Revista Virtual REDESMA
Diciembre 2012
Vol. 6(1)

Biodiversidad y Cambio climático en los Andes: Importancia del monitoreo y el trabajo regional[1]

Francisco Cuesta[2], María Teresa Becerra[3]

[1] Este artículo fue publicado en la Revista de Integración de la CAN

[2] Coordinador Área Biodiversidad, CONDESAN, Quito, Ecuador;
francisco.cuesta@condesan.org

[3] Coordinadora del Área de Medio Ambiente, Secretaría General de la Comunidad Andan (SGCAN);
mtbecerra@comunidadandina.org

Resumen

La biodiversidad es uno de nuestros recursos más vulnerables en escenarios de cambios ambientales globales. Los ecosistemas de montaña que albergan esta riqueza natural se revela como vulnerable porque el clima regula muchos de los procesos y funciones que se desarrollan en ellos. El impacto de la pérdida de biodiversidad será mayor en los sistemas tropicales, donde se encuentra la mayor concentración de organismos. Para revertir las tasas de pérdida de biodiversidad reportadas, se requiere lograr una mayor atención a estas regiones, de manera que se logre un incremento en la inversión, tanto pública como privada, orientada a cubrir vacíos de conocimiento, fortalecer instituciones y articular políticas públicas nacionales y regionales con marcos internacionales vinculantes. Este artículo presenta una propuesta para el desarrollo de sistemas de monitoreo sobre biodiversidad en los Andes y los avances que se han impulsado en el marco regional andino como parte de la implementación de la AAA. La Iniciativa GLORIA ha identificado que la implementación de sistemas de monitoreo de largo plazo en coordinación con actores interesados en la generación de conocimiento, es útil en el entendimiento de una problemática y en la toma de decisiones informadas. El desarrollo de sistemas de monitoreo que genere bases de datos de larga duración es una prioridad para la subregión andina, para generar conocimiento que apoye la construcción de una línea base que permita evaluar los cambios en la biodiversidad a través del tiempo y, provea insumos para el desarrollo de acciones de conservación.

Abstract

Biodiversity is one of our most vulnerable resources in global environmental change scenarios. Mountain ecosystems harboring this natural wealth are that fragile because climate regulates many of the processes and functions that take place in them. The impact of biodiversity loss will be greater in tropical systems, those with the highest concentration of organisms. To reverse the reported biodiversity loss rates, greater attention to these regions is required, in order to achieve an increase in investment, both public and private, designated to cover knowledge gaps, strengthen institutions and coordinate national and regional policies with binding international frameworks. This article presents a proposal for the development of biodiversity monitoring systems in the Andes and the progresses that have been promoted in the Andean regional framework as part of the implementation of the AAA. The GLORIA Initiative has identified that the implementation of systems of long-term monitoring in coordination with stakeholders in the generation of knowledge, is helpful in the understanding of a problem and in making informed decisions. The development of monitoring systems that generate long-term databases is a priority for the Andean region, to generate knowledge that supports the construction of a baseline to assess changes in biodiversity over time and provide inputs for the development of conservation actions.

Palabras clave.– Biodiversidad, páramo, ecosistema, mitigación, adaptación, perturbación climática, plankton, hábitat, páramo arbustivo, ecosistemas boreales, conservación, monitoreo, protocolo metodológico, resiliencia.

Keywords.– Biodiversity, paramo ecosystem, mitigation, adaptation, climate disruption, plankton, habitat, wilderness bush, boreal ecosystems, conservation, monitoring, methodological protocol, resilience.

Introducción

La biodiversidad es el eje sobre el cual se desarrollan las funciones ecosistémicas que permiten y sostienen la vida humana y constituyen la base sobre la cual proponer un modelo de desarrollo sostenible a largo plazo (Sala *et al.* 2005). Ecosistemas funcionales y sanos contribuyen positivamente a la calidad del aire que respiramos, el agua que consumimos y la posibilidad de que la tierra sostenga los sistemas de producción como la agricultura, forestería y las pesquerías.

Sin embargo, la biodiversidad es uno de nuestros recursos más vulnerables en escenarios de cambios ambientales globales; la pérdida de biodiversidad debido a causas de afección de origen antrópico ha sido mucho más agresiva en los últimos 50 años que en cualquier otro momento en la historia humana (Butchart *et al.* 2010). Los escenarios desarrollados por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM) para el 2015 coinciden en que las tasas de pérdida reportadas sobre la biodiversidad se proyectan en valores similares e incluso mayores a los registros históricos, especialmente al considerar los im-

pactos que el calentamiento global genera sobre la biodiversidad [1][3].

En particular, los ecosistemas de montaña junto con los ecosistemas coralinos y los manglares han sido identificados como ecosistemas particularmente vulnerables al cambio climático [4]. Esta alta vulnerabilidad se debe, en gran parte, a que el clima regula muchos de los procesos y funciones que se desarrollan en ellos [5] y que por lo tanto, los cambios fisiológicos y ecológicos de los organismos de estas zonas, en respuesta a modificaciones ambientales, serían más pronunciados que en ecosistemas de tierras bajas donde las dinámicas y funciones de los sistemas tienen una menor influencia del clima y responden a otros procesos.

El IPCC en su cuarto reporte [4], argumenta que los escenarios de calentamiento menos severos proyectados para el año 2020 y 2050 son ya inalcanzables; el nivel de emisiones actuales nos enfrenta a escenarios drásticos. A escalas subcontinentales se proyecta para los Andes un incremento en la temperatura de 3+/- 1,5 °C para fines del siglo actual [6][7]. El cuarto reporte también resalta la urgente necesidad de que los países desarrollen estrategias de adaptación de manera complementaria a programas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con el propósito de generar acciones a escalas locales que incrementen la resiliencia de los ecosistemas.

Si bien la pérdida de biodiversidad es un fenómeno global, sus impactos serán mayores en los sistemas tropicales, donde se encuentra la mayor concentración de organismos. Este patrón largamente reconocido del incremento de biodiversidad hacia los trópicos, se ejemplifica en los ecosistemas tropicales, que cubren menos del 2% de la Tierra pero contienen un poco más del 50% de la biodiversidad del planeta [8][9][10].

En particular preguntas claves en estas regiones tiene que ver con: (i) identificar las áreas de mayor diversidad, (ii) ¿cómo estos picos en riqueza de especies se relacionan con centros de radiación, especiación y endemismo (áreas que contienen una gran cantidad de especies que solo ocurren en ese lugar y en ningún otro)?, y (iii) ¿cómo estos patrones podrían cambiar en el tiempo, en particular por los cambios ambientales proyectados? Responder a estas preguntas es fundamental para promover acciones de conservación efectivas basadas en conocimiento y entendimiento de los sistemas naturales tropicales [11].

Por lo tanto, para revertir las tasas de pérdida de biodiversidad reportadas, se requiere lograr una mayor atención a estas regiones, de manera que se logre un incremento en la inversión, tanto pública como privada, orientada a cubrir vacíos de conocimiento, fortalecer instituciones y articular políticas públicas nacionales y regionales con marcos internacionales vinculantes como el Convenio de Diversidad Biológica (CBD) y la Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y del Protocolo de Kyoto (CMNUCC).

En este marco, la CAN acordó en 2002 una Estrategia Regional de Biodiversidad (ERB) que orienta las acciones regionales sobre conocimiento, conservación, uso y distribución de los beneficios derivados de la biodiversidad, destacando como uno de sus principales ejes el desarrollo de conocimientos científicos, innovaciones y tecnologías para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, previniendo y minimizando los riesgos en el ambiente y la salud humana.

Aunque la ERB en su momento no contempló acciones específicas relacionadas con el efecto del cambio climático sobre la biodiversidad, en el ámbito subregional, la Agenda Ambiental Andina 2006 – 2010 abrió el espacio para abordar los efectos del cambio climático en ecosistemas estratégicos e incluyo acciones específicas para promover la discusión de lineamientos científicos para la evaluación de efectos del cambio climático en los glaciares y páramos.

Complementariamente, la recientemente aprobada Agenda Ambiental Andina 2012 – 2016, dispone un conjunto de líneas de acción orientadas al fortalecimiento del conocimiento de la biodiversidad y a la construcción de un Plan de Acción Andino sobre Cambio Climático, como referente para la coordinación subregional en los temas prioritarios e involucra

acciones particulares para promover la generación e intercambio de información relacionada con el cambio climático.

El interés a nivel subregional en el mejoramiento del conocimiento sobre los potenciales efectos del cambio climático sobre la diversidad biológica se fundamenta en la necesidad de generar respuestas y delinear acciones que permitan modificar la tendencia de pérdida de la biodiversidad documentada y proyectada, ya sea por los procesos de pérdida relacionados con la presión de las sociedades humanas sobre nuestros ecosistemas, o por los cambios globales relacionados con el calentamiento global.

Ante este panorama, la urgencia de documentar y cuantificar los impactos del cambio climático junto con la necesidad de delinear medidas de mitigación-adaptación acordes, confronta a tomadores de decisiones con la realidad incómoda de que el conocimiento de la biodiversidad y los procesos que la origina y mantiene es aún limitado, asimétrico entre los diferentes tipos de organismos, es disperso y, en la mayoría de los casos, generado por centros de investigación que no están al alcance de los tomadores de decisiones y otros actores interesados, especialmente a escalas locales o sub-nacionales [12].

Adicionalmente, muchos de los conocimientos sobre el cambio climático provienen de ejercicios de modelamiento desarrollados sobre la base de datos globales de resolución gruesa y a partir de muchos supuestos sobre los procesos y conocimientos de las dinámicas ecológicas de especies y ecosistemas. Por lo tanto, la mayoría de estos estudios reportan una alta incertidumbre en sus resultados y recomiendan en su mayoría el desarrollo de procesos de investigación que contribuyan a mejorar nuestra base de conocimiento empírico y experimental.

La región andina carece de información de línea base y sistemas de monitoreo que generen información continua y consistente a lo largo del tiempo. Vivimos en un momento en el que necesidad de tener datos sobre la biodiversidad y observar sus cambios a través del tiempo es esencial para orientar las acciones de conservación [13]. Este artículo presenta una propuesta para el desarrollo de sistemas de monitoreo sobre biodiversidad en los Andes y los avances que se han impulsado en el marco regional andino como parte de la implementación de la AAA.

Monitoreo del impacto del cambio climático ecosistemas andinos

Las bases de datos que puedan ser utilizadas para monitorear biodiversidad y sus cambios a través del tiempo son esenciales. Sin embargo, las bases de datos de series de tiempos en los Andes son escasas además de que existe un vacío de conocimiento sobre las dinámicas de cambio y su dirección en los sistemas naturales, lo que dificulta detectar o aislar la naturaleza de estos cambios respecto a si son naturales o generados por efectos antrópicos. Por estas razones la comunidad científica y la cooperación ha renovado su interés en apoyar procesos de monitoreo que permitan generar series de datos de larga duración.

La importancia de las series de datos de larga duración

Las bases de series de datos de larga duración datan hace dos siglos y están íntimamente ligadas al desarrollo de la ecología como ciencia, la cual tomó forma a partir de la acumulación de datos sobre la distribución y abundancia de las especies en el espacio y el tiempo.

Las motivaciones para la colección de este tipo de datos obedece a la necesidad de responder preguntas aplicadas para el manejo de la vida silvestre. Por ejemplo, los experimentos del Park Grass en Rothamsted (sur de Inglaterra) fueron creados en 1856 para examinar el efecto de los fertilizantes en la producción de forraje [14]. Sin embargo, el valor de la información colectada en estos experimentos ha permitido responder preguntas que varían entre procesos de evolución y adaptaciones a escalas locales a explorar el vínculo entre la composición de la comunidad y la perturbación climática.

Otro ejemplo es el estudio de registro de plankton, el mismo que inició en 1925 con el objetivo de mapear la distribución del plankton oceánico y vincular los resultados con el manejo de las pesquerías [15]. Estos estudios pioneros evidenciaron la importancia y relevancia de la generación de datos de series temporales largas y son parte de un numero creciente de estudios temporales incluyendo la red de investigación de cambio ambiental del Reino Unido [16], las parcelas experimentales de Wageningen [17] y Cedar Creek [18], siendo el último parte de los sitios de la Red de Investigaciones Ecológicas de largo plazo de Estados Unidos (www.lternet.edu), la Red Nacional de observaciones ecológicas (NEON, www.neoninc.org) y la red internacional para la investigación ecológica (ILTER www.ilternet.edu) fundada en 1993 con el propósito de generar investigación ecológica y socioeconómica de largo plazo a escala de sitio.

A escala de los países andinos existen algunas iniciativas que se han desarrollado durante las últimas décadas en colaboración entre centros de investigación internacionales y socios nacionales-locales.

La red de inventarios forestales de la Amazonía (Rainfor por sus siglas en inglés, www.rainfor.org) fue creada en el año 2000 para entender la productividad (biomasa) y las dinámicas de los bosques amazónicos para lo cual han desarrollado un marco sistemático para monitorizar esta región a largo plazo.

Similarmente, Conservación Internacional desarrolló la red de Evaluación y Monitoreo de Ecología Tropical (TEAM, www.teamnetwork.org) la cual se focaliza en monitorear los patrones de largo plazo en la biodiversidad en bosques tropicales de tierras bajas a través del establecimiento de estaciones de investigación en los sitios de estudios y la aplicación de métodos estandarizados de colección de datos.

Sin embargo, existe todavía un gran vacío de este tipo de redes de estudios de largo plazo en los ecosistemas andinos, en particular en los localizados a mayor altitud. En este contexto a través del trabajo conjunto de la Secretaría General de la Comunidad Andina (SGCAN) junto con CONDESAN y varias universidades andinas se creó en el 2008 la Red Andina de monitoreo del Impacto del Cambio Climático sobre la Biodiversidad de Alta Montaña que tiene por objeto establecer una red para la observación a largo plazo y el estudio comparativo de los impactos del cambio climático en la diversidad vegetal de la alta montaña [19].

Esta red ha apoyado directa o indirectamente la instalación de 12 sitios de monitoreo (38 cumbres) en los Andes a lo largo de un gradiente latitudinal, que va desde los 6°N (Parque Nacional Cocuy, Colombia), hasta los 26°S (Cumbres Calchaquíes, Argentina), y a lo largo de un gradiente altitudinal de 2600 metros. Los sitios de monitoreo cubren una gran diversidad de hábitats, desde los páramos arbustivos muy húmedos de la Cordillera Oriental de Colombia, pasando por los páramos pluviales dominados por herbáceas del Ecuador y el norte y centro de Perú, a los ecosistemas pluviestacionales de la puna húmeda del sur de Perú y oriente de Bolivia hasta la puna xerofítica del occidente de Bolivia y noroccidente de Argentina.

Los datos de las cumbres de monitoreo GLORIA de los Andes han permitido el establecimento de una linea base de informacion sobre la composición y estructura de las comunidades de flora junto con una línea base climática (i.e. temperatura del suelo) que permitirá estudiar las dinámicas de estas comunidades de la alta montaña y relacionarlas con el cambio climático.

No obstante, pese a que los impactos del cambio climático en los ecosistemas ha revalorizado la importancia y necesidad de series de tiempo de largo plazo, en la actualidad existen muy pocas series de tiempo que se extiendan más allá de una década (20), en particular aquellas que incluyen datos de sitios tropicales. Debido a que los factores determinantes de cambios en la biodiversidad pueden variar geográficamente, no es posible asumir que las respuestas a cambios ambientales documentadas en series de larga data de ecosistemas boreales son universales [11].

En este contexto, llenar este gran vacío es una tarea fundamental en los países andinos, más aún para la evaluación de efectos de un fenómeno de largo plazo, como es el cambio climático. El contar con progra-

mas y redes que generen series temporales de larga duración es fundamental para mejorar nuestra comprensión de los efectos potenciales del cambio climático y de la variabilidad climática en la biodiversidad. Esta comprensión nos permitirá orientar mejor la inversión en el desarrollo de acciones que apoyen la conservación de los ecosistemas andinos.

Teniendo en cuenta que es un propósito que la información generada apoye el desarrollo de acciones de adaptación y manejo del paisaje, las acciones de investigación priorizadas deben permitir cubrir los vacíos de conocimiento sobre cómo funcionan los ecosistemas y cómo responderán a los cambios ambientales. El entendimiento de estos procesos requiere de series de tiempo con datos confiables que alimenten la construcción de modelos conceptuales a través del desarrollo de programas de investigación de mediano y largo plazo bajo una orientación de monitoreo adaptativo que permita retroalimentar y validar la efectividad de los programas de manejo orientados a incrementar la resiliencia de los ecosistemas andinos.

Elementos de un programa de monitoreo

En este sentido se considera importante destacar que la ciencia es la base de los programas de monitoreo, por lo tanto cualquier proceso de este tipo debe permitir el fortalecimiento de los procesos de generación de conocimiento y asegurar la calidad de la información que se produce. En este sentido la calidad de la información es fundamental en la definición de estos programas, teniendo en cuenta que sus resultados además de aportar a la toma de decisiones, deben basarse en conocimiento válido, de manera que esta información pueda integrarse a los informes globales del clima, como los Paneles Internacionales de Cambio Climático (IPCC).

Los programas exitosos de monitoreo comparten características importantes en común tales como: (i) Formulación de preguntas de investigación relevantes previo al inicio del programa de monitoreo; (ii) Diseño experimental estadísticamente válido, (iii) Desarrollo detallado de protocolos metodológicos que

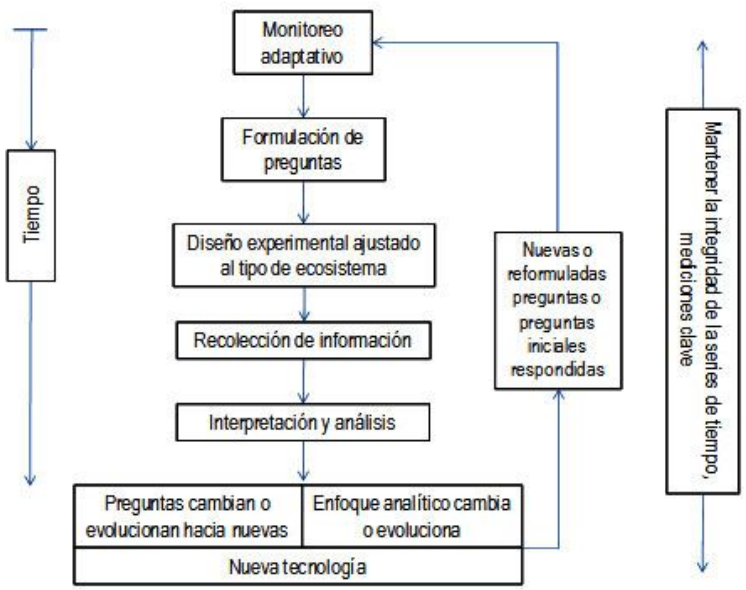

Figura 1. Esquema conceptual de un programa de monitoreo con enfoque adaptativo a través del cual es posible la incorporación de nuevas preguntas en un esquema de investigación a largo plazo mientras que se mantiene la integridad de las medidas clave
Fuente: Adaptado de Lindenmayer y Likens, 2009

permiten una buena calidad de colección de datos en campo y su posterior manejo y almacenamiento de datos, (iv) un buena red colaborativa de investigadores, manejadores y tomadores de decisión, (v) acceso a fuentes confiables de financiamiento, y (vii) una buena coordinación y liderazgo. Finalmente, un programa de monitoreo adaptativo requiere de incorporar un elemento clave y es el desarrollo permanente de nuevas preguntas una vez que las iniciales han sido contestadas o la investigación generada provee de pautas sobre la necesidad de formular nuevas [21] (Figura 1).

Los elementos claves de un sistema de monitoreo de este tipo son: el desarrollo de preguntas clave bien definidas y medibles, basado en un diseño experimental robusto que permita tener un número adecuado de réplicas para observar patrones, estar basados en un modelo conceptual de cómo el ecosistema funciona o cómo los elementos priorizados de un ecosistema funcionan; y estar orientados hacia la necesidad humana de generar respuestas de manejo que promuevan el diseño de acciones de adaptación basadas en información científica.

A partir de la experiencia con la Iniciativa GLORIA, se ha identificado que la implementación de sistemas de monitoreo de largo plazo requieren el trabajo coordinado de actores interesados en la generación de conocimiento, en el entendimiento de una problemática y en la toma de decisiones informadas. En este sentido el desarrollo de redes temáticas de investigación es un elemento necesario para favorecer el intercambio de información, acercar las comunidades científicas y fortalecerlas para asegurar la sostenibilidad de los sistemas de monitoreo en el largo plazo.

En este contexto, el desarrollo de programas de estudios ecológicos de larga duración promovidos por la colaboración entre los estados, centros de investigación y organizaciones de la sociedad civil podría ser una alternativa favorable para institucionalizar programas de investigación y monitoreo en los países andinos. La articulación de redes de investigación con los programas nacionales ministeriales de cambio climático podría constituirse en una alternativa factible para delinear acciones concretas de adaptación en la región y dar apoyo político y sostenibilidad financiera a las acciones de monitoreo. Por lo tanto, el trabajo conjunto de los actores debe propender por el fortalecimiento de redes con las siguientes características [21]:

- Instituciones capaces de comprometerse al mantenimiento de estos programas a largo plazo.
- Fortalecimiento de capacidades a nivel regional a través de trabajo coordinado con autoridades estatales, universidades y otros actores.
- Promover las sinergias para la estandarización de metodologías y el intercambio de información.
- Generar intercambios novedosos entre disciplinas que pueden tener resultados creativos.
- Desarrollo de mecanismos de información que pongan a disposición en línea la información generada para consulta de tomadores de decisiones y otros actores.
- Promover el diseño de procesos sistemáticos para generar conocimiento y a partir de este reportes que faciliten el trabajo de los tomadores de decisiones.
- Acompañamiento con programas experimentales que generen respuestas concretas en el corto plazo y que permitan proveer de información para la toma de decisiones.
- Necesidad de mantener procesos de financiamiento y la posibilidad de institucionalizar los programas como política pública y vinculados a los ministerios de ambiente de manera de lograr una sostenibilidad a largo plazo.
- Generación de información para identificar áreas vulnerables y nuevos horizontes de trabajo a escala subregional

Conclusiones

El desarrollo de sistemas de monitoreo que genere bases de datos de larga duración es una prioridad

para la subregión andina. Esto facilitará la generación de conocimiento que apoye la construcción de una línea base que permita evaluar los cambios en la biodiversidad a través del tiempo y, provea insumos para el desarrollo de acciones de conservación. El desarrollo de programas de monitoreo bajo el esquema de manejo adaptativo propuesto tiene el potencial de mejorar siginificativamente los mecanismos, la calidad y el tipo de información recopilada, incrementando así la importancia y credibilidad de este tipo de programas en la comunidad científica, en los gestionadores del ambiente y en los tomadores de decisión a distintas escalas, lo que permitirá dar confianza a los cooperantes y financiadores para invertir en programas con estas características. La conformación de redes ayuda a la cooperación sur-sur, a la generación de capacidades en los países andinos y estimula la cooperación y el diálogo de saberes.

La generación de esta línea base es una precondición para el desarrollo de acciones de adaptación y la construcción de sociedades más resilientes. Sin esta información el diseño e implementación de acciones de adaptación es limitado con la complicación adicional de que no se puede evaluar nuestras acciones y su eficacia en responder a los problemas de la pérdida de biodiversidad (debido a la falta de una línea base).

Complementariamente es necesario promover estudios experimentales en condiciones controladas que enriquezcan y complementen los estudios empíricos de observación de larga duración y en conjunto provean de respuestas para la conservación de la biodiversidad más robustas en períodos de tiempo más cortos.

Referencias bibliográficas

[1] Sala OE, D.van Vuuren, H. M. Pereira, D. Lodge, J. Alder, G.Cumming, A. Dobson, V. Wolters a, Xenopoulos MA. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Scenarios: Biodiversity across Scenarios. Pages 375-406 in Rashid Hassan RSaNA, ed. The Millenium Ecosystem Assessment, vol. 1 Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends. Washington D.C. Island Press.

[2] Butchart SHM, *et al.* 2010. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. Science 328: 1164-1168.

[3] Sala OE, *et al.* 2000. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. Science 287: 1770-1774.

[4] IPCC. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contrigution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. . Cambridge, UK: Cambridge University Press.

[5] Körner C. 1998. A re-assessment of high elevation treeline positions and their explanation. Oecologia 115: 445-459.

[6] Urrutia R, Vuille M. 2009. Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. . Journal of Geophysical Research 114: D02108, doi:02110.01029/02008JD011021.

[7] Vuille M, Francou B, Wagnon P, Juen I, Kaser G, Mark BG, Bradley RS. 2008. Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. Earth-Science Reviews 89: 79-96.

[8] Molau U. 2004. Mountain biodiversity patterns at low and high latitudes. Ambio 13: 24-28.

[9] Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

[10] Willig MR, Kaufman DM, Stevens RD. 2003. Latitudinal Gradients of Biodiversity: Pattern, Process, Scale, and Synthesis. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 34: 273-309.

[11] Chown SL, Sinclair BJ, Leinaas HP, Gaston KJ. 2004. Hemispheric Asymmetries in Biodiversity—A Serious Matter for Ecology. PLoS Biol 2: e406.

[12] Báez S, Cuesta F, Cáceres Y, Arnillas CA, Vásquez R. 2012. Síntesis del conocimiento de los efectos del Cambio Climático en la biodiversidad de los Andes del Norte y Centro. Reporte preparado en el marco de la Iniciativa Panorama Andino del Cambio Climático. CONDESAN.

[13] Magurran AE, Baillie SR, Buckland ST, Dick JM, Elston DA, Scott EM, Smith RI, Somerfield PJ, Watt AD. 2010. Long-term datasets in biodiversity research and monitoring: assessing change in ecological communities through time. Trends in Ecology & Evolution 25: 574-582.

[14] Lawes, J. and Gilbert, J. 1880 Agricultural, botanical and chemical results of experiments on the mixed herbage of permanent grassland, conducted for many years in succession on the same land. Phil. Trans. R. Soc. B. 171, 189–416

[15] Richardson AJ, Walne AW, John AWG, Jonas TD, Lindley JA, Sims DW, Stevens D, Witt M. 2006. Using continuous plankton recorder data. Progress In Oceanography 68: 27-74.

[16] Morecroft MD, *et al.* 2009. The UK Environmental Change Network: Emerging trends in the composition of plant and animal communities and the physical environment. Biological Conservation 142: 2814-2832.

[17] Bezemer TM, van der Putten WH. 2007. Ecology: Diversity and stability in plant communities. Nature 446: E6-E7.

[18] Tilman D, Reich PB, Knops JMH. 2006. Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. Nature 441: 629-632.

[19] Pauli H, Gottfried M, Hohenwallner D, Reiter K, Grabherr G. 2005. Ecological Climate Impact Research in High Mountain Environments: GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) —its Roots, Purpose and Long-term Perspectives

[20] Wolfe D, Champ M, Flemer D, Mearns A. 1987. Long-term biological data sets: Their role in research, monitoring, and management of estuarine and coastal marine systems. Estuaries and Coasts 10: 181-193.

[21] Lindenmayer DB, Likens GE. 2009. Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring. Trends in Ecology & Evolution 24: 482-486.

[21] Lovett GM, Burns DA, Driscoll CT, Jenkins JC, Mitchell MJ, Rustad L, Shanley JB, Likens GE, Haeuber R. 2007. Who needs environmental monitoring? Frontiers in Ecology and the Environment 5: 253-260.