

Revisión

Evolución de la producción científica de Argentina en microbiología entre los años 1987 y 2009

RECIBIDO: 15/04/10
ACEPTADO: 20/07/10

Gamarra, S.¹ • García-Effrón, G.²

¹ Cátedra de Micología y Laboratorio. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria, Paraje El Pozo, S3000ZAA, Santa Fe, Argentina. Teléfono: 0342-4575209 int. 135. E-mail: sgamarra@fcb.unl.edu.ar

² Cátedra de Parasitología y Micología. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria, Paraje El Pozo, S3000ZAA, Santa Fe, Argentina. Teléfono: 0342-4575209 int. 135. E-mail: ggarcia@unl.edu.ar

RESUMEN: Se analizó cualitativamente y cuantitativamente la evolución de la producción científica Argentina en microbiología entre los años 1987 y 2009, utilizando parámetros bibliométricos. Se evaluó la producción absoluta y relativa, el impacto y la distribución geográfica. Se determinó que existió un aumento constante del número de documentos publicados por autores argentinos, las Universidades Nacionales y el CONICET tuvieron el mayor factor de impacto mientras que los Hospitales y las Instituciones privadas tuvieron una muy baja producción científica. La investigación en microbiología se concentró en la provincia de Buenos Aires y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires con un importante aporte de provincias como Córdoba, Tucumán, Neuquén y Santa Fe. El microorganismo más estudiado

fue *Trypanosoma cruzi* y las áreas más desarrolladas fueron microbiología veterinaria, de los alimentos y ambiental.

PALABRAS CLAVE: Bibliometría. Microbiología. Argentina.

SUMMARY: The quantity and quality of the published research in microbiology by Argentinean authors from 1987 to 2009, was estimated employing bibliometric parameters. The absolute and relative production, the impact, and the geographic distribution were determined. It was established that the Argentinean scientific production in microbiology showed a constant increase. It was also found that the National Universities and the CONICET had the publications with the highest impact factors while the Argentinean Hospitals and private institutions had very low production and influence in the microbiology research.

The Buenos Aires province and Buenos Aires autonomic city were the most productive regions with a remarkable influence of Cordoba, Tucuman, Neuquen and Santa Fe provinces. The most studied

microorganism was *Trypanosoma cruzi* and the more developed areas were veterinary, alimentary and environmental microbiology.

KEYWORDS: Bibliometry, Microbiology, Argentina.

Introducción:

Los estudios bibliométricos son análisis científicos, estadísticos y cuantitativos a partir de los que se puede precisar entre otros: el crecimiento y evolución cronológica de cualquier campo de la ciencia; la vida media de un tema específico siguiendo el número de las referencias; la productividad de países, regiones, instituciones o autores midiendo el número y el impacto de sus publicaciones; las colaboraciones entre científicos e instituciones y el impacto de las publicaciones midiendo el número de citas que recibe (1, 2).

En un comienzo, este tipo de estudios se limitaron al análisis de un pequeño número de muestras para posteriormente convertirse en grandes estudios ayudados por la aparición de bases de datos electrónicas y por la publicación de artículos sobre el tema en revistas muy importantes como Science en la década de 1960 (3, 4). Actualmente se los considera herramientas útiles para establecer o modificar políticas en ciencia y tecnología (5, 6). Por esto están siendo demandados por parte de la comunidad científica y de diferentes organismos gubernamentales. Así, la mayoría de los países desarrollados elaboran sistemas de indicadores tales como: "Science & Engineering Indicators" (EEUU), Observatorio de la ciencia y la tecnología (Francia) (<http://www.obs-ost.fr/>), los World Science Report (UNESCO) o los indicadores de la Red Iberoamericana de Ciencia y Técnica (RICYT) (<http://www.ricyt.edu.ar/>).

En Argentina se han realizado estudios bibliométricos para evaluar la productividad de los científicos argentinos en odontología (7, 8), bioquímica y fisiología (9), oftalmología (10) y gastroenterología (11). Sin embargo, a pesar de la importancia sanitaria y económica que tiene la microbiología solo se han realizado estudios bibliométricos parciales de la productividad de los científicos argentinos en esta área. Por esta razón nos planteamos el objetivo de ofrecer una información estructurada sobre la producción científica de los investigadores argentinos en el área de la microbiología a nivel nacional e internacional. En particular se determinará: el volumen de la producción científica de las distintas áreas temáticas, su evolución temporal durante 23 años, las áreas temáticas de más interés, la distribución geográfica y el impacto de la producción científica Argentina.

Material y métodos

Conformación de la base de datos y estrategia de búsqueda.

Se utilizó la base de datos MEDLINE – PUBMED (www.pubmed.org). Esta base de datos reúne más de 4500 revistas de más de 70 países y recoge únicamente la dirección institucional del primer autor. La búsqueda de artículos se realizó utilizando el motor de búsqueda de Pubmed y aplicando la siguiente estrategia:

("1987/01/01" [Publication Date] : "2009/12/31" [Publication Date]) AND

(argentina [Affiliation] AND (microb* [Text Word] or virol*[text word] or bacterio*[Text Word] or parasit*[Text Word] or mycol*[text word] or micol*[text word] or retrovir*[text word])). Los artículos publicados anticipadamente en su forma electrónica (*e-pub ahead of print*) fueron considerados como pertenecientes al año en que se publicaron electrónicamente.

Después de obtener los resultados, estos fueron depurados excluyéndose:

1. Los trabajos en el que el tema del documento no fuera sobre microbiología, como por ejemplo trabajos de genética donde se utilizaron microorganismos como herramientas.

2. Los trabajos que trataran solo sobre vectores de infecciones o ectoparásitos como por ejemplo sobre pediculosis.

3. Documentos de autores no argentinos pero que en algún lugar la filiación figuraba la palabra Argentina como por ejemplo laboratorios Mexicanos cuyos edificios están ubicados en la calle Argentina.

4. Documentos de autores no argentinos publicados en revistas argentinas.

Tratamiento de los datos

Los datos obtenidos se almacenaron en el programa Microsoft Excel®. Esta base de datos incluía: año de publicación, tema del documento, lugar de trabajo del primer firmante, nombre, país e idioma de la revista y tipo de publicación. A partir de los datos anteriores se añadieron otros campos como el sector institucional del lugar de trabajo (Universidad, Hospital, etc) y la ubicación geográfica de la institución firmante. El factor de impacto (FI) de las revistas que lo poseían se obtuvo de la publicación Journal Citation Reports de Thomson Scientific y se añadió a la base de datos.

Las distintas instituciones se agruparon en uno de los siguientes cuatro sectores: Universidad, Hospital, Institutos de Investigación y Referencia (incluyendo el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y otros institutos) y Centros e instituciones privadas. En los documentos en los que figuraba más de una institución, el documento se adscribió a la primera en ser listada (por ej. Si el primer Centro era una Universidad y posteriormente aparecía CONICET, el documento se adscribió a la categoría de Universidad). Los trabajos también fueron clasificados según el área de la microbiología en los que estaban incluidos siguiendo la clasificación temática de los libros de texto de microbiología. Así cada documento se separó en una de las siguientes cinco categorías: bacteriología (incluyendo micobacterias, *Chlamydia* spp. y *Rickettsia* spp.), micología, parasitología, virología y otros. En la última categoría se incluyeron documentos que no pudieron clasificarse en ninguna de las categorías anteriores por ej estudios epidemiológicos de infecciones respiratorias que incluían bacterias, hongos y virus. Además, cada una de las categorías anteriores fueron divididas según su tema particular en:

1. Casos clínicos: Incluyendo descripciones de casos particulares y sintomatología clínica.

2. Alimentos: En esta categoría se agruparon todos los documentos que incluían contaminación microbiana de alimentos, toxinas microbianas, fermentos lácticos y microbiología de alimentos.

3. Microbiología ambiental y veterinaria.

4. Revisiones.

5. Mecanismo de acción y resistencia de antibióticos.

6. Modelos animales y estudios de virulencia.

7. Ensayos clínicos.

8. Métodos diagnósticos.

9. Tratamiento antimicrobiano y pruebas de sensibilidad.

10. Epidemiología y casuística.

11. Genética y proteómica.

12. Otros. Donde se incluyeron todos los trabajos que no podían incluirse en ninguna de las categorías anteriores por ej. Medios de cultivos, taxonomía, fisiología y bioquímica microbiana, etc.

Indicadores bibliométricos estudiados.

Se determinó la productividad absoluta, relativa e impacto de la investigación en microbiología. La productividad absoluta se estableció por área de la microbiología, año, área geográfica y por tipo de institución. Para esto se dividió al país en 5 regiones geográficas: (i) Región Pampeana incluyendo a las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y La Pampa y a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (ii) Región Noroeste: provincias de Catamarca, Jujuy, La Rioja, Tucumán, Salta y Santiago del Estero (iii) Región Noreste: provincias de Misiones, Corrientes, Entre Ríos, Formosa y Chaco (iv) Cuyo: San Luis, San Juan y Mendoza y (v) Patagonia: Río Negro, Neuquén, Chubut, Santa Cruz, Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. La productividad relativa (número de documentos publicados por millón de habitantes, d/mha) se calculó utilizando los parámetros demográficos publicados en la página web del Insituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) (<http://www.indec.mecon.ar/>).

El impacto de los documentos se estudió utilizando el factor de impacto (FI) de la revista donde fue publicado. Este parámetro es un valor numérico publicado anual-

mente por el "Institute for Scientific Information" (ISI) que se basa en el número de veces que las revistas del ISI han citado durante un año los artículos publicados por una revista determinada durante los dos años anteriores (12). Así, el FI de una revista varía de año a año. Para establecer el FI de una determinada revista entre los años 1987 y 2009 se utilizó el promedio anual del FI (PFI). Para determinar el impacto de los documentos producidos en una institución, provincia o región, se utilizó la sumatoria del PFI (Σ PFI) y el FI medio (FIM) que es la media aritmética de los FI de los documentos analizados. La Σ PFI se puede definir como $(\Sigma n_i \cdot PFI_i)$ (2, 7) donde n es el número de documentos publicados en la revista i y PFI es el factor de impacto promedio de la revista i durante los años analizados. Este parámetro permite apreciar el impacto total de la producción de una institución o región. Por otro lado se utilizó el FI relativo (FIR) que se define como el cociente entre el FIM de una institución o región y el FIM de la producción científica total de Argentina en microbiología. De este modo una institución con un FIR > 1 indica que los investigadores de esa institución publicaron en revistas de mayor FI que la media del resto de las instituciones Argentinas. Por otro lado, una institución con un Σ PFI mayor que otra indica que los investigadores de la primera publicaron en revistas con un mayor PFI, un número mayor de artículos o ambos.

La clasificación (ranking) de las revistas según sus disciplinas de estudio (JRD index: Journal Ranking within the discipline) se calculó con la siguiente fórmula: $JRD = 1 - (n - 1)/N$, donde n es el número descendiente en la clasificación según la disciplina y N es el número total de revistas incluidas en la disciplina. Los índices de impacto de las revistas

y la clasificación en disciplinas fue obtenida del listado publicado por el ISI (12).

cal Package for the Social Sciences) versión 13.0 (SPSS Inc, Chicago IL, E.E.U.U.).

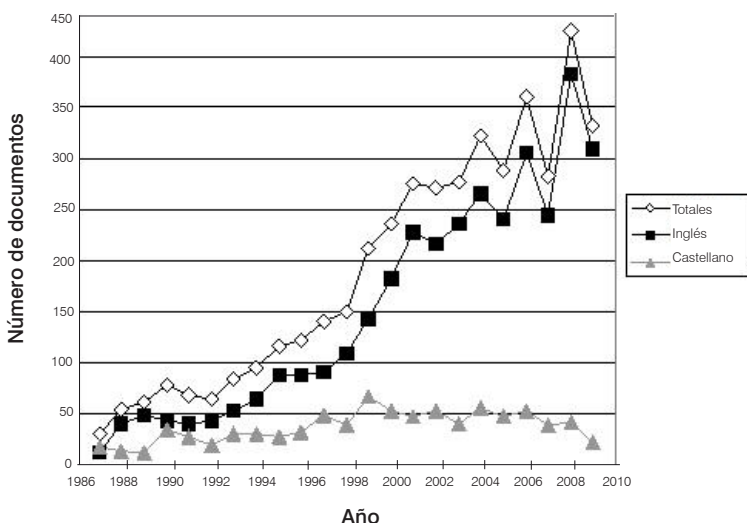
Análisis estadístico.

La tendencia del número de artículos publicados cada año se calculó utilizando el coeficiente de regresión lineal al cuadrado (r^2) y la pendiente de la recta (a). El primer parámetro determina la intensidad de asociación lineal y el segundo cuantifica el incremento anual en el número absoluto de publicaciones. Para la comparación de variables categóricas se utilizó la prueba del Chi cuadrado (χ^2) con la corrección de Yates o la prueba exacta de Fisher cuando no se cumplían sus condiciones de aplicación. Para la comparación de variables cuantitativas se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Kruskal-Wallis (heterogeneidad de varianzas). Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa informático SPSS (Statisti-

Resultados

En el período de 23 años comprendidos entre los años 1987 y 2009 se publicaron en Pubmed 4353 documentos en el área de microbiología con primeros autores de origen argentino. El número total de publicaciones aumentó constante y notoriamente durante los 23 años ($r^2 = 0,93$; $a = 16,56$; $P < 0,001$). Sin embargo se puede dividir la evolución en tres períodos. En los primeros 5 años (1987-1992) el número de publicaciones ascendió lentamente ($r^2 = 0,54$; $a = 6,4$) para posteriormente tener un aumento interanual mucho más marcado ($r^2 = 0,96$; $a = 20,9$) con una meseta entre los años 2001 y 2003. A partir de 2006, el número de publicaciones siguió incrementándose aunque se evidenciaron fluctuaciones interanuales importantes (Figura 1). Además,

Figura 1: Evolución cronológica de la producción científica de las instituciones argentinas en microbiología (en número absoluto de publicaciones).



es notable que desde el año 1992 al 2000 casi se cuadruplicó el número total de publicaciones (de 64 a 236), viéndose una duplicación cada 4 años. De los 4353 documentos publicados, 3482 (80,0 %) se hicieron en inglés, 865 en castellano (19,9 %) y 6 en otros idiomas (0,1 %, 3 en portugués, 1 en francés y 2 en italiano). Se pudo observar que el número de documentos publicados en inglés a lo largo del tiempo aumentó con una tendencia similar al aumento del número total de documentos ($r^2 = 0,95$; $a = 18,6$; $P > 0,05$).

Desde 1987 a 2009 el número de publicaciones en inglés se multiplicó por 10, mientras que el número de documentos en castellano solo se triplicó (Figura 1).

Distribución de las publicaciones por revistas.

Los documentos publicados por autores argentinos sobre microbiología entre los años 1987 y 2009 fueron editados en 678

revistas, de las cuales 8 son de Argentina. Las revistas de editorial no Argentina publicaron el 83,91% del total de los documentos (3654 de 4353 artículos). El número de publicaciones en revistas de editorial Argentina se mantuvo constante durante los años estudiados y al igual que lo descrito anteriormente para el idioma de la publicación, el aumento en el número de documentos se debió al aumento de documentos editados en revistas no argentinas. De los 3654 documentos publicados en revistas de editorial no Argentina 1244 (34,03 %) se publicaron en revistas de origen estadounidense, 750 (20,52 %) en revistas inglesas y 642 (17,57 %) en revistas editadas en Holanda. Un total de 201 documentos fueron publicados en revistas de origen latinoamericano, siendo las de origen brasileño (122 documentos) y chileno (43 documentos) las más elegidas por los microbiólogos argentinos para publicar sus resultados. El 52,03 % del total de los documentos fueron publicados en

Tabla 1: Revistas con mayor número de publicaciones de autores argentinos entre 1987 y 2009.

	Revista	N	%	País de origen	Disciplina ^a	Ranking de www.journal-ranking.com	PFI (JRD) ^b
1	Rev Argent Microbiol	474	10,89	Argentina	NC / NC	NR	SD ^c (NR)
2	Medicina Bs As	170	3,91	Argentina	NC / NC	NR	0,34 (NR)
3	Vet Parastitol	115	2,64	Holanda	Veterinaria / Parasitología	3609	0,83 (0,84)
4	J Parasitol	103	2,37	EEUU	Microbiología / Parasitología	2082	1,21 (0,53)
5	Int J Food Microbiol	76	1,75	Holanda	Alimentación	2591	1,25 (0,94)
6	Rev Iberoam Micol	73	1,68	España	NC	NR	0,44 (NR)
7	J Clin Microbiol	61	1,40	EEUU	Microbiología	1130	2,82 (0,82)
8	J Appl Microbiol	59	1,36	Inglaterra	Microbiología	3143	1,22 (0,54)
9	Mem Inst Oswaldo Cruz	58	1,33	Brasil	NC / Parasitología	3953	0,214 (NR)
10	J Med Virol	55	1,26	EEUU	Microbiología	1298	2,41 (0,76)
11	J Food Prot	49	1,13	EEUU	Alimentación	3327	1,20 (0,93)
12	Vet Microbiol	47	1,08	Holanda	Veterinaria	2648	1,08 (0,96)
13	Fems Microbiol Lett	46	1,06	Inglaterra	Microbiología	1538	1,47 (0,58)
14	Exp Parasitol	45	1,03	EEUU	Parasitología	1083	1,60 (0,63)
15	Infect Immun	43	0,99	EEUU	Infectología	583	3,27 (0,89)
16	Mycopathologia	42	0,96	Holanda	Microbiología / Micología	3822	0,53 (0,55)

17	Enferm Infecc Microbiol Clin	41	0,94	España	NC	5800	0,75 (NR)
18	J Diary Sci	39	0,90	EEUU	Alimentación	2451	1,161 (0,63)
19	Rev Inst Med Trop Sao Paulo	38	0,87	Brasil	NC	NR	0,19 (NR)
20	Lett Appl Microbiol	37	0,85	Inglaterra	Biología / Microbiología	3132	0,91 (0,44)
21	Parasitol Res	35	0,80	Inglaterra	Microbiología / Parasitología	4108	0,99 (0,43)
22	Syst Parasitol	35	0,80	Holanda	Parasitología	4155	0,51 (0,23)
23	J Bacteriol	35	0,80	EEUU	Microbiología	287	3,29 (0,84)
24	Mol Biochem Parasitol	33	0,76	Holanda	Parasitología	528	2,53 (0,80)
25	Arch Virol	32	0,74	Austria	Microbiología / Virología	1613	1,47 (0,59)
26	Methods Mol Biol	31	0,71	EEUU	Bioquímica	NR	0,30 (0,08)
27	Acta Gastroenterol Latinoam	31	0,71	Argentina	NC	NR	SD (NR)
28	Bol Chil Parasitol	31	0,71	Chile	NC	NR	SD (NR)
29	Antimicrob Agent Chemoter	29	0,67	EEUU	Farmacología	972	3,34 (0,93)
30	Appl Environ Microbiol	29	0,67	EEUU	Biología / Biología y Microbiología aplicada	788	2,61 (0,83)
31	Acta Trop	29	0,67	Holanda	NC / Medicina tropical	2366	1,85 (0,67)
32	Int J Parasitol	29	0,67	Inglaterra	NC / Parasitología	1312	3,54 (0,88)
33	J Gen Virol	29	0,67	Inglaterra	Biología / Virología	710	2,77 (0,85)
34	J Ind Microbiol Biotechnol	28	0,64	Inglaterra	Biología / NC	NR	2,09 (0,69)
35	Am J Trop Med Hyg	28	0,64	EEUU	Infectología / Medicina tropical	898	1,68 (0,74)
36	Curr Microbiol	28	0,64	EEUU	Microbiología	3041	1,12 (0,49)
37	Diagn Microbiol Infect Dis	27	0,62	EEUU	NC / Microbiología	2529	2,15 (NR)
38	J Invertebr Pathol	25	0,57	EEUU	NC	NR	1,97 (NR)
39	Rev Latinoam Microbiol	25	0,57	México	NC	NR	SD (NR)
40	Vaccine	25	0,57	Holanda	Infectología / Veterinaria	1780	3,09 (0,75)
	Totales	2265	52,03				

^a Clasificada por Journal Citation Reports de Thomson Scientific / journal-ranking.com.

^b PFI: Promedio del Factor de Impacto. JR: ranking de las revistas según la disciplina. PFI y JRD según la clasificación del Institute for Scientific Information. PFI y JRD entre 1987 y 2009 publicado por Institute for Scientific Information. NR: no "rankeada" por el Institute for Scientific Information o por journal-ranking.com.

^c La Revista Argentina de Microbiología ha sido incorporada al Science Citation Index Expanded (Thomson Scientific) en 2008. Por lo tanto su factor de Impacto se conocerá a partir del año 2010.

NC: No clasificada.

SD: Sin datos.

solo 40 de las 678 revistas (3 argentinas). En la tabla 1 se enumeran estas revistas detallando el país de origen de las mismas, el PFI y el JRD.

Hay que remarcar que durante el período estudiado, microbiólogos argentinos publicaron 15 artículos en 2 de las revistas más importantes que existen en el mundo cien-

tífico, 11 artículos en Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (Proc Natl Acad Sci USA) (PFI: 9,63; JRD: 0,98 incluida en el área de Ciencias Generales) y 4 en Nature (PFI: 15,00; JRD: 0,99 incluida en el área de Ciencias Generales).

Distribución de las publicaciones según el área de la microbiología.

Los trabajos publicados en el área de la microbiología por autores argentinos entre los años 1987 y 2009 fueron clasificados según el área de la microbiología en los que estaban incluidos. Así de los 4353 documen-

tos, 1769 (40,64 %) se pudieron clasificar como pertenecientes al área bacteriología, 1244 (28,58 %) a parasitología, 718 (16,49 %) a virología, 562 (12,91 %) a micología y 60 (1,38%) documentos no pudieron clasificarse en ninguna de las categorías anteriores.

Es de resaltar que a pesar de que virología fue una de las áreas con menor número de documentos publicados, 159 de ellos (22,16 % del total de los artículos sobre virología) se editaron por las revistas incluidas entre las 10 con mayor FI en esta área de la microbiología (12). Por otro lado, y a pesar de que bacteriología fue el área en que se publicaron más documentos, solo 34 de

Tabla 2: Distribución de las publicaciones según el área de la microbiología.

Área	En todas las revistas		Artículos publicados en las diez revistas de mayor FI (9)	
	N	% del total	N	% del total
Bacteriología	1769	40,64	34	0,78
Micología	562	12,91	75	1,72
Parasitología	1244	28,58	97	2,23
Virología	718	16,49	159	3,65
Otros	60	1,38	-	-
Total	4353	100,00	365	8,38

N: número de artículos.

ellos (1,92 % del total de los artículos sobre bacteriología) fueron editados por alguna de las 10 revistas con mayor FI en este área (12) (tabla 2).

Analizando en detalle los documentos publicados por autores argentinos en las distintas áreas de la microbiología se puede destacar el gran número de documentos sobre *Trypanosoma cruzi* publicados entre 1987 y 2009 (585 documentos que representan el 47 % del total del área parasitología). Además el número de publicaciones sobre *T. cruzi* tuvo un aumento constante ($r^2 = 0,87$; $a = 1,45$; $P < 0,001$) durante los

años estudiados acompañando el aumento del número total de publicaciones en parasitología ($r^2 = 0,96$; $a = 4,51$; $P < 0,01$) y marcando la gran influencia del estudio de esta parasitosis endémica en la parasitología Argentina (Figura 2 A). En virología se vio una importante influencia del estudio del Virus Junín entre los años 1988 a 1993 que pasó a casi no tener influencia en el número absoluto de documentos a partir de 1994 ($r^2 = 0,22$; $a = -0,18$; $P < 0,0001$). Desde 1996 el estudio del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) pasó a ser el virus más estudiado por microbiólogos argentinos (Figura

2B) ($r^2 = 0,41$; $a = 0,40$; $P < 0,0001$). En micología el 23,20 % de los documentos publicados por autores argentinos trataron sobre hongos contaminantes de alimentos y/o productores de micotoxinas mientras que en bacteriología no se puede destacar ningún tema particular debido a la gran diversidad de microorganismos estudiados.

Al examinar los temas particulares, destaca sobre todo el estudio de la microbiología ambiental y veterinaria con 1711 artículos publicados (39,3% del total de los

artículos, $r^2 = 0,91$; $a = 4,29$) teniendo un aumento interanual significativamente mayor que los otros temas estudiados ($P < 0,001$). A este tema le siguen el tratamiento antimicrobiano y pruebas de sensibilidad (19,0%, $r^2 = 0,85$; $a = 2,07$), epidemiología y casuística (18,6%, $r^2 = 0,66$; $a = 1,68$), microbiología de los alimentos (18,4%; $r^2 = 0,77$; $a = 2,03$), casos clínicos (17,3%; $r^2 = 0,72$; $a = 1,40$) y los métodos diagnósticos (13,8 %; $r^2 = 0,63$; $a = 0,94$).

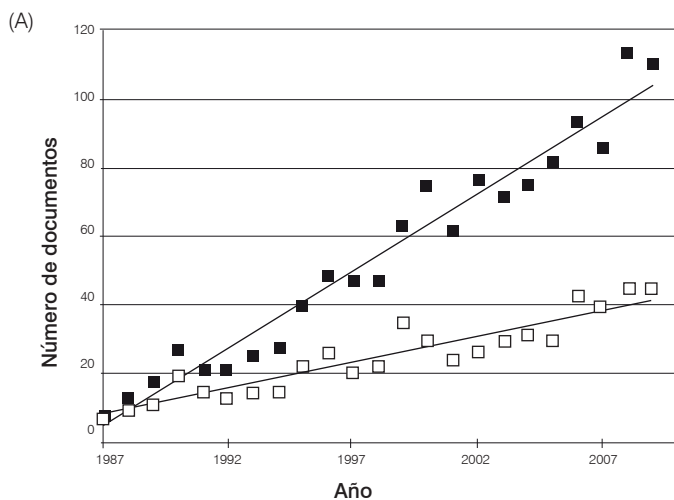
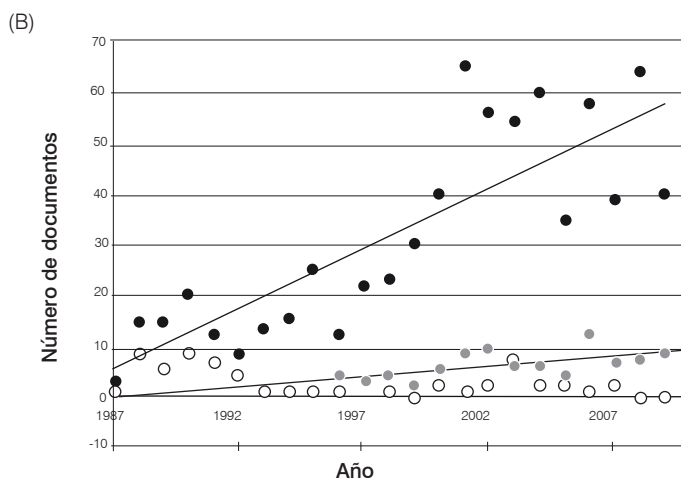


Figura 2: Evolución cronológica de la producción científica Argentina en: (A) Parasitología ($r^2 = 0,96$; $a = 4,51$) y *T. Cruzi* (cuadrados blancos, $r^2 = 0,87$; $a = 1,45$). (B) Virología ($r^2 = 0,69$; $a = 2,41$), Virus Junín (círculos blancos, $r^2 = 0,22$; $a = -0,18$) y VIH (rombos grises, $r^2 = 0,41$, $a = 0,40$).



Distribución de las publicaciones por sector institucional.

Las instituciones con mayor producción científica absoluta fueron las Universidades con un 57,15 % del total de todos los documentos ($P < 0,001$). En segundo lugar se ubicaron los Institutos de Investigación y Referencia nacionales o provinciales con un 25,98 % de los documentos, seguidos por los Hospitales (11,19 %) y las Instituciones privadas (5,70 %). Además la evolución de la producción científica siguió el mismo orden. Las Universidades presentaron el mayor incremento interanual de todos los sectores institucionales ($r_2 = 0,91$; $a = 9,90$; $P < 0,001$) seguidos por los Institutos de Investigación y Referencia ($r_2 = 0,85$; $a = 4,60$). Por el contrario, los Hospitales mostraron un incremento anual de productividad absoluta más modesto ($r_2 = 0,84$; $a = 1,80$) y las instituciones privadas casi nulo ($r_2 = 0,58$; $a = 0,65$).

Al analizar los documentos científicos sobre microbiología producidos en Universidades argentinas se pudo ver que el 80,68 % de los mismo fueron publicados por científicos adscriptos en 7 Universidades Nacionales: Universidad de Buenos Aires (39,22 %), Universidad Nacional de La Plata (11,22 %), Universidad Nacional de Córdoba (10,12 %), Universidad Nacional de Tucumán (7,14 %), Universidad Nacional de Rosario (6,08 %), Universidad Nacional de Río Cuarto (4,37 %) y Universidad Nacional del Litoral (3,35%).

La mayoría de los documentos publicados por autores afiliados a Institutos de Investigación y Referencia ($n = 1131$) fueron realizados en Centros que forman parte del CONICET (33 % de las publicaciones de este sector) seguido por Centros del ANLIS e INTA con el 12,26% y 11,84% del total de

las publicaciones realizadas por este sector institucional respectivamente.

Los Hospitales argentinos publicaron 487 documentos entre los años 1987 y 2009. Más del 95% de los mismos fueron incluidos en solo 5 temas: epidemiología y casuística (40,22 %), tratamiento antimicrobiano y pruebas de susceptibilidad *in vitro* (20,45 %), casos clínicos (18,11 %), métodos diagnósticos (8,48 %) y ensayos clínicos (8,24 %). Cabe destacar que el 81,94 % de los documentos publicados por Hospitales se hicieron en nosocomios de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, seguido por Hospitales de la Provincia de Buenos Aires (4,58 %) lo que marca la limitada productividad científica de los Hospitales del interior del país.

Distribución geográfica de las publicaciones.

Al estudiar la productividad absoluta en microbiología según la zona del país se pudo establecer que la Región Pampeana ha sido la más productiva con un 83,31% del total de las publicaciones ($P < 0,0001$), seguida por la Región Noroeste (7,14%), Patagonia (3,31%), Cuyo (3,92%) y Noreste (2,32%). Además, se pudo ver que dentro de la Región Pampeana, la provincia con más productividad absoluta fue Buenos Aires (incluyendo la Ciudad Autónoma de Buenos Aires) con 2199 publicaciones de las 4353 totales (59,39%), seguida por las provincias de Córdoba (14,49%) y Santa Fe (9,43%). En la Región Noroeste destaca la provincia de Tucumán con un 88% del total de las publicaciones producidas en esta región, en tanto que en la Región Patagónica sobresale la provincia de Neuquén.

El estudio de la productividad relativa a la población se hizo utilizando el paráme-

tro número de documentos por año y millón de habitantes. Así se pudo establecer que la productividad relativa en microbiología de las instituciones Argentinas fue de 4,57 d/mha entre los años 1987 y 2009. Este análisis se realizó por regiones (figura 3) y

por provincia destacando las provincias de Tucumán (10,62 d/mha), Neuquén (7,49 d/mha), Buenos Aires (7,03 d/mha) y Córdoba (6,67 d/mha) que presentaron una productividad relativa en microbiología por encima de la nacional.

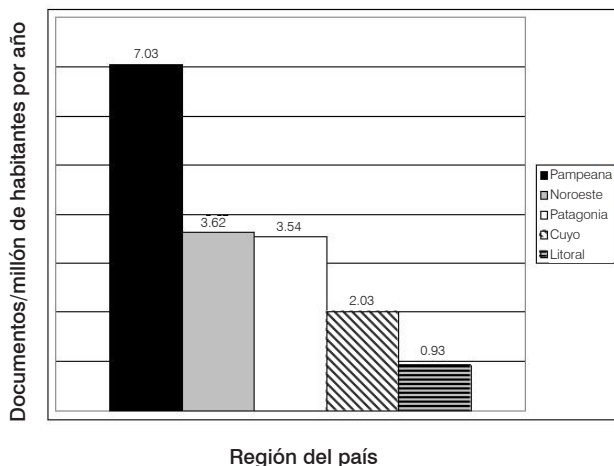


Figura 3:

Productividad en microbiología relativa a la población por región del país expresada en documentos/millón de habitantes por año.

Región Pampeana (negro), Región Noroeste (gris), Región Patagónica (blanco), Región cuyana (rayas negras) y Región Noreste (punteado).

Impacto de las publicaciones.

De los artículos publicados por autores argentinos en el área microbiología entre los años 1987 y 2009, 1907 (57,54 %) se hicieron en revista con FI. Se pudo apreciar que la proporción de artículos publicados en castellano era mayor cuando la institución firmante era un Hospital. Esto indica indirectamente que los artículos publicados por estas instituciones tienen un FI menor que los publicados por Universidades o Institutos de Investigación y Referencia ($P < 0,001$).

El análisis de Σ PFI permitió determinar que las Universidades fueron las instituciones que lograron un mayor impacto total con sus publicaciones (Σ PFI = 784,32), seguido por los Institutos de Investigación y Referencia (Σ PFI = 469,26), los Hospita-

les (Σ PFI = 102,09) y las instituciones privadas (Σ PFI = 25,93) (Figura 4). Es de destacar que la Universidad Nacional de Buenos Aires fue la institución Argentina que ha tenido un mayor impacto total en los años analizados (Σ PFI = 299,27), seguida por el CONICET (Σ PFI = 137,68), ANLIS (Σ PFI = 123,48), Universidad Nacional de La Plata (Σ PFI = 110,2) y el INTA (Σ PFI = 82,64). Dentro de las Universidades, sobresalen la Universidad Nacional del Litoral y la del Comahue. La UNL fue clasificada como la séptima Universidad en cuanto a productividad absoluta en microbiología pero fue quinta en cuanto a Σ PFI superando a la Universidad Nacional de Rosario y a la de Río Cuarto. Por su parte, la Universidad Nacional del Comahue publicó solo el 0,98% del

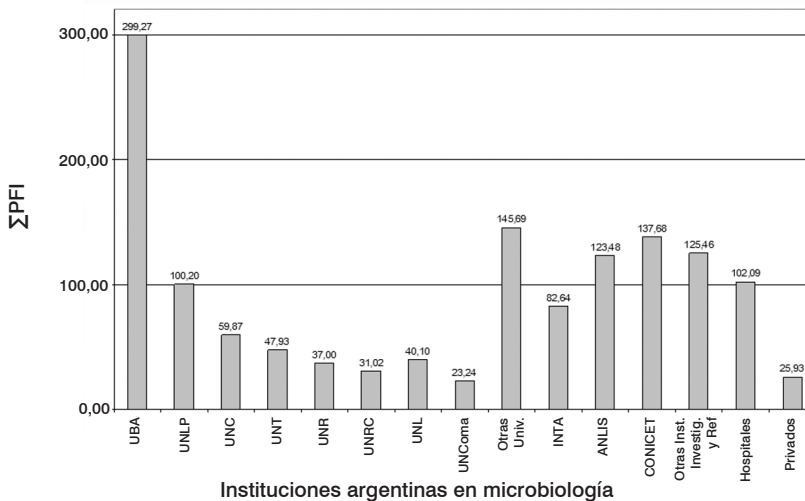
total de los documentos pero con un importante impacto total ($\Sigma\text{PFI} = 23,24$).

Además se pudo establecer que 6 instituciones tuvieron FIR mayores de 1, indicando que han publicado en revistas con mayor FI que la media nacional. Estas instituciones son el CONICET que presentó el

mayor FIR (1,66), seguidos por el ANLIS y la Universidad Nacional de Córdoba (ambas con FIR de 1,20), Universidad

Nacional de Rosario (1,17), Universidad Nacional de Buenos Aires (1,15) y la Universidad Nacional de la Plata (1,10).

Figura 4: Impacto de las publicaciones (Sumatoria del Factor de Impacto Promedio) de las instituciones Argentinas en microbiología (1987-2009). UBA: Universidad de Buenos Aires, UNLP: Universidad Nacional de la Plata, UNC: Universidad Nacional de Córdoba, UNT: Universidad Nacional de Tucumán, UNR: Universidad Nacional de Rosario, UNRC: Universidad Nacional de Río Cuarto, UNL: Universidad Nacional del Litoral, UNComa: Universidad Nacional de Comahue. INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. ANLIS: Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud. CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.



Discusión

Al igual que todo estudio bibliométrico, este estudio tuvo un sesgo propio de la base de datos elegida. MEDLINE-PUBMED fue seleccionada por ser la base de datos más utilizada por la comunidad científica internacional y de Argentina. Además incluye las revistas científicas de biomedicina argentinas. Por este motivo se descartaron otras bases de datos como Science Citation Index que solo recupera artículos publicados en revistas con FI y por lo tanto

deja de lado muchas de las revistas argentinas, latinoamericanas y españolas (12, 13). La principal limitación de la base de datos seleccionada es que solo recoge la dirección institucional del primer autor dejando de lado las colaboraciones realizadas entre laboratorios argentinos y extranjeros donde el primer autor fuera extranjero. Otra limitación es la afiliación de los autores. Muchas instituciones argentinas no poseen una forma estandarizada de firma de los artículos. Así, un mismo autor pudo firmar en un trabajo como

Universidad y en otro como CONICET porque trabaja en un Centro del CONICET que funciona en una Universidad. Por este motivo las direcciones institucionales y su número pudieron haberse visto afectadas.

Teniendo en cuenta estas limitaciones, se pudo determinar que la producción de autores argentinos en microbiología ha evolucionado favorablemente durante los años estudiados como ha sucedido en otras áreas de la biomedicina (7, 8, 10, 11). Se ha visto un aumento importante en los artículos en inglés publicados en revistas de editorial extranjera. Esto puede tener dos posibles explicaciones, que el número de revistas extranjeras citadas en PUBMED ha aumentado mucho más que las de editorial Argentina y/o que los investigadores argentinos han tratado que sus resultados sean más visibles para la comunidad científica internacional y por ello hayan publicado más en revistas extranjeras. Otro factor importante puede ser la tendencia actual de determinar la calidad de una investigación por el FI que posea la revista en donde se publica y las revistas editadas en castellano tienen un FI menor o no lo tienen (12, 13).

Por otro lado, los datos de productividad absoluta demuestran que la situación económica y diversos factores políticos del país tienen gran influencia en la productividad científica. Así se pudo apreciar una meseta en la productividad absoluta entre los años 2001 y 2003 que coincide con la crisis económica Argentina de esa época y con el fin de la convertibilidad. Este fenómeno produjo seguramente una mayor dificultad para conseguir insumos importados debido a los costos y por lo tanto condujo a una disminución de la productividad.

Al analizar el área de la microbiología que es más estudiada por instituciones Argen-

tinias se pudo ver que más del 41,58% de las publicaciones se concentraron en bacteriología. Sin embargo, virología fue el área de la microbiología Argentina que tuvo un mayor impacto total en los años estudiados. Esto se hace aún más notable al considerar que la productividad absoluta en esta área es de solo del 17,47% del total de los documentos en microbiología.

Al analizar los temas puntuales más estudiados por los científicos de las instituciones Argentinas se pudo apreciar que se dedican grandes esfuerzos al estudio de temas con gran impacto económico. Así, más del 50% del total de todos

los artículos publicados entre 1987 y 2009 trataron sobre microbiología de los alimentos, veterinaria y ambiental. Además destacan el estudio del *T. cruzi* (con casi la mitad de todos los artículos publicados por parasitólogos argentinos) y el Virus Junín indicando que la investigación fue correctamente dirigida a estudiar endemias nacionales y que no cuentan con grandes aportes internacionales por no ser de interés para países desarrollados.

El análisis de la producción científica por instituciones permitió apreciar la concentración de la investigación en solo 7 Universidades nacionales e indicando la necesidad de estimular la producción científica en las demás. Una probable explicación de esto se puede inferir de los datos publicados por el INDEC como "Gastos en actividades científicas y tecnológicas. Años 2000-2004" donde se observa que la Región Pampeana (donde están 6 de las 7 Universidades más productivas) es la que recibe más dinero por habitante para ser utilizado en actividades científicas y tecnológicas (<http://electroneubio.secyt.gov.ar/index2.htm>).

Respecto al impacto de las publicaciones, destacan el CONICET y la Universidad Nacional de Buenos Aires. El CONICET presenta en microbiología un FIM de 2,50, superior al FIM total de países como España (14) y Japón (15). Además comparando el impacto del CONICET con el resto de los países de Latinoamérica y el Caribe, este instituto tuvo un FIR de 1,47 (15). El gran impacto de la producción científica realizada en el CONICET puede deberse a que estos Centros cuentan con una amplia dedicación a la investigación básica, y las revistas que recogen las publicaciones en este campo suelen tener un mayor FI (5) y que además cuentan con un mayor número de científicos dedicados exclusivamente a investigación.

Dentro de las Universidades, la Universidad de Buenos Aires presenta la mayor productividad absoluta y un muy alto PFI lo que explica porque ha sido considerada como la tercera Universidad Latinoamericana en cuanto al número de citas por Universidad entre los años 1996 y 2009 detrás de la Universidad de San Pablo (Brasil) y de la Universidad Nacional Autónoma de México (12). Por otra parte es muy notable el poco aporte de las instituciones privadas y los Hospitales a la investigación en microbiología en Argentina y la gran concentración de la misma en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En conclusión, con este trabajo hemos tratado de demostrar como los estudios bibliométricos pueden ser utilizados para cuantificar y evaluar la evolución de la productividad de Argentina en cuanto a investigación en microbiología. Se demostró que existió un aumento progresivo de la producción científica en microbiología con un aumento paralelo de publicaciones en revistas de editorial extranjera. Se ha constatado

la gran influencia de las Universidades y el CONICET en el impacto de estas publicaciones y el poco aporte de sectores institucionales como los Hospitales, las Universidades privadas y otras instituciones privadas. Además se demostró la gran concentración de la producción científica en la Región Pampeana, la poca relación entre Hospitales y otros sectores institucionales y el importante aporte de provincias como Neuquén y Tucumán como así también de Universidades del interior del país como las Universidades de Córdoba, Tucumán, Rosario, Santa Fe (UNL) y Río Cuarto.

Con estos datos se podría sugerir el establecimiento de políticas conducentes a incentivar la descentralización del desarrollo científico, la relación entre Hospitales y Universidades e Institutos de Referencia e Investigación y la participación del sector privado en la investigación para lograr una mejora en el nivel científico argentino en microbiología.

Bibliografía

1. Falagas, M. E., Zouglakis, G. M., & Papastamataki, P. A. (2006) Trends in the impact factor of scientific journals. *Mayo Clin.Proc.* **81**, 1401-1402.
2. Vinkler, P. (1988) An attempt of surveying and classifying bibliometric indicators for scientometric purposes. *Scientometrics* **13**, 239-259.
3. Garfield, E. (1964) "Science Citation Index" A New Dimension in Indexing. *Science* **144**, 649-654.
4. PRICE, D. J. (1965) Networks of Scientific Papers. *Science* **149**, 510-515.
5. Bliziotis, I. A., Paraschakis, K., Vergidis, P. I., Karavasiou, A. I., & Falagas, M. E. (2005)

Worldwide trends in quantity and quality of published articles in the field of infectious diseases. *BMC.Infect.Dis.* **5**, 16.

6. Lewison, G. & Devey, M. E. (1999) Bibliometric methods for the evaluation of arthritis research. *Rheumatology.(Oxford)* **38**, 13-20.

7. Camps, D., Recuero, Y., Samar, M. E., & Avila, R. E. (2005) Bibliometric analysis of doctorate thesis on the health sciences area: first part, odontology. *Rev.Fac.Cien.Med.Univ Nac. Cordoba* **62**, 53-56.

8. Collet, A. M., Jara-Tracchia, L., Palacios, S. B., & Itoiz, M. E. (2006) Dental research productivity in Argentina (1993 to 2003). *Acta Odontol. Latinoam.* **19**, 81-84.

9. Navas, C. A. & Freire, C. A. (2007) Comparative biochemistry and physiology in Latin America over the last decade (1997-2006). *Comp Biochem.Physiol A Mol.Integr.Physiol* **147**, 577-585.

10. Ragghianti, C. P., Martinez, R., Martins, J., & Gallo, J. E. (2006) Comparative study of scientific publications in Ophthalmology and Visual Sciences in Argentina, Brazil, Chile, Paraguay and Uruguay (1995-2004). *Arq Bras.Oftalmol.* **69**, 719-723.

11. Rodriguez, C. & Mastai, R. (2005) Research in gastroenterology in Argentina: a species to protect. *Acta Gastroenterol.Latinoam.* **35**, 77-78.

12. Institute for Scientific Information Inc. Science Citation Index. *Journal Citation Reports.*

13. Cataldi, A. (2006) The RCN go to SciELO. *Rev.Argent Microbiol.* **38**, 117-118.

14. Ramos, J. M., Gutierrez, F., & Royo, G. (2005) [Scientific production in microbiology and affinity areas in Spain during 1990-2002]. *Enferm.Infecc. Microbiol.Clin.* **23**, 406-414.

15. Falagas, M. E., Michalopoulos, A. S., Bliziotis, I. A., & Soteriades, E. S. (2006) A bibliometric analysis by geographic area of published research in several biomedical fields, 1995-2003. *CMAJ.* **175**, 1389-1390.