

Propuestas andinas

Diálogo Andino
entre la Ciencia y la Política



La Red de Bosques Andinos: una plataforma regional para promover el monitoreo de biodiversidad y el diálogo entre investigadores, técnicos y tomadores de decisión en la región

Promover el manejo de bosques andinos y fortalecer la gobernanza forestal es una prioridad para los países de la región andina. Para ello es necesario generar insumos que apoyen procesos de toma de decisiones efectivas a distintas escalas, sea para mejorar la eficiencia del uso directo de los recursos forestales, promover medidas de mitigación y adaptación, o implementar incentivos adecuados para la conservación. Una herramienta clave para generar insumos actualizados para el manejo forestal es el establecimiento de sistemas de monitoreo. En el caso de los bosques andinos, los esfuerzos por implementar esquemas de esta naturaleza son fundamentales ya que el conocimiento científico disponible sobre estos ecosistemas de montaña tan amenazados es todavía escaso y fragmentado. Al mismo tiempo, los vínculos entre los actores trabajando en la temática en la región son débiles y no existen espacios de diálogo estructurados donde participen científicos, técnicos, y tomadores de decisión. Esto, en gran medida, ha dificultado que los avances en el conocimiento puedan ser incorporados a la práctica y que los esfuerzos de investigación no estén articulados a las necesidades de gestión. En ese marco, se está impulsado el trabajo colaborativo de investigadores, técnicos y tomadores de decisión a través de la Red de Bosques Andinos. Este documento analiza la situación de los bosque andinos, los esfuerzos realizados por los miembros de la red e identifica cómo los sistemas de monitoreo pueden suplir necesidades de información para promover su manejo y conservación.

INICIATIVAS DE MONITOREO DE BOSQUES EN LA REGIÓN

A grandes rasgos, los sistemas de monitoreo de bosques están compuestos por sistemas de observación de la cobertura de la tierra por medio de sensores remotos, y por sistemas de generación de información de las dinámicas de los bosques a través de parcelas permanentes. En este documento se analiza la importancia de este segundo componente como una estrategia clave para apoyar el manejo sostenible de los bosques andinos.

Las iniciativas existentes de monitoreo de parcelas permanentes ofrecen información de largo plazo esencial para el diseño de instrumentos de política pública y la toma de decisiones asociadas a la gobernanza forestal, incluyendo el manejo forestal sostenible, la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas boscosos, los efectos de los cambios globales en las dinámicas del carbono, entre otros. Un ejemplo de estos procesos es el de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR; www.rainfor.org/es), la cual fue creada con el objetivo de entender y predecir la respuesta al cambio climático de la cuenca del río Amazonas y de los bosques de tierras bajas. RAINFOR ofrece información de base y ha producido información que, de una u otra manera, ha permitido a los diferentes actores involucrados conocer en mayor profundidad la dinámica de los bosques amazónicos y su relación con procesos como la deforestación y la desertificación, aportando al desarrollo de estrategias a escala regional y global. Sin embargo, para los bosques andinos no se ha logrado consolidar una plataforma de este tipo, pese a la importancia global de este bioma.

En este contexto, diversos actores en la región están promoviendo respuestas para solventar algunos de estos desafíos; entre ellos ha surgido la Red de Bosques Andinos. La Red de Bosques Andinos es fruto del interés de colaboración de científicos, técnicos y tomadores de decisión ligados a la conservación y manejo de ecosistemas boscosos andinos a lo largo de toda Sudamérica. En este documento se sintetizan los objetivos y aportes de la Red para la conservación y gestión de bosques andinos, y se identifican las necesidades de información en procesos de toma de decisiones a múltiples escalas donde esfuerzos colaborativos en torno al monitoreo de bosques andinos pueden ofrecer información útil para su conservación y manejo.

► Los bosques andinos cubren la mayor superficie de áreas naturales en los Andes. A pesar de su importancia, los bosques montanos son uno de los ecosistemas menos estudiados y más amenazados de los Trópicos.

CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN DE LOS BOSQUES ANDINOS

Los bosques andinos cubren la mayor superficie de áreas naturales en los Andes (~337.000 km²) y constituyen el paisaje matriz dominante. Se extienden desde el piedemonte (600 ± 100 msnm) hasta el límite arbóreo –que varía de acuerdo con la latitud y la historia de uso del suelo, pero que generalmente se encuentra sobre los 3.500 m de elevación (Webster 1995, Lauer 1989). Este bioma se distribuye a lo largo de los flancos de las vertientes externas e internas de las cordilleras en los Andes del Norte. Habitualmente, en el flanco amazónico de la Cordillera Real o en la vertiente Pacífica de Colombia o Ecuador, los bosques montanos forman un gradiente continuo de más de 2.500 m de elevación. Hacia los flancos interiores de la cordillera andina, los bosques son delimitados por los enclaves secos de los valles interandinos. En los Andes Centrales, adoptan el nombre local de Yungas y se encuentran principalmente en el flanco exterior de la cordillera oriental (Cuesta *et al.* 2012).

Los bosques montanos generalmente se subdividen en tres grandes grupos de acuerdo a sus patrones bioclimáticos: bosques siempre-verdes (pluviales), bosques semi-decíduos (pluviestacionales) y decíduos (xéricos). No obstante, el clima de los bosques montanos es altamente variable entre localidades, con un promedio de precipitación de ~2.000-2.600 mm/año y una temperatura promedio anual de 14-18 °C (Jarvis y Mulligan 2011). Por otro lado, los ecosistemas montanos decíduos (xéricos) y semidecíduos (pluvi-estacionales) ocurren en ambientes con precipitaciones anuales inferiores a los 1.000 mm, pero con patrones de temperaturas similares a las de los bosques montanos siempreverdes (pluviales).

Los bosques montanos de los Andes tienen una importancia global por ser reservorios de biodiversidad, por sus altos contenidos de carbono, y por sus excepcionales funciones de regulación hídrica y mantenimiento de una alta calidad del agua (Bubb *et al.* 2004). Específicamente, los bosques montanos siempreverdes presentan una dinámica hídrica poco convencional (Bruijnzeel 2001), donde la niebla y la lluvia, que es transportada

por el viento, se convierten en un aporte adicional de agua al sistema (Tobón y Arroyave 2007). Este aporte se convierte en un componente importante del balance hídrico de dichos ecosistemas, por la capacidad que tienen para interceptar el agua de la niebla y por la disminución de la transpiración (Tobón 2009).

Un elemento fundamental de la ecología de los bosques montanos es la gran diversidad de epífitas, lianas y bejuco que constituyen, en gran medida, el estrato inferior o sotobosque de estos ecosistemas. Cerca de un cuarto de todas las plantas vasculares tiene forma de vida epífitica (Foster 2001). Esta comunidad juega un papel fundamental en la captura de lluvia horizontal y provee una gran diversidad de microhábitats para varios grupos de especies como anfibios y reptiles. El agua almacenada en la comunidad de epífitas ha sido estimada entre 3.000 y 50.000 litros/ha (Richardson *et al.* 2000 y Sugden 1981, respectivamente). Hasta la mitad del total de ingreso de nitratos y otros iones y nutrientes en el bosque puede provenir del agua filtrada por epífitas (Benzing 1998).



Los patrones de diversidad vegetal en los bosques montanos evidencian valores muy altos en la diversidad beta (i.e., el grado de cambio en la composición de especies entre diferentes comunidades) y gama (i.e., la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran el paisaje), siendo lo opuesto a lo observado en los bosques amazónicos (Gentry 1995, Churchill *et al.* 1995). Los bosques montanos presentan patrones excepcionales en el recambio de especies y comunidades, debido, en parte, a la enorme heterogeneidad de hábitats producto de los fuertes gradientes ambientales (Kessler *et al.* 2001, Kessler 2002, Jorgensen y León-Yanez 1999). Los datos sobre los patrones de endemismo de los bosques montanos a escala de país muestran consistentemente valores excepcionales. Young y León (1997) y Young (1992) estimaron que en las Yungas peruanas se encuentra el 14% de la flora del Perú, en lo que representa el 5% del área del país. Balslev (1988) estimó que la mitad de la flora de Ecuador (~8.000 spp.) se encuentra en el 10% de la superficie nacional, área representada por las regiones entre los 900 y 3.000 m de elevación. Además, los bosques montanos albergan una gran variedad de especies de fauna, muchas ellas de distribución restringida. Un ejemplo son los valores que se reportan para las aves. El 10% de las 2.609 especies de aves de distribución restringida (aquellas que tienen un rango inferior a 50.000 km²) reportadas a escala global se encuentran principalmente en los bosques andinos.

A pesar de su importancia, los bosques montanos son uno de los ecosistemas menos estudiados y más amenazados de los Trópicos (Sala *et al.* 2005; Foster, 2001). Las principales amenazas son las altas tasas de deforestación y degradación, la ampliación de la frontera agrícola, el desarrollo de gran infraestructura (p.ej. vías, represas) y la minería a gran escala. A esto se suma proyecciones de un incremento de la temperatura en el orden de 2° a 4°C al final del presente siglo, lo que plantea preguntas respecto a la viabilidad futura de estos ecosistemas de montaña en los Andes (Wassenaar *et al.*, 2007, Jetz *et al.*, 2007, Feeley & Silman, 2010).

Sin embargo, los mecanismos a través de los cuales las actividades humanas afectan a las especies y las comunidades bióticas en sitios específicos han sido muy poco estudiados. La falta de comprensión de estos mecanismos limita nuestra capacidad de atribuir los cambios en la biodiversidad observada a escalas locales a procesos que actúan a escalas mayores, incluyendo disturbios causados por actividades humanas a escalas nacionales, cambios en el uso del suelo a escalas regionales o cambios en los regímenes del clima a escala global (DeFries *et al.*, 2010). En este contexto, promover la comprensión de las respuestas de la biodiversidad a los factores humanos y ecológicos que operan a múltiples escalas es clave para identificar patrones globales, focalizar prioridades de conservación y diseñar esfuerzos de manejo efectivos (DeFries *et al.*, 2010).



© Murray Cooper

▲ Los bosques montanos tienen una importancia global por su biodiversidad, sus altos contenidos de carbono, y por sus excepcionales funciones de regulación hídrica y mantenimiento de la calidad del agua.

LA RED DE BOSQUES ANDINOS: UN ESFUERZO REGIONAL

Tomando en cuenta las iniciativas de parcelas permanentes de monitoreo en bosques andinos existentes en los Andes y la necesidad de generar información que contribuya al entendimiento de las dinámicas de estos ecosistemas, incluidos los potenciales efectos del cambio climático, en octubre de 2012 se organizó un Taller sobre monitoreo y conservación de bosques andinos que tuvo lugar en Lima, Perú. El taller reunió a más de 40 científicos y tomadores de decisiones de ecosistemas boscosos andinos, quienes acordaron la creación de la Red de Bosques Andinos con el objetivo de estimular la investigación en bosques andinos. Además, la Red busca convertirse en una plataforma de comunicación entre científicos, técnicos y tomadores de decisión interesados en el manejo y conservación de este ecosistema andino.

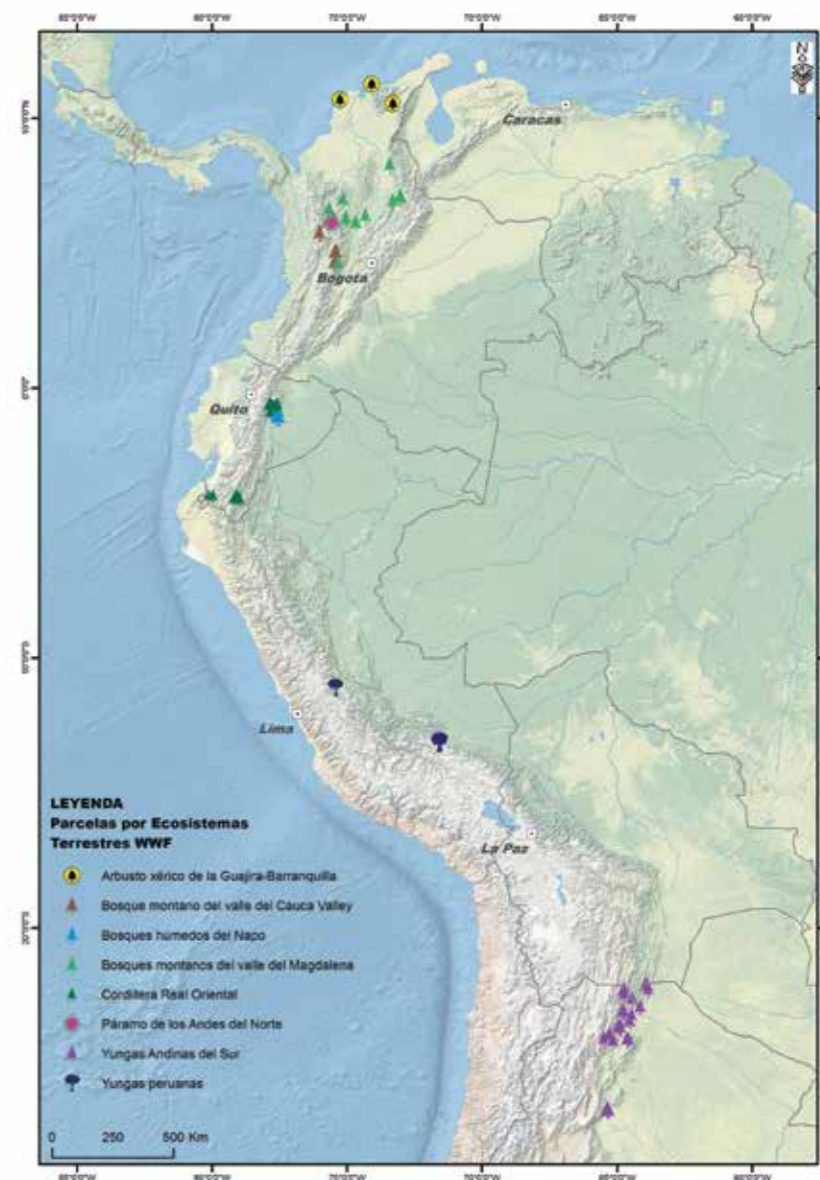
Los miembros de la Red incluyen a investigadores de Argentina, Colombia, Ecuador, Perú, Alemania y Estados Unidos de América, y representantes de los Ministerios de Ambiente y de los Programas de Cambio Climático de Colombia, Bolivia, Ecuador, y Perú¹. Hasta el momento, entre los miembros de la Red, se han registrado un total 332 parcelas permanentes en la región, de las cuales 204 han sido censadas en al menos dos ocasiones y están distribuidas en 10 ecoregiones (Olson *et al.* 2001), principalmente en las zonas pluviales de Colombia y Ecuador, y en las zonas pluviestacionales de Argentina (Figura 1). En el corto plazo se espera integrar otros sitios

1 La creación y el avance de la Red de Bosques Andinos han sido posible principalmente gracias al apoyo financiero de la Agencia Suiza de Cooperación Internacional (COSUDE) a través del Proyecto Generación de conocimiento y fortalecimiento de capacidades como respuesta de adaptación a los cambios ambientales en los Andes - Proyecto CIMA. Además, la organización del taller contó con el apoyo adicional de la Agencia Técnica Alemana (GIZ) y la Secretaría General de Naciones (SG-CAN), quien apoyó en la coordinación con agencias gubernamentales. La coordinación de la Red está a cargo de CONDESAN a través de Selene Báez (selene.baez@condesan.org).

existentes para representar de mejor manera las dinámicas de los bosques andinos y sus variaciones espaciales en diferentes condiciones ambientales y de uso de la tierra.

Dos de los puntos más importantes para el fortalecimiento de la Red de Bosques Andinos en el mediano plazo son: 1) establecer relaciones e involucrar nuevas instituciones, especialmente con aquellas de países que todavía no forman parte de la misma o que están sub-representados en la Red como Chile, Bolivia y Venezuela; 2) Desarrollar estrategias para promover la sostenibilidad tanto institucional como financiera de los sitios de monitoreo, articulándose a esfuerzos de toma de decisiones que demanden insumos de información para diseño y reajuste de sus acciones.

▼ Distribución en distintas ecorregiones de los Andes de 204 parcelas permanentes con dos o más censos que forman parte de la Red de Bosques Andinos



Actualmente se ha implementado una plataforma de comunicación para la Red de Bosques Andinos (www.condesan.org/redbosques) en la cual se presenta la información de los miembros de la red, las características de los sitios de monitoreo, y recursos de información relevantes producidos por los miembros. Esta plataforma es la primera ventana de intercambio de información en la temática a nivel regional, y ofrecerá a tomadores de decisión la posibilidad de conocer los avances y articularse a los procesos de generación de información que consideren más relevantes.

Un primer producto de la Red es el *Protocolo Extendido para el Monitoreo de Diversidad Vegetal y Carbono en Bosques Andinos* para el establecimiento de parcelas permanentes (ver Recuadro). Este protocolo describe metodologías para documentar cambios ecológicos en el mediano y largo plazo en ecosistemas boscosos y poder replicarlos en nuevos sitios de monitoreo que permitan aumentar el alcance de la Red y mejorar su representatividad. La información de estos sitios daría lugar a datos estandarizados e indicadores comunes para comprender procesos ecológicos que tienen lugar a escalas temporales y espaciales grandes.

Adicionalmente, a través de la Red de Bosques Andinos se ha podido realizar un primer esfuerzo regional para generar un análisis de patrones de dinámica de bosque utilizando información de 63 parcelas permanentes que han sido monitoreadas entre 1996 y 2012 en un gradiente latitudinal de 4.000 km. Este estudio, *Dinámica de bosque en la cordillera andina*² (Báez *et al.* In prep.), indica que los bosques tropicales se encuentran en un estado de cambio direccional ya que han incrementado sus tasas anuales de reclutamiento y de incremento de área basal. Esto quiere decir, que los bosques montañosos de los Andes Tropicales han incrementado su productividad en la última década. Al contrario, los bosques xerofíticos y pluviestacionales de los Andes del Sur (p.ej., Tucumán) se hallan en un estado de equilibrio, donde los incrementos en individuos y área basal se compensan por mortalidad. Adicionalmente, el estudio muestra que los bosques que se encuentran a mayor elevación (i.e., menor temperatura ambiental) experimentan menos mortalidad y reclutamiento de individuos, mientras que los bosques ubicados en sitios más bajos y cálidos tienen tasas de recambio más altas. Además, se comprobó que los bosques pluviales del norte de los Andes crecen más rápido que los bosques pluvio-estacionales del Sur

² En el análisis participaron 12 investigadores y ocho grupos de investigación de varias instituciones trabajando en Colombia (Universidad Nacional de Colombia, Jardín Botánico de Medellín), Ecuador (Universidad Nacional de Loja, Universidad de Gotinga (Alemania), Perú (Andes Biodiversity and Ecosystem Research Group), Argentina (Instituto de Ecología Regional de la Universidad de Tucumán, Fundación ProYungas).

de los Andes (i.e., son más productivos). Estos resultados validan la importancia del clima, en particular la precipitación, como un factor ambiental crítico de la productividad de estos bosques. Considerando la alta sensibilidad de estos bosques al cambio climático (Tovar *et al.* 2013), estos resultados podrían ser utilizados para desarrollar modelos de dinámica de árboles y biomasa (i.e., carbono) bajo condiciones futuras de clima en la región. Este tipo de ejercicios permitiría identificar áreas prioritarias de conservación en la región, por ejemplo, áreas con altos contenidos de biodiversidad, carbono, y sensibilidad al cambio climático.



▲ El estudio de los bosques andinos es clave para entender el funcionamiento de gradientes ambientales en los sistemas tropicales de montaña.

La información de la base de datos utilizada para el estudio, podría ser útil en temas de manejo forestal. Desde un punto de vista ecológico, uno de los elementos más importantes para llegar a un sistema de aprovechamiento sostenible es contar con información sobre la densidad y distribución de los recursos forestales en el bosque aprovechado, la estructura poblacional y su productividad, así como información sobre los impactos en las poblaciones de la especie bajo diferentes niveles de cosecha (Peters 1996). De hecho, se recomienda que el impacto del aprovechamiento sea evaluado a lo largo del ciclo de vida de una especie que es explotada, ya que su productividad depende del reclutamiento continuo de nuevos individuos así como de la productividad de los adultos (Peña-Claros *et al.*, 2008; Villegas *et al.*, 2009). En este contexto, si se identifica las variables claves que controlan estos factores y la densidad poblacional (i.e., mortalidad de plántulas), es posible calibrar el sistema de monitoreo para que genere información que permita ajustar regularmente el sistema de manejo.

Protocolo extendido para el monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos

El estudio de los bosques andinos es clave para entender el funcionamiento de gradientes ambientales en los sistemas tropicales de montaña (Malhi *et al.* 2010), teniendo en cuenta que este bioma es parte de un complejo gradiente altitudinal con dinámicas particulares que afectan procesos ecológicos asociados a servicios críticos como la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono. Bajo esa premisa se ha acordado un protocolo extendido para el monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos que provea las metodologías necesarias para estudiar la dinámica de los bosques andinos a mediano y largo plazo.

Los objetivos bajo los cuales se desarrolló el protocolo son: 1) promover el establecimiento de sitios de investigación a largo plazo con parcelas permanentes utilizando un metodología común que permitan su comparación, 2) potenciar la capacidad de detectar modificaciones relacionadas con cambios ambientales en distintas escalas espaciales y temporales, y 3) fomentar la colaboración sur-sur entre investigadores de la región.

El protocolo tiene una estructura modular que permite a los investigadores enfocarse en uno o más aspectos ecológicos dentro de una parcela permanente. Por lo tanto, es posible comenzar el monitoreo con un módulo básico (e.g., monitoreo de especies arbóreas), e implementar la complejidad del monitoreo a través del tiempo (e.g., monitoreo de carbono, o caracteres funcionales). Los módulos contenidos en el protocolo extendido son:

1. Monitoreo de especies arbóreas
2. Monitoreo de lianas
3. Monitoreo de especies herbáceas
4. Monitoreo de claros de bosque
5. Caracterización de grupos funcionales de árboles
6. Monitoreo de reservorios de carbono
7. Manejo de la información

El protocolo se desarrolló con base en los cuatro protocolos metodológicos más ampliamente utilizados para el establecimiento de parcelas permanentes tropicales: 1) Tropical forest census plots: methods and results from Barro Colorado Island, Panamá and a comparison with other plots del Center for Tropical Forest Science (Condit, 1998), 2) Field Manual for plot establishment and re-measurement (Phillips & Baker, 2002), 3) Métodos para estudios ecológicos a largo plazo - Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia (Vallejo *et al.*, 2005), y 4) Tropical Ecology Assessment and Monitoring (TEAM Network, 2010). El documento fue revisado por 17 expertos en temas de monitoreo biológico vinculados con entidades gubernamentales o académicas de los países de la región, y ha sido sometido a un proceso de edición por parte de investigadores de Argentina (Instituto de Ecología de la Universidad de Tucumán, Argentina, Fundación ProYungas), Colombia (IDEAM), Ecuador y Perú (CONDESAN).



▲ El protocolo describe metodologías para documentar cambios ecológicos en el mediano y largo plazo en ecosistemas boscosos.

NECESIDADES DE MONITOREO DE LA BIODIVERSIDAD EN PROCESOS DE TOMA DE DECISIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LOS BOSQUES ANDINOS

La gobernanza forestal involucra a un conjunto diverso de actores, que incluyen desde a los usuarios directos del recurso hasta a las autoridades encargadas de su conservación, gestión, control y desarrollo de incentivos para su adecuado manejo. Cada uno de estos actores interviene en escalas de trabajo específicas y demanda diferentes tipos de información durante sus procesos de toma de decisiones. Por lo tanto, comprender sus necesidades y como la generación de información puede apoyar la toma de decisiones es un primer paso para promover y fortalecer los vínculos entre la ciencia, la práctica y la política. Además, en estos contextos, el monitoreo es una herramienta fundamental para proveer información que apoye los procesos de toma de decisiones de todos los actores involucrados en el manejo forestal, en la medida en que a través de ella se puede ajustar y reajustar las acciones desarrolladas adoptando un enfoque de manejo adaptativo (Walters 1986).

En una primera escala de trabajo se pueden identificar a todos aquellos actores que, de una u otra manera, hacen uso directo de los recursos forestales. En estos casos, estos actores necesitan información de base para ajustar o adecuar sus procesos productivos y hacerlos más eficientes. A esta escala, series temporales de datos derivados de inventarios periódicos sobre la composición y estructura del bosque y sus recursos forestales permitirían entender la dinámica de las poblaciones, y así evaluar y predecir cambios ocasionados en otras escalas espaciales y temporales. Desde un punto de vista ecológico, uno de los elementos más importantes para llegar a un sistema de aprovechamiento sostenible es la información sobre la densidad y distribución de los recursos forestales en el bosque aprovechado, sobre la estructura poblacional y su productividad, así como información sobre los impactos en las poblaciones de la especie bajo diferentes niveles de cosecha (Peters 1996). En este contexto, al identificar las variables claves que controlan estos factores y la densidad poblacional (i.e., mortalidad de plántulas), es posible calibrar el sistema de monitoreo para que genere información que permita ajustar regularmente el sistema de manejo.

En una segunda escala, se pueden incluir los actores locales o subnacionales que definen pautas, lineamientos y políticas respecto a la planificación y ordenamiento territorial, la conservación de bosques, o la protección y control de especies de interés. A esta escala, además de información sobre especies y dinámicas del

bosque derivadas del monitoreo en parcelas puntuales, surgen otras necesidades de conocimiento. Por ejemplo, ¿cuáles son los principales agentes de cambio que determinan la pérdida de áreas de bosque? ¿Cuáles son las áreas más propensas a cambios de uso del suelo? ¿Qué procesos ecosistémicos de los bosques andinos son críticos para asegurar la provisión de bienes y servicios? Un ejemplo del potencial que los esfuerzos de monitoreo pueden ofrecer a estos procesos de toma de decisiones se evidencia en el estudio piloto realizado por CONDESAN para caracterizar los recursos forestales en la zona baja de la provincia de Napo en Ecuador. Para ello se elaboró un inventario forestal a nivel de parcelas en distintos tipos de bosques: áreas de bosques con acuerdos de conservación (i.e., Socio Bosque), áreas de bosque sin ningún tipo de protección, y mosaicos agropecuarios. La información recopilada permitió estimar volúmenes comerciales de madera y biomasa a nivel de parcela, conocer los patrones de biodiversidad, y generar recomendaciones para el manejo de especies importantes (ver Cuesta *et al.* 2013). En base a esta información se generaron directrices para fortalecer la planificación y ordenamiento del territorio de la provincia con énfasis en mejorar los sistemas de aprovechamiento y mejorar los esquemas locales de incentivos para el manejo forestal sostenible.

Por último, en la escala nacional se articulan varios procesos asociados a la gobernanza forestal que requieren de información agregada que apoye el desarrollo de estrategias de gobernanza o el desarrollo de incentivos. En primer lugar, los Estados han asumido compromisos para la implementación de acciones de mitigación en el sector forestal, ya sea reduciendo emisiones de la deforestación y degradación, conservando reservas de carbono, promoviendo el manejo sostenible, o aumentando el carbono almacenado en los bosques (Decision 1/CP.16, CMNUCC). Estos compromisos tienen unas implicaciones directas en la generación de información



© Murray Cooper



▲ La Red de Bosques Andinos puede convertirse en una fuente continua de información que provea datos útiles para la toma de decisión a múltiples escalas.

© Murray Cooper

que permita evaluar y reportar la eficiencia y la eficacia de las estrategias implementadas a nivel nacional. Además, varios países de la región han avanzado en el desarrollo de iniciativas nacionales para la conservación de bosques y medidas de mitigación en el sector forestal. Dos ejemplos interesantes son Chile y Ecuador que a través de esfuerzos nacionales evidencian las necesidades crecientes de los gobiernos por desarrollar sistemas de monitoreo apropiados. En el caso de Chile, se está trabajando en el diseño e implementación de la Medida Nacional Adecuada de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés) para el sector forestal. Esta estrategia se fundamenta en el desarrollo de incentivos derivados de los mercados de carbono para ser aplicados a proyectos enmarcados en actividades del sector agricultura, forestal y otros usos de la tierra (AFOLU por sus siglas en inglés). Estos proyectos tienen como objetivo compatibilizar la producción de bienes y servicios tradicionales con la captura y mantenimiento de carbono para acceder a mercados globales. Para ello se impulsan procesos a escala nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) siguiendo los estándares internacionales. Por su parte, en Ecuador, el Programa Socio Bosque entrega incentivos económicos a comunidades locales o propietarios privados quienes se comprometen voluntariamente a la conservación de vegetación nativa dentro de sus predios (i.e., bosques, páramos, manglares) a través de convenios con una duración de 20 años.

A través del establecimiento de sistemas de monitoreo, este tipo de programas podrían tener acceso a un conjunto de indicadores para evaluar el impacto derivado la implementación de estrategias de conservación, manejo o adaptación/mitigación de los efectos del cambio climático (Tulloch *et al.* 2013, Lindenmayer *et al.* 2000). Por ejemplo, se podrían generar periódicamente datos para caracterizar patrones de cambio a escala local de la biodiversidad y de las reservas de carbono existentes utilizando información disponible de las parcelas permanentes. A partir de esto se podrían construir índices de degradación o adaptación, e identificar medidas para el enriquecimiento de especies y reservas de carbono. Además, a través de la réplica temporal y espacial, esta información podría convertirse en la base para generar reportes nacionales sobre los efectos del cambio climático en bosques o la eficacia de las medidas de manejo forestal, restauración o mitigación.

En ese marco, la Red de Bosques Andinos puede convertirse en una fuente continua de información que provea datos útiles para la toma de decisiones a múltiples escalas. A través de los esfuerzos colaborativos de sus miembros, se podrán ir solventando vacíos de información y conocimiento que han debilitado la práctica y la política para la conservación de los recursos forestales en los Andes. Igualmente, se potenciarían las posibilidades de colaboración sur-sur entre científicos, técnicos y tomadores de decisión de la región.

REFERENCIAS

- Báez, S., Agustina Malizia, Cecilia Blundo, Nikolay Aguirre, Zhofre Aquirre, Esteban Álvarez, Julieta Carilla, Francisco Cuesta, Álvaro Duque, William Farfán, Kenneth J. Feeley, Jürgen Homeier, Reynaldo Linares-Palomino, Lucio Malizia, Oriana Osinaga. In prep. *Forest dynamics in the Andean Cordillera*.
- Balslev, H., Forero, E. y Luteyn, J. 1988. Distribution patterns of Ecuadorian plant species. *Taxon* 37:567-577.
- Benzing, D. H. 1998. Vulnerabilities of tropical forests to climate change: the significance of resident epiphytes. *Climate Change* 39:519-540.
- Bruijnzeel, L. A. 2001. Hydrology of tropical montane cloud forests: A reassessment. *Land Use and Water Resources Research* 1:1.1-1.8.
- Bubb, P., May, I., Miles, L. y Sayer J. 2004. *Cloud forest Agenda*. Cambridge: UNEP-WCMC.
- Churchill, S. P., Balslev, H., Forero, E. y Luteyn, L. (eds). 1995. *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. Proceedings of the Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium. New York : The New York Botanical Garden Press.
- Condit, R.G., Loo de Lao, S., Leigh, J., Egbert, G., Foster, R.B., Sukumar, E., Manokaran, N. & Hubbell, S.P. 1998. Assessing forest diversity from small plots: Calibration using species-individual curves from 50 ha plots. In: F. Dallmeier & J. A. Comiskey (eds.), *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies*, pp.247-268. UNESCO and Parthenon Publishing Group, New York.
- Condit, R. 1998. *Tropical forest census plots*. Berlin: Springer Verlag.
- Cuesta F., J. Postigo, M. Bustamante. 2012. Área de estudio. Pp 25-37. En: Cuesta F., Bustamante, M., Becerra M.T., Postigo J., Peralvo M. (Eds.). 2012. *Panorama andino de cambio climático: Vulnerabilidad y adaptación en los Andes Tropicales*. Lima: CONDESA, SGCAN.
- Cuesta, F., G. Toasa, T. Rivas, P. Muriel, E. Ortiz, y M. Peralvo. 2013. *Inventario de Recursos Forestales en la Provincia de Napo: Estudio Piloto*. Documento sin publicar. Quito: CONDESAN/Programa BioCAN.
- DeFries, R., Karanth, K.K. & Pareeth, S. 2010. Interactions between protected areas and their surroundings in human-dominated tropical landscapes. *Biological Conservation* 143: 2870-2880.
- Feeley, K. J. y Silman, M. R. 2010. Biotic attrition from tropical forests correcting for truncated temperature niches. *Global Change Biology* 16:1830-1836.
- Foster, P. 2001. The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews* 55:73-106.
- Gentry, A. H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. Pp 103-126 en H. Churchill S. P. B., E. Forero y J. L. Luteyn (eds). *Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium* (1993, Bronx, N.Y., USA). Biodiversity and conservation of neotropical montane forests: Proceedings. New York : New York Botanical Garden.
- Jarvis, A. y Mulligan, M. 2011. The climate of cloud forests. *Hydrological Processes* 25: 327-343.
- Jetz, W., Wilcove, D. S. y Dobson, A. P. 2007. Projected Impacts of Climate and Land-Use Change on the Global Diversity of Birds. *Public Library of Science - Biology* 5:e157.
- Jorgensen, P. M. y Leon Yanez, S. (eds). 1999. *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Kessler, M. 2002. The Elevational Gradient of Andean Plant Endemism: Varying Influences of Taxon-Specific Traits and Topography at Different Taxonomic Levels. *Journal of Biogeography* 29:1159-1165.
- Kessler, M., Herzog, S. K., Fjeldsã, J. y Bach, K. 2001. Species richness y endemism of plant y bird communities along two gradients of elevation, humidity y land use in the Bolivian Andes. *Diversity & Distributions* 7:61-77.
- Lauer, W., 1989. Climate and weather. Pp 7-53 en H. Lieth y M. J. A. Werger (eds). *Tropical Rain Forest Ecosystems*. Amsterdam: Elsevier.
- Lindenmayer, D.B., Margules, C.R., Botkin, D.B. 2000. Indicators of Biodiversity for Ecologically Sustainable Forest Management. *Conservation Biology* 14:941-950.
- Malhi, Y., Silman, M., Salinas, N., Bush, M., Meir, P., Saatchi, S. 2010. Introduction: Elevation gradients in the tropics: laboratories for ecosystem ecology and global change research. *Global Change Biology* 16: 3171-3175.
- Olson, D.M., Dinerstein, E.D., Wikramanayake, N.D., Burgess, G.V.N., Powell, E.C., Underwood, J., D'Amico, I.L., Strand, H.E., Morrison, J.C., Loucks, C., Thomas, T.F., Ricketts, T.H., Kura, Y., Lamoreux, J.F., Wettengel, W.W., Hedao, P. & Kassem, K.R. 2001. *Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth*. *Bioscience* 51: 933-938.
- Peña-Claros, M., E. M. Peters, M. J. Justiniano, F. Bongers, G. M. Bate, T. S. Fredericksen, y F. E. Putz. 2008. Regeneration of commercial tree species following silvicultural treatments in a moist tropical forest. *Forest Ecology and Management* 255:1283-1293.
- Peters CM. 1996. *The Ecology and Management of Non-timber Forest Resources*. World Bank Technical Paper No. 322. Washington DC: The World Bank.
- Phillips, O. & Baker, T. 2002. *Field manual for plot establishment and remeasurement*. RAINFOR-Red Amazónica Inventarios Forestales. Informe Inédito, versión Noviembre 2002.
- Richardson, B. A., Richardson, M. J., Scatena, F. N. y McDowell, W. H. 2000. Effects of nutrient availability and other elevational changes on bromeliad populations and their invertebrate communities in a humid tropical forest in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 16:167-188.
- Sala, O. E., van Vuuren, D., Pereira, H. M., Lodge, D., Alder, G., Cumming, A. D., Wolters, V. y Xenopoulos, A. M. 2005. Biodiversity across Scenarios. Pp 375-406 en S. R. Carpenter, P. L. Pingali, E. M. Bennett, M. B. Zurek (eds). *The Millennium Ecosystem Assessment, vol. 2 Ecosystems and Human Well-being: Scenarios*. Washington DC: Island Press.
- Sugden, A. M. 1981 Aspects of the ecology of vascular epiphytes in two Colombian cloud forests: Habitat preference of Bromeliaceae in the Serrania de Macuira. *Selbyana* 5: 264-273.
- TEAM Network. 2010. *Vegetation protocol implementation manual, v. 1.5*. Tropical Ecology, assessment and monitoring network - Science and knowledge Division. Arlington, VA: Conservation International.
- Tobón, C. 2009. *Los bosques andinos y el agua*. Serie investigación y sistematización #4. Quito: Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION, CONDESAN.
- Tobón, C. y Arroyave, F. P. 2007. Inputs by fog and horizontal precipitation to the páramo ecosystems and their contribution to the water balance. Proceedings of the fourth international conference of fog, fog collection and dew. July 22-27, 2007. La Serena, Chile.
- Tovar, C., Arnillas, C.A., Cuesta, F., Buytaert, W. 2013. Diverging Responses of Tropical Andean Biomes under Future Climate Conditions. *PLoS ONE* 8: e63634.
- Tulloch, A.I.T, Chad`Es y H. P. Possingham. 2013. Accounting for Complementarity to Maximize Monitoring Power for Species Management. *Conservation Biology* 27: 988-999
- Vallejo-Joyas M.I., Londoño-Vega, A.C., López-Camacho, R., Galeano, G., Álvarez-Dávila, E. & Devia-Álvarez, W. 2005. *Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia*. Serie: Métodos para estudios ecológicos a largo plazo No. 1. Bogotá DC: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Villegas, Z., M. Peña-Claros, B. Mostacedo, A. Alarcón, J.C. Licona, C. Leño, W. Pariona, y U. Choque. 2009. Silvicultural treatments enhance growth rates of future crop trees in a tropical dry forest. *Forest Ecology and Management* 258: 971-977.
- Walters, C. 1986. *Adaptive Management of Renewable Resources*. New York: Macmillan.
- Wassenaar, T., Gerber, P., Verburg, P. H., Rosales, M., Ibrahim, M. y Steinfeld, H. 2007. Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. *Global Environmental Change* 17:86-104.
- Webster, G. L. 1995. The panorama of the Neotropical cloud forests. Pp 53-77 en H. S. P. B. Churchill, E. Forero y J. L. Luteyn (eds.). *Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium*. Biodiversity and conservation of neotropical montane forests: Proceedings. New York: New York Botanical Garden.
- Young, K. 1992. Biogeography of the montane forest zone of the eastern slopes of Peru. Pp 119-140 en K. R. Young y N. Valencia (eds). *Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú*. Mem. Museo Hist. Nat. Vol. 21. Lima: UNMSM.
- Young, K. y León, B. 1997. Eastern slopes of Peruvian Andes. En CPD (1997) *Centres of Plant Diversity – The Americas*. Disponible en <http://www.nmnh.si.edu/botany/projects/cpd/>.



Para obtener más información sobre la red visite www.condesan.org/redbosques





Propuestas andinas

Diálogo andino entre la ciencia y la política

Este documento ha sido generado en el marco de las actividades promovidas por el Proyecto "Generación de conocimientos y fortalecimiento de capacidades como respuesta de adaptación a cambios ambientales en los Andes - Proyecto CIMA" financiado por COSUDE.

AUTORES DE ESTA NOTA:

MARÍA TERESA BECERRA[†],
SELENE BÁEZ[‡], FRANCISCO CUESTA^{*},
MACARENA BUSTAMANTE^{*}, Y
ORIANA OSINAGA[°].

[†] Earth Innovation

^{*} Consorcio para el Desarrollo de la Ecorregión Andina - CONDESAN

[°] Instituto de Ecología Regional - Universidad de Tucumán

MAPA ELABORADO POR:

EDWIN ORTIZ

DIAGRAMACIÓN:

VERÓNICA ÁVILA



Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN)

Sede Lima: Av. La Molina 1895.
Centro Internacional de la Papa-Puerta
3. Lima, Perú

Sede Quito: Calle Germán Alemán
E12-28 y Juan Ramírez. Quito, Ecuador

condesan@condesan.org
www.condesan.org

Novena edición. Año 4. Febrero 2014.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2011-07813

ISSN 2223-389X

Las publicaciones de CONDESAN contribuyen con información para el desarrollo sostenible en los Andes y son de dominio público. Los lectores están autorizados a citar o reproducir este material en sus propias publicaciones. Se solicita respetar los derechos de autor de CONDESAN y enviar una copia de la publicación en la cual se realizó la cita o publicó el material a nuestras oficinas.

Impreso en papel reciclado.

