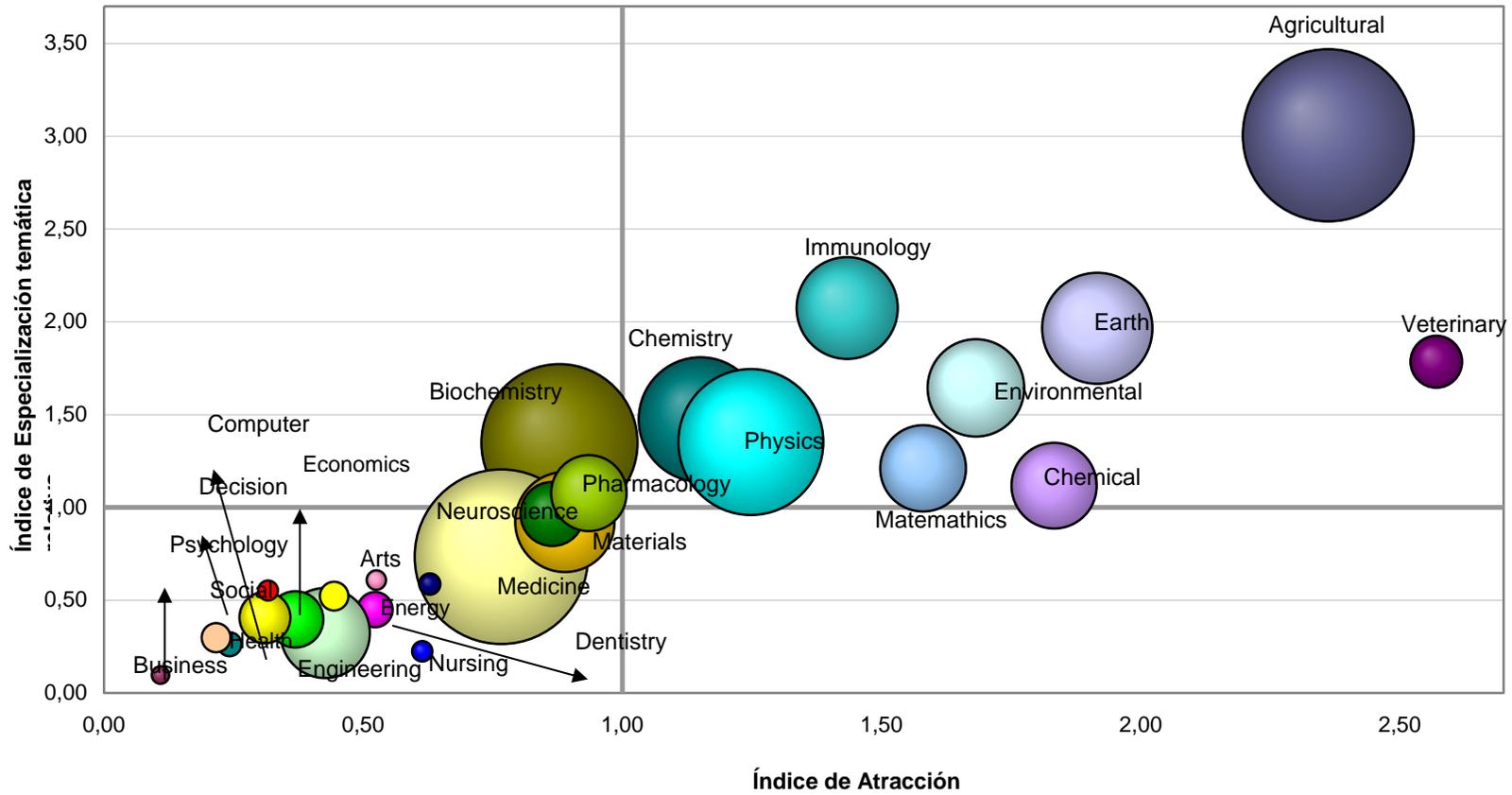


Figura 9.14. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2007



## CAPÍTULO 15. ANEXOS

**Tabla 9.7. Distribución anual del número total de colaboraciones por regiones**

Región	Ncolinter	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	%
Western Europe	12325	614	685	791	825	821	729	800	1183	1371	1393	1496	1617	48,95
Northern America	8250	444	462	534	529	565	484	559	798	896	957	976	1046	32,77
Latin America	5703	242	257	330	330	363	300	341	549	621	706	824	840	22,65
Asiatic Region	1164	45	63	68	57	64	77	69	114	121	133	163	190	4,62
Eastern Europe	977	36	46	50	66	59	63	54	97	102	110	126	168	3,88
Pacific Region	721	39	32	31	41	42	21	43	71	73	91	116	121	2,86
Middle East	328	11	14	20	13	12	16	22	43	33	39	54	51	1,30
Southern Africa	250	5	15	7	11	9	10	6	29	32	45	45	36	0,99
Central Africa	50	2	1	2	1	4	4	2	5	3	2	10	14	0,20
Northern Africa	40	3			1	1	1	1	5	5	7	10	6	0,16

**Tabla 9.8. Distribución anual porcentual de las colaboraciones por regiones**

Región	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP
Western Europe	44,05	45,42	48,35	52,02	50,77	51,12	49,57	50,11	49,80	47,24	48,41	49,83	13,13
Northern America	31,85	30,64	32,64	33,35	34,94	33,94	34,63	33,80	32,55	32,45	31,59	32,23	1,20
Latin America	17,36	17,04	20,17	20,81	22,45	21,04	21,13	23,25	22,56	23,94	26,67	25,89	49,11
Asiatic Region	3,23	4,18	4,16	3,59	3,96	5,40	4,28	4,83	4,40	4,51	5,28	5,86	81,38
Eastern Europe	2,58	3,05	3,06	4,16	3,65	4,42	3,35	4,11	3,71	3,73	4,08	5,18	100,47
Pacific Region	2,80	2,12	1,89	2,59	2,60	1,47	2,66	3,01	2,65	3,09	3,75	3,73	33,28
Middle East	0,79	0,93	1,22	0,82	0,74	1,12	1,36	1,82	1,20	1,32	1,75	1,57	99,17
Southern Africa	0,36	0,99	0,43	0,69	0,56	0,70	0,37	1,23	1,16	1,53	1,46	1,11	209,30
Central Africa	0,14	0,07	0,12	0,06	0,25	0,28	0,12	0,21	0,11	0,07	0,32	0,43	200,71
Northern Africa	0,22	0,00	0,00	0,06	0,06	0,07	0,06	0,21	0,18	0,24	0,32	0,18	-14,08

Tabla 9.9. Distribución de la producción internacional por países colaboradores

País	Ncolinter	Tcolinter	País	Ncolinter	Tcolinter
United States	7539	29,94	Taiwan	57	0,23
Spain	4237	16,83	Romania	57	0,23
Brazil	2879	11,43	Slovenia	52	0,21
France	2508	9,96	Slovakia	45	0,18
Germany	2415	9,59	Hong Kong	45	0,18
United Kingdom	1946	7,73	Bulgaria	39	0,15
Italy	1649	6,55	Singapore	38	0,15
Chile	1194	4,74	Panama	31	0,12
Canada	1162	4,61	Malaysia	29	0,12
Mexico	951	3,78	Iran (Islamic Republic Of)	29	0,12
Netherlands	658	2,61	Croatia (Local Name: Hrvatska)	28	0,11
Switzerland	615	2,44	Guatemala	28	0,11
Australia	605	2,40	Saudi Arabia	27	0,11
Japan	539	2,14	Nigeria	26	0,10
Uruguay	525	2,09	Philippines	25	0,10
Sweden	479	1,90	Egypt	25	0,10
Colombia	418	1,66	Viet Nam	24	0,10
Belgium	382	1,52	Uzbekistan	24	0,10
Russian Federation	316	1,26	Pakistan	23	0,09
Austria	308	1,22	Kenya	18	0,07
Denmark	296	1,18	Algeria	15	0,06
Venezuela	292	1,16	Estonia	15	0,06
India	282	1,12	Iceland	14	0,06
China	263	1,04	Morocco	14	0,06
Poland	250	0,99	Indonesia	13	0,05
Portugal	237	0,94	Nicaragua	12	0,05
Israel	229	0,91	Lithuania	11	0,04
Czech Republic	218	0,87	Ghana	11	0,04
South Africa	215	0,85	Tunisia	11	0,04
Finland	200	0,79	Zimbabwe	10	0,04
Hungary	193	0,77	Honduras	9	0,04
Korea, Republic Of	175	0,70	Dominican Republic	9	0,04
Cuba	166	0,66	Belarus	9	0,04
New Zealand	159	0,63	Kuwait	9	0,04
Peru	155	0,62	Georgia	8	0,03
Ecuador	131	0,52	Armenia	8	0,03
Ireland	130	0,52	Tanzania, United Republic Of	7	0,03
Greece	109	0,43	Bangladesh	7	0,03
Norway	109	0,43	El Salvador	7	0,03
Bolivia	85	0,34	Latvia	6	0,02
Costa Rica	83	0,33	Lebanon	6	0,02
Turkey	82	0,33	Madagascar	6	0,02
Paraguay	70	0,28	Malta	5	0,02
Puerto Rico	68	0,27	Trinidad and Tobago	5	0,02
Thailand	64	0,25	Luxembourg	5	0,02
Ukraine	61	0,24	Falkland Islands (Malvinas)	4	0,02

**CAPÍTULO 15. ANEXOS**

País	Ncolinter	Tcolinter	País	Ncolinter	Tcolinter
Nepal	4	0,02	Namibia	2	0,01
Oman	4	0,02	Malawi	2	0,01
Burkina Faso	4	0,02	Ethiopia	2	0,01
Mauritius	4	0,02	Mongolia	2	0,01
Syrian Arab Republic	4	0,02	Chad	2	0,01
Cyprus	4	0,02	Mozambique	2	0,01
United Arab Emirates	4	0,02	Jamaica	2	0,01
Zambia	4	0,02	Macedonia, The Former Yugoslav Republic Of	2	0,01
Botswana	4	0,02	Congo, Democratic Republic Of (Was Zaire)	2	0,01
Haiti	4	0,02	Barbados	1	0,00
Guadeloupe	4	0,02	Micronesia, Federated States Of	1	0,00
Macau	4	0,02	Antigua and Barbuda	1	0,00
Kazakhstan	4	0,02	Virgin Islands (British)	1	0,00
Uganda	3	0,01	Servia	1	0,00
Central African Republic	3	0,01	Iraq	1	0,00
Jordan	3	0,01	Moldova, Republic Of	1	0,00
Senegal	3	0,01	Guyana	1	0,00
Cameroon	3	0,01	Congo, Republic Of	1	0,00
French Guiana	3	0,01	Cambodia	1	0,00
Bahamas	2	0,01	Libyan Arab Jamahiriya	1	0,00
Albania	2	0,01	Samoa	1	0,00
Andorra	2	0,01	New Caledonia	1	0,00
Sudan	2	0,01	Comoros	1	0,00
Guinea-Bissau	2	0,01	Cote D'ivoire	1	0,00
Sri Lanka	2	0,01	Qatar	1	0,00
Sierra Leone	2	0,01	Lao People's Democratic Republic	1	0,00
Swaziland	2	0,01	Grenada	1	0,00

CHILE

Tabla 10.2. Recursos humanos en I+D (1995-2005)

	Personal	Investigadores	Investigadores / 1000 PEA	%Investigadores/ personal
1995	9253	4983	0,99	53,85
1996	9584	5163	1,03	53,87
1997	9814	5278	1,04	53,78
1998	10200	5439	1,05	53,32
1999	10774	5549	1,04	51,50
2000	11073	5629	1,06	50,84
2001	11173	5712	1,06	51,12
2002	13240	6942	1,12	52,44
2003	20105	12321	1,93	61,28
2004	21689	13426	2,03	61,90

Tabla 10.3. Producción total 1996-2007

	Ndoc	%Mundo	% Región
1996	1.676	0,15	7,68
1997	1.795	0,16	7,2
1998	1.743	0,15	6,55
1999	1.981	0,17	6,94
2000	1.950	0,16	6,57
2001	1.989	0,15	6,59
2002	2.402	0,18	7,19
2003	2.860	0,21	7,4
2004	2.942	0,19	7,22
2005	3.355	0,20	7,36
2006	4.121	0,24	7,73
2007	4.052	0,24	7,82

Tabla 10.4. Distribución anual de la producción por áreas temáticas

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	%
Agricultural	286	278	272	346	283	326	347	426	473	507	705	706	4955	11,23
Arts		2	2	1	2	2		2	1	4	13	43	72	0,16
Biochemistry	289	286	275	278	292	259	303	380	418	446	499	558	4283	9,71
Business	21	8	8	9	5	13	6	12	11	17	32	28	170	0,39
Chemical	58	79	65	76	76	94	85	109	79	142	128	130	1121	2,54
Chemistry	187	224	212	233	213	219	253	296	262	282	284	300	2965	6,72
Computer	31	35	25	34	37	43	49	81	126	145	188	214	1008	2,28
Decision	8	14	16	12	21	23	17	25	14	29	67	44	290	0,66
Dentistry	7	5	9	8	16	10	14	6	18	18	20	19	150	0,34
Earth	223	241	211	298	271	340	361	474	464	577	659	639	4758	10,79
Economics	11	14	14	8	21	20	18	34	23	35	52	42	292	0,66
Energy	18	8	6	9	14	17	18	19	21	21	18	24	193	0,44
Engineering	75	107	103	141	120	120	222	213	279	276	371	241	2268	5,14
Environmental	109	82	107	128	128	110	180	221	238	270	304	326	2203	4,99
Health	6	14	13	16	17	9	12	25	17	20	18	22	189	0,43
Immunology	50	87	64	71	77	66	68	74	87	107	105	132	988	2,24
Materials	111	107	92	111	124	119	124	157	117	175	190	198	1625	3,68
Matemathics	76	97	115	106	123	134	168	222	276	271	367	397	2352	5,33
Medicine	426	449	414	446	450	434	469	592	542	666	730	834	6452	14,63
Neuroscience	40	45	50	45	58	51	49	61	58	79	73	95	704	1,60
Nursing	3	2	2	8	2	4	10	7	6	7	42	38	131	0,30
Pharmacology	77	97	81	81	79	66	74	72	67	77	94	74	939	2,13
Physics	184	233	237	252	260	247	361	345	406	399	648	534	4106	9,31
Psychology	12	43	18	10	29	25	51	35	41	45	58	48	415	0,94
Social	31	36	33	37	50	42	66	87	83	105	187	189	946	2,14
Veterinary	46	51	46	45	44	33	42	56	37	43	50	47	540	1,22

Tabla 10.5. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP
Agricultural	11,99	10,51	10,92	12,32	10,06	11,54	10,31	10,57	11,36	10,64	11,95	11,92	-6,82
Arts		0,08	0,08	0,04	0,07	0,07		0,05	0,02	0,08	0,22	0,73	90,03
Biochemistry	12,12	10,82	11,04	9,90	10,38	9,16	9,00	9,43	10,04	9,36	8,45	9,42	-18,07
Business	0,88	0,30	0,32	0,32	0,18	0,46	0,18	0,30	0,26	0,36	0,54	0,47	-56,71
Chemical	2,43	2,99	2,61	2,71	2,70	3,33	2,52	2,70	1,90	2,98	2,17	2,20	7,04
Chemistry	7,84	8,47	8,51	8,29	7,57	7,75	7,51	7,34	6,29	5,92	4,81	5,07	-9,24
Computer	1,30	1,32	1,00	1,21	1,32	1,52	1,46	2,01	3,03	3,04	3,19	3,61	53,93
Decision	0,34	0,53	0,64	0,43	0,75	0,81	0,50	0,62	0,34	0,61	1,14	0,74	84,93
Dentistry	0,29	0,19	0,36	0,28	0,57	0,35	0,42	0,15	0,43	0,38	0,34	0,32	16,02
Earth	9,35	9,11	8,47	10,61	9,64	12,03	10,72	11,76	11,14	12,11	11,17	10,79	13,11
Economics	0,46	0,53	0,56	0,28	0,75	0,71	0,53	0,84	0,55	0,73	0,88	0,71	36,38
Energy	0,75	0,30	0,24	0,32	0,50	0,60	0,53	0,47	0,50	0,44	0,30	0,41	-40,60
Engineering	3,14	4,05	4,14	5,02	4,27	4,25	6,59	5,28	6,70	5,79	6,29	4,07	57,91
Environmental	4,57	3,10	4,30	4,56	4,55	3,89	5,35	5,48	5,72	5,67	5,15	5,50	5,46
Health	0,25	0,53	0,52	0,57	0,60	0,32	0,36	0,62	0,41	0,42	0,30	0,37	74,80
Immunology	2,10	3,29	2,57	2,53	2,74	2,34	2,02	1,84	2,09	2,25	1,78	2,23	10,34
Materials	4,65	4,05	3,69	3,95	4,41	4,21	3,68	3,89	2,81	3,67	3,22	3,34	-18,37
Matemathics	3,19	3,67	4,62	3,77	4,37	4,74	4,99	5,51	6,63	5,69	6,22	6,70	57,17
Medicine	17,86	16,98	16,63	15,88	16,00	15,36	13,93	14,69	13,02	13,98	12,37	14,08	-15,66
Neuroscience	1,68	1,70	2,01	1,60	2,06	1,80	1,46	1,51	1,39	1,66	1,24	1,60	-2,03
Nursing	0,13	0,08	0,08	0,28	0,07	0,14	0,30	0,17	0,14	0,15	0,71	0,64	91,74
Pharmacology	3,23	3,67	3,25	2,88	2,81	2,34	2,20	1,79	1,61	1,62	1,59	1,25	-27,13
Physics	7,71	8,81	9,52	8,97	9,25	8,74	10,72	8,56	9,75	8,38	10,98	9,02	19,26
Psychology	0,50	1,63	0,72	0,36	1,03	0,88	1,51	0,87	0,98	0,94	0,98	0,81	86,00
Social	1,30	1,36	1,33	1,32	1,78	1,49	1,96	2,16	1,99	2,20	3,17	3,19	49,03
Veterinary	1,93	1,93	1,85	1,60	1,56	1,17	1,25	1,39	0,89	0,90	0,85	0,79	-30,40

Tabla 10.6. Distribución porcentual por áreas temáticas a nivel nacional y mundial

Ranking	Áreas	%Chile	Ranking	Áreas	%Mundo
1	Medicine	14,55	1	Medicine	20,42
2	Agricultural	11,18	2	Engineering	11,45
3	Earth	10,73	3	Biochemistry	9,19
4	Biochemistry	9,66	4	Physics	7,83
5	Physics	9,26	5	Chemistry	5,31
6	Chemistry	6,69	6	Materials	5,27
7	Mathematics	5,31	7	Agricultural	5,00
8	Engineering	5,12	8	Computer	3,42
9	Environmental	4,97	9	Earth	3,23
10	Materials	3,67	10	Chemical	3,13
11	Chemical	2,53	11	Social	3,00
12	Computer	2,27	12	Environmental	2,92
13	Immunology	2,23	13	Pharmacology	2,81
14	Social	2,13	14	Mathematics	2,73
15	Pharmacology	2,12	15	Immunology	2,63
16	Neuroscience	1,59	16	Neuroscience	2,21
17	Veterinary	1,22	17	Psychology	1,44
18	Psychology	0,94	18	Business	1,39
19	Economics	0,66	19	Energy	1,34
20	Decision	0,65	20	Health	1,12
21	Energy	0,44	21	Nursing	0,89
22	Health	0,43	22	Veterinary	0,75
23	Business	0,38	23	Economics	0,71
24	Dentistry	0,34	24	Dentistry	0,39
25	Nursing	0,30	25	Decision	0,35
26	Arts	0,16	26	Arts	0,30

Figura 10.12. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001

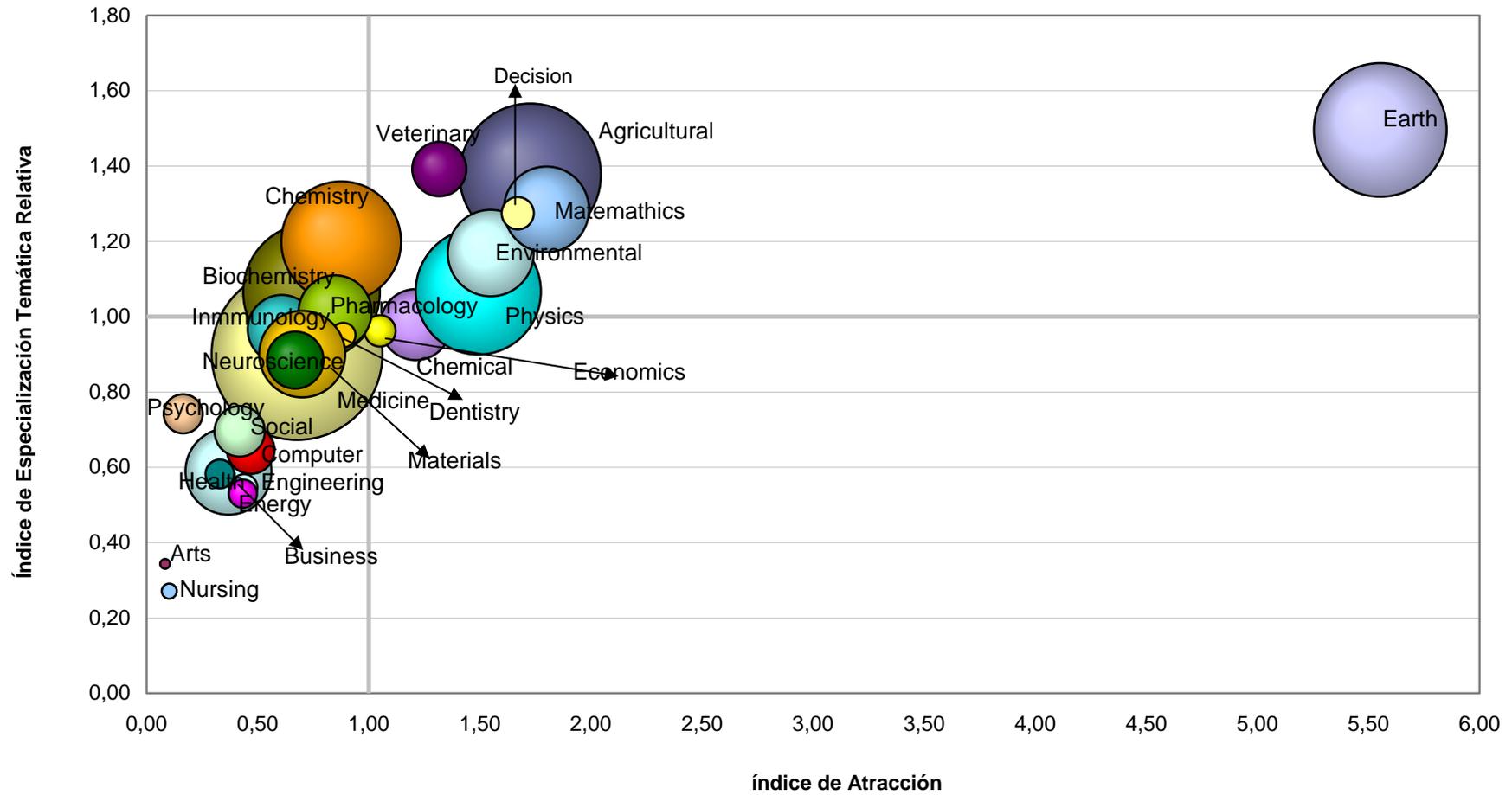
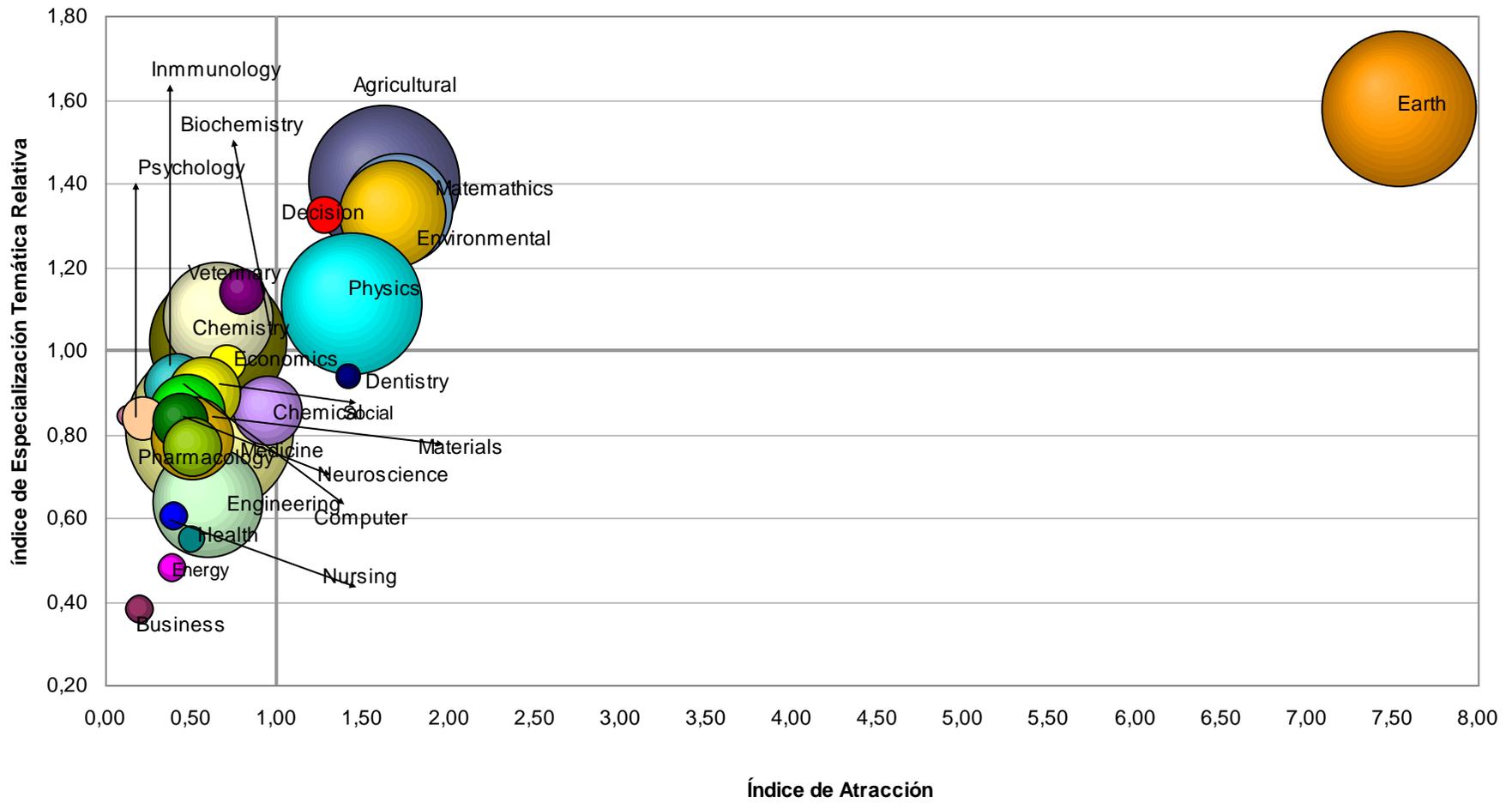


Figura 10.13. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2007



## CAPÍTULO 15. ANEXOS

**Tabla 10.7 Distribución anual del número total de colaboraciones por regiones**

Región	Ncolinter	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	%
Western Europe	8538	365	425	371	461	456	474	531	852	950	1052	1301	1300	8538	49,90
Northern America	5596	283	278	310	338	370	330	424	568	575	632	726	762	5596	32,71
Latin America	3435	158	183	185	206	174	152	195	316	339	441	541	545	3435	20,08
Asiatic Region	891	32	40	29	53	57	61	78	83	105	91	130	132	891	5,21
Eastern Europe	800	27	30	27	36	43	60	67	79	90	100	124	117	800	4,68
Pacific Region	692	27	20	20	36	35	36	42	52	95	96	101	132	692	4,04
Middle East	285	9	19	11	12	18	16	19	33	45	39	33	31	285	1,67
Southern Africa	182	8	9	5	8	13	6	7	20	33	17	28	28	182	1,06
Central Africa	31	2	2			3	2		3	5	4	4	6	31	0,18
Northern Africa	25	2			2	1	1	1	3	4	4	2	5	25	0,15

**Tabla 10.8. Distribución anual porcentual de las colaboraciones por regiones**

Región	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP
Western Europe	46,26	47,70	43,44	46,24	47,25	50,75	46,66	52,08	52,34	49,98	52,29	52,04	12,50
Northern America	35,87	31,20	36,30	33,90	38,34	35,33	37,26	34,72	31,68	30,02	29,18	30,50	-14,95
Latin America	20,03	20,54	21,66	20,66	18,03	16,27	17,14	19,32	18,68	20,95	21,74	21,82	8,95
Asiatic Region	4,06	4,49	3,40	5,32	5,91	6,53	6,85	5,07	5,79	4,32	5,23	5,28	30,29
Eastern Europe	3,42	3,37	3,16	3,61	4,46	6,42	5,89	4,83	4,96	4,75	4,98	4,68	36,87
Pacific Region	3,42	2,24	2,34	3,61	3,63	3,85	3,69	3,18	5,23	4,56	4,06	5,28	54,42
Middle East	1,14	2,13	1,29	1,20	1,87	1,71	1,67	2,02	2,48	1,85	1,33	1,24	8,79
Southern Africa	1,01	1,01	0,59	0,80	1,35	0,64	0,62	1,22	1,82	0,81	1,13	1,12	10,55
Central Africa	0,25	0,22	0,00	0,00	0,31	0,21	0,00	0,18	0,28	0,19	0,16	0,24	-5,24
Northern Africa	0,25	0,00	0,00	0,20	0,10	0,11	0,09	0,18	0,22	0,19	0,08	0,20	-21,04

Tabla 10.9. Distribución de la producción internacional por países colaboradores

País	Ncolinter	Tcolinter	País	Ncolinter	Tcolinter
United States	5038	29,44	Turkey	35	0,20
Spain	2287	13,37	Slovakia	32	0,19
Germany	2194	12,82	Paraguay	29	0,17
France	2126	12,43	Dominican Republic	26	0,15
United Kingdom	1527	8,92	Panama	22	0,13
Brazil	1232	7,20	Singapore	21	0,12
Argentina	1194	6,98	Guatemala	20	0,12
Italy	994	5,81	Philippines	20	0,12
Canada	857	5,01	Romania	19	0,11
Mexico	583	3,41	Slovenia	18	0,11
Australia	573	3,35	Puerto Rico	17	0,10
Netherlands	493	2,88	Iceland	16	0,09
Belgium	430	2,51	Indonesia	14	0,08
Switzerland	393	2,30	Armenia	13	0,08
Sweden	386	2,26	Egypt	13	0,08
Japan	371	2,17	Kenya	13	0,08
Russian Federation	313	1,83	Nigeria	13	0,08
Denmark	283	1,65	Estonia	11	0,06
Israel	242	1,41	Lithuania	11	0,06
Colombia	237	1,39	Morocco	11	0,06
Poland	221	1,29	Saudi Arabia	11	0,06
Uruguay	198	1,16	Malaysia	10	0,06
Venezuela	188	1,10	Algeria	9	0,05
Austria	184	1,08	Croatia (Local Name: Hrvatska)	9	0,05
Portugal	182	1,06	Pakistan	9	0,05
Peru	177	1,03	Honduras	8	0,05
India	168	0,98	Malta	8	0,05
China	160	0,94	Lebanon	7	0,04
South Africa	156	0,91	Viet Nam	7	0,04
Finland	154	0,90	Ghana	6	0,04
New Zealand	153	0,89	Iran (Islamic Republic Of)	6	0,04
Korea, Republic Of	140	0,82	Kuwait	6	0,04
Cuba	106	0,62	Nicaragua	6	0,04
Ecuador	70	0,41	Tunisia	6	0,04
Ireland	70	0,41	Belarus	5	0,03
Norway	70	0,41	Botswana	5	0,03
Czech Republic	68	0,40	Cyprus	5	0,03
Ukraine	68	0,40	Jordan	5	0,03
Hungary	65	0,38	New Caledonia	5	0,03
Costa Rica	58	0,34	Sri Lanka	5	0,03
Bulgaria	54	0,32	Trinidad and Tobago	5	0,03
Bolivia	53	0,31	Bangladesh	4	0,02
Hong Kong	52	0,30	Brunei Darussalam	4	0,02
Greece	48	0,28	Burkina Faso	4	0,02
Taiwan	45	0,26	Kazakhstan	4	0,02
Thailand	41	0,24	Moldova, Republic Of	4	0,02

## CAPÍTULO 15. ANEXOS

País	Ncolinter	Tcolinter	País	Ncolinter	Tcolinter
Namibia	4	0,02	Congo, Democratic Republic Of (Was Zaire)	1	0,01
Nepal	4	0,02	Congo, Republic Of	1	0,01
United Arab Emirates	4	0,02	Cote D'ivoire	1	0,01
Zambia	4	0,02	French Guiana	1	0,01
Zimbabwe	4	0,02	Guinea-Bissau	1	0,01
El Salvador	3	0,02	Haiti	1	0,01
Ethiopia	3	0,02	Jamaica	1	0,01
Falkland Islands (Malvinas)	3	0,02	Maldives	1	0,01
Oman	3	0,02	Mauritius	1	0,01
Uganda	3	0,02	Micronesia, Federated States Of	1	0,01
Uzbekistan	3	0,02	Monaco	1	0,01
Barbados	2	0,01	Myanmar	1	0,01
Cook Islands	2	0,01	Niger	1	0,01
French Polynesia	2	0,01	Qatar	1	0,01
Gambia	2	0,01	Reunion	1	0,01
Georgia	2	0,01	Samoa	1	0,01
Latvia	2	0,01	Senegal	1	0,01
Malawi	2	0,01	Servia	1	0,01
Mali	2	0,01	Sudan	1	0,01
Tanzania, United Republic Of	2	0,01	Swaziland	1	0,01
American Samoa	1	0,01	Syrian Arab Republic	1	0,01
Andorra	1	0,01	Togo	1	0,01
Angola	1	0,01	Vanuatu	1	0,01
Bahrain	1	0,01	Virgin Islands (British)	1	0,01
Cameroon	1	0,01			

VENEZUELA

Tabla 11.2. Recursos humanos en I+D (1998-2005)

	Investigadores	Personal	Investigadores 1000/PEA	investigadores/ personal
1998	1159	1538		75,36
1999	1336	1689	0,43	79,10
2000	1495	1802	0,45	82,96
2001	1761	2077	0,43	84,79
2002	1761	2077	0,48	84,79
2003	2450	2827	0,51	86,66
2004	2749	3148	0,59	87,33
2005	3248	3710		87,55

Tabla 11.3. Producción total 1996-2007

	Ndoc	%Mundo	% Region
1996	981	0,09	4,5
1997	1.118	0,10	4,48
1998	1.091	0,10	4,1
1999	1.166	0,10	4,09
2000	1.209	0,10	4,07
2001	1.227	0,09	4,07
2002	1.221	0,09	3,65
2003	1.449	0,11	3,75
2004	1.323	0,09	3,25
2005	1.601	0,10	3,51
2006	1.480	0,09	2,78
2007	1.391	0,09	2,68

## CAPÍTULO 15. ANEXOS

Tabla 11.4. Distribución anual de la producción por áreas temáticas

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	%
Agricultural	153	173	199	177	209	187	190	212	197	235	230	231	2393	11,06
Arts	2		2	2	1	2	1	6	2	3	1	6	28	0,13
Biochemistry	140	153	155	133	143	156	176	135	161	141	135	141	1769	8,18
Business	2	1	9	11	20	34	17	33	24	22	17	4	194	0,90
Chemical	59	75	70	70	101	70	58	78	61	103	64	72	881	4,07
Chemistry	116	123	121	140	142	114	135	140	151	138	148	115	1583	7,32
Computer	28	33	38	38	32	32	38	44	45	68	66	68	530	2,45
Decision	8	12	6	10	8	5	13	9	6	11	16	16	120	0,55
Dentistry	2	2	2	7	2	8	11	17	15	21	20	15	122	0,56
Earth	64	90	69	63	53	51	55	59	69	82	78	58	791	3,66
Economics	2		1	4	3	2	1		1	2	4	8	28	0,13
Energy	28	34	41	45	53	58	41	38	38	21	24	29	450	2,08
Engineering	141	140	130	130	112	152	128	116	172	210	149	113	1693	7,82
Environmental	58	55	49	51	57	48	44	55	48	61	64	53	643	2,97
Health	1	3		3	4	3	2	1	5	4	7	5	38	0,18
Immunology	68	73	83	71	65	63	77	89	74	96	100	84	943	4,36
Materials	74	95	88	104	81	112	89	115	77	111	102	113	1161	5,37
Matemathics	58	70	71	61	71	74	89	87	83	103	103	101	971	4,49
Medicine	170	194	178	188	213	219	208	280	278	326	351	341	2946	13,61
Neuroscience	31	28	22	30	30	27	20	26	25	26	26	22	313	1,45
Nursing	1		2	1		2	7	6	19	17	22	24	101	0,47
Pharmacology	70	80	71	63	69	70	63	65	37	39	41	50	718	3,32
Physics	97	142	132	161	142	161	137	210	150	167	194	147	1840	8,50
Psychology	10	7	10	11	8	7	3	8	10	10	3	11	98	0,45
Social	34	30	45	39	39	45	57	63	36	87	65	80	620	2,87
Veterinary	5	34	12	69	80	76	70	70	58	70	71	49	664	3,07

Tabla 11.5. Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP
Agricultural	10,76	10,50	12,39	10,52	12,03	10,52	10,98	10,81	10,69	10,81	10,95	11,81	9,76
Arts	0,14		0,12	0,12	0,06	0,11	0,06	0,31	0,11	0,14	0,05	0,31	118,10
Biochemistry	9,85	9,29	9,65	7,91	8,23	8,77	10,17	6,88	8,74	6,49	6,43	7,21	-26,78
Business	0,14	0,06	0,56	0,65	1,15	1,91	0,98	1,68	1,30	1,01	0,81	0,20	45,40
Chemical	4,15	4,55	4,36	4,16	5,81	3,94	3,35	3,98	3,31	4,74	3,05	3,68	-11,28
Chemistry	8,16	7,47	7,53	8,32	8,17	6,41	7,80	7,14	8,20	6,35	7,04	5,88	-27,93
Computer	1,97	2,00	2,37	2,26	1,84	1,80	2,20	2,24	2,44	3,13	3,14	3,48	76,56
Decision	0,56	0,73	0,37	0,59	0,46	0,28	0,75	0,46	0,33	0,51	0,76	0,82	45,40
Dentistry	0,14	0,12	0,12	0,42	0,12	0,45	0,64	0,87	0,81	0,97	0,95	0,77	445,25
Earth	4,50	5,46	4,30	3,75	3,05	2,87	3,18	3,01	3,75	3,77	3,71	2,97	-34,12
Economics	0,14		0,06	0,24	0,17	0,11	0,06		0,05	0,09	0,19	0,41	190,80
Energy	1,97	2,06	2,55	2,68	3,05	3,26	2,37	1,94	2,06	0,97	1,14	1,48	-24,70
Engineering	9,92	8,50	8,09	7,73	6,44	8,55	7,40	5,91	9,34	9,66	7,09	5,78	-41,74
Environmental	4,08	3,34	3,05	3,03	3,28	2,70	2,54	2,80	2,61	2,81	3,05	2,71	-33,57
Health	0,07	0,18		0,18	0,23	0,17	0,12	0,05	0,27	0,18	0,33	0,26	263,50
Immunology	4,78	4,43	5,17	4,22	3,74	3,54	4,45	4,54	4,02	4,42	4,76	4,29	-10,19
Materials	5,20	5,77	5,48	6,18	4,66	6,30	5,14	5,86	4,18	5,11	4,85	5,78	11,01
Matemathics	4,08	4,25	4,42	3,63	4,09	4,16	5,14	4,43	4,51	4,74	4,90	5,16	26,60
Medicine	11,95	11,78	11,08	11,18	12,26	12,32	12,02	14,27	15,09	15,00	16,71	17,43	45,83
Neuroscience	2,18	1,70	1,37	1,78	1,73	1,52	1,16	1,33	1,36	1,20	1,24	1,12	-48,41
Nursing	0,07		0,12	0,06		0,11	0,40	0,31	1,03	0,78	1,05	1,23	1644,79
Pharmacology	4,92	4,86	4,42	3,75	3,97	3,94	3,64	3,31	2,01	1,79	1,95	2,56	-48,07
Physics	6,82	8,62	8,22	9,57	8,17	9,06	7,92	10,70	8,14	7,68	9,23	7,52	10,17
Psychology	0,70	0,43	0,62	0,65	0,46	0,39	0,17	0,41	0,54	0,46	0,14	0,56	-20,03
Social	2,39	1,82	2,80	2,32	2,24	2,53	3,29	3,21	1,95	4,00	3,09	4,09	71,06
Veterinary	0,35	2,06	0,75	4,10	4,60	4,27	4,05	3,57	3,15	3,22	3,38	2,51	612,45

Tabla 11.6. Distribución porcentual por áreas temáticas a nivel nacional y mundial

Ranking	Áreas	%Venezuela	Ranking	Áreas	%Mundo
1	Medicine	13,32	1	Medicine	20,42
2	Agricultural	10,82	2	Engineering	11,45
3	Physics	8,32	3	Biochemistry	9,19
4	Biochemistry	8,00	4	Physics	7,83
5	Engineering	7,65	5	Chemistry	5,31
6	Chemistry	7,16	6	Materials	5,27
7	Materials	5,25	7	Agricultural	5,00
8	Matemathics	4,39	8	Computer	3,42
9	Immunology	4,26	9	Earth	3,23
10	Chemical	3,98	10	Chemical	3,13
11	Earth	3,58	11	Social	3,00
12	Pharmacology	3,25	12	Environmental	2,92
13	Veterinary	3,00	13	Pharmacology	2,81
14	Environmental	2,91	14	Mathematics	2,73
15	Social	2,80	15	Immunology	2,63
16	Computer	2,40	16	Neuroscience	2,21
17	Energy	2,03	17	Psychology	1,44
18	Neuroscience	1,42	18	Business	1,39
19	Business	0,88	19	Energy	1,34
20	Dentistry	0,55	20	Health	1,12
21	Decision	0,54	21	Nursing	0,89
22	Nursing	0,46	22	Veterinary	0,75
23	Psychology	0,44	23	Economics	0,71
24	Health	0,17	24	Dentistry	0,39
25	Arts	0,13	25	Decision	0,35
26	Economics	0,13	26	Arts	0,30

Figura 11.12. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001

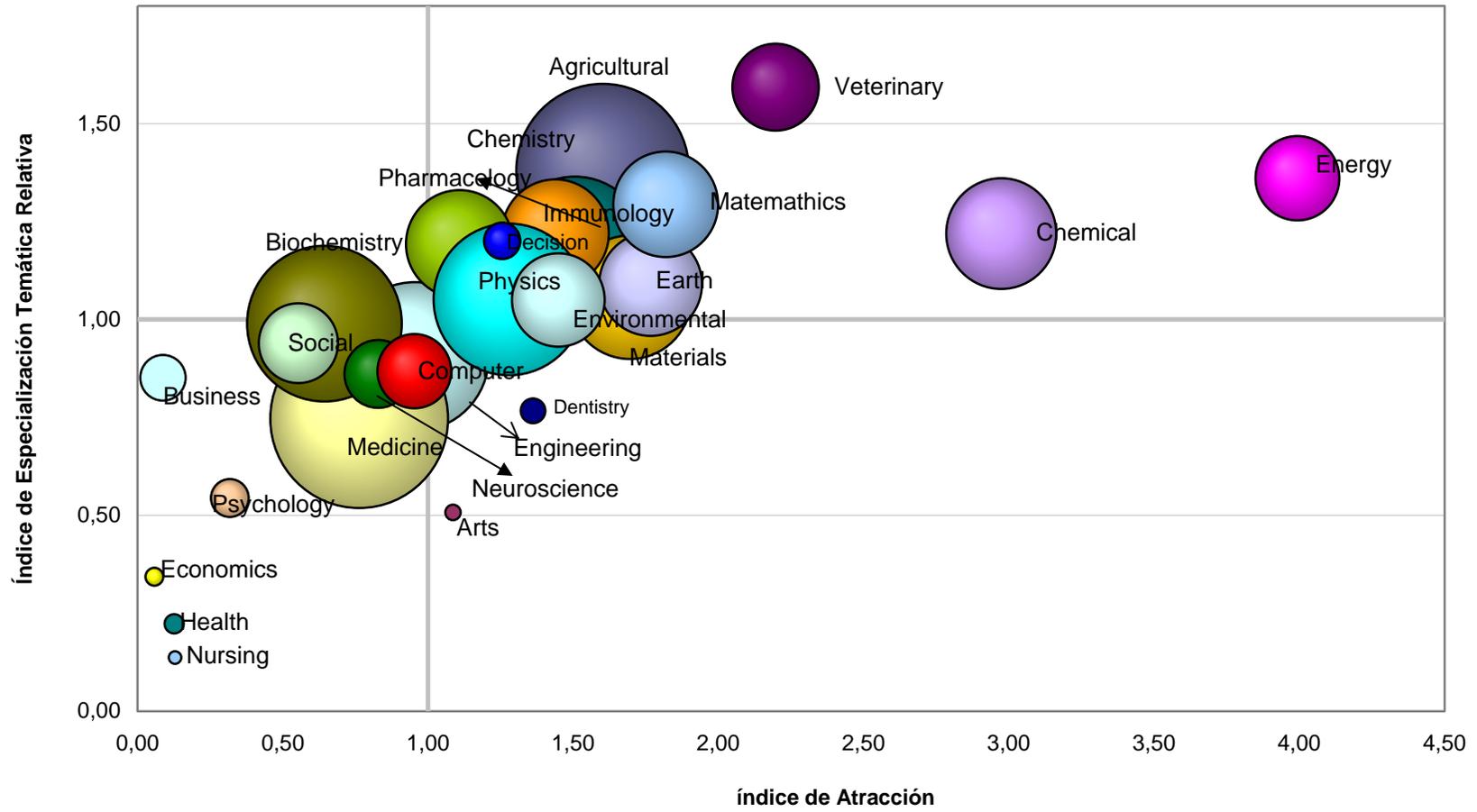
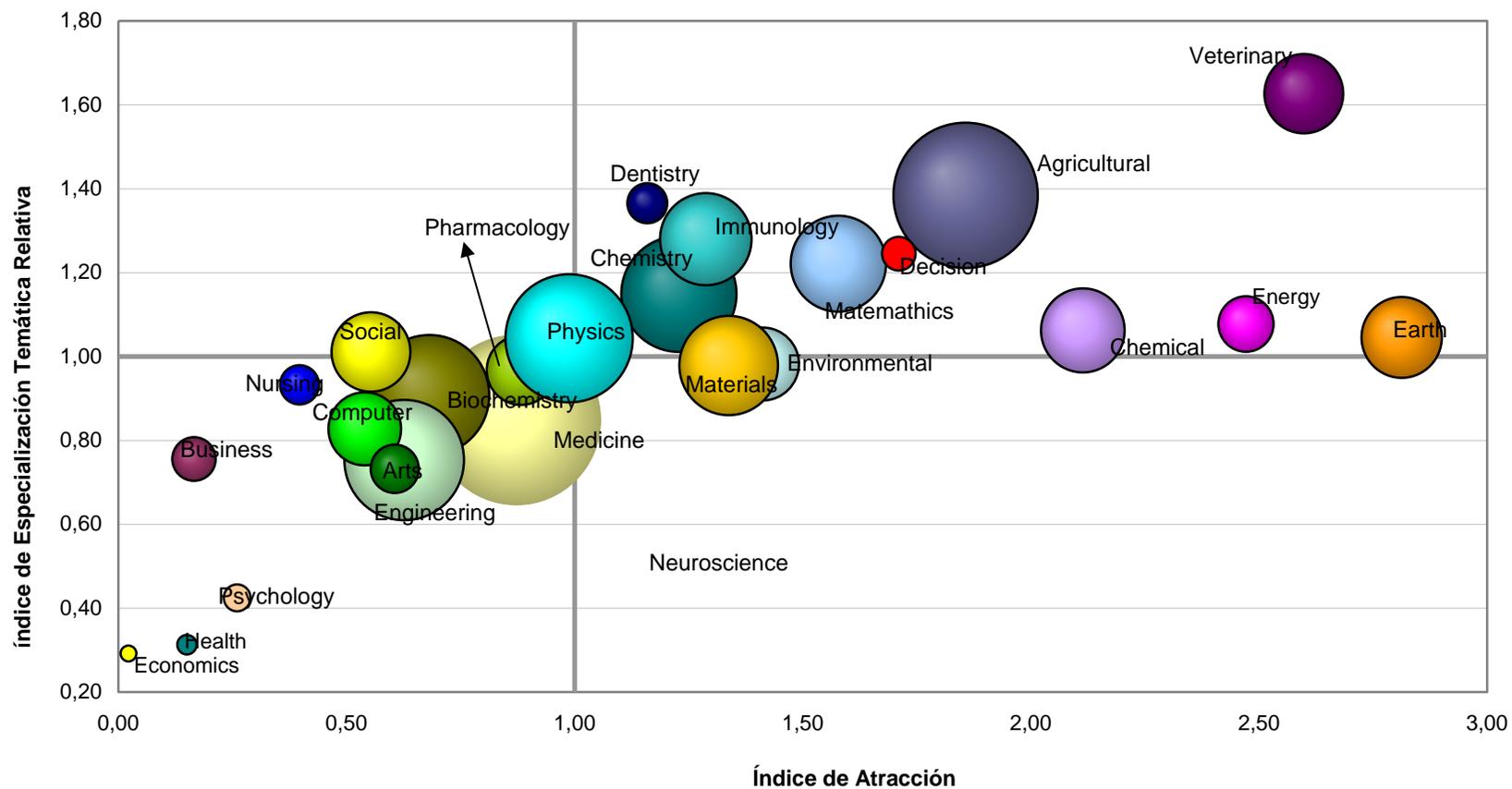


Figura 11.13. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2007



## CAPÍTULO 15. ANEXOS

Tabla 11.7. Distribución anual del número total de colaboraciones por regiones

Región	Ncolinter	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	%
Western Europe	3110	161	215	228	198	187	199	231	304	312	385	355	335	44,81
Northern America	2620	184	189	195	230	180	157	188	276	243	273	252	253	37,75
Latin America	1472	82	76	88	87	96	92	91	128	155	184	189	204	21,21
Asiatic Region	251	12	15	15	20	21	18	16	29	26	24	28	27	3,62
Eastern Europe	221	23	23	13	24	22	15	10	17	23	22	19	10	3,18
Pacific Region	115	6	5	9	8	7	9	7	15	11	11	13	14	1,66
Middle East	92	3	6	6	6	9	8	5	11	12	10	7	9	1,33
Southern Africa	46	1		1	2	1	3	7	3	9	8	7	4	0,66
Central Africa	24			3			2	3	1	5	4	2	4	0,35
Northern Africa	26	1	1		2	3	2	3	1	1	2	4	6	0,37

Tabla 11.8. Distribución anual porcentual de las colaboraciones por regiones

Región	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP
Western Europe	37,97	45,36	47,01	40,08	41,93	44,92	48,02	47,80	45,68	46,22	45,63	43,91	15,63
Northern America	43,40	39,87	40,21	46,56	40,36	35,44	39,09	43,40	35,58	32,77	32,39	33,16	-23,59
Latin America	19,34	16,03	18,14	17,61	21,52	20,77	18,92	20,13	22,69	22,09	24,29	26,74	38,25
Asiatic Region	2,83	3,16	3,09	4,05	4,71	4,06	3,33	4,56	3,81	2,88	3,60	3,54	25,03
Eastern Europe	5,42	4,85	2,68	4,86	4,93	3,39	2,08	2,67	3,37	2,64	2,44	1,31	-75,84
Pacific Region	1,42	1,05	1,86	1,62	1,57	2,03	1,46	2,36	1,61	1,32	1,67	1,83	29,66
Middle East	0,71	1,27	1,24	1,21	2,02	1,81	1,04	1,73	1,76	1,20	0,90	1,18	66,71
Southern Africa	0,24		0,21	0,40	0,22	0,68	1,46	0,47	1,32	0,96	0,90	0,52	122,28
Central Africa			0,62			0,45	0,62	0,16	0,73	0,48	0,26	0,52	-15,25
Northern Africa	0,24	0,21		0,40	0,67	0,45	0,62	0,16	0,15	0,24	0,51	0,79	233,42

Tabla 11.9. Distribución de la producción internacional por países colaboradores

País	Ncolinter	Tcolinter	País	Ncolinter	Tcolinter
United States	2397	34,54	Thailand	16	0,23
Spain	989	14,25	Kuwait	15	0,22
France	882	12,71	Guatemala	14	0,20
United Kingdom	655	9,44	Czech Republic	13	0,19
Brazil	481	6,93	Ireland	13	0,19
Mexico	386	5,56	Kenya	12	0,17
Italy	342	4,93	Slovenia	12	0,17
Germany	341	4,91	Taiwan	12	0,17
Canada	301	4,34	Indonesia	11	0,16
Argentina	292	4,21	Pakistan	11	0,16
Colombia	222	3,20	Paraguay	11	0,16
Chile	188	2,71	Estonia	10	0,14
Switzerland	109	1,57	Hong Kong	10	0,14
Australia	99	1,43	Saudi Arabia	10	0,14
Netherlands	95	1,37	Ukraine	10	0,14
Japan	94	1,35	Egypt	8	0,12
Belgium	92	1,33	Honduras	8	0,12
Sweden	90	1,30	Iran (Islamic Republic Of)	8	0,12
Cuba	83	1,20	Nigeria	8	0,12
Russian Federation	70	1,01	Dominican Republic	7	0,10
Uruguay	64	0,92	Philippines	7	0,10
India	61	0,88	Slovakia	7	0,10
Peru	57	0,82	Cameroon	6	0,09
Portugal	50	0,72	Madagascar	6	0,09
Hungary	49	0,71	Bangladesh	5	0,07
Puerto Rico	49	0,71	Bulgaria	5	0,07
Costa Rica	47	0,68	El Salvador	5	0,07
Poland	44	0,63	Malaysia	5	0,07
Israel	42	0,61	Nicaragua	5	0,07
Panama	38	0,55	United Arab Emirates	5	0,07
Ecuador	36	0,52	Bermuda	4	0,06
Korea, Republic Of	34	0,49	Georgia	4	0,06
Austria	32	0,46	Guadeloupe	4	0,06
Bolivia	32	0,46	Haiti	4	0,06
China	32	0,46	Lebanon	4	0,06
South Africa	27	0,39	Mali	4	0,06
Romania	26	0,37	Oman	4	0,06
Finland	24	0,35	Senegal	4	0,06
Morocco	22	0,32	Singapore	4	0,06
Norway	21	0,30	Tunisia	4	0,06
Denmark	20	0,29	Viet Nam	4	0,06
Trinidad and Tobago	20	0,29	Burkina Faso	3	0,04
Turkey	18	0,26	Ghana	3	0,04
Greece	17	0,24	Tanzania, United Republic Of	3	0,04
New Zealand	17	0,24	Central African Republic	2	0,03

**CAPÍTULO 15. ANEXOS**

País	Ncolinter	Tcolinter	País	Ncolinter	Tcolinter
Ethiopia	2	0,03	Brunei Darussalam	1	0,01
Guyana	2	0,03	Comoros	1	0,01
Iceland	2	0,03	Cote D'ivoire	1	0,01
Jamaica	2	0,03	Croatia (Local Name: Hrvatska)	1	0,01
Latvia	2	0,03	French Guiana	1	0,01
Mongolia	2	0,03	Gabon	1	0,01
Palestinian Territory, Occupied	2	0,03	Macedonia, The Former Yugoslav Republic Of	1	0,01
Sri Lanka	2	0,03	Malawi	1	0,01
Uganda	2	0,03	Mauritius	1	0,01
Algeria	1	0,01	Namibia	1	0,01
Andorra	1	0,01	Qatar	1	0,01
Armenia	1	0,01	Reunion	1	0,01
Azerbaijan	1	0,01	Sudan	1	0,01
Barbados	1	0,01	Syrian Arab Republic	1	0,01
Belize	1	0,01	Zimbabwe	1	0,01

COLOMBIA

Tabla 12.2. Recursos humanos en I+D (1996-2005)

	Investigadores	Personal	Investigadores 1000/PEA	%investigadores/ personal
1996	2668	3840	0,19	69,48
1997	2866	4110	0,20	69,73
1998	3070	4472	0,21	68,65
1999	3234	4764	0,23	67,88
2000	3374	4779	0,23	70,60
2001	3136	7634	0,16	41,08
2002	3539	10292	0,18	34,39
2003	4829	11481	0,24	42,06
2004	6091	12651	0,31	48,15
2005	6239	13214	0,32	47,22

Tabla 12.3. Producción total 1996-2007

	Ndoc	%Mundo	% Region
1996	506	0,05	2,32
1997	588	0,05	2,36
1998	563	0,05	2,12
1999	636	0,06	2,23
2000	739	0,06	2,49
2001	675	0,05	2,24
2002	783	0,06	2,34
2003	970	0,07	2,51
2004	1.020	0,07	2,5
2005	1.263	0,08	2,77
2006	1.616	0,09	3,03
2007	1.709	0,10	3,3

Tabla 12.4 Distribución anual de la producción por áreas temáticas

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	%
Agricultural	110	126	110	131	112	136	148	174	187	220	295	264	2013	12,16
Arts	2	2			1		1		3	2	5	11	27	0,16
Biochemistry	76	68	59	59	78	72	113	156	137	146	196	251	1411	8,52
Business	2	5	2	4	2	6	4	5	5	10	15	15	75	0,45
Chemical	17	16	17	19	28	23	20	30	35	54	58	77	394	2,38
Chemistry	30	44	52	38	61	56	67	62	79	75	95	116	775	4,68
Computer	7	8	9	10	17	8	16	41	38	43	49	78	324	1,96
Decision	1	2		3	4	2	5	5	1	10	13	9	55	0,33
Dentistry	3	1	3	6	9	8	5	8	8	12	16	21	100	0,60
Earth	29	50	20	28	35	29	40	34	35	51	66	59	476	2,88
Economics	2	3	8	4	3	6	5	14	10	15	13	25	108	0,65
Energy	16	21	21	20	23	18	25	18	20	20	14	32	248	1,50
Engineering	30	31	29	44	46	53	61	90	164	150	127	123	948	5,73
Environmental	35	33	45	39	37	44	49	44	54	63	84	108	635	3,84
Health	2	4	4	6	9	6	3	5	10	8	15	20	92	0,56
Immunology	53	56	75	82	71	51	76	87	82	99	147	121	1000	6,04
Materials	22	36	45	43	104	54	56	66	69	86	115	107	803	4,85
Matemathics	12	25	29	37	43	40	44	73	53	62	83	102	603	3,64
Medicine	155	156	145	170	177	188	205	257	238	335	509	555	3090	18,67
Neuroscience	10	10	12	9	14	8	12	17	22	27	24	39	204	1,23
Nursing	1	1	2	4	6	5	2	3	3	8	17	15	67	0,40
Pharmacology	17	24	24	16	23	24	33	40	32	33	47	45	358	2,16
Physics	68	104	118	114	179	115	118	165	203	202	265	202	1853	11,20
Psychology	9	11	12	15	17	12	13	22	20	25	34	95	285	1,72
Social	16	28	18	25	31	29	32	43	30	62	53	66	433	2,62
Veterinary	9	5	11	10	11	13	15	18	16	16	23	28	175	1,06

Tabla 12.5 Distribución porcentual de la producción por áreas temáticas

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP
Agricultural	14,99	14,48	12,64	14,00	9,82	13,52	12,67	11,78	12,03	12,00	12,41	10,22	-16,29
Arts	0,27	0,23			0,09		0,09		0,19	0,11	0,21	0,43	-25,97
Biochemistry	10,35	7,82	6,78	6,30	6,84	7,16	9,67	10,56	8,82	7,96	8,24	9,71	-19,34
Business	0,27	0,57	0,23	0,43	0,18	0,60	0,34	0,34	0,32	0,55	0,63	0,58	54,00
Chemical	2,32	1,84	1,95	2,03	2,45	2,29	1,71	2,03	2,25	2,94	2,44	2,98	-2,00
Chemistry	4,09	5,06	5,98	4,06	5,35	5,57	5,74	4,20	5,08	4,09	3,99	4,49	17,61
Computer	0,95	0,92	1,03	1,07	1,49	0,80	1,37	2,78	2,45	2,34	2,06	3,02	77,17
Decision	0,14	0,23		0,32	0,35	0,20	0,43	0,34	0,06	0,55	0,55	0,35	134,03
Dentistry	0,41	0,11	0,34	0,64	0,79	0,80	0,43	0,54	0,51	0,65	0,67	0,81	36,97
Earth	3,95	5,75	2,30	2,99	3,07	2,88	3,42	2,30	2,25	2,78	2,78	2,28	-22,47
Economics	0,27	0,34	0,92	0,43	0,26	0,60	0,43	0,95	0,64	0,82	0,55	0,97	119,44
Energy	2,18	2,41	2,41	2,14	2,02	1,79	2,14	1,22	1,29	1,09	0,59	1,24	-21,58
Engineering	4,09	3,56	3,33	4,70	4,03	5,27	5,22	6,09	10,55	8,18	5,34	4,76	32,80
Environmental	4,77	3,79	5,17	4,17	3,24	4,37	4,20	2,98	3,47	3,44	3,53	4,18	-17,31
Health	0,27	0,46	0,46	0,64	0,79	0,60	0,26	0,34	0,64	0,44	0,63	0,77	92,62
Immunology	7,22	6,44	8,62	8,76	6,22	5,07	6,51	5,89	5,28	5,40	6,18	4,68	-11,98
Materials	3,00	4,14	5,17	4,59	9,11	5,37	4,79	4,47	4,44	4,69	4,84	4,14	63,35
Matemathics	1,63	2,87	3,33	3,95	3,77	3,98	3,77	4,94	3,41	3,38	3,49	3,95	116,52
Medicine	21,12	17,93	16,67	18,16	15,51	18,69	17,55	17,40	15,32	18,27	21,40	21,48	-13,38
Neuroscience	1,36	1,15	1,38	0,96	1,23	0,80	1,03	1,15	1,42	1,47	1,01	1,51	-11,55
Nursing	0,14	0,11	0,23	0,43	0,53	0,50	0,17	0,20	0,19	0,44	0,71	0,58	158,75
Pharmacology	2,32	2,76	2,76	1,71	2,02	2,39	2,83	2,71	2,06	1,80	1,98	1,74	-2,66
Physics	9,26	11,95	13,56	12,18	15,69	11,43	10,10	11,17	13,06	11,01	11,14	7,82	24,49
Psychology	1,23	1,26	1,38	1,60	1,49	1,19	1,11	1,49	1,29	1,36	1,43	3,68	25,83
Social	2,18	3,22	2,07	2,67	2,72	2,88	2,74	2,91	1,93	3,38	2,23	2,55	20,36
Veterinary	1,23	0,57	1,26	1,07	0,96	1,29	1,28	1,22	1,03	0,87	0,97	1,08	-12,70

Tabla 12.6 Distribución porcentual por áreas temáticas a nivel nacional y mundial

Ranking	Áreas	%Colombia	Ranking	Áreas	%Mundo
1	Medicine	18,61	1	Medicine	20,42
2	Agricultural	12,12	2	Engineering	11,45
3	Physics	11,16	3	Biochemistry	9,19
4	Biochemistry	8,50	4	Physics	7,83
5	Immunology	6,02	5	Chemistry	5,31
6	Engineering	5,71	6	Materials	5,27
7	Materials	4,84	7	Agricultural	5,00
8	Chemistry	4,67	8	Computer	3,42
9	Environmental	3,82	9	Earth	3,23
10	Mathematics	3,63	10	Chemical	3,13
11	Earth	2,87	11	Social	3,00
12	Social	2,61	12	Environmental	2,92
13	Chemical	2,37	13	Pharmacology	2,81
14	Pharmacology	2,16	14	Mathematics	2,73
15	Computer	1,95	15	Immunology	2,63
16	Psychology	1,72	16	Neuroscience	2,21
17	Energy	1,49	17	Psychology	1,44
18	Neuroscience	1,23	18	Business	1,39
19	Veterinary	1,05	19	Energy	1,34
20	Economics	0,65	20	Health	1,12
21	Dentistry	0,60	21	Nursing	0,89
22	Health	0,55	22	Veterinary	0,75
23	Business	0,45	23	Economics	0,71
24	Nursing	0,40	24	Dentistry	0,39
25	Decision	0,33	25	Decision	0,35
26	Arts	0,16	26	Arts	0,30

Figura 12.12. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 1996-2001

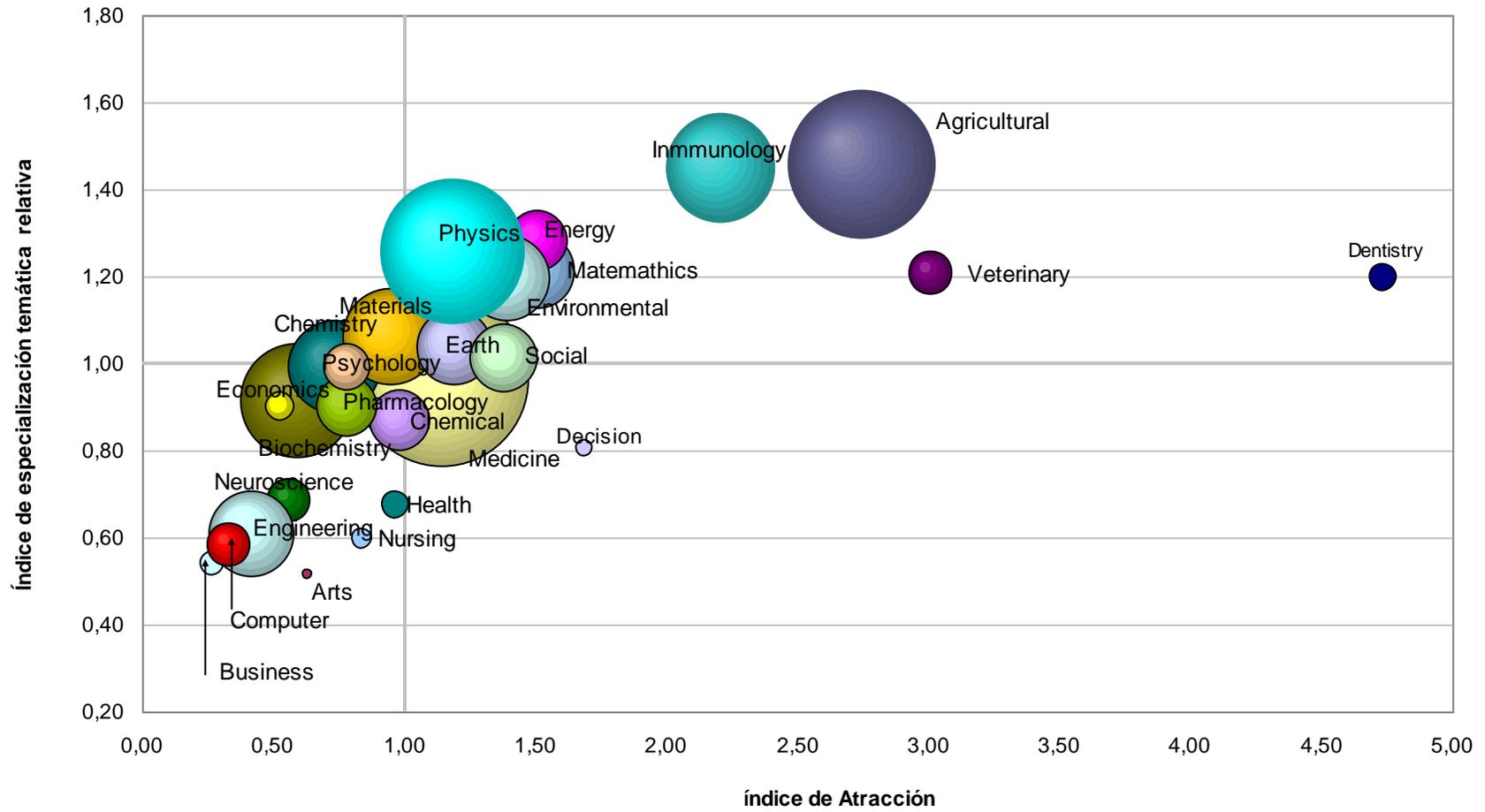


Figura 12.13. Distribución de las áreas en relación al IER e IA y total de producción 2002-2007

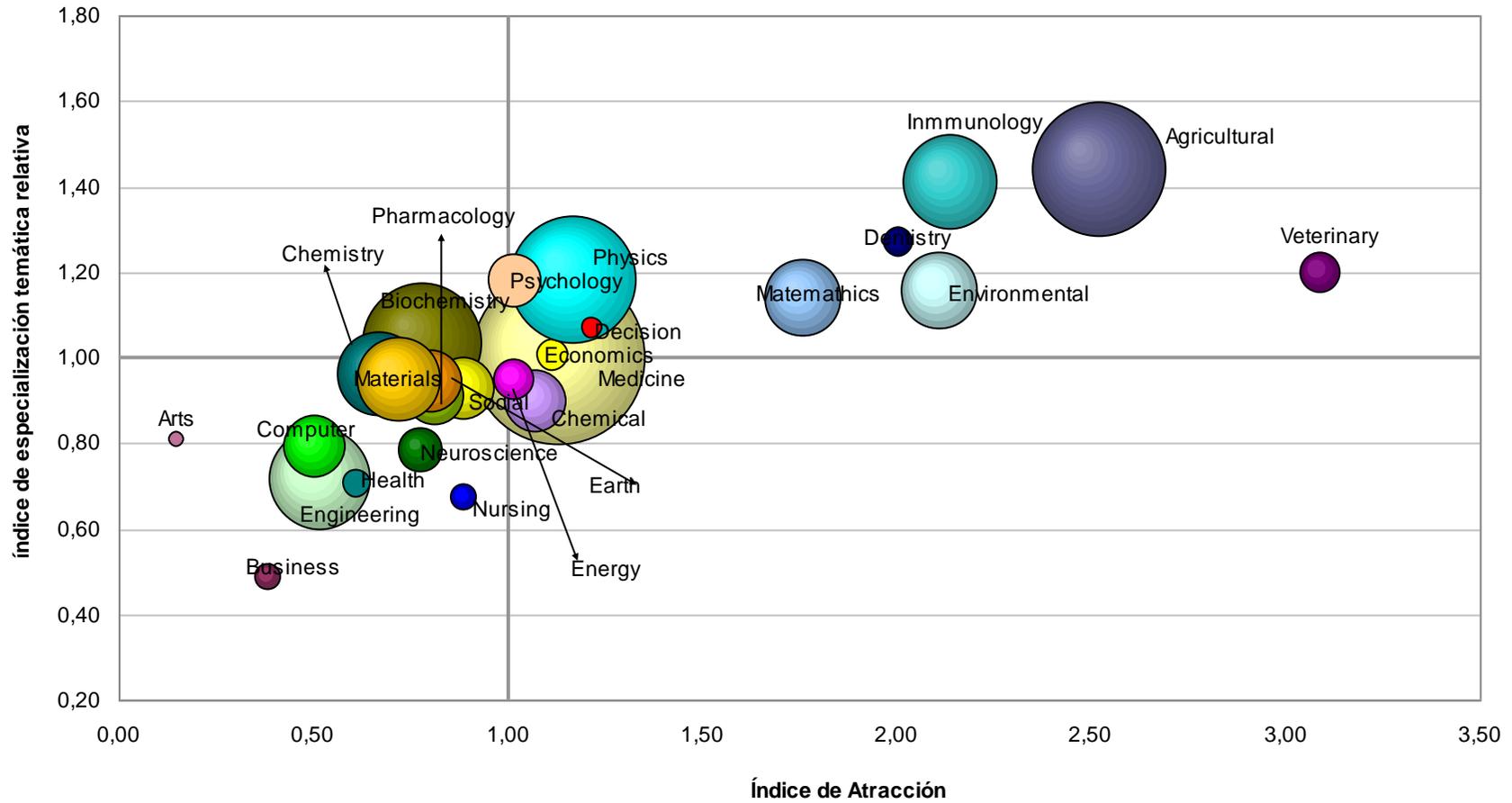


Tabla 12.7. Distribución anual del número total de colaboraciones por regiones

Región	Ncolinter	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	%
Western Europe	3163	111	146	146	177	198	164	193	310	323	424	472	499	47,53
Latin America	1938	87	100	115	112	125	101	97	138	181	236	303	343	29,12
Northern America	2449	132	154	133	165	156	119	144	218	235	294	339	360	36,80
Asiatic Region	558	23	22	32	33	24	17	32	45	50	90	90	100	8,38
Eastern Europe	338	15	20	29	26	24	22	15	20	26	53	39	49	5,08
Pacific Region	184	5	11	9	9	15	6	9	17	17	17	28	41	2,76
Southern Africa	126	6	4	9	5	6	8	6	13	8	16	25	20	1,89
Middle East	103	7	2	2	8	7	1	5	14	5	12	13	27	1,55
Central Africa	72	2	3	4	3	4	3	4	7	4	7	12	19	1,08
Northern Africa	13			1	1	2		1	1		3	3	1	0,20

Tabla 12.8. Distribución anual porcentual de las colaboraciones por regiones

Región	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TVP
Western Europe	28,61	31,60	30,42	32,84	35,29	37,19	38,14	39,59	38,04	36,81	35,65	34,20	19,55
Latin America	22,42	21,65	23,96	20,78	22,28	22,90	19,17	17,62	21,32	20,49	22,89	23,51	4,85
Northern America	34,02	33,33	27,71	30,61	27,81	26,98	28,46	27,84	27,68	25,52	25,60	24,67	-27,47
Asiatic Region	5,93	4,76	6,67	6,12	4,28	3,85	6,32	5,75	5,89	7,81	6,80	6,85	15,62
Eastern Europe	3,87	4,33	6,04	4,82	4,28	4,99	2,96	2,55	3,06	4,60	2,95	3,36	-13,13
Pacific Region	1,29	2,38	1,88	1,67	2,67	1,36	1,78	2,17	2,00	1,48	2,11	2,81	118,07
Southern Africa	1,55	0,87	1,88	0,93	1,07	1,81	1,19	1,66	0,94	1,39	1,89	1,37	-11,35
Middle East	1,80	0,43	0,42	1,48	1,25	0,23	0,99	1,79	0,59	1,04	0,98	1,85	2,58
Central Africa	0,52	0,65	0,83	0,56	0,71	0,68	0,79	0,89	0,47	0,61	0,91	1,30	152,64
Northern Africa			0,21	0,19	0,36		0,20	0,13		0,26	0,23	0,07	-67,10

Tabla 12.9. Distribución de la producción internacional por países colaboradores

País	Ncolinter	Tcolinter	País	Ncolinter	Tcolinter
United States	2266	34,05	Philippines	26	0,39
Spain	1168	17,55	Guatemala	22	0,33
United Kingdom	789	11,86	Cambodia	21	0,32
Brazil	739	11,10	Hungary	19	0,29
France	654	9,83	Nicaragua	19	0,29
Mexico	579	8,70	Ukraine	19	0,29
Germany	501	7,53	Singapore	18	0,27
Argentina	418	6,28	Honduras	17	0,26
Canada	344	5,17	Hong Kong	17	0,26
Netherlands	278	4,18	Turkey	17	0,26
Switzerland	259	3,89	Paraguay	16	0,24
Chile	237	3,56	Indonesia	15	0,23
Russian Federation	223	3,35	Uganda	15	0,23
India	222	3,34	Dominican Republic	14	0,21
Venezuela	222	3,34	Malaysia	13	0,20
Italy	202	3,04	Pakistan	13	0,20
Sweden	202	3,04	Greece	12	0,18
Korea, Republic Of	163	2,45	Taiwan	12	0,18
Australia	152	2,28	Ghana	11	0,17
China	151	2,27	Tanzania, United Republic Of	10	0,15
Ecuador	147	2,21	Zimbabwe	10	0,15
Belgium	143	2,15	Papua New Guinea	9	0,14
Japan	141	2,12	Slovenia	9	0,14
Peru	119	1,79	Bangladesh	8	0,12
Cuba	113	1,70	Egypt	8	0,12
Poland	96	1,44	Lao People's Democratic Republic	8	0,12
Costa Rica	95	1,43	Lebanon	8	0,12
Czech Republic	81	1,22	Sri Lanka	8	0,12
Israel	75	1,13	Cameroon	7	0,11
Ireland	69	1,04	Iran (Islamic Republic Of)	7	0,11
Puerto Rico	66	0,99	Slovakia	7	0,11
Portugal	54	0,81	Algeria	6	0,09
Austria	53	0,80	Belarus	6	0,09
Denmark	53	0,80	Burkina Faso	6	0,09
South Africa	53	0,80	Ethiopia	6	0,09
Uruguay	50	0,75	Kuwait	6	0,09
Finland	46	0,69	Iceland	5	0,08
Nigeria	45	0,68	Lithuania	5	0,08
Kenya	44	0,66	Malawi	5	0,08
Bolivia	43	0,65	Romania	5	0,08
Panama	43	0,65	Saudi Arabia	5	0,08
Viet Nam	41	0,62	Trinidad and Tobago	5	0,08
Norway	36	0,54	Tunisia	5	0,08
Thailand	35	0,53	Armenia	4	0,06
New Zealand	28	0,42	Bulgaria	4	0,06

## CAPÍTULO 15. ANEXOS

País	Ncolinter	Tcolinter	País	Ncolinter	Tcolinter
El Salvador	4	0,06	Sierra Leone	2	0,03
Fiji	4	0,06	Bahamas	1	0,02
Georgia	4	0,06	Botswana	1	0,02
Nepal	4	0,06	British Indian Ocean Territory	1	0,02
Senegal	4	0,06	Brunei Darussalam	1	0,02
Syrian Arab Republic	4	0,06	Cook Islands	1	0,02
Belize	3	0,05	Cyprus	1	0,02
Benin	3	0,05	Estonia	1	0,02
Croatia (Local Name: Hrvatska)	3	0,05	French Polynesia	1	0,02
Gambia	3	0,05	Guyana	1	0,02
Guadeloupe	3	0,05	Kazakhstan	1	0,02
Jamaica	3	0,05	Latvia	1	0,02
Mauritius	3	0,05	Macedonia, The Former Yugoslav Republic Of	1	0,02
Mongolia	3	0,05	Mali	1	0,02
Rwanda	3	0,05	Malta	1	0,02
Zambia	3	0,05	Micronesia, Federated States Of	1	0,02
Albania	2	0,03	Moldova, Republic Of	1	0,02
Barbados	2	0,03	Myanmar	1	0,02
Congo, Republic Of	2	0,03	Saint Lucia	1	0,02
Haiti	2	0,03	Saint Vincent and The Grenadines	1	0,02
Jordan	2	0,03	Samoa	1	0,02
Madagascar	2	0,03	Sudan	1	0,02
Morocco	2	0,03	Swaziland	1	0,02
Netherlands Antilles	2	0,03	United Arab Emirates	1	0,02
New Caledonia	2	0,03	Virgin Islands (British)	1	0,02
Oman	2	0,03			

**LISTADO DE PAÍSES DE LAC Y CODIFICACIÓN ISO**

País	Código	País	Código
Antigua and Barbuda	AG	Guyana	GY
Anguilla	AI	Honduras	HN
Netherlands Antilles	AN	Haiti	HT
Argentina	AR	Jamaica	JM
Aruba	AW	Saint Kitts and Nevis	KN
Barbados	BB	Cayman Islands	KY
Bermuda	BM	Saint Lucia	LC
Bolivia	BO	Martinique	MQ
Brazil	BR	Montserrat	MS
Bahamas	BS	Mexico	MX
Belize	BZ	Nicaragua	NI
Chile	CL	Panama	PA
Colombia	CO	Peru	PE
Costa Rica	CR	Puerto Rico	PR
Cuba	CU	Paraguay	PY
Dominica	DM	Suriname	
Dominican Republic	DO	El Salvador	SV
Ecuador	EC	Turks and Caicos Islands	TC
Falkland Islands (Malvinas)	FK	Trinidad and Tobago	TT
Grenada	GD	Uruguay	UY
French Guiana	GF	Saint Vincent and The Grenadines	VC
Guadeloupe	GP	Venezuela	VE
South Georgia and The South Sandwich Islands	GS	Virgin Islands (British)	VG
Guatemala	GT	Virgin Islands (U.S.)	VI

**LISTADO DE REGIONES GEOGRÁFICAS**

Western Europe  
 Northern America  
 Asiatic Region  
 Eastern Europe  
 Latin America  
 Pacific Region  
 Middle East  
 Southern Africa  
 Northern Africa  
 Central Africa



**ABREVIATURAS**

<b>SIGLA</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>
ACT	Actividades de Ciencia y Tecnología
ANPCyT	Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica
CINVESTAV	Instituto Politécnico Nacional
CNCyT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CNEA	Comisión Nacional de Energía Atómica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COFECyT	Consejo Federal de Ciencia y Tecnología
COLCIENCIAS	Instituto Colombiano para el Desarrollo de Ciencia y Tecnología “Francisco José de Caldas
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONICET	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas
CONICIT	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas
CONICYT	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica
CORFO	Corporación de Fomento a la Producción
CORPOICA	Centro de Excelencia en Genómica y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
CYTED	Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología
EJC	Equivalencia a Jornada Completa
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FCCyT	Foro Consultivo Científico y Tecnológico
FDI	Fondo de Desarrollo de Innovación
FDI	Fondo de Desarrollo de Innovación
FECYT	Fundación Española de Ciencia y Tecnología
FINEP	Financiadora de Estudios e Projetos

FONACIT	Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
FONARSEC	Fondo Argentino Sectorial
FONCYT	Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica
FONDAP	Programa Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación
FONDECYT	Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico
FONDEF	Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico
FONTAR	Fondo Tecnológico Argentino
FONTEC	Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico
FONTEC	Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico
FUNDACITE	Fundaciones para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología
GACTEC	Gabinete Científico y Tecnológico
GIDE	Gasto en Investigación y Desarrollo
I+D	Investigación y Desarrollo
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial
IPN	Instituto Politécnico Nacional
ISI	Institute for Scientific Information
ITESM	Tecnológico de Monterrey
IVIC	Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
JCR	Journal Citation Report
LAC	América Latina y el Caribe
LUZ	Universidad del Zulia
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia (Brasil)
MINCYT	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva
MPPCTII	Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias
NSF	National Science Foundation
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OCyT	Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

OPSFL	Organismos Públicos sin Fines de Lucro
PEA	Población Económicamente Activa
PECyT	Programa Especial de Ciencia y Tecnología
PED	Países en Desarrollo
PIB	Producto Interior Bruto
PUC	Pontificia Universidad Católica de Chile
PUCV	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
PUJ	Pontificia Universidad Javeriana
Red VT	Red de vinculación Tecnológica
RICYT	Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología
SJR	SCImago Journal Rank
SNCTI	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
TLC	Tratado de Libre Comercio
UACH	Universidad Austral de Chile
UAEM	Universidad Autónoma del Estado de Morelos
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
UCHILE	Universidad de Chile
UCN	Universidad Católica del Norte
UCV	Universidad Central de Venezuela
UDC	Universidad de Carabobo
UdeA	Universidad de Antioquia
UdeC	Universidad de Concepción
UDG	Universidad de Guadalajara
UDO	Universidad de Oriente
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPR	Universidade Federal do Parana
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRO	Universidad de la Frontera

UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCAR	Universidade Federal de Sao Carlos
UGTO	Universidad de Guanajuato
UIS	Unesco Institute For Statistics
ULA	Universidad de los Andes (Venezuela)
UNAL	Universidad Nacional de Colombia
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura
UNESP	Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho
Uniandes	Universidad de los Andes (Colombia)
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIFESP	Universidade Federal de Sao Paulo
Univalle	Universidad del Valle
USACH	Universidad de Santiago de Chile
USB	Universidad Simón Bolívar
USM	Universidad Técnica Federico Santa María
USP	Universidad de Sao Paulo
Utalca	Universidad de Talca
WOS	Web of Science



Granada, diciembre 2010





Granada, diciembre 2010

