

# Red de Observatorios Socio-ecológicos de los Andes (ROSA)

Propuesta para el establecimiento de una red andina de observatorios  
que integre los esfuerzos de monitoreo social y ambiental.

Junio 2023

## Contenido

Antecedentes.....	2
La Red ROSA.....	4
Objetivos de ROSA.....	5
Conceptualización de los sistemas socio-ecológicos.....	6
Enfoque metodológico.....	6
Criterios base para la definición de un observatorio.....	8
Potenciales variables a incluir en los sitios de monitoreo:.....	8
Tipos de información a incorporar en los observatorios.....	9
Escalas de trabajo.....	10
Institucionalización de ROSA.....	11
Primeras Publicaciones de ROSA.....	11
Referencias.....	12

## Antecedentes

Los Sistemas Socio-Ecológicos (SES) de los Andes sustentan los medios de vida de millones de personas y son esenciales para conservar y mantener una de las regiones más biodiversas del planeta, al tiempo que prestan servicios ecosistémicos vitales (Mathez-Stiefel et al. 2017; Zarbá et al. 2022). A pesar de su importancia crítica, existe aún limitada evidencia empírica que integre las dimensiones sociales con las ambientales para comprender mejor los cambios a largo plazo que están ocurriendo a escala continental. Todavía falta entender cómo estos sistemas se integran espacialmente y qué factores esenciales los caracterizan y diferencian para hacerlos resilientes a las amenazas del cambio climático y de los procesos de degradación de los ecosistemas ligados a prácticas no sostenibles de uso del suelo. Para esto, la disponibilidad de información socio-ecológica a largo plazo (como los monitoreos regionales) es clave para entender los procesos de configuración territorial de los sistemas socio-ecológicos locales.

En la actualidad, se están llevando a cabo diferentes iniciativas de monitoreo socio-ecológico en los Andes (Carilla et al. 2023). Existen iniciativas a nivel nacional que proponen un enfoque de monitoreo integrado de los paisajes y ecosistemas de alta montaña, como la iniciativa Estrategia de Monitoreo Integrado de los Ecosistemas de Alta Montaña de Colombia (EMA), en Colombia (Llambí et al. 2019). En el marco de la EMA se define el monitoreo integrado como aquel que combina: 1) un *enfoque multi-escalar*, que vincula los diferentes motores de cambio y variables respuesta desde la escala de ecosistemas/parcelas, la escala de paisajes y la escala regional; 2) un *enfoque multi-ecosistémico*, que analiza las interdependencias entre los diversos ecosistemas que conforman los paisajes de montaña en diferentes estados de transformación/regeneración; y 3) un *enfoque socio-ecológico*, que analiza los vínculos entre los cambios en los contextos socioeconómicos, culturales y políticos, con las dinámicas de uso del suelo y sus interacciones con los cambios en la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el bienestar humano (Figura 1).

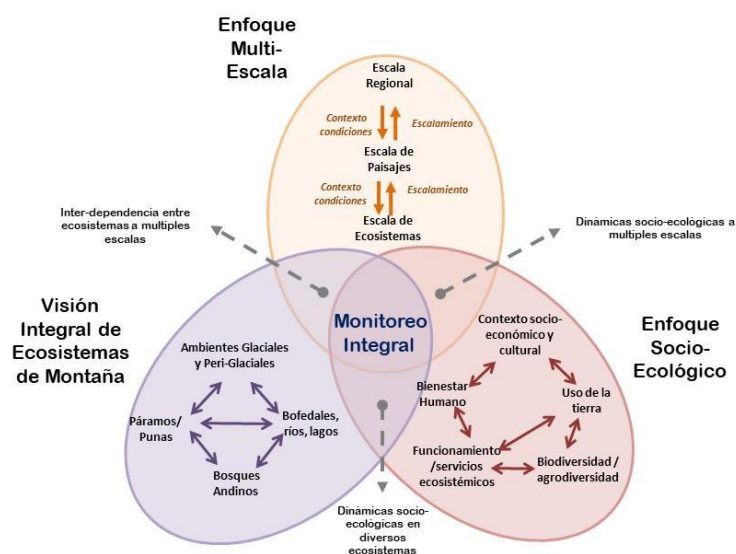


Figura 1. Monitoreo integrado como el resultado de combinar un enfoque multi-escala, socio-ecológico y una visión integral de los ecosistemas de montaña y sus interacciones (modificado de Llambí et al. 2019).

Por otro lado, Carilla et al. (2023) enfatizan que el monitoreo es de hecho parte de un proceso más amplio de gestión social del conocimiento en que idealmente deberían participar la academia, los gobiernos y la sociedad civil (comunidades, sector privado, poblaciones urbanas, etc.) a través de procesos de co-diseño, co-manejo y monitoreo participativo (Figura 2). A su vez, enfatizan la necesidad de integrar el monitoreo socio-ambiental a la gobernanza y gestión sostenible del territorio en *sitios de aprendizaje* (ver también Peralvo et al. 2023). Sin embargo, persisten importantes retos para consolidar este enfoque de monitoreo integrado en los Andes, incluyendo la consideración de las dimensiones sociales en la investigación de largo plazo, así como experiencias efectivas de monitoreo participativo, y co-diseño/co-gestión del monitoreo que articulen a la academia, tomadores de decisión y sociedad civil (Carilla et al. 2023).

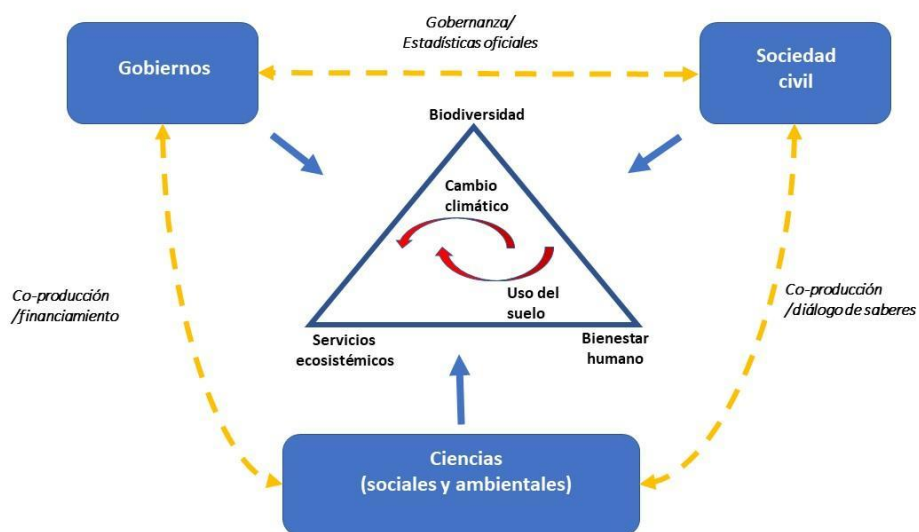


Figura 2. Los retos de la gestión del conocimiento en el marco del monitoreo integrado de sistemas socio-ecológicos (modificado de Carilla et al. 2023).

El monitoreo de largo plazo puede ser definido como la medición repetida de un conjunto de variables y procesos de cambio a múltiples escalas espaciales, durante un periodo extendido de tiempo (al menos cinco años), de acuerdo a un marco conceptual integrado y una serie de protocolos estandarizados de medición (Lindemeyer y Likens, 2009). A nivel internacional existen varias plataformas de monitoreo integral dedicadas a ecosistemas de montaña (Adler et al. 2018; Shahgedanova et al. 2021). Algunas de las más importantes incluyen la Red Internacional de Investigación Ecológica de Largo Plazo (ILTER) y la Red Global de Observatorios de Montaña (GEO-GNOME vinculada el MRI).

## La Red ROSA

En este marco, un grupo de organizaciones aliadas se ha propuesto apoyar el establecimiento de una Red de Observatorios Socio-ecológicos para los Andes (ROSA), con el fin integrar distintos esfuerzos de monitoreo pre-existente y nuevos, en una red de observatorios y/o sitios de aprendizaje que permitan generar y compartir información de manera coordinada y eficiente; hacer lecturas integradas de los cambios sociales y ecológicos en los Andes y vincular este conocimiento a la toma de decisión para la gestión del territorio.

El presente documento es una propuesta conceptual y metodológica para dar los primeros pasos hacia el establecimiento de esta red ROSA, la cual incluye la identificación de esfuerzos de monitoreo en la región, el desarrollo de un mapa de Sistemas Territoriales Socio-Ecológicos para los Andes, la generación de una base de metadatos de los observatorios, tres publicaciones y el

desarrollo de una propuesta de financiamiento y organización/estructura para consolidar la red ROSA a largo plazo.

Este documento plantea una serie de ideas de base surgidas de espacios de intercambio de información e ideas entre expertos(as) que trabajan en los socio-ecosistemas de los Andes, a través de la implementación de dos talleres virtuales y uno presencial (llevado a cabo en Tucuman, Argentina) (módulo 1 y 2, ver [CONCEPT](#)). Los productos finales fueron presentados en un webinar internacional del Global Land Program (GLP) (módulo 3, ver [CONCEPT](#)).

Esta actividad está organizada por un grupo internacional e interdisciplinario de investigadores/as del Instituto de Ecología Regional (IER, UNT-CONICET), Instituto de Investigaciones Territoriales y Tecnológicas para la Producción del Hábitat (INTEPH, UNT- CONICET), (Argentina), Freie Universität Berlin (FUB - Alemania), Universidad de Los Andes (Venezuela) y Global Land Program (GLP). Cuenta con el financiamiento de la Agencia Espacial Europea (ESA), Future Earth (FE) y el apoyo del Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) a través del programa Adaptación en las Alturas.

## Objetivos de ROSA

1. Identificar, compilar e integrar esfuerzos de monitoreo de Sistemas Socio-ecológicos en la región en una Red de Observatorios Socio-ecológicos para los Andes públicamente accesible.
2. Promover el análisis de los efectos del cambio del uso de la tierra, el cambio climático y cambios económicos y políticos sobre la biodiversidad, servicios ecosistémicos y bienestar humano en territorios andinos representativos y entender cómo varían estos efectos en diferentes contextos territoriales (políticos, económicos, culturales, ambientales).
3. Generar un espacio de intercambio de experiencias y capacitación relacionados a la integración de enfoques para el monitoreo social y ambiental en los Andes.
4. Mantener un sistema de comunicación actualizada, inclusiva, y fomentar procesos de diálogo ciencia - política.
5. Apoyar la integración del monitoreo socio-ambiental a procesos de gestión territorial y gobernanza desde las comunidades hasta los gobiernos locales/subnacionales/nacionales.
6. Evaluar críticamente la representatividad de los observatorios socio-ecológicos que caracterizan a cada SELSA, identificando vacíos y oportunidades para la integración/establecimiento de nuevos sitios.

## Conceptualización de los sistemas socio-ecológicos

La Red de Observatorios Socio-ecológicos de los Andes (ROSA) considera el concepto de sistema socio-ecológico (SES) propuesto por Verburg y colaboradores (2009) que lo define como *un sistema integrado que comprende componentes sociales y ecológicos, y las interacciones y retroalimentaciones entre estos componentes*. Este sistema incluye al ambiente físico y biótico, los actores humanos y sus instituciones, así como los procesos y retroalimentaciones que se producen dentro de estos componentes y entre ellos. Dichos autores señalan que un sistema socio-ecológico se caracteriza por presentar relaciones complejas y dinámicas entre los componentes sociales y ecológicos, y que comprender estas relaciones es crucial para la gestión sostenible del territorio, la conservación de los recursos naturales y el bienestar humano.

La complejidad y diversidad que presentan los SES pueden sistematizarse mediante un esquema de clasificación. Una clasificación continental basada en la ciencia de la tierra y en aspectos geográficos de los SES sudamericanos ha propuesto dos categorías que se consideran útiles para organizar ROSA (Zarbá et al. 2022): las Regiones Socio-Ecológicas (SERs, por sus siglas en inglés) que son tipologías de escala regional que reflejan los usos dominantes de la tierra y los sistemas socio-ecológicos terrestres (SELS, por sus siglas en inglés) que son tipologías que consideran las principales características sociales y ecológicas de los sistemas terrestres a escala de mayor detalle y con mayor cantidad de información (Boillat et al. 2017), considerando más de 20 variables abarcando siete dimensiones (cultural, demográfica, económica, ambiental, entre otras).

Una herramienta de trabajo de ROSA es el desarrollo de un mapa de Sistemas Territoriales Socio-Ecológicos para los Andes (SELSA), utilizando como punto de partida los mapas existentes de SELS para Sudamérica (Zarbá et al. 2022), re-escalándolos para los Andes. El mapa sirve para definir la representatividad de los sitios de monitoreo y detectar vacíos geográficos y temáticos de información a largo plazo.

## Enfoque metodológico

ROSA se plantea funcionar como un sistema evolutivo que parte desde la simplicidad y gradualmente progresar hacia la comprensión del funcionamiento de los sistemas socio-ecológicos, las interacciones entre sus componentes y los procesos que los determinan, para así, se incluya este conocimiento derivado del monitoreo integrado, a la gestión sostenible de los territorios andinos. La simplicidad es entendida como el diálogo e intercambio de experiencias entre actores clave que trabajan activamente en sitios de

monitoreo y gestión conceptualizados como sitios de aprendizaje u observatorios de largo plazo a lo largo de los Andes.

En una primera fase, ROSA tiene el objetivo de adoptar un enfoque bottom-up, a partir de los sitios de monitoreo ecológico y social ya existentes en los Andes. Una segunda fase consistirá en ampliar la red para completar vacíos geográficos y temáticos, ya sea extendiendo las competencias de los equipos existentes o integrando nuevos equipos de la red. La meta a mediano-largo plazo es diseñar un enfoque y protocolo común para los observatorios en los Andes para coleccionar datos socio-ecológicos comparables e integrar efectivamente el monitoreo a la toma de decisión a múltiples escalas. Para desarrollar este enfoque evolutivo se plantea promover activamente el intercambio de información y enfoques de trabajo entre los sitios, identificar puntos en común y colaborar para generar ideas y responder preguntas de investigación a diferentes escalas de análisis (local, regional, continental).

Para esto, ROSA propone contemplar distintos tipos de **variables** obtenidas a múltiples escalas espaciales y temporales: 1) variables e indicadores derivados de estudios de campo (p. ej. cambios en composición y abundancia de especies, dinámica del clima y caudales); 2) indicadores regionales derivados de sensores remotos, (p. ej. cambios en la cobertura de la tierra); 3) Estadísticas gubernamentales (p. ej. para variables socio-demográficas); 4) información derivada de bases de datos globales existentes / análisis regionales (p. ej. Índice de Desarrollo Humano, calculado a nivel nacional y subnacional por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-), e 5) información derivada de ciencia ciudadana

ROSA define a los sitios de monitoreo como **observatorios** donde se hace seguimiento a una serie de variables sociales y ambientales (enfoque GNOMO, MRI) y como **sitios de aprendizaje** donde múltiples actores participan y donde el monitoreo es una parte en un marco más amplio de gestión adaptativa del territorio (p. ej. enfoque del Chocó Andino en Ecuador, ver Peralvo et al. 2023).

ROSA plantea construir conjuntamente modelos conceptuales de base que contemplen las diferentes escalas de análisis y una serie de preguntas orientadoras correspondientes a cada escala de análisis (paisaje, nacional, regional/continental) y que pueden ser construidas con los diferentes actores vinculados a la gestión del territorio (especialmente a la escala de cada sitio de aprendizaje). El contar con un modelo conceptual de partida permitirá identificar explícitamente los principales gradientes de uso y topográficos relevantes (a escala de paisaje pero también regional/continental), las principales variables respuesta objeto de monitoreo y la forma en que se propone que estas son modificadas por los principales motores o procesos generadores de cambio (p. ej. cambio climático, cambios en el contexto socio-político, etc.).

Así, se espera que el monitoreo pueda responder a las preguntas que la sociedad se plantea sobre los SES donde vive, y contribuir a entender cómo

estas preguntas cambian en base a necesidades emergentes (un aspecto para el que nuevas herramientas tecnológicas como la inteligencia artificial pudieran ser muy útiles).

### **Criterios base para la definición de un observatorio**

Un buen sitio de observatorio o de aprendizaje idealmente debería tener las siguientes características:

1. **Representativo:** representatividad de un tipo de Sistema Socio-ecológico ampliamente distribuido en los Andes.
2. **Con buena disponibilidad de datos a escala local:**
  - a. Buena calidad de datos socio-económicos, demografía y uso del territorio (p.ej. población rural y urbana, ganadería, agricultura, indicadores de pobreza, consumo, actividad económica, salud, etc).
  - b. Disponibilidad de series temporales para datos climáticos representativos, basados en estaciones meteorológicas locales de fácil acceso, al menos de temperatura y precipitaciones.
  - c. Disponibilidad de datos hidrológicos (idem al anterior; caudales mensuales)
  - d. Escala espacial. Es importante que el observatorio contenga límites administrativos coherentes con la disponibilidad de datos socio-económicos. Se propone la escala municipal (o administrativa de 3er orden) como marco general de referencia, pero un observatorio puede en la práctica comprender unidades menores, o agrupar varios municipios que incluyan un territorio geográfico coherente (p. ej., Chocó andino en Quito, Cordillera de Mérida en Venezuela). Otra unidad de análisis válida como punto de partida puede ser una cuenca hidrográfica.
  - e. Parcelas de monitoreo de largo plazo (p. ej. vegetación), idealmente complementada con observaciones de fauna.
  - f. Historia de publicaciones académicas y literatura gris, sobre aspectos sociales, ambientales, geológicos, arqueológicos, etc.
  - g. Existencia de estaciones agrícolas con generación de datos accesibles.
3. Con potencial de **co-diseño y co-gestión** local del sitio; siempre que no afecte el ítem (1), asociado a potencial de integración del monitoreo a procesos de gobernanza y planificación territorial; incluyendo la existencia de bases de datos municipales sobre indicadores de gestión.
4. **Existencia de equipos de investigación** regionales con monitoreos socio-ecológicos a largo plazo establecidos (opcional pero preferible).

### **Potenciales variables a incluir en los sitios de monitoreo:**

Algunas variables/aspectos que pudieran ser considerados incluyen:



- Variables climáticas (temperatura y precipitación).
- Variables hidrológicas (caudales).
- Composición y abundancia de especies vegetales de ecosistemas representativos.
- Diversidad de otros organismos (p. ej., aves, mamíferos, insectos, invertebrados acuáticos, microorganismos, hongos).
- Especies claves, paraguas, indicadores; especies invasoras
- Cambio de cobertura de la tierra (derivados de sensores remotos y estadísticas gubernamentales).
- Indicadores de servicios ecosistémicos (p. ej. carbono en suelo, biomasa, cantidad y calidad del agua y el aire).
- Aspectos demográficos (población, género, estructura etaria, etnicidad).
- Indicadores demográficos: vulnerabilidad alimentaria, nivel educativo, indicadores de ingresos, activos productivos y del hogar, indicadores de salud (mortalidad y morbilidad infantil), activos sociales y culturales (organizaciones de base), ingresos, pobreza, necesidades básicas satisfechas, niveles educativos, Human Development Index (HDI), Gini local
- Indicadores de procesos socio-económicos (telecoples, migraciones, cambios en mercados globales, índice de remesas, movilidad social-se trabaja lejos de donde se vive/hogar/familia?) y conflictos y sinergias, conectividad.
- Nivel de conectividad
- Urbanización (p. ej., densidad de luces nocturnas), cantidad de superficie pavimentada
- Caracterización de regímenes de disturbios: regímenes de fuegos, carga ganadera.
- Marco político - jurídico, estructura de gobierno, (ordenación del territorio; áreas protegidas, áreas comunitarias de conservación, sitios de interés patrimonial, etc.).
- Historia ambiental.
- Indicador de huella ambiental

### **Tipos de información a incorporar en los observatorios**

1. Información estadística de bases de datos gubernamentales (p. ej., población), idealmente mediante links de acceso.
2. Información local a partir de monitoreos a campo (p. ej., estaciones meteorológicas, parcelas permanentes de vegetación), idealmente mediante links de acceso.
3. “Recorte” de bases de datos globales o regionales (eg, NDVI, clima, nieve, etc)

4. Información derivada de “ciencia ciudadana” mediante programas existentes o fomento de nuevos.
5. Bases de datos de publicaciones.
6. Otras fuentes de información emergentes (p.ej. web scrapping y minería de datos)

## Escalas de trabajo

En esta primera etapa de establecimiento de la red, ROSA está trabajando a escala regional, redefiniendo tipologías de sistemas socio-ecológicos para los Andes (SELSA) a partir del mapa de Zarbá y colaboradores (2022), mediante la utilización de variables relevantes para la región. Esta herramienta nos permitirá caracterizar la distribución de los sitios de monitoreo socio-ecológicos en los Andes, principal escala de trabajo de ROSA, e identificar SELS escasamente monitoreados. Es esperable que los sitios de monitoreo socio-ecológicos sean representativos de las características que definen a cada uno de los SELS.

Se propone trabajar al menos a tres escalas de trabajo (en las que las variables de escalas inferiores pueden ser integradas/escaladas a niveles superiores y en las que las condiciones en las escalas superiores determinan las condiciones de contexto para los procesos observados a escalas inferiores):

1) **Parcelas o estaciones de monitoreo** (p. ej., climáticas, hidrológicas) representativas de la variabilidad de condiciones ambientales y ecosistemas clave dentro del observatorio.

2) **Paisajes** (p. ej., municipios o cuencas), donde se encuentran inmersas las parcelas y estaciones de monitoreo ligadas a una determinada historia de uso y transformación (pertenecientes a un mismo SELS) y que están ubicadas en diferentes posiciones a lo largo del gradiente topográfico (p. ej. elevación) y de uso de la tierra. A su vez, a esta escala esperamos contar con análisis temporales de cobertura de la tierra, datos socio-económicos (p. ej., censos oficiales) y de gobernanza/gestión del territorio. La integración en el paisaje de datos de parcelas y/o estaciones nos puede permitir a su vez estimar variables o servicios ecosistémicos a escala del paisaje (p. ej., stocks de carbono, regulación hidrológica). Un **Observatorio SE**, resulta de la integración de las escalas 1 y 2.

3) **Regional** que comprende varios sitios de monitoreo distribuidos a escala regional / continental en diferentes **SELS**. A su vez, a escala regional se puede hacer seguimiento de otras variables derivadas de bases de datos regionales y sensores remotos.

## Institucionalización de ROSA

Proponemos que ROSA pueda articular sus esfuerzos con alguna(s) red(es) de monitoreos existentes, como [GEO-GNOME](#) o [ILTER](#) manteniendo su propia identidad como red andina. En este contexto, [CONDESAN](#) pudiera actuar como facilitador, como en otras redes andinas.

Los observatorios o sitios de aprendizajes deben estar vinculados a instituciones con historia de estudios en los Andes, e identificando personas o grupos responsables que se comprometan a liderarlos.

ROSA estará coordinada por un **comité directivo rotativo** que incluye miembros de diferentes sitios de aprendizaje y geográficos.

En este primer año el comité estará conformado por Julieta Carilla (Andes Sur), Wanderley Ferreira (Andes Centrales) y Tatiana Ojeda (Andes Norte).

Además tendrá un grupo de facilitadores y asesores:

L. D. Llambí (CONDESAN), M. Piquer-Rodriguez (GLP), R: Grau (MRI), L. Nagy (GMBA).

Patricia Breuer (Comunicación), O. Osinaga Acosta, P. Wallem (coordinación de datos), L. Nagy (Financiamiento).

Algunas estrategias clave a implementar incluyen:

1. Consolidar una plataforma institucional de base (web).
2. Consolidar un sistema de gestión de datos y metadatos.
3. Sumar socios y nuevos sitios de observación.
4. Consolidar una estrategia de comunicación (incluyendo un portal web).
5. Trabajar en una estrategia de sostenibilidad financiera.

## Primeras Publicaciones de ROSA

1) Descripción de ROSA y el proceso de su creación, objetivos, selección de sitios nodales, criterio de inclusión a ROSA (Mountain Research and Development).

2) Desarrollo de zonificación específica SELS para los Andes, representatividad del monitoreo existente y base conceptual y metodológica de ROSA.

3) Libro, con capítulos sobre los sitios potenciales de observatorios identificados en esta fase inicial, describiendo en cada uno la historia ambiental, la línea base de los monitoreos existentes (y su aporte para entender la dinámica de estos territorios), el contexto territorial, procesos de gobernanza, participación social, vacíos y oportunidades, etc. La serie podría incluir inicialmente los siguientes sitios: a) Cordillera de Mérida, Venezuela, b)

Los Nevados, Colombia, c) Chocó Andino, Ecuador, d) Loja, Ecuador, e) Tupicocha, Perú; f) Cochabamba, Bolivia, g) Tucumán, Argentina, h) Andes Mediterráneos, Chile.

## Referencias

Adler C, Palazzi E, Kulonen A, Balsiger J, Colangeli G, Cripe D, Forsythe N, GossDurant G, Guigoz Y, Krauer J, et al. 2018. Monitoring mountains in a changing world: New horizons for the Global Network for Observations and Information on Mountain Environments (GEO-GNOME). *Mountain Research and Development* 38(3):265–269.

Carilla J, Araoz E, Osinaga O, Malizia A, Malizia M, Jiménez J, Peralvo M, Garcés A, Lasso G, & Llambí, LD. 2023. Long-term environmental and social monitoring in the Andes: state of the art, knowledge gaps and priorities for an integrated agenda. *Mountain Research and Development* 43(2): A1-A9.

Llambí LD, Becerra MT, Peralvo M, Avella A, Baruffol M, Díaz LJ. 2019. Monitoring biodiversity and ecosystem services in Colombia's High Andean ecosystems: Toward an integrated strategy. *Mountain Research and Development* 39(3):A8– A20.

Lindenmayer DB, Likens GE. 2009. Adaptive monitoring: A new paradigm for long term research and monitoring. *Trends in Ecology and Evolution* 24(9):482–486.

Mathez-Stiefel SL, Peralvo M, Báez S, Riest S, Buytaert W, Cuesta F, Fadrique B, Feeley KJ, Groth AA, Homeir J, Llambí LD, Locatelli B, López MF, Malizia A, Young K. 2017. Research priorities for the conservation and sustainable governance of Andean forest landscapes. *Mountain Research and Development* 37(3):323–339.

Peralvo M, Llambí LD, Arguello M, Benítez AC, Garcés A, Lasso G. *En prensa*. Promoting sustainable mountain development: a strategy to bridge science and action in the Andes. Chap 37. In: Schneiderbauer, S., Pisa, P., Shroder, J., Szarzynski J (Eds.). *Safeguarding Mountain Socio-Ecological Systems – A Global Challenge*. Elsevier.

Shahgedanova M, Adler C, Gebrekirstos A, Grau HR, Huggel C, Marchant R, ... & Vuille M. 2021. Mountain observatories: Status and prospects for enhancing and connecting a global community. *Mountain Research and Development*, 41(2).

Verburg, P. H., Van De Steeg, J., Veldkamp, A., & Willemen, L. 2009. From land cover change to land function dynamics: A major challenge to improve land characterization. *Journal of environmental management*, 90 (3), 1327-1335.

Zarbá L, Piquer-Rodríguez M, Boillat S, Levers C, Gasparri I, Aide TM, ... & Grau R. (2022). Mapping and characterizing social-ecological land systems of South America. *Ecology and Society*, 27(2).