

## Sobre el número de ecosistemas en Bolivia

### On the number of ecosystems in Bolivia

**Luis F. Pacheco<sup>1</sup>, Daniel M. Larrea-Alcázar<sup>2</sup> & Ramiro P. López<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Unidad de Conservación y Manejo de Fauna y Centro de Postgrado en Ecología y Conservación, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077, Correo Central, La Paz, Bolivia, Email: luispacheco11@yahoo.com

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias, Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Km. 7 ½ Doble Vía a La Guardia, Santa Cruz, Bolivia, Email: dlarrea@fan-bo.org, larrea.alcazar@gmail.com

<sup>3</sup> Herbario Nacional de Bolivia y Centro de Análisis Espacial (CAE), Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077 - Correo Central, La Paz, Bolivia, Email: prepuna@gmail.com

Generalmente se acepta que fue Tansley (1935) quien originalmente acuñó el concepto de ecosistema. Su definición enfatizaba que la distribución de especies y su ensamblaje estaban fuertemente influidos por el ambiente asociado; es decir, la comunidad biótica constituía una unidad integral con su entorno físico, al cual llamó "ecosistema". Si bien las ideas de Tansley en relación con la diferenciación de comunidades con base en atributos visibles y medibles fue motivo de controversia y polémica (ver los trabajos de Gleason 1926, 1939), la unidad de estudio articulada por Tansley fue de utilidad en la estructuración de una visión holística, dentro de la jerarquía de grados de organización de los sistemas vivientes. Posteriormente, Lindeman (1942) pasó a definir al ecosistema como un sistema compuesto de procesos físicos químicos y biológicos que operan como parte de una unidad espacio-temporal. Esta definición operativizó el enfoque dinámico y funcional en el estudio de los ecosistemas (Maass & Martínez-Yrizar 1990).

El punto central de este comentario es que las definiciones de ecosistema no incluyen nunca una forma de cuantificación de su número. Por ejemplo, de Morales (2005) en un texto dedicado a dar conceptos básicos, indicó que los ecosistemas son conjuntos de elementos vivos y no vivos de un lugar y las relaciones entre ellos. Pianka (1983), en su texto con enfoque evolutivo, indica que "el clima, los suelos, las bacterias, los hongos, las plantas y los animales de cualquier lugar *definido* (itálicas de los autores) constituyen juntos un ecosistema" (pág. 6). Para Margalef (1983), los ecosistemas son "sistemas formados por individuos de muchas especies, en el seno de un ambiente de características definibles e implicados en un proceso dinámico de interacción, ajuste y regulación, expresable bien como intercambio de materia y energía, bien como una secuencia de nacimientos y muertes, y uno de cuyos resultados es la evolución a nivel de especies y la sucesión a nivel del sistema entero" (pág. 2). Añade Margalef que un ecosistema es un retazo cualquiera de la biosfera y que se usa en sentido del nivel de organización, no de unidad concreta. Una definición de diccionario indica que ecosistema "es una comunidad de organismos y sus ambientes físicos que interactúan como una unidad ecológica" (traducción libre de Lincoln *et al.* 1985, pág. 75).

Sin entrar en la discusión filosófica que las entidades jerárquicamente superiores (como los ecosistemas) deben poseer propiedades emergentes (ver Pomeroy *et al.* 1988), es fácilmente palpable y verificable que, si bien un ecosistema, una vez definido operativamente, puede tener

límites evidentes (como una sabana en relación con el bosque o una laguna en relación con su entorno seco), también es por demás obvio que la sabana intercambia materia y energía con el bosque circundante y también lo hace la laguna con su orilla y con el resto de los ecosistemas, en mayor o menor grado (ver Likens 1984). Así, es por demás claro que el ecosistema está definido espacialmente por el punto de vista, la percepción e interés particular del observador. Entonces, el ecosistema no puede ser delimitado de una única manera; incluso la delimitación de ecorregiones o diferentes tipos de vegetación requiere cierto nivel de consenso (ver Olson *et al.* 2001 e Ibsch *et al.* 2003 para el caso de las ecorregiones propuestas para Bolivia).

Por ejemplo, el estudio de la contaminación de la bahía de Cohana, por las aguas servidas de la ciudad de El Alto, puede tomar como ecosistema de referencia la misma bahía de Cohana, pero también podría ser útil abarcar la totalidad de la laguna Huiñay Marka (Lago Menor) o pasar a considerar como el ecosistema de interés al lago Titicaca en su conjunto o la totalidad de la cuenca endorreica del Titicaca-Desaguadero-Poopó-Salares. Otro ejemplo sería en cuanto al curso de los ríos, que como el Kaluyo, cambia de nombre al llegar a la ciudad de La Paz (Choqueyapu) y que al salir de ésta toma el nombre del Río La Paz, que viene a ser un tributario principal del Río Beni, el cual alimenta al Amazonas. Podríamos caracterizar y estudiar ese curso de agua bajo una mirada única (ver Vannote *et al.* 1980) o alternativamente ir caracterizando diferentes ecosistemas a lo largo de su curso, que pasa por diversas ecorregiones. Hoy, el concepto se ha trivializado y tiende a utilizarse de forma amplia para definir o describir cualquier tipo de lugar, sitio, zona, región (*sensu* Ribera 2008) o sistema ecológico (p.e. Josse *et al.* 2007, 2009). Aunque los autores muchas veces aclaran que no se trata de ecosistemas en el sentido exacto de su definición (Josse *et al.* 2009), su interpretación errónea como unidades

discretas y definidas tiende aceleradamente a generalizarse.

Los límites de los ecosistemas pueden ser naturales o arbitrarios (Odum 2006), lo que permite que un ecosistema pueda ser identificado y “delimitado” en un sector de una localidad yungueña o cubriendo el bosque yungueño en su conjunto. Igualmente, el concepto de ecosistema está referido a una comunidad biótica (una escala local) que interactúa con su medio abiótico (Odum 2006). Desde esa perspectiva, no sería correcto hablar de ecosistemas de Bolivia, ya que se estaría dando paso a la cuantificación de éstos. Es importante enfatizar que los términos ecorregión, formación vegetal, tipo de vegetación, bioma y otros son descriptivos y están basados invariablemente en el aspecto de la vegetación. Es fundamental tener presente que el concepto de ecosistema implica funcionamiento, dinámica, movimiento y flujos (intercambio de gases, energía, agua, minerales), a diferencia de otros conceptos más estáticos, como formación vegetal, tipo de vegetación, o incluso ecorregión.

Al parecer, es necesario recordar que el concepto de ecosistema es indefinido en sus dimensiones; puede ser una laguna pequeña, una cuenca, un bioma o el planeta en su totalidad” (Waring 1989). Dado que este tema se ha resuelto en la literatura hace mucho tiempo (ver las fechas de las citas), es necesario actualizar el uso del concepto cuando se habla de diversidad biológica en Bolivia. No parece adecuado seguir trabajando bajo la idea de que en Bolivia existen 199 ecosistemas (Estrategia Nacional Conservación de la Biodiversidad, MDSP 2001), como si fuera posible cuantificar el número de éstos. Aquí se sugiere fuertemente desechar la cuantificación del número de ecosistemas y restringirse a cuantificar unidades descriptivas, llámense ecorregiones, regiones biogeográficas o lo que se vea por conveniente (ver Ribera 1992, 2008, Ibsch & Mérida 2003), según una jerarquía que no incluya el uso del término ecosistema en un

sentido que sugiera que es cuantificable. No debemos confundir la posibilidad de describir y caracterizar a los ecosistemas, dentro de una jerarquía de unidades espaciales escogidas *a priori* (como, por ejemplo, ecorregiones o sistemas ecológicos), con la enumeración de los ecosistemas como un trabajo finito.

## Referencias

- Gleason, H. A. 1926. The individualistic concept of the plant association. *Bulletin Torrey Botanical Club* 53: 7-26.
- Gleason, H. A. 1939. The Individualistic concept of the plant association. *American Midland Naturalist* 21: 92-110.
- Ibisch, P. L., S. G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003. La diversidad biológica: ecorregiones y ecosistemas. pp 47-88. En: Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.) *Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia*. Editorial Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Santa Cruz. 564 p.
- Josse, C., G. Navarro, F. Encarnación, A. Tovar, P. Comer, W. Ferreira, F. Rodriguez, J. Saito, J. Santurjo, J. Dyson, E. Ruben de Celis, R. Zárate, J. Chang, A. Ahuit, C. Vargas, F. Paredes, W. Castro, J. Maco & F. Reátegui. 2007. Sistemas ecológicos de la cuenca amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación y mapeo. *NatureServe*, Arlington. 92 p.
- Josse, C., F. Cuesta, G. Navarro, W. Barrena, E. Cabrera, E. Chacón-Moreno, W. Ferreira, M. Peralvo, J. Saito & A. Tovar. 2009. Mapa de ecosistemas de los Andes de norte y centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Secretaria General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA, CONDESAN, Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, LTA-UNALM, IAVH, ICAE-ULA, CDC, UNALM, RUMBOL SRL, Lima. 96 p.
- Likens, G. E. 1984. Beyond the shoreline: a watershed-ecosystem approach. Edgardo Baldi Memorial Lecture. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 1-22.
- Lincoln, R. J., G. A. Boxshall & P. F. Clark. 1985. *A dictionary of ecology, evolution, and systematics*. Cambridge University Press, Cambridge. 298 p.
- Lindeman, R. L. 1942. The trophic-dynamic aspects of ecology. *Ecology* 23: 399-418.
- Maass, J. M. & A. Martínez-Yrizar. 1990. Los ecosistemas: definición, origen e importancia del concepto. *Ciencias Especial* 4: 10-20.
- Margalef, R. 1982. *Ecología*. Ediciones Omega, Barcelona. 951 p.
- de Morales, C.B. 2005. *Bolivia medio ambiente y ecología aplicada*. (2ª ed.), Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 190 p.
- MDS (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación). 2001. *Estrategia Nacional de Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad*. La Paz. 193 p.
- Odum, E. P. 2006. *Fundamentos de ecología*. (5ª ed.), Thomson, México DF. 598 p.
- Olson, D. M., E. Dinerstein, E. D. Wikramanayake, N. D. Burgess, G.V.N. Powell, E.C. Underwood, J.A. D'Amico, I. Itoua, H.E. Strand, J.C. Morrison, C.J. Loucks, T.F. Allnutt, T.H. Ricketts, Y. Kura, J.F. Lamoreux, W.W. Wettengel, P. Hedao & K.R. Kassem. 2001. *Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth*. *BioScience* 51: 933-938.
- Pianka, E.R. 1982. *Ecología evolutiva*. Ediciones Omega, Barcelona. 365 p.
- Pomeroy, L.R., E.C. Hargrove & J.J. Alberts. 1988. The ecosystem perspective. pp. 1-17. En: Alberts, J. J. R. T. Barber, D. C. Coleman, K. W. Cummins, C. F. D'Elia, J. K. Detling, E. C. Hargrove, P. F. Hendrix, K. H. Mann, S. L. Pimm, L. R. Pomeroy, W. A. Reiners, P. H. Rich, P. G. Risser, J. E. Schindler, H. H. Shugart, D. L. Urban, W. J. Wiebe & R. G. Wiegert

- (eds.) Concepts of Ecosystem Ecology. Springer-Verlag, Nueva York.
- Ribera, M. O. 1992. Regiones ecológicas de Bolivia. pp. 9-73. En: Marconi, M. (ed.) Conservación de la Biodiversidad en Bolivia. CDC/USAID, La Paz.
- Ribera, M. O. 2008. Ecoregiones y ecosistemas. pp. 157-231. En: de Morales, C. & M.O. Ribera (eds). Informe del Estado Ambiental de Bolivia 2007-2008. LIDEMA, La Paz.
- Tansley, A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology 16: 284-307.
- Vannote, R. L., G. W Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell & C. E. Cushing. 1980. The river continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 37: 130-137.
- Waring, R. H. 1989. Ecosystems: fluxes of matter and energy. pp. 17-41. En: Cherrett, J. M. (ed.) Ecological Concepts. The Contribution of Ecology to an Understanding of the Natural World. The 29<sup>th</sup> Symposium of the British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications, Oxford.