

El monitoreo ecológico como herramienta de manejo para la conservación

Bases conceptuales y estructura del Programa de Monitoreo Ecológico Terrestre en Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica

Bryan Finegan¹; Margarita Céspedes Agüero²; Steven E. Slesnie³; Bernal Herrera⁴; Gustavo Induni⁵; Joel Sáenz⁶; Jesús Ugalde⁷; Grace Wong⁸

La conservación es un proceso que involucra dimensiones sociales, culturales, económicas, éticas y políticas, además de las de biología de la conservación. Para el éxito del manejo para la conservación se debe incidir en todos estos ámbitos, e igualmente, el manejo debe ser adaptativo en todos. Dentro de todo lo anterior reside la razón de ser de este proceso social complejo que es la conservación: los objetos de conservación. El PROMEC-CR brindará la información imprescindible sobre los impactos humanos – incluyendo las acciones de manejo – en los objetos de conservación: comunidades, especies, procesos ecológicos y evolutivos, así como los servicios ecológicos imprescindibles brindados a la sociedad por esta biodiversidad.



Foto: Sergio Pucci.

¹ Grupo Bosques, Áreas Protegidas y Biodiversidad, CATIE, Turrialba, 7170. Costa Rica. bfinegan@catie.ac.cr

² WWF-Perú cespedes@catie.ac.cr

³ Northern Arizona University. ssesnie@catie.ac.cr

⁴ Director Programa de Ciencias, TNC. San José, Costa Rica. bherrera@tnc.org

⁵ SINAC/MINAE. gustavo.induni@sinac.go.cr

⁶ ICOMVIS/UNA. jsaenz@una.ac.cr

⁷ INBIO. jugalde@inbio.ac.cr

⁸ ICOMVIS/UNA. gwongr@racsa.co.cr

Resumen

El monitoreo de las áreas protegidas y corredores biológicos a escala nacional es una necesidad para un manejo efectivo de sistemas ecológicos complejos, cambiantes y poco conocidos; además, es un requisito para el cumplimiento con las obligaciones de la Convención de Diversidad Biológica. El PROMEC-CR fue estructurado a partir de una revisión extensa de literatura científica y técnica sobre las bases conceptuales, el diseño y la implementación de programas de monitoreo ecológico; actualmente, se hacen esfuerzos por incorporarlo a la ley costarricense. PROMEC-CR es implementado por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación del Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. En su primera fase, el Programa evaluará el estado de conservación de la biodiversidad a escala nacional, a través de tres indicadores enfocados en la extensión y el grado de fragmentación de la cobertura de ecosistemas naturales y sus tasas de cambio, así como en la efectividad de manejo de las áreas protegidas. A la vez, se desarrollarán y probarán seis indicadores adicionales potenciales que ofrezcan una evaluación más integral de la biodiversidad, abarcando aspectos claves de los corredores biológicos, grupos faunísticos y dinámica de los bosques. La amenaza grave que representa el cambio climático será monitoreada directamente por un indicador y como componente explícito de todos los demás.

Palabras claves: Áreas silvestres protegidas; corredor biológico; conservación de la naturaleza; biodiversidad; cambio climático; organismos indicadores; monitoreo.

Summary

Ecological monitoring as a conservation management tool: the conceptual basis and structure of the Ecological Monitoring Programme for Costa Rica's Protected Areas and Biological Corridors (PROMEC-CR). National-scale monitoring of protected areas and biological corridors is necessary for the effective management of complex, ever-changing and poorly known ecological systems. Also, it is now a condition for meeting the obligations of the Convention on Biological Diversity. The PROMEC-CR was developed on the basis of extensive reviews of the scientific and technical literature concerning the conceptual basis, design and implementation of ecological monitoring programs, is currently moving towards ratification in law, and is being implemented by the National System of Conservation Areas of the Ministry of Environment, Energy and Telecommunication. In its first phase, the Program will evaluate the conservation status of biodiversity at the national scale through three indicators focusing on, respectively, cover and fragmentation of natural ecosystems and their rates of change, and the effectiveness of protected areas management. At the same time, six additional indicators will be developed and tested, these providing a more integral evaluation of biodiversity covering key aspects of biological corridors, fauna groups and forest dynamics. The grave threat raised by climate change will be monitored directly by one indicator and as an explicit component of the monitoring of all the others.

Keywords: Wild protected areas; biological corridors; nature conservation; biodiversity; climate change; indicators organisms; monitoring.

Introducción

El Programa de Monitoreo de Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR) es una iniciativa del Sistema Nacional de Áreas de Conservación del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones de Costa Rica (SINAC/MINAET) y *The*

Nature Conservancy-Costa Rica (TNC-CR). A través de su programa “Acuerdos Nacionales de Apoyo a la Implementación”, TNC patrocina, en colaboración con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), actividades de apoyo científico y técnico. Un programa de monitoreo es una herramienta

necesaria para el manejo efectivo de sistemas ecológicos complejos, cambiantes y poco conocidos; por ello, el monitoreo es un esfuerzo necesario para que el país avance hacia el cumplimiento de diferentes compromisos ante la Convención de Diversidad Biológica, incluyendo las metas 2010.

La propuesta del PROMEC-CR se viene plasmando en cuatro documentos: un Manual de objetivos, indicadores y protocolos (SINAC 2007a), un Resumen Ejecutivo (SINAC 2007b), un documento técnico de referencia (Finegan et ál. *en preparación*) y un Plan de Implementación⁹. A la fecha de publicación del presente artículo, se está implementando la primera fase del PROMEC-CR (2007 – 2011), con el respaldo jurídico del reglamento a la Ley de Biodiversidad (publicado el 8 de abril del 2008); asimismo, está en proceso una propuesta de decreto que establezca que el Programa es la forma de darle cumplimiento a lo que requiere la ley⁹.

Una característica clave e innovadora del PROMEC-CR es que se enfoca no sólo las áreas protegidas (AP) del país, sino también en los corredores biológicos (CB) que tienen el propósito de unir las AP en una sola área funcional para la conservación (AFC) -ver Poiani et ál. 2000. Esta unificación es imprescindible dadas las extensiones pequeñas de la gran mayoría de las AP, su aislamiento creciente dentro de matrices agropecuarias y urbanas de creciente hostilidad y la amenaza grave que representa el cambio climático (Miller et ál. 2001, DeFries et ál. 2005, Possingham et ál. 2006). En este sentido, es oportuno que la implementación del PROMEC-CR se acompañe con el nuevo ordenamiento territorial para la conservación (SINAC 2007c) y el Programa Nacional de Corredores Biológicos. Ambas iniciativas dan respaldo y masa crítica para aumentar las posibilidades de éxito en la conceptualización e implementación de medidas de conservación a escala nacional -sobre todo con respecto a los CB, que introducen un nuevo desafío para la conservación en el

país y en la región. Las AP se sustentan en un concepto bien establecido; poseen un marco político, jurídico e institucional bien definido para su manejo; se encuentran en tierras estatales, principalmente, y en general gozan de un manejo efectivo desde hace tiempo. Los CB, por su parte, poseen, en la actualidad, todas las características contrarias: se sustentan en un concepto relativamente nuevo, el marco político, jurídico e institucional para su manejo está apenas empezando a definirse, en gran medida atraviesan tierras privadas, y su gestión es incipiente en la mayoría de los casos (Canet Desanti 2007, Canet Desanti et ál. 2008, en este mismo número de la RRNA).

Los objetivos del presente artículo son: 1) ofrecer una síntesis global concisa del PROMEC-CR, así como un análisis científico y técnico del proceso de diseño y estructuración del Programa, y 2) mostrar sus indicadores y los objetivos de su evaluación. Se espera así, divulgar los conceptos plasmados y las lecciones aprendidas a través de este proceso, para apoyar iniciativas semejantes de desarrollo de programas de monitoreo que sean rigurosos y a la vez prácticos y relevantes para los países tropicales.

Manejo adaptativo y monitoreo como herramientas necesarias para el manejo efectivo para la conservación

Los enfoques modernos de manejo de los recursos naturales reconocen y procuran institucionalizar dos hechos que no siempre han sido reconocidos con suficiente énfasis: en primer lugar, que los sistemas que se pretende manejar son muy complejos, poco conocidos y por ende tienen un comportamiento difícil de predecir, y segundo, que lo único constante en esos sistemas es

el cambio. Entonces, existe consenso en cuanto a que el manejo de los recursos naturales debe ser *adaptativo* para tener posibilidades de éxito dentro del contexto de la complejidad, conocimiento inadecuado y cambio constante. El manejo adaptativo provee los medios necesarios para manejar sistemas ecológicos y sociales dinámicos y complejos, ya que reconoce la incertidumbre inherente al proceso, identifica tendencias inesperadas e identifica y corrige los errores e impactos negativos de las medidas de manejo a través del aprendizaje continuo (Prabhu et ál. 1999, CBD 2006). A través del conocimiento generado por un programa de monitoreo como el PROMEC-CR, se encuentra una de las vías principales hacia la institucionalización del aprendizaje que es parte clave del manejo adaptativo. Todas estas consideraciones sustentan el requisito establecido por la Convención de Diversidad Biológica de que los países firmantes implementen el monitoreo de su biodiversidad a escala nacional.

Sintetizando lo planteado por muchos autores, el monitoreo puede definirse como *un proceso continuo en el tiempo de recolección, análisis y difusión apropiada de información sobre un conjunto específico de variables o indicadores, usado para posibilitar el mejoramiento continuo del manejo del sistema bajo consideración*. Hasta la fecha, un sinnúmero de factores socioeconómicos, institucionales y financieros han dificultado el uso apropiado del monitoreo ecológico como herramienta de manejo para la conservación, especialmente -pero no únicamente - en los países en desarrollo (Terborgh y Davenport 2002). Tal vez, el mayor problema es la dificultad de institucionalizar el monitoreo dentro de una estructura tradicional de gestión, donde no hay espacio para el

⁹ Induni, G. Abril 2008. Gerencia de Áreas Silvestres Protegidas del Sistema Nacional de Áreas de Conservación. San José, Costa Rica. Comunicación personal.

manejo adaptativo. Otra faceta de la problemática es, indudablemente, que para algunos el monitoreo no es una actividad de alta prioridad dentro del contexto de todo lo que involucra el manejo para la conservación (Sheil 2001). En el caso particular de Costa Rica, el país no ha logrado implementar sistemáticamente su propia metodología oficial para monitorear la efectividad del manejo de sus áreas protegidas, con consecuencias obvias para el aprendizaje¹⁰. Se espera que la implementación del PROMEC-CR sea un paso decisivo hacia la institucionalización del aprendizaje continuo en las instituciones encargadas de la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad del país.

La necesidad de monitorear para posibilitar la adaptación al cambio climático es un tema que requiere un énfasis muy claro. El calentamiento del clima es un hecho inequívoco (IPCC 2007) que trae consigo alteraciones en la cantidad y distribución estacional de las lluvias y en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos como huracanes, tormentas tropicales y El Niño. Además, la causa principal del calentamiento –el aumento de la cantidad de gases invernaderos en la atmósfera, como el CO₂ y el óxido nitroso– representa una influencia adicional directa en la biodiversidad ya que puede estimular el crecimiento de las plantas y así cambiar las interacciones ecológicas en comunidades.

Entre las amenazas principales que conlleva el cambio climático respecto a la biodiversidad figuran cambios posiblemente drásticos en la distribución geográfica de las comunidades naturales y las especies que se pretenden conservar en el sistema nacional de áreas protegidas y corredores biológicos (ver, entre muchas otras fuentes bibliográficas, Lovejoy 2005 y Clark 2007). Además, el

cambio climático sin ninguna duda presentará interacciones con las amenazas existentes –destrucción, fragmentación y degradación del hábitat– por lo que sus consecuencias aumentarán (Lovejoy 2005). La detección o predicción exacta de los impactos de la variación climática en la biodiversidad tropical, no obstante, es aún incierta; por ello el monitoreo – combinado con programas de investigación con un fuerte énfasis en el modelaje y la detección de los componentes más vulnerables de la biodiversidad – se vuelve cada vez más importante (Lovejoy 2005).

El PROMEC-CR hará una contribución clave a la capacidad de la sociedad costarricense para establecer alertas tempranas de problemas como los esbozados aquí. Esta será una de las herramientas aplicadas para pronosticar y monitorear el impacto del cambio climático, de manera que las acciones de conservación en el país permitan adaptarse al mismo. Reaccionar o no reaccionar ante el conocimiento generado será una decisión social y política.

¿Qué cosas monitorear? El proceso de selección de indicadores para el PROMEC- CR

El punto de partida para el diseño de un programa de monitoreo es la definición de los objetivos; la decisión clave que le sigue es la elección de las variables a ser medidas (Elzinga et ál. 2001). Pudiera parecer redundante observar que las variables a ser medidas serán los indicadores del programa; no obstante, creemos necesario establecer en términos exactos, qué es un indicador y cuáles implicaciones tiene su uso para el monitoreo.

En el caso más sencillo de elección de variables a ser medidas dentro de un programa de monitoreo, éstas se identifican a partir de los

objetivos de manejo de un AP o CB, asumiendo que esos objetivos han sido claramente definidos. Sin embargo, muchas veces las mismas características de los objetos de conservación (comunidades, especies, procesos ecológicos y evolutivos) hacen que en la práctica, su evaluación sea logísticamente muy difícil, aun para proyectos de investigación. Por ejemplo, individuos de hasta las especies más carismáticas de importancia para la conservación (p.e. el oso panda) con frecuencia son difíciles de observar (Zahn et ál. 2006). En tales casos, para el monitoreo se debe recurrir a la evaluación indirecta, a través de algún indicador o grupo de indicadores. Un indicador es una característica medible de un sistema que, indirectamente, representa otras características no tan fáciles de medir; la medición del indicador es un sustituto de la medición directa de la(s) variable(s) de interés (Landres et ál. 1988, Noss 1990). Es preciso aclarar que el vínculo entre el indicador y el estado del todo en el que estamos interesados puede ser directo o no, o puede ser débil o meramente hipotético (Landres et ál. 1988, Mace et ál. 2005). El mundo del monitoreo ecológico es un mundo imperfecto y esto debe ser reconocido en las propuestas de programas y en la interpretación y comunicación de los resultados. La selección de indicadores con base en criterios como los de Prabhu et ál. (1999) procura minimizar algunas de las dificultades inherentes al diseño de programas de monitoreo; dicha herramienta fue aplicada durante el diseño del PROMEC-CR. La polémica, sin embargo, es inevitable. Algunos consideran que las tendencias en las poblaciones de ciertas especies – p.e., las que requieren de extensiones grandes de hábitat y una diversidad de tipos de hábitat dentro de los paisajes que utilizan

¹⁰ Induni, G. Comunicación personal. Ya citado.

(el jaguar, el oso de anteojos y el águila harpía...) – son buenos indicadores del estado de conservación de un hábitat (Sanderson et ál. 2002, Copolillo et ál. 2004). Otros reiteran la gran dificultad de monitorear estas especies en campo y la falta de evidencias concretas respecto a la función de indicación (Landres et ál. 1988); a cambio, proponen la evaluación de indicadores de extensión y calidad de hábitat (Lindenmayer y Franklin 2002). Cuando se trata de evaluaciones a escala de paisaje y regional -como las que debe hacer el PROMEC-CR - se aboga, sobre todo, por el uso de sensores remotos (SR) y sistemas de información geográfica (SIG) en la evaluación de indicadores de extensión, calidad y función propuestos por la ecología de paisajes (EP; en adelante nos referiremos a este enfoque como el enfoque SR/SIG/EP) (Lindenmayer y Franklin 2002, Noon y Dale 2002). Este enfoque también tiene desventajas (Kleinn et ál. 2002, Leimgruber et ál. 2005, Sesnie et ál. 2008), pero su potencial es enorme y constituye la columna vertebral del PROMEC-CR, en combinación con evaluaciones de efectividad de manejo, del estado de conservación de especies de aves y otros indicadores que brindan un panorama más integral.

Toma, análisis e interpretación de datos

En un programa de monitoreo, el diseño de la toma de datos y las propuestas para su análisis deben de plantearse dentro del marco de los mismos criterios científicos que se utilizan en el desarrollo de proyectos de investigación (Elzinga et ál. 2001). Por otra parte, los muestreos ejecutados por los programas de monitoreo en general carecen de algunas características claves de los proyectos de investigación; por ejemplo, la repetición independiente de muestras o la aplicación de tratamientos experimentales (Elzinga et ál. 2001). Es vital entender y

manejar adecuadamente las consecuencias de estas y otras limitaciones de los programas de monitoreo ante la complejidad de los sistemas ecológicos que se está tratando de conservar. El punto aquí es que los resultados del monitoreo se usarán como base para la toma de decisiones, y que esas decisiones implicarán costos para algún sector de la sociedad. En el contexto de las restricciones señaladas, un programa de monitoreo debe, entonces, prestar mucha atención a la interpretación correcta de sus resultados y a la adecuada comunicación con los grupos de interesados sobre la incertidumbre inherente a la definición de conclusiones en estudios de sistemas ecológicos.

En cuanto a la interpretación de resultados, es clave y delicada la decisión sobre cuánto y qué tipo de cambio en los valores de los indicadores es aceptable, y cuánto representa un impacto humano inaceptable que, por tanto, requiere de una respuesta de manejo. Desafortunadamente, por lo general, no se tiene información científica que permita establecer un límite de cambio biológica o ecológicamente crítico. Noon (1999) y Finegan et ál. (2004) analizan esta problemática a fondo, y proponen varias soluciones. Una de ellas es la definición del límite del cambio aceptable como el rango de valores de un indicador en condiciones “naturales”. No obstante, a veces el grado de impacto humano en una zona no permite utilizar este enfoque, aunque la zona siga siendo de importancia para la conservación; los corredores biológicos ejemplifican esta situación. En tal caso, se puede fijar el valor actual del indicador como valor de referencia y un grado de cambio aceptable con base en negociaciones con grupos de interesados. Noon (1999) y Finegan et ál. (2004) aclaran que no se recomienda utilizar procedimientos estadísticos tradicionales de comparación de medias en el análisis de

datos de monitoreo, ya que una diferencia estadísticamente significativa no necesariamente representa una diferencia importante para la conservación a mediano y largo plazo. Para la toma de decisiones críticas de manejo para la conservación hace falta algo más que eso: se requiere aplicar un rango de criterios que tomen en cuenta los puntos de vista de múltiples grupos interesados para decidir cuánto y qué tipo de cambio es aceptable y qué decisiones tomar. Nuevamente, este es el modelo que el diseño del PROMEC-CR plantea para la implementación efectiva del manejo.

Metas, objetivos e indicadores del PROMEC-CR

Las metas y los objetivos generales del PROMEC-CR se presentan en el Recuadro 1. Las metas corresponden a la razón de ser de un programa de monitoreo como herramienta de manejo adaptativo para la conservación. Los primeros tres objetivos generales se refieren a las necesidades de fortalecimiento, coordinación y cambio institucional que deben acompañar la implementación del programa para que este tenga posibilidades de influir en el éxito de la conservación en el país, y no forman parte del tema central del presente artículo. Los objetivos de interés principal aquí son más bien el cuarto, que está estrechamente ligado a los indicadores y las razones por las cuales fueron seleccionados, y el quinto, la aplicación del conocimiento generado a la toma de decisiones.

Los indicadores se presentan en el Cuadro 1. Cada indicador se ubica en uno de dos grupos: los del primer grupo son de aplicación inmediata y los del segundo son indicadores para evaluación, desarrollo y prueba en la primera etapa de la implementación del Programa (2007-2011). Se espera que puedan ser incorporados a partir del año 2010, a más tardar. Los indicadores de este segundo

grupo son esenciales para una evaluación más holística del estado de conservación de la biodiversidad del país; sin embargo, se concluyó que a la fecha no existe aun suficiente claridad sobre la conformidad de estos indicadores con los criterios de selección empleados durante el proceso de diseño.

Para los indicadores propuestos de aplicación inmediata ya se han identificado los *verificadores*, las variables exactas que serán medidas (SINAC 2007b). En el caso del segundo grupo, los verificadores y las metodologías exactas para su medición se identificarán, de ser necesario, como parte del proceso de evaluación, desarrollo y prueba (SINAC 2007b).

La selección de indicadores obedeció, por un lado, a la escala nacional de evaluación y, por otro, a la meta de identificar métricas de la biodiversidad que se complementen. En especial, se tuvieron en cuenta los argumentos a favor de métricas de estructura y conservación de hábitat y las evaluaciones de grupos de especies o hasta especies individuales. Además, las discusiones durante la implementación llevaron a la modificación de los objetivos específicos correspondientes a cada indicador, de manera que se contemple explícitamente la detección de respuestas de la biodiversidad al cambio climático. A los indicadores iniciales (SINAC 2007b) se le agregó uno nuevo (el 2.1) por esa misma razón (Cuadro 1). El uso del año 1996 para la *línea base* en el tiempo fijado para algunos indicadores obedece a que este fue el año en el cual se estableció el marco legal, principalmente en cuanto a la Ley Forestal, que sigue gobernando la dinámica de uso de la tierra en cuanto a los hábitats naturales.

La evaluación de estructura y composición de hábitat a través del enfoque SR/SIG/EP es la columna vertebral del PROMEC-CR, sobre todo en su primera etapa de imple-

mentación (indicadores 1.1 y 1.2. de aplicación inmediata, y 2.3 y 2.5 para desarrollo y prueba). Para un monitoreo más integral durante la primera etapa de su ejecución, el PROMEC-CR contempla la generación, por el SINAC, de información sobre la efectividad del manejo de las áreas protegidas, utilizando la metodología ya publicada para ese fin (indicador 1.3).

Entre los indicadores de desarrollo y prueba, el 2.1 permite incorporar al PROMEC-CR evaluaciones del estado de conservación de las poblaciones de aves residentes del país, mediante procedimien-

tos transparentes y objetivos de la UICN. También ya se han desarrollado y están listos para aplicarse procedimientos para la evaluación de la efectividad de manejo de los CB (indicador 2.2; Canet Desanti 2007, Canet Desanti et ál. 2008). Cabe aclarar que las profundas diferencias entre los CB y las AP en cuanto a todas las dimensiones del manejo hacen que no se pueda aplicar en ellos el procedimiento oficial para la evaluación de la efectividad del manejo de las AP. El desarrollo y la prueba de una metodología para evaluar la conectividad estructural brindada por los CB, aplicando el

Recuadro 1 **Metas y objetivos generales del PROMEC-CR**

El PROMEC-CR es una de las herramientas que contribuirán al logro de las metas nacionales de conservación, definidas por el proyecto GRUAS II (SINAC 2007c).

Meta a largo plazo del Programa

- Contribuir de manera decisiva a la conservación de la biodiversidad del país, a través de la generación y aplicación a la toma de decisiones sobre el manejo del territorio nacional, de información científica confiable sobre el estado de conservación de esa biodiversidad y sus tendencias

Meta del Programa para el año 2010:

- Contribuir de manera decisiva al logro de la meta 2010 de la Convención de Diversidad Biológica

Objetivos generales de la primera etapa del programa de monitoreo, 2007 – 2011

1. Se dispone de la capacidad científica, técnica e institucional para la ejecución del PROMEC-CR en el país como herramienta de manejo para la conservación.
2. El PROMEC-CR es llevado a la práctica mediante un marco institucional adecuado.
3. El PROMEC-CR está integrado a la cultura institucional del Estado costarricense.
4. Se conoce el estado de conservación de la biodiversidad del país y sus tendencias iniciales.
5. La información generada por el programa de monitoreo se utiliza en la toma de decisiones sobre el manejo del territorio nacional.
6. Se ha diseñado la segunda etapa del PROMEC-CR.

Cuadro 1.

Indicadores para la primera etapa (2007-2011) del Programa de Monitoreo Ecológico Terrestre de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR)

Indicadores (tipo) y etapa de implementación	Metodología	Periodicidad de la evaluación y línea base recomendada
1) Aplicación inmediata		
1.1 Área y grado de fragmentación actuales del hábitat natural correspondiente a cada unidad fitogeográfica y sus tasas de cambio, total y representada dentro de las diferentes categorías de áreas protegidas. (resultado)	SR/SIG	Tres fechas durante la primera etapa: 1996, 2003-2006 y 2009; línea base 1996
1.2 Área y grado de fragmentación de la cobertura boscosa y agroforestal de los principales corredores biológicos y sus tasas de cambio. (resultado)	SR/SIG	Tres fechas durante la primera etapa: 1996, 2003-2006 y 2009; línea base 1996
1.3 Efectividad de manejo de las áreas protegidas estatales. (insumo y proceso)	Metodología existente SINAC	Anual; primera aplicación dentro del presente programa
2) Indicadores adicionales para prueba		
2.1 Índice de Lista Roja para aves residentes. (resultado)	Metodología UICN	Evaluación global UICN del 2004
2.2 Avance de la gestión de los principales corredores biológicos. (insumo y proceso)	Canet (en preparación)	Anual; primera aplicación dentro del presente programa
2.3 Grado de conectividad estructural de los principales corredores biológicos y su tasa de cambio. (resultado)	SR/SIG	Tres fechas durante la primera etapa: 1996, 2003-2006 y 2009
2.4 Estructura, composición y tasas de recambio de los principales tipos de bosque. (resultado)	Red nacional de parcelas permanentes (PPM)	Tres años; línea base a ser determinado
2.5 Área de hábitat apropiado para grupo de especies-paisaje y su tasa de cambio. (resultado)	SR/SIG, modelaje	Tres fechas durante la primera etapa: 1996, 2003-2006 y 2009
2.6 Vulnerabilidad de las diferentes unidades fitogeográficas ante diferentes escenarios de cambio climático. (resultado)	Modelaje de cambios en distribución y extensión de U.F.	Por determinarse; se ligará al avance del modelaje del cambio climático por centros reconocidos; línea base el mapa actual

enfoque SR/SIG/EP (indicador 2.3), proveerá una solución práctica para el monitoreo de la conectividad, la función ecológica más importante de los CB.

El único indicador del Programa que será evaluado directamente en campo es el 2.4, referido a la biodiversidad arbórea y procesos ecológicos (productividad y tasas de recambio) de bosques a escala local. Se pretende posibilitar la evaluación de este indicador a través de un apoyo del PROMEC-CR a la integración de la gran cantidad de parcelas permanentes de muestreo (PPM) ya existentes en los bosques naturales del país, en una red nacional con presupuesto, procedimientos y plan de trabajo únicos. Los verificadores probables para este indicador son características claves de la biodiversidad de ecosistemas boscosos y parecen responder de manera clara al cambio climático (Clark 2007). Para el indicador 2.5 se regresa al enfoque SR/SIG/EP, donde el diseño del PROMEC-CR

tomó en cuenta el valor potencial de los vertebrados grandes como indicadores, ya que son importantes por sí solos como objetos de conservación, claves desde el punto de vista de procesos ecológicos y atractivos para una amplia gama de grupos de interesados. Por lo logísticamente difícil y costoso de la evaluación directa en campo de poblaciones de estos animales, el PROMEC-CR desarrollará modelos de aptitud de hábitat para un grupo de especies-paisaje identificados con los procedimientos de la *Wildlife Conservation Society*. Los cambios en la extensión del área de hábitat apto para las especies-paisaje serán evaluados como parte integral de las evaluaciones utilizando el enfoque SR/SIG/EP. Finalmente, el indicador 2.6 es imprescindible debido a la amenaza generalizada que representa el cambio climático. El PROMEC-CR desarrollará y validará técnicas de modelaje usando escenarios de cambio climático disponibles a través de fuentes reconocidas y mapas

digitales de variables macroclimáticas para determinar y monitorear la vulnerabilidad de los diferentes tipos de comunidad natural, tanto dentro como fuera de las AP.

Comentarios finales

La conservación es un proceso social – una actividad llevada a cabo por la sociedad para alcanzar metas y objetivos de su interés. Como tal, involucra dimensiones sociales, culturales, económicas, éticas y políticas, además de las de biología de la conservación (p.e. Groom et ál. 2006). Para el éxito del manejo para la conservación se debe incidir en todos estos ámbitos, e igualmente, el manejo debe ser adaptativo en todos. Entonces, un programa de monitoreo debe ser interdisciplinario ya que eventualmente involucrará múltiples dimensiones de la gestión. Pero no se debe olvidar que dentro de todo lo anterior reside la razón de ser de este proceso social complejo que es la conservación: los objetos de conservación; es decir, lo

que la sociedad pretende conservar. El PROMEC-CR es un elemento pionero del proceso social adaptativo que brindará la información

imprescindible sobre los impactos humanos – incluyendo las acciones de manejo – en los objetos de conservación: comunidades, especies,

procesos ecológicos y evolutivos, así como los servicios ecológicos imprescindibles brindados a la sociedad por esta biodiversidad. 

Literatura citada

- Canet Desanti, LM. 2007. Herramientas para el diseño, gestión y monitoreo de corredores biológicos en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.
- _____; Finegan, B; Bouroncle, C; Gutiérrez, I; Herrera, B. 2008. El monitoreo de la efectividad del manejo de corredores biológicos. Una herramienta basada en la experiencia de los comités de gestión en Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente no. 54:51-58.
- CBD (Convention on Biological Diversity). 2006. The ecosystem approach. <http://www.cbd.int/ecosystem/description.shtml>
- Clark, DA. 2007. Detecting tropical forests' response to global climatic and atmospheric change: current challenges and a way forward. *Biotropica* 39: 4-19.
- Copolillo, P; Gómez, H; Maisels, F; Wallace, R. 2004. Selection criteria for suites of landscape species as a basis for site-based conservation. *Biological Conservation* 115: 419-430.
- Elzinga, CL; Salzer, DW; Willoughby, JW; Gibbs, JP. 2001. Monitoring plant and animal populations. Massachusetts, US, Blackwell science. 360 p.
- Finegan, B; Céspedes Agüero, M; Sesnie, SE. *En preparación*. Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR): Etapa 1: 2007-2011. *Documento Técnico de Referencia - El Monitoreo Ecológico como Componente Integral del manejo de Áreas Protegidas y Corredores Biológicos en los Trópicos: conceptos y práctica*.
- _____; Delgado, D; Hayes, JP; Gretzinger, S. 2004. El monitoreo ecológico como herramienta de manejo forestal sostenible: consideraciones básicas y una propuesta metodológica con énfasis en bosques de alto valor para la conservación certificados bajo el marco del FSC. *Recursos Naturales y Ambiente* 42: 29-42.
- Groom, MJ; Meffe, GK; Carroll, CR. 2006. Principles of conservation biology. 3 ed. Sunderland, Mass., US, Sinauer Associates, Inc. 793 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Climate change 2007: the physical science basis. Summary for Policymakers. Geneva, CH, IPCC Secretariat. 18 p.
- Kleinn, C; Ramírez, C; Holmgren, P; Chavez, G. 2002. A national forest resources assessment for Costa Rica based on low intensity sampling. *Forest Ecology and Management* 210:9-23.
- Landres, PB; Verner, J; Thomas, JW. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology* 2: 316-326.
- Leimgruber, P; Christen, CA; Laborderie, A. 2005. The impact of Landsat Satellite Monitoring on conservation biology environmental monitoring and assessment no. 106: 81-101.
- Lindenmayer, DB; Franklin, JF. 2002. Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach. Washington DC, US, Island Press. 351 p.
- Lovejoy, T. 2005. Conservation with a changing climate. In Lovejoy, T; Hannah, L. (Eds.). *Climate change and biodiversity*. New Haven, US, Yale University Press. p. 325-325.
- Mace, G; Delbaere, B; Hanski, I; Harrison, J; García Novo, F; Pereira, H; Watt, A. 2005. A user's guide to biodiversity indicators. London, UK, European Academies Science Advisory Council (EASAC) / Royal Society. 40 p.
- Miller, K; Chang, E; Johnson, N. 2001. En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Mesoamericano. Washington DC, US, World Resources Institute. 49 p.
- Noon, BR. 1999. Scientific framework for effectiveness monitoring of the Northwest Forest Plan. In Mulder, BS; Welsh, HH; Spies, TA; Reeves, GH; Raphael, MG; Palmer, C; Olsen, AR. (Technical Coordinators). The strategy and design of the effectiveness monitoring program for the Northwest Forest Plan. USDA Forest Service. General Technical Report PNW-GTR-437. p. 49-68.
- _____; Dale, VH. 2002. Broad-scale ecological science and its application. In Gutzwiller, KJ. (Ed.). *Applying landscape ecology in biological conservation*. New York, US, Springer. p. 34-52.
- Noss, RF. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4(4): 355-364.
- Poiani, KA; Richter, BD; Anderson, M; Richter, HE. 2000. Biodiversity conservation at multiple scales: functional sites, landscapes and networks. *BioScience* 50: 133-146.
- Possingham, HP; Wilson, KA; Andelman, SJ; Vynne, CH. 2006. Protected areas: goals, limitations and design. In Groom, MJ; Meffe, GK; Carroll, CR. (Eds.). *Principles of conservation biology*. 3 ed. Sunderland, Mass., US, Sinauer Associates, Inc. p. 509-552.
- Prabhu, R; Colfer, CJP; Dudley, RG. 1999. Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management. *Criteria and Indicators Toolbox Series no.1*. Bogor, ID, CIFOR.
- Sanderson, EW; Redford, KH; Vedder, A; Coppolillo, PB; Ward, SE. 2002. A conceptual model for conservation planning based on landscape species requirements. *Landscape and Urban Planning* 58: 41-56.
- Sesnie, SE; Gessler, P; Finegan, B; Thessler, S. 2008. Integrating Landsat TM and SRTM-DEM derived variables with decision trees for habitat classification and change detection in complex neotropical environments. *Remote Sensing of Environment* 112: 2145-2159.
- Sheil, D. 2001. Conservation and biodiversity monitoring in the tropics: realities, priorities and distractions. *Conservation Biology* 15: 1179-1182.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2007a. Programa de monitoreo ecológico de las áreas protegidas y corredores biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR): Etapa 1: 2007-2011. Manual de objetivos, indicadores y protocolos. San José, CR, SINAC-MINAE / Asociación Conservación de la Naturaleza. 28 p.
- _____. 2007b. Programa de monitoreo ecológico de las áreas protegidas y corredores biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR): Etapa 1: 2007-2011. Resumen Ejecutivo. San José, CR, SINAC-MINAE / Asociación Conservación de la Naturaleza. 22 p.
- _____. 2007c. Gruas II: Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Vol. 1. Análisis de vacíos en la representatividad e integridad de la biodiversidad terrestre. San José, CR, SINAC-MINAE / Asociación Conservación de la Naturaleza. 100 p.
- Terborgh, J; Davenport, L. 2002. Monitoring protected areas. In Terborgh, J; Shaik, C. van; Davenport, L; Rao, M. (Eds.). *Making parks work: Strategies for preserving tropical nature*. Washington DC, US, Island Press. p. 395-408.
- Zahn, X; Li, M; Zhang, Z; Goossens, B; Chen, Y; Wang, H; Bruford, MW; Wei, F. 2006. Molecular censoring doubles giant panda population estimate in a key nature reserve. *Current Biology* 16: 451-452.