

PRODUCTIVIDAD Y REDES DE COLABORACIÓN DE LA HERPETOLOGÍA EN CHILE

Andrés Valenzuela-Sánchez^{1,*} y Claudio Soto-Azat^{1,2}

¹ Programa de Doctorado en Medicina de la Conservación, Facultad de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Andrés Bello, República 440, Santiago, Chile.

² Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Andrés Bello, República 440, Santiago, Chile. *Autor correspondiente: andrescvs@msn.com

Resumen

La colaboración científica ha sido considerada como una de las principales características de la ciencia moderna, hecho reflejado en un sostenido aumento en el número de firmas por artículo desde la segunda mitad del siglo XX. El estudio de estas redes de coautoría puede revelar características interesantes de la comunidad científica. Por este motivo, se analizaron las redes de colaboración científica y la producción de la herpetología en Chile entre los años 2005-2010. En este periodo se publicaron 112 artículos en revistas científicas, de los cuales el 90,2% fue escrito en coautoría, con 178 autores que generaron 361 firmas, presentando un índice firmas/trabajo de 3,2. La red está conformada por 16 componentes y con un componente gigante representado por el 71,3% de los autores, en el cual Marco Méndez es el centro de actividad. Esta comunidad está caracterizada por grupos de trabajo pequeños, con un promedio de 4,7 colaboradores por autor. La afiliación de los autores principales se encuentra altamente concentrada en universidades de la zona centro-sur del país, y la productividad de artículos por autor es baja, siguiendo la distribución descrita por Lotka, lo que hace referencia a la existencia de una elite que produce un gran porcentaje de los artículos. Es esperable que la formación de nuevas redes de unión entre los herpetólogos chilenos, como la Red Chilena de Herpetología, sirva para el fortalecimiento de la colaboración (formal e informal), el flujo de información, la productividad y el impacto de esta comunidad científica.

Palabras clave: anfibios, Chile, bibliometría, coautoría, redes sociales, reptiles.

Productivity and scientific collaboration networks in Chilean herpetology

Abstract

Scientific collaboration has been considered as one of the main characteristics of modern science, situation reflected in an increasing number of signatures per article since the second half of the XX century. The study of these scientific collaboration networks can reveal interesting characteristics of the scientific community. For this reason, the scientific collaboration networks and the production of herpetology in Chile were analyzed for the years 2005-2010. In this period, 112 articles were published in scientific journals, of which 90.2% were written in co-authorship, with 178 authors that generated 361 signatures, with an authors/article index of 3.2. The network comprised 16 components, with a giant component represented by the 71.3% of the authors, in which Marco Méndez is the center of this activity. This community is characterized by small work groups, with an average of 4.7 collaborators per author. The main author's affiliation is highly concentrated in universities of the central-south area of the country, and the article productivity per author is low, following the distribution described by Lotka, which is related with the existence of an elite that produces a great percentage of the articles. It is expected that the

creation of new networks that connects Chilean herpetologists, like the recent creation of the Chilean Herpetology Network, will help to strengthen collaboration (formal and informal), information flow, productivity and impact of this scientific community.

Key words: amphibians, Chile, bibliometry, co-authorship, social networks, reptiles.

Introducción

La colaboración científica es un fenómeno social complejo que ha sido estudiado desde los años 1960 (Glänzel & Schubert, 2004). Es así que se ha observado, que desde la segunda mitad del siglo XX las ciencias naturales han estado marcadas por el desarrollo de equipos de trabajo y publicaciones en coautoría. Esto ha provocado que el 60-70% de los artículos publicados anualmente correspondan a trabajos firmados por más de un autor (Kundra & Kretschmer, 1999). Esta colaboración científica ha sido considerada como una de las principales características de la ciencia moderna y la nueva forma de producción del conocimiento (Andrade *et al.*, 2009; Vimala & Reddy, 1996). La razones para colaborar pueden ser muy variadas, e incluyen: tener acceso a los conocimientos, tener acceso a equipos o recursos, aumentar las posibilidades de obtención de financiamiento, prestigio o “logro de visibilidad”, formación de estudiantes e investigadores jóvenes, mejoramiento de la productividad, entre otras (Andrade *et al.*, 2009; Lee & Bozeman, 2003).

La coautoría no es la única forma de colaboración, pero sí puede ser correlacionada positivamente con esta (Glänzel & Schubert, 2004). La colaboración genera redes sociales, conformadas por personas con algún patrón de contacto o interacción (Newman, 2003). El estudio de estas redes sociales tiene una gran importancia, ya que permite determinar los distintos patrones de vinculación e influencia entre las personas, además de las formas de dispersión de la información en una comunidad (Borracci *et al.*, 2009). Un estudio clásico de las redes sociales es el experimento realizado por Stanley Milgram en los años 60, en el cual una carta pasada de persona en persona fue capaz de llegar a su destinatario en unos pocos pasos, lo cual es conocido popularmente como “los seis grados de separación” (Travers & Milgram, 1969; Milgram, 1967). Este resultado es una de las primeras demostraciones directas del efecto del “Mundo Pequeño”, el cual plantea que la mayoría de las parejas dentro de las redes están conectadas por un camino corto dentro de las mismas (Newman, 2003).

La colaboración en publicaciones científicas forma “redes de coautoría”, en la que los nodos representan a los autores, y dos autores están conectados por una línea si ellos han escrito en coautoría algún artículo. La estructura de dichas redes puede revelar muchas características interesantes de la comunidad científica (Newman, 2004). En el presente estudio, se investiga la productividad y los patrones de colaboración científica de la herpetología sobre la base de la coautoría de publicaciones en anfibios y reptiles de Chile entre los años 2005 y 2010.

Materiales y Métodos

Búsqueda bibliográfica: Se realizó una búsqueda bibliográfica en la plataforma Thomson Reuters ISI-Web of Knowledge (ISI-Wok) para los años 2005-2010 con los siguientes tópicos “(chile*) AND (herpeto* OR amphibia* OR reptil* OR anur* OR anfibio* OR testudines* OR squamata* OR frog* OR toad* OR lizard* OR snake* OR turtle* OR serpiente* OR culebra* OR tortuga* OR sapo* OR rana* OR lagart* OR matuasto* OR iguan* OR gecko*)”. Además, se incorporaron los artículos de revistas científicas para los mismos años encontrados en la recopilación bibliográfica realizada por el CASEB de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Recurso web: <http://www.bio.puc.cl/auco/artic07/herpeto1.htm>, accedido junio 3, 2011). Se realizó una revisión manual de todos los artículos encontrados, y aquellos que su objetivo central no tenía relación con la herpetofauna chilena, y/o que fueron realizados con individuos de otras locaciones geográficas distintas a Chile, fueron excluidos del estudio.

Productividad y colaboración de los autores: Se determinó el número total de autores, el número total de firmas, el índice de colaboración o índice firmas/trabajo (IFT), el número promedio de colaboradores por autor y el exponente τ de la frecuencia de colaboradores por autor, el cual es el exponente constante de su regresión potencial (Newman, 2001). Además, se determinó el número total de primeros autores (investigadores principales) y el promedio de artículos por autor. Para analizar si la distribución de la productividad de estos autores se ajusta a la ley de Lotka, se utilizó el programa computacional LOTKA 1.02 (Rau, 2011; Rousseau & Rousseau, 2000). Esta ley tiene una distribución que se ajusta a la ley potencial, lo que significa que aproximadamente el 5% de los autores produce el 50% del total de los artículos (Lotka, 1926; Rau, 2011).

Visualización y análisis de las redes: Para la creación de las redes de autores se empleó la herramienta para análisis de redes PAJEK® (*Program for large networks analysis*, Liubliana, Slovenia). La red se graficó mediante el uso del algoritmo Kamada-Kawai con componentes separados. Luego de la construcción de la red, se analizó el número de componentes de la red, el componente gigante de la red, el diámetro del componente gigante de la red y la distancia promedio (número promedio de autores por los que debe pasar un autor para conectarse con otro). Para el análisis de la centralidad de la red se determinaron los 10 autores que son los principales “hubs” o centros de actividad.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Somers, New York, U.S.A).

Resultados

En el periodo de estudio se publicaron 112 artículos relacionados con herpetología chilena (2005 n=21; 2006 n=12; 2007 n=16; 2008 n=20; 2009 n=18; 2010 n=25). Los artículos se publicaron en 54 diferentes revistas científicas. El 82,1% de los artículos se publicó en revistas indexadas en el ISI-Wok. La revista con mayor número de publicaciones fue Zootaxa (n=10).

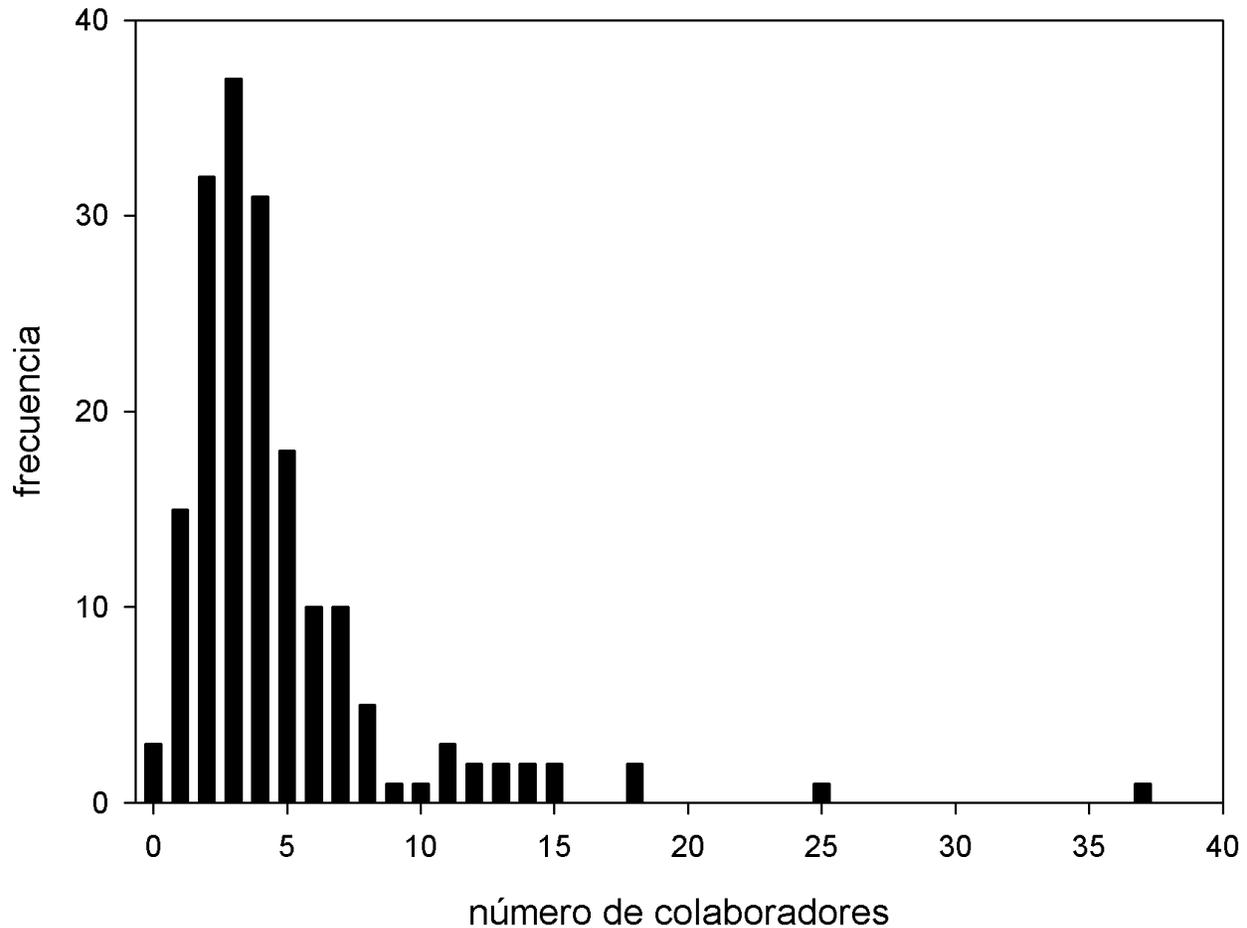


Figura 1. Histograma del número colaboradores por autor sobre artículos herpetológicos Chilenos en el periodo 2005-2010.

Figure 1. Histogram of the number of collaborators per autor of Chilean herpetological articles between 2005 and 2010.

Por otra parte, de los artículos analizados, 101 (90,2%) fueron publicadas en coautoría. En el periodo existen 178 autores, los cuales realizaron 361 firmas, entregando un IFT de 3,2. El promedio de colaboradores por autor es de 4,7 (rango 0-37; Figura 1), mientras que el exponente τ de la frecuencia de colaboradores por autor es de 1,2. El número de colaboradores por autor se correlacionó positivamente con el número de firmas (Correlación de Spearman $r_s = 0,537$; $n = 178$; $P < 0,0001$), pero no con el de artículos (Correlación de Spearman $r_s = 0,138$; $n = 178$; $P = 0,066$).

Redes colaboración Herpetología

Tabla 1. Autores principales más prolíficos de artículos herpetológicos chilenos para el periodo 2005-2010. a) Número de artículos como primer autor; b) Número de firmas; c) Número total de colaboradores; d) Índice firmas/artículos como primer autor, indica el grado de colaboración de cada autor; e) Promedio de las firmas en sus artículos, valores mayores indican que los autores trabajan con un mayor número de investigadores en sus trabajos.

Table 1. The most prolific main authors of Chilean herpetological articles for the 2005-2010 period. a) Number of main author papers; b) Number of signatures; c) Number of total collaborators; d) authors/paper index as a main author, indicates the degree of collaboration of each author; e) Average of signatures in their articles, higher values indicate that the authors work with a greater number of investigators in their articles.

Autor	a	B	C	d	e
Pincheira-Donoso D.	9	9	6	1.0	2.4
Cuevas C.	8	9	4	1.1	1.6
Naya D. E.	8	8	6	1.0	3.6
Vidal M. A.	8	10	13	1.3	3.1
Correa C.	6	9	18	1.5	4.8
Labra A.	5	7	12	1.4	3.0
Torres-Pérez F.	3	5	15	1.7	5.0
Rabanal F. E.	3	5	6	1.7	1.3
Penna M.	3	5	9	1.7	2.7
Celedon-Neghme C.	2	2	4	1.0	3.5
Victoriano P. F.	2	6	14	3.0	4.0
Benavides A. G.	2	2	5	1.0	3.5
Sepulveda M.	2	3	6	1.5	3.5
Méndez M. A.	2	17	37	8.5	4.5

Un total de 62 autores firmaron como primer autor uno o más artículos, con un promedio de 1.8 artículos por autor. La pendiente del ajuste potencial de la frecuencia del número de artículos por autor fue de -1,53, con un coeficiente de determinación de 0,77. Si hay un buen ajuste a la distribución potencial, en el programa LOTKA 1.02 el parámetro β debe variar entre 1,27 y 3,29 y el valor calculado del estadígrafo Kolmogorov-Smirnov (D_{\max}) superar al tabulado para el nivel crítico deseado (Rau, 2011). La distribución de la productividad de los autores presentó un valor $C=0,732$ y $\beta=2,439$ ($P=0,05$; $D_{\max}= 0,0388$), por lo que la productividad de los autores se ajusta a la ley de Lotka.

Los autores más productivos se detallan en la Tabla 1. Los países de las afiliaciones de los autores principales fueron Chile ($n=87$), Reino Unido ($n=8$), Argentina ($n=7$), Estados Unidos ($n=4$), Alemania ($n=1$), Brasil ($n=1$), Noruega ($n=1$), Perú ($n=1$), España ($n=1$) y Rusia ($n=1$). Además, las instituciones chilenas afiliadas a los autores principales se muestran en la Figura 2.

Finalmente, la representación gráfica de la red se muestra en la Figura 3, la cual está conformada por 16 componentes, con un componente gigante representado por 127 autores, lo que corresponde al 71,3% del total de autores. Por otra parte, el diámetro de la red es de siete y la distancia promedio de 3,4 nodos. Marco Méndez es el nodo que juega el rol más importante en la red, y los nueve restantes “hubs” son los autores Veloso A., Sallaberry M., Correa C., Lamborot M., Ortiz J. C., Vidal M. A., Nuñez J. J., Soto E. R. y Torres-Pérez F.

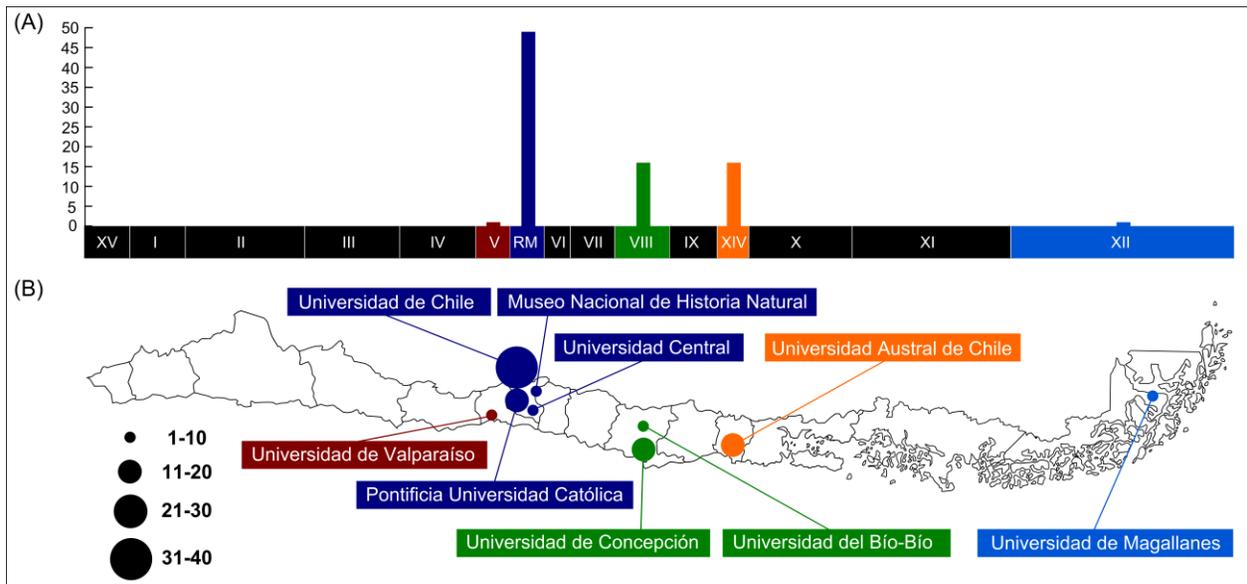


Figura 2. Afiliaciones chilenas de los autores principales (A) por región administrativa, y (B) por institución.

Figure 2. Chilean affiliations of the main authors (A) per administrative regions, and (B) by institution.

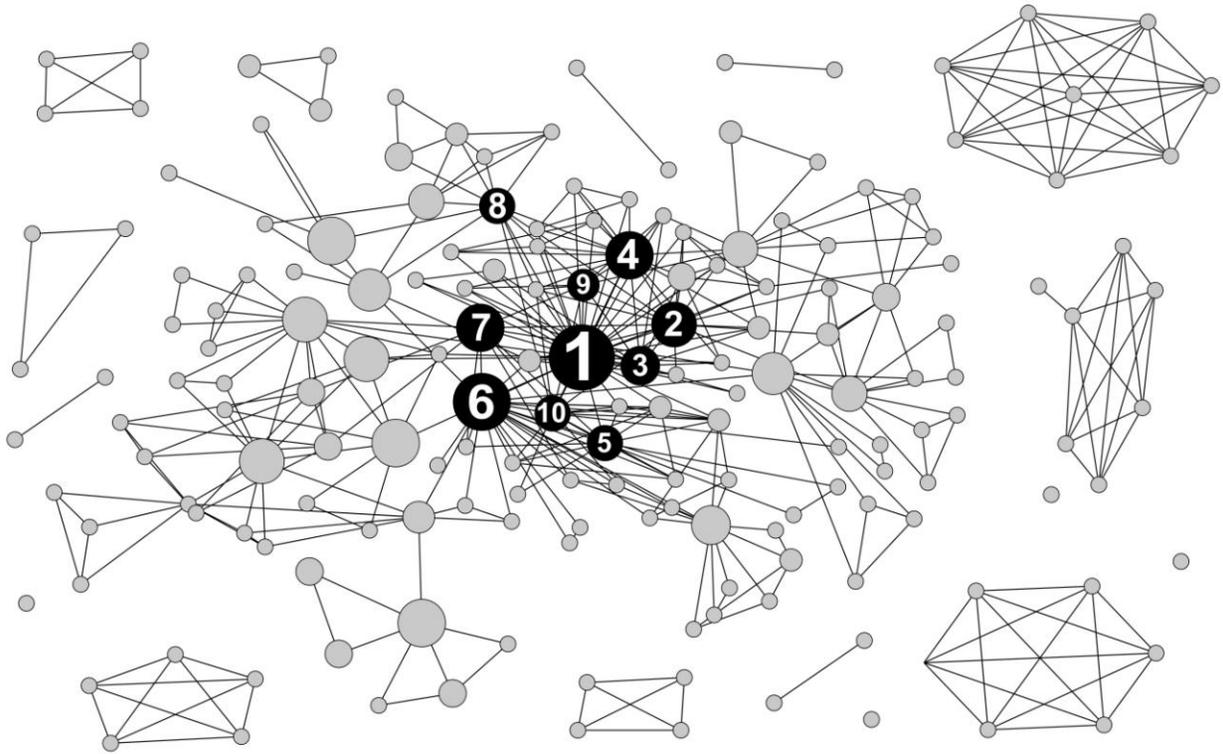


Figura 3. Red de colaboración en publicaciones herpetológicas chilenas. El tamaño de los nodos representa el número de firmas por autor. En negro se representan los centros de actividad. (1) Méndez M., (2) Veloso A., (3) Sallaberry M., (4) Correa C., (5) Lamborot M., (6) Ortiz J. C., (7) Vidal M. A., (8) Nuñez J. J., (9) Soto E. R., (10) Torres-Pérez F.

Figure 3. Collaboration network in Chilean herpetological publications. The node size represents the number of signatures per autor. The activity centers are represented in black nodes. (1) Méndez M., (2) Veloso A., (3) Sallaberry M., (4) Correa C., (5) Lamborot M., (6) Ortiz J. C., (7) Vidal M. A., (8) Nuñez J. J., (9) Soto E. R., (10) Torres-Pérez F.

Discusión

Es posible que la metodología de búsqueda utilizada en primera instancia (ISI-Wok), pueda haber excluido algunos artículos en los cuales las palabras claves, resumen y/o título no coincidían con los tópicos de búsqueda, por esta razón se reforzó la base de datos con la recopilación bibliográfica del CASEB.

Los investigadores principales publicaron en este periodo un bajo número de artículos por autor, siendo este menor al encontrado en otras redes científicas internacionales de variados campos, tales como las ciencias biomédicas, biología, física, matemáticas, entre otros (Newman, 2001; 2004). En este sentido, el bajo número de artículos por autor puede deberse en cierta

medida a lo acotado de la red, y que probablemente algunos autores hayan publicado artículos científicos en otros temas no relacionados con la herpetofauna chilena.

Si bien la mayoría de los artículos publicados fueran escritos en coautoría, esta colaboración parece estar limitada a grupos de trabajo pequeños. Esto puede ser corroborado por el bajo número de colaboradores por autor (Figura 1) y el bajo IFT, el que es menor al encontrado en la Revista Española de Cardiología (6.23; Valderrama-Zurián *et al.*, 2007), Biología Reproductiva (5.24; González-Alcaide *et al.*, 2008a), Revista de Neurología (4.01; González-Alcaide *et al.*, 2008b), Reducción del Consumo de Tabaco (3.72; De Granda-Orive *et al.*, 2011), y Ciencias Biomédicas (3.75; Newman, 2001). Es necesario evaluar la evolución de este parámetro de colaboración a través del tiempo, y así determinar si la herpetología en Chile sigue la tendencia de un aumento en el número de autores por artículo presentada en el resto de las ciencias (Guimerá *et al.*, 2005; Glänzel & Schubert, 2004), o si entre los investigadores existe cierta limitación para formar grupos de trabajo más numerosos. Estos valores son parámetros muy importantes de la comunidad científica y su capacidad de producir nueva información, ya que su aumento puede conllevar a un incremento de la productividad y el impacto de los artículos (Molina-Montenegro & Gianoli, 2010; Glänzel & Schubert, 2004; Lee & Bozeman, 2003).

El número de colaboradores por autor se correlacionó fuerte y positivamente con el número de firmas, lo que puede ser esperable, ya que un autor firmando en más trabajos tiene mayor posibilidad de tener coautoría con diversos autores. Esto no es necesariamente así, ya que un autor podría firmar muchos trabajos en un periodo pero trabajar siempre con los mismos colaboradores. Esta evidencia ratifica el hecho de que el grado de colaboración de un autor aumenta su productividad, al menos en coautoría. Sin embargo, por otra parte, el número de colaboradores y el número de artículos no se correlacionó, lo que se puede explicar por el hecho de que muchos autores tienden a colaborar y firmar como coautores, más que a ser los investigadores principales (solo el 34,8% de los autores es investigador principal en algún artículo). Esto es apoyado por el valor del exponente τ ($\approx 1,2$) de la frecuencia de colaboradores por autor, para el cual Newman (2001) describe que redes que poseen un exponente τ menor a dos tienen la característica de estar dominadas por un pequeño número de primeros autores. En este contexto, es conocido en Chile que muchos de los autores “senior” publican mayoritariamente como coautores, por ser estos los directores de laboratorios de trabajo, dejando en los nuevos estudiantes la labor del primer autor “(M. A. Vidal, comunicación personal, 2011)”.

La distribución del número de artículos por autor se ajusta a lo esperado según el modelo de productividad descrito por Lotka (1926), lo que significa que la mayoría de los autores principales publica un pequeño número de artículos, mientras que solo unos pocos o también conocidos como la “élite”, publica una gran cantidad de artículos (Rau, 2011). Si bien nosotros describimos la comunidad herpetológica de Chile, algunos autores principales están afiliados a instituciones extranjeras, lo que puede deberse en la mayoría de los casos a investigadores chilenos que se encontraban realizando estudios de postgrado en el extranjero. Las instituciones chilenas donde se produce investigación herpetológica están representadas mayoritariamente por universidades, las que no se encuentran distribuidas homogéneamente a lo largo del país

(Figura 2). En este sentido, los investigadores principales se encuentran afiliados principalmente a universidades de la Región Metropolitana, Región del Bío-bío y Región de Los Ríos; con una total ausencia de afiliaciones a universidades del norte del país. Además, existe una gran concentración de la producción en la Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile; produciéndose en estas casas de estudio el 68,8% del total de los artículos analizados. Estos resultados son concordantes con el desarrollo contemporáneo de la herpetología en Chile, donde destacan investigadores senior como Formas J. R. (Universidad Austral de Chile), Ortiz J. C. (Universidad de Concepción), Veloso A. y Lamborot M. (Universidad de Chile), y Núñez H. (Museo Nacional de Historia Natural; Ortiz, 2008); la formación de grupos de trabajo y nuevos investigadores por parte de estos científicos puede explicar en gran parte la distribución de la producción herpetológica en Chile.

Mientras mayor sea el componente gigante de la red, mejor será la interconexión entre los autores (Borracci *et al.*, 2001). En este caso, del total de autores que publicaron algún tema referente a anfibios y reptiles de Chile, el 71,3% está conectado de alguna forma. Este valor es levemente inferior al encontrado en revistas de ecología (75%; Guimerá *et al.*, 2005), y otras redes científicas (82-92%; Newman, 2004). Por otra parte, es interesante que la distancia promedio de separación sea solo de 3,4 nodos, esto quiere decir que para que un autor se pueda conectar con otro cualquiera dentro de la red principal, debe recorrer en promedio tres autores. Este valor es más bajo al encontrado por Newman (2001) en MEDLINE, Los Alamos e-Print Archive y NCSTRL, y Borracci *et al.* (2009) en la Revista Argentina de Cardiología. Sin embargo, es posible que este resultado sea un reflejo del pequeño tamaño de la comunidad de herpetología en Chile.

Las medidas de centralidad nos permiten identificar individuos que están mejor conectados a los otros o tienen más influencia en estos (Newman, 2003). En este sentido, los autores que representan los centros de actividad son de suma importancia en mantener la conexión y el flujo de información dentro de la red de herpetología en Chile.

Las redes de vinculación informales, tales como los colegas invisibles (colegas que colaboran pero que no quedan plasmados en la coautoría), pueden ser igual de importantes para la adquisición y transmisión del conocimiento científico (Bozeman & Corley, 2004). Se ha planteado que la mayoría de las colaboraciones se inician con relaciones informales establecidas principalmente durante el período de entrenamiento de los investigadores. En este sentido, congresos, conferencias, reuniones, visitas e intercambios institucionales, constituyen eventos significativos para el posterior desarrollo de una colaboración científica (Arancibia-Jorge & De Moya, 2008). La reciente formación de la Red Chilena de Herpetología (RECH; www.herpetologiadechile.cl) en 2010, podría jugar un rol fundamental en el flujo de la información y el fortalecimiento de la colaboración, tanto formal (medible por coautoría) como informal (colegas invisibles).

Es necesario evaluar a futuro la colaboración institucional tanto nacional como internacional. Ya que seguramente la red se configura de tal manera que conforma pequeños grupos que presentan más uniones y que trabajan en conjunto más comúnmente. Entonces, aunque el 71,3%

de los autores se encuentren interconectados, es posible que la información fluya con mayor facilidad en ciertos conglomerados de investigadores.

Conclusiones

Este trabajo corresponde a la primera evaluación de la estructura y producción de la comunidad de herpetología en Chile. Esta comunidad está caracterizada por pequeños grupos de trabajo, con un 71,3% de los investigadores interconectados, mientras que las afiliaciones de los autores principales se encuentran altamente concentradas en universidades de la zona centro-sur del país. Además, la productividad de artículos por autor fue baja y sin una clara tendencia al alza en los años estudiados, siguiendo esta la distribución descrita por Lotka, lo que hace referencia a la existencia de una élite que produce un gran porcentaje de los artículos. Finalmente, la formación de nuevas instancias de unión, como la RECH, probablemente fortalecerá el flujo de información, la productividad y el impacto de esta comunidad científica.

Agradecimientos

A Raúl Borracci y Jaime Rau A. por su ayuda en el análisis de Lotka. A Marcela Vidal, Nicole Sallaberry P., Daniel Pincheira-Donoso y un revisor anónimo por sus importantes comentarios al manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Andrade, H. B., E. López & T. Bonavia, 2009. Dimensions of scientific collaboration and its contribution to the academic research groups' scientific quality. *Research Evaluation*, 18:301-311.
- Arencibia-Jorge, R. & F. De Moya, 2008. La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la Cienciometría. *Acimed*, 17(4). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102494352008000400004&lng=en&nrm=iso. Último acceso: Julio 19, 2011.
- Borracci, M. A., H. C. Doval, D. Manente & C. D. Tajer, 2009. Redes de colaboración científica en las publicaciones cardiológicas argentinas. *Revista Argentina de Cardiología*, 77:487-492.
- Bozeman, B. & E. Corley, 2004. Scientists' collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital. *Research Policy*, 33: 599-616.
- Cardillo, A., S. Scellato & V. Latora, 2006. A topological analysis of scientific coauthorship networks. *Physica A*, 372: 333-339
- De Granda-Orive, J. I., R. Aleixandre-Benavent, A. Alonso-Arroyo, G. González-Alcaide, S. Villanueva-Serranov, C. Jiménez-Ruiz, S. Solano-Reina, J. Jareño-Esteban, F. Roig, & F. García, 2011. Análisis de la producción, repercusión y colaboración sobre reducción del consumo de tabaco a través del Science Citation Index (2002-2007). *Revista de Patología Respiratoria*, 14: 10-18.
- Glänzel, W. & A. Schubert, 2004. Analyzing scientific collaboration through co-authorship. pp. 257-276. En: Moed H. F., W. Glänzel & U. Schmoch (eds) Handbook of quantitative science and technology research. The use of publication and patent statistics in studies of S&T systems. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA.

- González-Alcaide, G.; Aleixandre-Benavent, R.; Navarro-Molina, C. & Valderrama-Zurián, J. C. 2008a. Coauthorship networks and institutional collaboration patterns in reproductive biology. *Fertility and Sterility*, 90: 941-956.
- González-Alcaide, G., A. Alonso-Arroyo, J. González de Dios, A. P. Sempere, J. C. Valderrama-Zurián & R. Aleixandre-Benavent, 2008b. Redes de coautoría y colaboración institucional en Revista de Neurología. *Revista de Neurología*, 46: 642-651.
- Guimerá, R., B. Uzzi, J. Spiro & L. A. Nunes, 2005. Team assembly mechanisms determine collaboration network structure and team performance. *Science*, 308:697-702.
- Kundra, M. & H. Kretschmer, 1999. A new model of scientific collaboration part 2. Collaboration patterns in indian medicine. *Scientometrics*, 46: 519-528.
- Lee, S. & B. Bozeman, 2005. The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity. *Social Studies of Science*, 35: 673-702.
- Lotka, A. J., 1926. The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Science*, 16: 317-323.
- Milgram, S., 1967. The small world problem. *Psychology Today*, 2: 60-67.
- Molina-Montenegro, M. A. & E. Gianoli, 2010. El índice-I, un nuevo estimador del impacto de la productividad científica: Los ecólogos de Chile como caso de estudio. *Revista Chilena de Historia Natural*, 83: 219-227.
- Newman, M. E. J., 2001. The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of the National Academic of Sciences*, 98: 404-409.
- Newman, M. E. J., 2003. The structure and function of complex networks. *SIAM Review*, 45: 167-256.
- Newman, M. E. J., 2004. Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proceedings of the National Academic of Sciences*, 101: 5200-5201.
- Ortiz, J. C., 2008. Desarrollo de la Herpetología en Chile. pp. 3-29. En: Vidal M. A. & Labra A. (eds) *Herpetología de Chile*. Science Verlag, Santiago, Chile.
- Rau, J. R., 2011. ¿Siguen la producción de artículos ISI de los ecólogos chilenos (*sensu lato*) la ley de Lotka (1926)? *Revista Chilena de Historia Natural*, 84: 213-216.
- Rousseau, N. & R. Rousseau, 2000. LOTKA: A program to fit a power law distribution to observed frequency data. *Cybermetrics*, 4. (en línea) URL: <http://cybermetrics.cindoc.csic.es/articles/v4i1p4.html>. Accedido Agosto 16, 2011.
- Travers, J. & S. Milgram, 1969. An Experimental Study of the Small World Problem. *Sociometry*, 32: 425-443.
- Valderrama-Zurián, J. C., G. González-alcaide, F. Valderrama-Zurián, R. Aleixandre-Benavent & A. Miguel-Dasit, 2007. Redes de coautorías y colaboración institucional en revista española de cardiología. *Revista Española de Cardiología*, 60: 117-30.
- Vimala, V. & P. Reddy, 1996. Authorship pattern and collaborative research in the field of zoology. *Malaysian Journal of Library & Information Science*, 1: 43-50.