

Agradecimientos

TNC agradece aquellas personas e instituciones costarricenses y panameñas que participaron y brindaron información necesaria para que este plan fuera posible. Sin ese apoyo, los esfuerzos tanto de esta organización como de otras con los mismos fines, se hubieran visto debilitados.

Acerca de esta publicación

Las denominaciones empleadas en este documento y la forma en que aparecen presentados los datos no implican de parte de los miembros de TNC y sus socios juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Este documento ha sido posible gracias al apoyo de la Oficina de Desarrollo Regional Sostenible, División de América Latina y el Caribe, de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y de The Nature Conservancy, conforme a las condiciones de la Donación No. EDG-A-00-01-00023-00. Las opiniones aquí expresadas pertenecen al autor (o autores) y no reflejan, necesariamente, las de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y The Nature Conservancy.

Revisión y Edición Técnica:

Bernal Herrera
Rafael Samudio
Jesús Ugalde

Cita del documento:

TNC, INBio, SOMASPA. 2005. Análisis de Viabilidad de los Objetos de Conservación del Sitio Binacional La Amistad, Costa Rica-Panamá: Documento elaborado en forma conjunta por INBio y SOMASPA para TNC. 93 pp.

Análisis de Viabilidad de los Objetos de Conservación del Sitio Binacional La Amistad, Costa Rica-Panamá

Documento elaborado en forma conjunta por
SOMASPA-INBio para TNC.

Diciembre 2005

Tabla de Contenidos

INTRODUCCIÓN	4
1. DESCRIPCIÓN DEL PILA COMO SITIO DE ESTUDIO.....	6
CARACTERIZACIÓN DEL PILA	6
<i>Ubicación</i>	6
<i>Biogeografía</i>	6
<i>Clima</i>	6
ECOSISTEMAS DEL PILA	7
<i>Ecosistemas de Bosques</i>	7
<i>Ecosistemas Lóticos</i>	7
<i>Ecosistemas Lénticos</i>	7
<i>Páramos</i>	8
DIVERSIDAD DE ESPECIES EN EL PILA.....	8
<i>Flora</i>	8
<i>Fauna</i>	9
SITUACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL PILA	10
2. PROCESO PARA LA SELECCIÓN DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN DEL PILA	12
3. JUSTIFICACIÓN DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN, ATRIBUTOS ECOLÓGICOS E INDICADORES	18
3.1 PÁRAMOS	18
3.2 BOSQUES CON DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL MAYOR DE 1 500 MSNM	22
3.3 BOSQUES CON DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL IGUAL O MENOR DE 1 500 MSNM.....	25
3.4 ECOSISTEMAS LÓTICOS (RÍOS Y SUS MÁRGENES).....	29
3.5 JAGUAR (<i>PANTHERA ONCA</i>)	34
3.6 PÁJARO CAMPANERO (<i>PROCNIA TRICARUNCULATA</i>)	38
4. REFERENCIAS CITADAS	42
5. PROTOCOLOS PARA EL PROGRAMA DE MONITOREO DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN.....	48
5.1 PÁRAMOS	50
INDICADOR 1: PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL	50
INDICADOR 2: PROMEDIO ANUAL DE TEMPERATURA AMBIENTAL (°C).....	52
5.2 BOSQUES CON DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL MAYOR DE LOS 1 500 MSNM	53
INDICADOR 1: PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE LA COBERTURA BOSCOSA.....	53
INDICADOR 2: RIQUEZA DE ESPECIES DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS	55
INDICADOR 3: PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE LA COBERTURA BOSCOSA (%).....	57
5.3 BOSQUES CON DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL IGUAL O MENOR DE 1 500 MSNM.....	59
INDICADOR 1: PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE LA COBERTURA BOSCOSA.....	59
INDICADOR 2: RIQUEZA DE ESPECIES DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS	61
INDICADOR 3: PORCENTAJE DEL ÁREA TOTAL EN CONDICIONES FRAGMENTADAS.....	63
5.4 ECOSISTEMAS LÓTICOS	65
INDICADOR 1: NÚMERO DE FAMILIAS DE INSECTOS ACUÁTICOS.....	65
INDICADOR 2: CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO EN EL AGUA DE RÍO (MILIGRAMOS POR LITRO)	67
INDICADOR 3: PORCENTAJE DE COBERTURA DE LOS BOSQUES A LO LARGO DE LOS RÍOS	69
5.5 JAGUAR (<i>PANTHERA ONCA</i>)	71
INDICADOR 1: DENSIDAD DE LA POBLACIÓN DE JAGUARES (INDIVIDUOS/100KM ²)	71
INDICADOR 2: DENSIDAD DE LA POBLACIÓN DE PUERCOS DE MONTE (<i>TAYASSU PECAR</i>) (IND/KM ²)	74
INDICADOR 3: PORCENTAJE DE COBERTURA TOTAL DE BOSQUES DE TIERRAS BAJAS Y ALTAS POTENCIAL DISPONIBLES (HÁBITAT) ..	78
5.6 PÁJARO CAMPANERO (<i>PROCNIA TRICARUNCULATA</i>)	79
INDICADOR 1: PROMEDIO DE MACHOS ADULTOS EN DESPLIEGUE POR SITIO DURANTE EL PERÍODO REPRODUCTIVO	80
INDICADOR 2: DENSIDAD O ABUNDANCIA DE ESPECIES DE LAURÁCEAS EN EL SITIO DE REPRODUCCIÓN.....	82

5.7 CUADRO RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL Y POR AÑO DEL PROGRAMA DE MONITOREO SEGÚN OBJETO DE CONSERVACIÓN E INDICADORES PRIORIZADOS	85
6. ANEXO 1. ESPECIALISTAS CONSULTADOS PARA EL ANÁLISIS DE VIABILIDAD DEL SITIOS BINACIONAL LA AMISTAD COSTA RICA - PANAMÁ.....	86
7. ANEXO 2. ATRIBUTOS ECOLÓGICOS, INDICADORES Y RANGOS DE VARIACIÓN PARA EL OBJETO DE CONSERVACIÓN ECOSISTEMAS LÉNTICOS.	89
8. ANEXO 3. INVESTIGACIONES RECOMENDADAS POR OBJETO DE CONSERVACIÓN.....	91
PÁRAMOS.....	91
BOSQUES CON DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL MAYOR DE 1 500 MSNM	91
BOSQUES CON DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL IGUAL O MENOR DE 1 500 MSNM.	92
ECOSISTEMAS LÓTICOS.....	92
JAGUAR	93
PÁJARO CAMPANERO.....	93

Introducción

El sitio La Amistad se localiza en la parte occidental de Panamá y en el sureste de Costa Rica. Este sitio comprende las tierras centrales de las cordilleras de Talamanca (Costa Rica) y Central (Panamá) en ambas vertientes. El sitio abarca las áreas silvestres protegidas del Parque Internacional La Amistad en Panamá (PILA-Panamá) y en Costa Rica (PILA-Costa Rica), el Bosque Protector Palo Seco (Panamá), la Zona Protectora Las Tablas (Costa Rica), la Zona Protectora Cuenca del Río Banano (Costa Rica), el Parque Nacional Volcán Barú (Panamá), el Parque Nacional Chirripó (Costa Rica), la Reserva Forestal Fortuna (Panamá), la Reserva Biológica Hitoy-Cerere (Costa Rica) y el Humedal Laguna de San-San Pond Sak (Panamá). Esta región comprende igualmente las tierras de producción en manos privadas que rodean las áreas silvestres protegidas y los territorios indígenas en Costa Rica de Bajo Chirripó, Chirripó, Tainí, Talamanca, Telire, Kekoldi, Ujarrás, Salitre y Cabagra.

En cuanto a su biogeografía, esta área incluye componentes de las ecoregiones de los **bosques húmedos del Pacífico del Istmo, bosques montanos de Talamanca y bosques húmedos del Atlántico centroamericano** (Dinerstein *et al.* 1995, TNC 1997). La región ha jugado un papel importante en el intercambio y establecimiento de especies de flora y fauna proveniente de Norte y Sudamérica. También, las montañas y estribaciones de las cordilleras por encima de los 1 000 m, han permitido el establecimiento de una flora y fauna propia de la región, en la cual encontramos especies endémicas y hábitats característicos de estas elevaciones (Samudio 2001, Vargas y Sánchez 2005). De igual manera, las montañas del Parque Internacional La Amistad (PILA) han facilitado con su diversidad de recursos naturales y sus fértiles suelos, el asentamiento de diferentes grupos humanos a través de los tiempos (Samudio 2001, Borge 2004).

En esta etapa, **el análisis de viabilidad ecológica y el protocolo de monitoreo se concentran principalmente en el PILA Costa Rica-Panamá**, siendo el área protegida núcleo para el sitio binacional La Amistad, por presentar el mejor estado de conservación de sus recursos naturales y la mayor extensión, unas 404 500 ha (CATIE 1987, ANAM, 2004).

Los diferentes ecosistemas y sus componentes intrínsecos presentes en el PILA se encuentran amenazados principalmente por presiones de tipo antropogénico, tales como la pérdida de la cobertura boscosa debido a las actividades agropecuarias, la contaminación por agro-químicos, la cacería y extracción selectiva de algunas especies, y la sobreexplotación de los recursos naturales. Recientemente, factores naturales pero de origen desconocido, como es la presencia de un agente micótico infeccioso que afecta a los anfibios en las elevaciones medias-altas, también han provocado cambios evidentes en algunos de los componentes de estos ecosistemas. Estas amenazas ponen en peligro el equilibrio ecológico del PILA, sus ecosistemas, sus componentes y su funcionamiento. Debido a ello, se hace necesario el establecimiento de **un programa de monitoreo** que sea ágil, práctico, confiable y económico, que permita detectar cambios causados por estas amenazas sobre los diferentes componentes a diferentes escalas, lo que ayudará a orientar las acciones que disminuyan o eliminen las amenazas identificadas.

Este programa de monitoreo se presenta a continuación y fue elaborado por un equipo de trabajo conformado por el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) y la Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA), se contó además con la colaboración y aportes del personal técnico de TNC de Costa

Rica y Panamá. El documento consta de **seis secciones**. La primera de ellas describe en forma resumida el **PILA como sitio de estudio**, continúa la sección que detalla **el proceso metodológico** que produjo los objetos de conservación seleccionados y el programa de monitoreo respectivo. Posteriormente en una tercera sección, se **justifica la escogencia** de cada objeto de conservación, sus atributos, e indicadores y se anotan los priorizados para el programa de monitoreo; la cuarta sección documenta las **referencias** utilizadas hasta este punto, se finaliza con la sección de **protocolos de cada indicador seleccionado y anexos**.

1. Descripción del PILA como sitio de estudio

Caracterización del PILA

Ubicación

El proceso de creación del Parque Internacional La Amistad (PILA) se inició en 1979 con el fin de proteger la biodiversidad de las cordilleras de Talamanca (CATIE 1987) en Costa Rica y Central en Panamá. Se oficializó en Costa Rica en el año 1982 y en Panamá en 1988.

Con una extensión cercana a las 404 500 hectáreas, el PILA se ubica a todo lo largo de estas cordilleras, bajando a los 900 m de elevación en el sector pacífico hasta los 100 m de altitud en el sector caribe. Su ubicación geográfica está entre los 8°37' y 9°38' de Latitud Norte, y entre los 82°24' y 83°25' de Longitud Oeste. Las condiciones topográficas que dificultan el acceso a la zona, han hecho que este parque mantenga una de las áreas de bosque virgen más grande de Centroamérica. El PILA incluye bosques muy húmedos, pluviales y nubosos. En sus picos y macizos se encuentran ciénegas frías y páramos subalpinos.

Biogeografía

Debido a su posición, el PILA está dominado por bosques montanos y premontanos, aunque también posee bosques basales en sus partes más bajas. Las especies vegetales son mayoritariamente de origen suramericano, con fuerte influencia andina en sus partes altas (Kappelle 1996). La herpetofauna del PILA presenta una combinación similar de grupos de origen norteño y sureño (Savage 2002), mientras que la avifauna es más afín con aquella la del noroeste de Colombia y presenta un número significativo de géneros y especies endémicas (Stiles y Skutch 1989). En cuanto a la fauna de mamíferos en general está dominada por especies con afinidad suramericana producto de la gran riqueza de especies de murciélagos; mientras que para los mamíferos terrestres no voladores, la afinidad de las especies es principalmente con la fauna norteamericana, debido a la contribución de los roedores (Samudio 2002).

Clima

El PILA presenta condiciones climáticas muy diversas producto de su abrupta topografía y la cercana influencia de los dos océanos. La precipitación anual varía dependiendo de la altitud, oscilando entre los 2 000 y 2 500 mm en las tierras bajas y superando los 3 000 mm en las tierras altas (CATIE 1987, Wolda *et al.* 1998, Samudio 2001, McKay 2000). Sin embargo, las lluvias en el sector Caribe son constantes durante el año, mientras que en el sector Pacífico éstas suelen ser torrenciales con tormentas e interrumpidas por dos períodos casi secos al año (CATIE 1987). La temperatura anual varía entre 2 y 30 °C dependiendo de la elevación, con variaciones diarias significativas de hasta 10 °C, particularmente en las serranías en donde los cambios son más marcados (CATIE 1987). La nubosidad es frecuente en las tierras altas, lo cual contribuye a producir una temperatura ambiental más baja, alta humedad relativa, abundante condensación sobre la vegetación y frecuentes lloviznas. Debido a los vientos alisios, la precipitación orográfica es alta en el lado del Caribe y en ciertos lugares alcanza la vertiente Pacífica (CATIE 1987, Samudio 2001).

Ecosistemas del PILA

Ecosistemas de Bosques

En la vertiente Caribe del PILA se encuentran las zonas de vida de **bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano** y **bosque pluvial premontano** en las tierras bajas y de mediana elevación, mientras que en elevaciones más altas de la cordillera, en ambas vertientes, se encuentran el **bosque montano y montano bajo**, con sus respectivas subdivisiones: **bosque húmedo montano bajo, bosque muy húmedo montano bajo, bosque pluvial montano bajo, bosque muy húmedo montano, bosque pluvial montano** (Tosi 1971, Samudio 2001, ANAM 2003); además se encuentran parches de **páramo pluvial subalpino** (Stiles 1981, Chaverri & Cleef 1996, Chaverri & Herrera 1997, Toledo *et al.* 1997, Luteyn 2002).

Ecosistemas Lóticos

La hidrografía del PILA está dominada en su mayor parte por un patrón de drenaje de tipo dendrítico, cuya característica típica son las fuertes pendientes, en su mayoría superiores al 60%, por las que discurren ríos con perfiles topográficos muy inclinados y por cauces en **V** (CATIE 1987), otros siguen los patrones de fallas locales (ANCON-Plan de manejo PILA). En la vertiente Caribe del PILA se encuentran ríos de importancia como lo son el Chirripó del Atlántico, La Estrella, Telire, Copen, Lari, Teribe, Changuinola y Culubre; mientras que en la vertiente Pacífica se localizan los ríos Cotón, Coto Brus, Chirripó del Pacífico, General, Grande de Térraba, Chiriquí, Chiriquí Viejo, Macho de Monte, Majagua, Colorado, Cotito y Candela. Algunas de las cuencas de estos ríos son catalogadas como las cuencas más importantes en su respectivo país, además de poseer un alto rendimiento por unidad de área (ANAM 2003). En términos generales el área de La Amistad presenta una gran cantidad de riachuelos y arroyos que a una escala más pequeña, funcionan como tributarios de los ríos antes mencionados y albergan un gran número de peces endémicos nacionales y regionales (Bussing 1998).

El abundante recurso hídrico que presenta el área de La Amistad ha propiciado la prospección de embalses para la generación de energía eléctrica en zonas próximas al área protegida. Tal es el caso del Proyecto Hidroeléctrico de Changuinola-Teribe, el cual plantea la utilización de los caudales de los ríos Teribe y Changuinola, y el Proyecto Hidroeléctrico de Boruca que plantea el uso del caudal del río Grande de Térraba. Estos proyectos además de representar una fuente de energía para el país correspondiente, pueden causar perturbaciones ecológicas en los ríos y sus bosques ribereños.

Ecosistemas Lénticos

Los lagos, lagunas, pantanos y ciénagas presentes en el PILA no han sido bien estudiados. Esto se refleja en una carencia de información básica partiendo desde la ubicación geográfica de los mismos hasta estudios ecológicos sobre la flora y fauna relacionadas con estos ecosistemas. Dentro del PILA, tres lagunas (Sacabico, Dabagri y Dorotiri) de tamaño relativamente considerable han sido reportadas en la vertiente Caribe, aunque existen muchas de tamaño pequeño esparcidas en todo el parque (INBio 2001), sin que se tenga certeza de cuales de éstas son estacionales. Se conoce que el PILA presenta varias ciénagas frías esparcidas en su parte más alta, pero pocos estudios han sido realizados sobre su ecología.

Páramos

La presencia de páramo en las montañas de Cordillera de Talamanca y Central ha sido bien documentado y relativamente bien estudiado (Kappelle y Horn 2005) en el caso de Costa Rica. El páramo es un tipo de vegetación herbácea generalmente sin árboles de origen andino por encima de los 2 800 msnm (Kappelle 2005). Su clima es húmedo, a veces pluvial, de frío a muy frío, con cambios bruscos de temperatura, nubosidad, humedad relativa e insolación (Herrera 2005). En el PILA se tiene documentada la presencia de los páramos en los macizos del Cerro Fábrega (3 335 msnm), Itamut (3 279 msnm) y Cerro Echandi (3 162 msnm) en Panamá (ANAM 2004); Cerro Kamuk (3 549 msnm), Cerro Dúrika (3 280 msnm) y Cerro Eli (3 097 msnm) en Costa Rica.

Diversidad de especies en el PILA

La gran variedad de hábitats encontrados en un contexto montañoso, altitudinal y de regímenes climáticos y edáficos diferentes del PILA, propicia que el área mantenga una gran biodiversidad. Asimismo, el encuentro de especies provenientes de Suramérica y de Norteamérica en esta región favorece una alta riqueza de especies. Estos dos procesos, junto con la historia climática y geológica del PILA que han favorecido un endemismo alto, hacen que el parque se destaque como un centro importante de biodiversidad regional. Pese a esta condición, el área cuenta con pocos estudios de inventario y monitoreo de su diversidad biológica.

Flora

Varios son los inventarios florísticos realizados en las montañas del PILA (González 1997, González 1998, Caballero 1999, Pineda 1999, Charles 2001, ANAM 2004, INBio 2005). El inventario de la flora del PILA-Panamá (Caballero 1983, ANCON 1994, ANAM 2004) reporta unas 1 568 especies comprendidas en angiospermas, gimnospermas, helechos y musgos. Por su parte el inventario florístico del PILA-Costa Rica contabiliza la presencia de 1 748 especies (INBio 2005).

Las montañas del PILA muestran una alta diversidad florística reflejada en la gran variedad de orquídeas, helechos y musgos, los cuales encuentran sus valores máximos de abundancia y diversidad por encima de los 600 msnm (Samudio 2001). Otros investigadores (Fournier 1969, Gómez 1986) proponen una banda rica en especies de plantas a elevaciones medias de 800 a 1 500 msnm en la vertiente Pacífica y entre 500 y 1 500 msnm en la vertiente Caribe. También, en estas montañas se presentan importantes y particulares asociaciones y comunidades vegetales (Kappelle 1996), como son los bosques de robledales y las sabanas de páramos. La variedad de hábitats y ecosistemas en esta área, propicia una gran riqueza de especies, entre las que cabe mencionar a los helechos y especies asociadas, principalmente localizados en zonas muy húmedas en las orillas de ríos y riachuelos (ANCON 2004).

Se han registrado 251 especies de hongos y líquenes en el PILA-Costa Rica (INBio 2005).

La importancia comercial de algunos grupos de plantas (por ej., las orquídeas), promueve la incursión de personas en zonas de amortiguamiento e incluso dentro del PILA, con fines de extracción, ya sea

para utilizarlas como fuentes para reproducción y posterior venta o para su venta directa. Las extracciones de orquídeas y de otras especies de interés cultural y comercial, se efectúan en la mayoría de los casos sin los permisos correspondientes de recolecta y sin ningún tipo de regulación, lo cual ejerce una fuerte presión sobre su conservación.

Fauna

En el área PILA se ha realizado un limitado número de investigaciones, estudios preliminares e inventarios de fauna. Esta pobreza en información científica se debe a la poca accesibilidad al área y a la falta de infraestructura dentro del sitio. Los estudios de algunos grupos taxonómicos se concentran principalmente en la vertiente Pacífica, mientras que la zona montañosa de la vertiente Caribe cuenta con información muy limitada sobre algunos de ellos. El Inventario Nacional de Biodiversidad llevado a cabo por INBio y el MINAE (INBio 2005) en el PILA-Costa Rica, ha registrado la presencia de 23 especies de moluscos terrestres y 2 750 de insectos, sin embargo se estima un número mucho mayor en ambos grupos.

En las montañas del PILA se espera encontrar importantes interacciones bióticas que incluyen mutualismo-polinización y dispersión como las de plantas-abejas y plantas-murciélagos, depredación como en hormigas-aves, parasitismo en hongos-anfibios, hongos-mamíferos y artrópodos-roedores (Samudio *et al.* 2001, 2002; Aarhus 2002).

Mamíferos

Para el PILA-Panamá se reportan 84 especies de mamíferos (ANAM 2004), mientras que para el PILA-Costa Rica se han reportado unas 136 especies (INBio 2005). En el área de estudio se encuentran especies de interés para la conservación como son el hormiguero gigante u oso caballo (*Myrmecophaga tridactyla*), el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), el tapir o danta (*Tapirus bairdii*), el venado de bosque o cabro de monte (*Mazama americana*), el puerco de monte, cariblanco o chanco de monte (*Tayassu pecari*) y el saíno (*Tayassu tajacu*). Estas últimas especies son buscadas por los cazadores de las comunidades vecinas al parque o de las localizadas dentro del parque, que incursionan en esta área para extraer fauna con fines principalmente de subsistencia. Otros mamíferos de interés incluyen unas 20 especies nacionales o binacionales con distribución restringida al PILA y al sitio La Amistad como las musarañas (*Cryptotis endersi*, *C. gracilis* y *C. mera*), la ardilla pigmea (*Syntheosciurus brochus*) y el conejo de montaña (*Sylvilagus dicei*). Este sitio de conservación es un área de importancia de endemismo de mamíferos, principalmente en los ecosistemas aislados en cumbres de montañas (Kalko y Handley 1994, Carleton y Musser 1995, Samudio 2001, 2002).

Aves

Para el PILA-Panamá se reportan 285 especies de aves, riqueza de especies que representa el 31% de las 929 registradas para Panamá (Ridgely y Gwynne 1993). Por su parte, para el PILA-Costa Rica se han reportado unas 450 especies (Sánchez, com. pers.¹) lo que representa el 51% de las especies de

¹ Sánchez, J. 2005. Ornitólogo. San José, CR, Museo Nacional de Costa Rica.

Costa Rica. El complejo montañoso de Talamanca-Central posee uno de los mayores endemismos de aves de montañas, con 53 especies en el Neotrópico (Angehr 2003).

En esta área de estudio se encuentran especies de gran interés para la conservación como son el trepatroncos alicastaño (*Dendrocincla anabatina*), el colibrí montano gorgiblanco (*Lampornis hemileucus*), el quetzal resplandeciente (*Paromachrus mocinno*) y crácidos como la pava negra (*Chamaeprtes unicolor*) y el pavón (*Crax rubra*) de interés cinegéticos. Dentro de las especies consideradas como vulnerables están el periquito frentirrojo (*Touit costaricensis*), el trogón colirrayado (*Trogon clathratus*), el campanero tricarunculado (*Procnias tricarunculata*) y la tangara azul y dorada (*Bangsia arcae*) entre otras. Entre las especies citadas como en peligro tenemos al colibrí montañas gorgiblanco (*Lampornis castaneiventris*), el colibrí montañas ventriblanco (*Lampornis hemileucus*), el quetzal resplandeciente (*Pharomachrus mocinno*) y un gran número de especies rapaces (ANAM 2004).

Reptiles y Anfibios

El trabajo realizado por ANAM (2004) registra 32 especies de anfibios y 25 reptiles para el PILA-Panamá. Las especies endémicas de anfibios comprenden probablemente 13 anuros, 5 salamandras y un cecílido; y por parte de los reptiles, seis lagartijas y tres serpientes (ANAM 2004). En este sector de Panamá se han reportado 23 especies de anuros y una especie de salamandra con endemismo binacional (ANAM 2004). Para el PILA-Costa Rica se ha reportado la presencia de 44 especies de anfibios y 29 especies de reptiles (INBio 2005). Dado la poca accesibilidad de muchos de los sitios del PILA y los pocos inventarios detallados de su herpetofauna, se espera que el número de estas especies sea mucho mayor.

Algunas especies de interés de la herpetofauna presente en el PILA incluyen a *Centrolehe ilex* y *Hyalinobatrachium vireovitatum*, ranas consideradas en condición vulnerable. La salamandra *Bolitoglossa colonnea*, considerada como especie en peligro al igual que la víbora *Atropoides nummifer* y *Trimetopon slevini* (esta última en peligro crítico). También cabe resaltar la presencia de la rana *Dendrobates pumilio* especie presente en el apéndice II de CITES. Esta especie se encuentra amenazada por la extracción no controlada de individuos de sus poblaciones con fines aparentes de exportación. Es de vital importancia revisar el estado de la diversidad de anfibios a diferentes elevaciones dada la crítica disminución de sus poblaciones en las montañas (Lips 1999, Samudio 2001).

Situación de la biodiversidad en el PILA

El PILA abarca una gran diversidad de hábitats, microhábitats, climas y microclimas contenidos en las cimas de las montañas de la Cordillera Central en Panamá y de la Cordillera de Talamanca en Costa Rica, y de las tierras bajas de la vertiente Caribe de ambos países. Dentro de las principales amenazas que afrontan sus ecosistemas se incluye la deforestación por el avance del frente agropecuario, la extracción y comercialización ilegal de la flora y la fauna, incendios forestales y falta de control (INBio 2001, ANAM 2004).

Los trabajos realizados en el PILA en el campo de la flora y fauna, muestran el área como una región de alta biodiversidad, tanto en riqueza de especies como de especies de distribución restringida. Esta característica del área ha propiciado el uso de sus recursos bióticos, tanto con fines de subsistencia por los asentamientos humanos locales, como con fines comerciales, aunque las extracciones de la flora y fauna ocurren en varias localidades del PILA con distintas intensidades.

Dentro las especies de la flora del PILA que están amenazadas por la extracción ilegal, figuran el *Quercus* spp. cuya madera es altamente apreciada por su durabilidad y una gran variedad de musgos, helechos, palmas y orquídeas de importancia comercial. La fauna del área también se encuentra amenazada por la extracción ilegal de especies, muchas de las cuales están protegidas por normas nacionales e internacionales, como los venados, los puercos o chanchos de monte (*Tayassus* spp.), el tapir (*Tapirus bairdii*) y la pava negra (*Chamaepetes unicolor*). En ANAM (2004), se menciona la extracción excesiva del recurso pesquero en las cuencas de los ríos Changuinola, Teribe, Tscuí, Quebrada Boca Chica y Quebrada Bonyic, en la vertiente Caribe. Por otra parte, la cacería por parte de los humanos de los grandes felinos, jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*), debido a la depredación que hacen del ganado, crea el conflicto felinos-ganadería como una amenaza a la existencia de estos animales en el PILA.

2. Proceso para la Selección de los Objetos de Conservación del PILA

Como un primer paso para desarrollar la estrategia de conservación, TNC consideró necesario el establecimiento de un programa de monitoreo sobre el estado de la biodiversidad en la región basado en un análisis de viabilidad ecológica según la metodología propuesta por Herrera & Corrales (2004).

Este proceso se enmarcó dentro del desarrollo de un Plan de Conservación para el sitio La Amistad basado en el marco conceptual denominado "Conservación por Diseño" y el esquema de las 5-S (TNC 2000).

La implementación de los componentes metodológicos inició con el diseño e implementación de talleres participativos, donde se convocaron diferentes sectores de la sociedad, relacionados con la el sitio binacional La Amistad. Con tal fin se realizaron dos talleres.

El primero de ellos se realizó en San Isidro del General, Costa Rica, del 2 al 4 de julio del 2002. Un segundo taller tuvo lugar en la localidad de Volcán, Panamá, del 11 al 13 de setiembre del 2002 con representantes de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales y de las comunidades locales de ambos países (TNC 2005).

El objetivo de estos eventos fue la definición preliminar de los siguientes componentes del proyecto de conservación: a. Objetos de conservación y análisis de viabilidad, b. Identificación de las presiones y fuentes de presión (amenazas), c. Diagramas de situación y de actores para las principales amenazas, d. Identificación de estrategias, con la respectiva definición de prioridades, para mitigar las amenazas, e. Preparación de planes de acción para cada una de las estrategias, f. Lineamientos para el plan de monitoreo (TNC 2005).

Una vez recopilada y sistematizada la información de estos talleres, se realizó un proceso de consulta a las comunidades locales en ambos países, de tal forma que incluyera un mayor número de grupos de interés. Esta validación contribuyó a definir con mayor precisión las presiones sobre los objetos de conservación, así como los actores involucrados y las posibles líneas estratégicas (TNC, 2005).

Los objetos de conservación definidos durante esta etapa fueron: Pastizales naturales, Mamíferos grandes, Bosques nubosos del PILA, Robledales y Páramos, Bosques de Transición (montanos-tierras bajas), Humedales de altura (turberas y ciénegas), Especies de aves endémicas de Talamanca, Especies de aves migratorias altitudinales y Ecosistemas acuáticos (TNC 2005).

Entre otros aspectos, estos talleres concluyeron que se carecía de la información científica válida para medir, monitorear y evaluar el estado de los objetos de conservación, así como orientar las acciones de manejo y medir el grado de éxito de las acciones de conservación.

Se determinó además, la necesidad de identificar las instituciones socias con las cuales se pudieran establecer las alianzas de trabajo que permitieran la implementación del Plan de Conservación. En este caso se identificó al Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), la Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA), las universidades como la Universidad de Costa Rica, la Universidad Nacional, la

Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), Universidad de Panamá, así como a científicos independientes, como socios potenciales para cubrir las carencias de información científica y establecer las alianzas con miras a fortalecer el manejo de esta región.

El 16 de setiembre del 2005 se realizó una reunión entre los Directores de Ciencia de TNC para Costa Rica y Panamá, personal del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) y de la Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA). En esta reunión se revisaron detalladamente los objetos de conservación y se prepararon una serie de preguntas con respecto a los mismos que fueron la base para la discusión del taller de especialistas de ambos países en el mes de noviembre del 2004 (TNC 2004).

El objetivo principal de este taller fue realizar el análisis de viabilidad ecológica, el cual implica la revisión de los objetos de conservación, la definición de indicadores para los atributos ecológicos de tamaño, condición y contexto paisajístico para cada uno de ellos, así como los ámbitos de variación permisible, el estado actual y esperado de los objetos de conservación y los protocolos de medición como parte de un programa de monitoreo (Herrera & Corrales, 2004).

Los objetos de conservación son un número limitado de especies, comunidades naturales o sistemas ecológicos que representan la biodiversidad de un paisaje a ser conservado o de un área protegida y que por lo tanto pueden ser utilizados en la medición de la efectividad de las medidas de conservación. Estos objetos de conservación sirven de filtro grueso o “sombrija” los cuales una vez identificados y conservados, aseguran la persistencia del resto de los componentes en el espacio y el tiempo (Parrish *et al.* 2003).

Los atributos ecológicos clave constituyen la estructura, composición, interacciones así como factores bióticos y abióticos que hacen posible que el objeto de conservación persista ya que influyen en características tales como el tamaño del objeto de conservación, su condición y en el contexto paisajístico (Herrera & Corrales, 2004).

Los indicadores hacen referencia a entidades cuantificables que se utilizan para evaluar el estatus y la tendencia del o los atributos ecológicos clave. Estos deben ser relevantes desde el punto de vista biológico, sensibles a estrés antropogénico y que a la vez refleje cambios en el mismo sin necesidad de que tales cambios sean externos, cuantificable y relación costo – efectividad baja, lo que significa que provee un máximo de información con un esfuerzo mínimo para la recolección de la información necesaria (Herrera & Corrales, 2004).

Entre los resultados de este taller se renombraron y seleccionaron los siguientes siete objetos de conservación: Páramos y sabanas de altura; Bosques con distribución altitudinal mayor de 1 500 msnm; Bosques con distribución altitudinal menor o igual a 1 500 msnm; Ecosistemas lóticos (ríos y sus márgenes); Ecosistemas lénticos (lagos y lagunas); Jaguar (*Panthera onca*) y Pájaro campanero (*Procnias tricarunculata*).

A partir de los resultados de este taller, SOMASPA e INBio se dieron a la tarea de completar el análisis de viabilidad ecológica y sus diferentes componentes, además de desarrollar el programa de monitoreo. Para esto se realizaron revisiones bibliográficas y consultas a expertos en los diferentes objetos de

conservación (Anexo 1), así como intercambios de información vía correo electrónico y reuniones conjuntas de trabajo.

Como parte del trabajo del equipo SOMASPA – INBIO se acordó definir el objeto de conservación Páramo y sabanas de altura como solamente Páramo, basado en la definición técnica de páramo de Kappelle (2005) y no incluir en esta fase el análisis de viabilidad el objeto de conservación de ecosistemas lénticos por estar estos ecosistemas poco representado dentro del PILA y estar contenidos dentro de otros objetos de conservación como los Páramos (por ej., turberas, lagunas), los Bosques mayores a 1 500 msnm y los Bosques menores o iguales a 1 500 msnm (por ej., lagunas, ciénagas y pantanos). Además los ecosistemas lénticos no presentan amenazas específicas que requieran de estrategias de conservación particulares. El análisis de atributos ecológicos, indicadores y rangos de variación para los Ecosistemas lénticos se presentan en el anexo2.

La propuesta de Programa de Monitoreo se enmarca dentro una visión de Manejo Adaptativo. El propósito del programa es contribuir al fortalecimiento de las capacidades (1) institucionales de las organizaciones presentes en La Amistad para la planificación, ejecución y aplicación del monitoreo, (2) científicas de los investigadores y estudiantes universitarios para el registro, análisis e interpretación de los datos del monitoreo y (3) comunitarias de los asentamientos humanos de La Amistad para beneficiarse del monitoreo.

En la primera fase del programa las actividades se concentrarán principalmente en el sector del Parque Internacional La Amistad y su zona de amortiguamiento. Durante los tres primeros años de la implementación de este programa se realizará la validación de los métodos y el establecimiento de la línea base. Posterior a esta fase inicial se propone continuar con un monitoreo más intenso del sitio La Amistad.

Los elementos del programa son: Definición del indicador, Justificación del mismo, Método, Frecuencia, Localización, Recursos requeridos, Costo, Análisis e interpretación de la información, Responsable y Bibliografía. Se incluye además una lista de investigaciones básicas que permitirán general la línea base y una mejor comprensión del objeto de conservación.

Aunque en el análisis de viabilidad para el Sitio La Amistad se establecieron **33 indicadores (ver Cuadro 1)**, considerando factores como: costo – beneficio, información disponible, capacidad regional y relación entre los indicadores, para el Programa de Monitoreo se seleccionaron **16 indicadores**. Conforme se adquiera experiencia en el desarrollo del programa y se valide este primer juego de indicadores, se podrían incluir algunos de los otros.

Cuadro 1. Objetos de Conservación, Atributos ecológicos claves e indicadores para el Sitio Binacional Costa Rica – Panamá La Amistad. En negrita los indicador priorizados como parte del programa de monitoreo

Objeto de Conservación	Categoría	Atributo Clave	Indicador
Páramos	Tamaño	Cobertura vegetal	1. Porcentaje de pérdida de la cobertura vegetal.
	Condición	Composición de la fauna de anfibios asociada a páramos	2. Cambios en la abundancia de la salamandra <i>Bolitoglossa pesrubra</i> .
		Composición florística de plantas vasculares y no vasculares	3. Porcentaje de pérdida de especies en cada unidad de páramo
	Contexto paisajístico	Régimen climático	4. Promedio anual de temperatura ambiental (°C).
Bosques > 1500 msnm	Tamaño	Cobertura boscosa	5. Porcentaje de pérdida de la cobertura boscosa.
	Condición	Composición del conjunto de especies de briófitos y líquenes.	6. Índice de diversidad y cobertura.
		Diversidad de especies	7. Riqueza de especies de escarabajos coprófagos
	Contexto paisajístico	Conectividad del paisaje boscoso	8. Porcentaje del área total en condiciones fragmentadas.
Bosques igual o < 1 500 msnm	Tamaño	Cobertura boscosa	9. Porcentaje de pérdida de la cobertura boscosa (%).
	Condición	Calidad del agua de lluvia	10. Concentración de agroquímicos (plaguicidas) en el agua de lluvia.
		Composición florística de las especies vasculares	11. Riqueza de especies por unidad de área.
		Diversidad de especies	12. Riqueza de especies de escarabajos coprófagos
	Contexto paisajístico	Conectividad del paisaje boscoso	13. Porcentaje del área total en condiciones fragmentadas.

Cont. Cuadro 1...

Objeto de Conservación	Categoría	Atributo Clave	Indicador
Ecosistemas lóticos	Tamaño	Caudal	14. Metro cúbico de descarga.
	Condición	Composición de especies de anfibios	15. Número de especies de anfibios diurnos y nocturnos en los ríos y riachuelos.
		Composición de fauna de macroinvertebrados	16. Índice BMWP-CR/PA
		Composición de fauna de macroinvertebrados.	17. Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)
		Composición taxonómica de los insectos acuáticos	18. Número de familias de insectos acuáticos presentes en los ríos.
		Química del agua	19. Concentración de oxígeno disuelto en el agua de río (miligramos/litro).
	Contexto paisajístico	Conectividad de los bosques ribereños	20. Porcentaje de cobertura de los bosques a lo largo de los ríos
Jaguar	Tamaño	Abundancia de la población de jaguares	21. Densidad de la población de jaguares (individuos/100 km²)
	Condición	Disponibilidad de presas terrestres para el jaguar	22. Densidad (ind/km ²) del saíno (<i>Tayassu tajacu</i>).
		Disponibilidad de presas terrestres para el jaguar.	23. Densidad (ind/km²) de puercos de monte (<i>Tayassu pecari</i>)
		Mortalidad del Jaguar	24. Número de jaguares muertos por cacería por año.
	Contexto paisajístico	Hábitat boscoso potencial disponible para el jaguar	25. Porcentaje de cobertura total de bosques de tierras bajas y altas potencial disponibles (hábitat)

Cont. Cuadro 1...

Pájaro campanero	Tamaño	Abundancia	26. Índice de conteos de avistamientos.
	Condición	Potencial reproductivo	27. Promedio de machos adultos en despliegue por sitio durante el período reproductivo
		Disponibilidad de alimento en las áreas de reproducción	28. Densidad o abundancia de especies de Lauráceas en los sitios de reproducción.
		Comportamiento migratorio	29. Número de meses que pasa el campanero en los sitios de reproducción.
	Contexto paisajístico	Corredores para migración	30. Porcentaje de pérdida del total de cobertura boscosa entre los sitios de reproducción y de alimentación.
Ecosistemas lénticos	Tamaño	Cobertura del espejo de agua	31. Porcentaje de la reducción del espejo de agua medido durante la estación lluviosa (%)
	Condición	Flora acuática	32. Riqueza de familias
		Química del agua	33. Oxígeno disuelto (miligramos/litro) durante la estación lluviosa

3. Justificación de los Objetos de conservación, Atributos ecológicos e Indicadores

3.1 Páramos

El páramo es una formación vegetal alto-montana (alto-andina), heterogénea, psicrófitica, muy vellosa, herbácea y generalmente sin árboles o con doseles abiertos de árboles pequeños tupidos (Kappelle 2005). Los páramos incluyen las sabanas de altura presentes en la parte montañosa del PILA por arriba de los 3 000 msnm, es decir, por encima del límite superior de la línea del bosque, en donde representan un importante componente paisajístico a escala *local* (≤ 800 ha, TNC 2000). Las sabanas localizadas en el valle de origen estructural al Norte del Cerro Dúrika y la Sabana de los Leones en el Macizo de Chirripó, son únicas de la región de Talamanca. En este objeto de conservación también se incluyen las turberas y ciénagas de altura, que constituyen también ecosistemas únicos a nivel regional, destacándose las ciénagas de ladera presentes en los alrededores del Cerro Dúrika y el Cerro Fábrega (TNC 2004).

En el PILA, los páramos pueden ser considerados ecosistemas frágiles, pues el área que éstos abarcan son parches en las cimas de los Cerro Fábrega, Itamut, Echandi, Cerro Kamuk, Cerro Dúrika y Cerro Eli, que totalizan 2 466 ha (588 ha en PILA-Panamá y 1 878 ha en PILA-Costa Rica). Estos páramos están relacionados principalmente con los páramos del norte de América del Sur.

Este objeto de conservación es de gran importancia no solo por representar un tipo de ecosistema único y raro en la región, sino también porque comprende asociaciones vegetales (por ej., el bambú enano *Chusquea subtessellata*) y posiblemente varias especies de plantas y animales restringidos (endémicas) a estos ecosistemas, cuya conservación abarca un subconjunto de la biodiversidad del PILA no incluido en los otros objetos de conservación.

Los páramos están amenazados principalmente por los incendios durante la estación seca, debido a la combinación de un clima seco (baja temperatura ambiental), una baja precipitación pluvial (poca humedad) y un tipo de vegetación dominado por gramíneas muy propensas a la combustión.

Detalle de atributos e indicadores:

Categoría: **Tamaño**

Atributo ecológico clave 1: Cobertura vegetal

Este atributo brinda información sobre el estado y capacidad de permanencia en el área. Está influenciado por las dos amenazas mencionadas anteriormente para los páramos.

Indicador 1: Porcentaje de pérdida de la cobertura vegetal de las unidades de páramo
Priorizado para el programa de monitoreo

El monitoreo de la pérdida de la cobertura de los páramos es de gran importancia debido a la poca representación de estos ecosistemas en el PILA. La evaluación de la pérdida de la cobertura vegetal podría calcularse a través de imágenes satelitales. Este indicador identifica amenazas por incendios y cambios en el uso del suelo.

Se decidió usar **porcentaje de cobertura** en sustitución del área (ha) sugerida por los especialistas consultados (TNC 2004), debido a que cada parche de páramo posee diferente tamaño, así la pérdida de 1 ha para un parche grande puede que no sea significativa, pero si lo es para un parche pequeño.

Rangos de variación: Pobre: >25%, Regular: 11-24%, Bueno: 6-10%, Muy Bueno: 5-0%.

Estos rangos de variación para el *porcentaje de pérdida de la cobertura vegetal* fueron definidos por el equipo consultor SOMASPA-INBio como hipótesis de trabajo. La calificación actual de **muy bueno** para el PILA está basada en el documento del diagnóstico biológico y sociocultural del PILA-Panamá (ANAM 2004) y el informe de la cobertura boscosa y uso del suelo de Panamá 1992-2000 (ANAM 2003), así como por los resultados del proyecto ECOMAPAS en Costa Rica (INBio 2005). La reducción más evidente de la vegetación de páramos panameños se encuentra en el Cerro Echandi (ANAM 2004), el cual corresponde a la unidad de páramo de menor extensión en el país. Basados en las pocas visitas de reconocimiento a los páramos que reportan un relativo buen estado de la vegetación (consultas con ANAM-Chiriquí, ANAM-Unidad de Monitoreo, ANCON), se considera que la extensión actual de páramos representa la condición de *muy bueno*, siendo esta de 2 475 ha y representando este valor un 100% de su cobertura.

Categoría: Condición

Atributo ecológico clave 2: Composición de la fauna de anfibios asociada a páramos

Este atributo está relacionado con la salud del ecosistema dado que los anfibios necesitan condiciones muy particulares de humedad y temperatura. La diversidad faunística muy baja de los páramos hace de los anfibios un grupo muy representativo. Para implementar adecuadamente este indicador se debe actualizar la línea base.

Indicador 2: Cambios en la abundancia de la salamandra *Bolitoglossa pesrubra*

Esta especie de salamandra es la única especie de anfibio registrada permanentemente en los páramos de Centroamérica (Kappelle y Savage 2005). Se espera que las poblaciones de esta salamandra en los páramos sean afectadas negativamente por los cambios en las condiciones ambientales generales en este ecosistema. La declinación de las poblaciones de los anfibios (sapos y ranas) en las tierras altas de Costa Rica y Panamá también ha afectado a las poblaciones de las salamandras (Lips 1999, Lips *et al.* 2005). Debido a ello, tal vez los anfibios, y en este caso las salamandras, no resulten ser buenos indicadores cuando se toma en cuenta que sus poblaciones ya pueden estar alteradas. Por lo tanto el grupo de trabajo no considera que se deba seleccionar este

atributo ecológico clave y su indicador, hasta tanto no se realice otros estudios sobre los anfibios en los páramos y en las montañas del PILA.

Rangos de variación: **Pobre:** $\leq 0,0745 \text{ ind/m}^2$, **Regular:** $0,0746 - 0,1267 \text{ ind/m}^2$, **Bueno:** $0,1194 - 0,1491 \text{ ind/m}^2$, **Muy Bueno:** $\geq 0,1492 \text{ ind/m}^2$.

Los rangos de variación para este indicador fueron sugeridos por el equipo consultor SOMASPA- INBio con base en los resultados obtenidos por Vial (1968) en el Cerro de la Muerte (3 200 msnm) entre agosto-1961 a julio-1962. Sin embargo, no existen estudios similares recientes que indiquen la condición actual de esta especie.

Atributo ecológico clave 3: **Composición florística de plantas vasculares y no vasculares**

Este atributo se basa en el papel primario que juegan estas especies en la estructura y asociaciones de este ecosistema. Dado que los páramos tienen una diversidad florística muy baja, es posible realizar un monitoreo de todas las especies de plantas, a la vez que permite monitorear el estado estructural de ecosistema.

Indicador 3: **Porcentaje de pérdida de especies en cada unidad de páramo**

La riqueza de especies de plantas por área fue seleccionada por los expertos en el taller binacional como indicador. Sin embargo, ésta no fue considerada por el equipo consultor SOMASPA-INBio porque la identidad taxonómica y el número de especies por área pueden variar mucho naturalmente en cada unidad del páramo en el PILA por características muy locales (tamaño e historia de la unidad), es decir, que la riqueza de especies de plantas puede ser particular de cada parche de páramo. Se necesitan más estudios detallados de la flora de los páramos, en especial en Panamá, para poder desarrollar este indicador. El equipo consultor SOMASPA-INBio recomienda usar como indicador el porcentaje de pérdida de especies en cada unidad de páramo para estandarizar por diferencias locales.

El uso de las especies de plantas diagnósticas para los páramos recientemente quemados no se consideró viable posteriormente, debido al lento reclutamiento o crecimiento de las plantas después de ocurrido el fuego y a las diferencias locales en condiciones ambientales de los parches de páramos (Horn y League 2005), lo que influye en los procesos de regeneración natural. Por otra parte, la incidencia o frecuencia de fuegos es detectada con el monitoreo de la cobertura de vegetación con el indicador del porcentaje de pérdida de cobertura vegetal.

Rangos de variación: **Pobre:** $\leq 49\%$, **Regular:** $50-84\%$, **Bueno:** $85-94\%$, **Muy Bueno:** $95-100\%$.
Todas estas medidas referidas a las especies de la línea base de cada unidad de páramo.

Dado que no existen estudios previos que sirvan de referencia para la definición de los rangos de variación de este indicador, los valores propuestos son hipótesis de trabajo propuestas por el equipo consultor SOMASPA-INBio.

Categoría: *Contexto Paisajístico*

En el taller binacional con expertos se sugirió como atributo ecológico en esta categoría la presencia de mosaicos (heterogeneidad) de microhábitats y comunidades florísticas. El grupo consultor SOMASPA-INBio consideró que la condición actual de los páramos es bastante fragmentada dado que su distribución está restringida a los picos de las montañas, por esta razón no se usó este indicador y se propone el siguiente:

Atributo ecológico clave 4: *Régimen climático*

Es un atributo influye en la composición, estructura y función de estos ecosistemas. Los páramos están caracterizados por condiciones climáticas muy particulares como lo son su clima húmedo, a veces pluvial, frío a muy frío, con cambios bruscos de temperatura, nubosidad, humedad relativa e insolación (Herrera 2005). Estas condiciones climáticas son uno de los principales factores determinantes de las características de estos ecosistemas. Atendiendo a su localización y tamaño, probablemente cada unidad de páramo podría tener variaciones en sus condiciones climáticas.

El indicador del régimen climático de los páramos fue recomendado por los expertos consultados con variables múltiples como: la temperatura, precipitación, estacionalidad de precipitación y número de días con nubosidad. Esto hace que el análisis para determinar el estado climatológico de los páramos sea complejo, por lo que se seleccionó un solo indicador que fuese sencillo, fácil de monitorear y de interpretar, además, que brindara información sobre la situación climática de los páramos.

Producto de la revisión de literatura y consultas con expertos, se consideró usar la **temperatura**, ya que es el factor que menos varía, asimismo puede generar información sobre el estado y las amenazas que enfrenta este ecosistema. Durante el monitoreo de este indicador se pueden registrar otros parámetros físicos como la precipitación, nubosidad, etc., lo cual es permitirá tener un mejor entendimiento de estos ecosistemas.

Indicador 4: *Promedio anual de temperatura ambiental (°C)*
Priorizado para el programa de monitoreo

La temperatura ambiental juega un papel importante en la distribución de especies de flora y fauna en las montañas del PILA, por lo que una variación de su régimen podría provocar un cambio considerable en el funcionamiento de los ecosistemas de páramos. De los parámetros climáticos, la temperatura ambiental es el factor que menos varía en comparación con la precipitación pluvial (Sarmiento 1986), por lo que se espera que cada unidad de páramo mantenga temperaturas ambientales promedio parecidas entre sí. Los trabajos de Still *et al.* (1999) mencionan que un cambio entre los 2-5 °C afectó la distribución latitudinal y altitudinal de los bosques nubosos del trópico en el pasado período glacial. Se considera que para la obtención de los datos sobre la temperatura es necesario establecer estaciones meteorológicas básicas, las cuales también contribuirán a obtener información sobre la precipitación, humedad relativa y nubosidad en estos ecosistemas.

Rangos de variación: *Pobre: ≥15°C, Regular: 13-14°C, Bueno: 12-11°C, Muy Bueno: ≤10°C.*

Los rangos de variación para el indicador *promedio anual de temperatura ambiental (°C)*, así como la calificación actual de **muy bueno** fueron definidos por el equipo consultor SOMASPA-INBio como hipótesis de trabajo. Están basados en los reportes y datos del diagnóstico biológico y cultural del PILA-Panamá (< 7°C, ANAM 2004), la revisión de las zonas de vida de Panamá (<7°C, Tosi 1971), los informes técnicos de funcionarios de la ANAM que han visitado el área de páramos en Panamá (Unidad de Monitoreo, personal del PILA) y en los datos de temperatura ambiental de algunos páramos de Costa Rica (Herrera 2005).

3.2 Bosques con distribución altitudinal mayor de 1 500 msnm

Los bosques por encima de los 1 500 msnm constituyen otro componente paisajístico importante del PILA que representan una escala *gruesa* (10 000 – 450 000 ha, TNC 2000), cuyo límite superior está entre los 2 800-3 000 msnm (Tosi 1971).

Los bosques nublados, incluidos en este objeto de conservación, son ambientalmente complejos y frágiles, con una alta diversidad de ecosistemas y de especies por unidad de área, producto de su variable distribución altitudinal y oscilaciones diurnas de temperatura (Brown y Kappelle 2001). En ellos se pueden encontrar asociaciones importantes como los robledales de montaña (*Quercus* spp.), localizados principalmente en las elevaciones altas de las montañas en ambas vertientes, además de otras asociaciones vegetales (Kappelle 1996). Asimismo, es posible encontrar especies endémicas y otras de distribución regional restringida a las condiciones climáticas y altitudinales que estos ecosistemas brindan.

Otro factor que justifica la conservación de estos ecosistemas, es que en ellos se encuentran los nacimientos de los principales ríos, tanto de la vertiente Caribe como de la vertiente Pacífica del PILA, donde la lluvia horizontal juega un papel muy importante en el mantenimiento del ciclo hidrológico. El monitoreo de este objeto de conservación permitirá evaluar la continuidad de estos ecosistemas como de las amenazas sobre ellos, como sobre otros objetos de interés (los ecosistemas lóticos y lénticos y las especies migratorias altitudinales (pájaro campanero) y de gran extensión de uso de hábitat (jaguar)).

Categoría: Tamaño

Atributo ecológico clave 1: Cobertura boscosa
--

Es un atributo ecológico del *tamaño* que brinda información sobre el área con vegetación de bosque natural o en recuperación avanzada. La cobertura vegetal interactúa con otros componentes biológicos y físicos, lo cual establece y asegura la funcionalidad y disponibilidad de los ecosistemas contenidos en ésta.

Indicador 1: Porcentaje de pérdida de la cobertura boscosa
Priorizado para el programa de monitoreo

Este indicador se define como el porcentaje de pérdida del área total con cobertura boscosa entre las altitudes de 1 500 a 2 800 msnm. La pérdida de la cobertura boscosa es un buen indicador del avance de la actividad antropogénica, identifica amenazas de desmonte para actividades agrícolas, pecuarias o asentamientos comunitarios, así como por incendios forestales. La determinación de este porcentaje puede calcularse con el uso de imágenes de satélite o aéreas, permitiendo evaluar zonas de recuperación de la cobertura boscosa en áreas manejadas.

Rangos de variación: **Pobre: >25%, Regular: 24-16%, Bueno: 15-5%, Muy Bueno: <4%.**

Los rangos de variación del *porcentaje de pérdida de la cobertura boscosa*, como hipótesis de trabajo, así como la calificación actual de *muy bueno*, fueron definidos por los especialistas consultados (TNC 2004) y están apoyados por el equipo consultor SOMASPA-INBio, según la información presentada en el documento del diagnóstico biológico y sociocultural del PILA-Panamá (ANAM 2004), el informe de la cobertura boscosa y uso del suelo de Panamá 1992-2000 (ANAM 2003), así como por lo resultados del proyecto ECOMAPAS en Costa Rica (INBio 2005).

Categoría: **Condición**

Atributo ecológico clave 2: Composición del conjunto de especies de briófitos y líquenes
--

Los briófitos y los líquenes son considerados biomonitores debido a que poseen características fisiológicas para responder rápidamente a variaciones microclimáticas relacionadas a condiciones hídricas y contaminación atmosférica (TNC 2004). Por estas razones, se considera que la composición de especies de estos grupos refleja las condiciones de los bosques generales en los cuales se encuentran.

Indicador 2: **Índice de diversidad y cobertura**

R. Luecking (com. pers.²) sugiere que se trabaje con índices de diversidad (cobertura no es un buen indicador) de los líquenes de la familia Thelotremataceae, que crecen en troncos de árboles en el bosque y para los cuales hay especies particulares de bosques en buena salud. Sin embargo, debido a que la identidad, número y/o abundancia de las especies de briófitos varían con la elevación (Salazar y Crosby 1985, TNC 2004, ver Kappelle 2001 y Samudio 2001) y muy probablemente también variarán con la latitud a lo largo del PILA, el uso de este indicador en este momento no es factible. Esta gran variabilidad en la diversidad presenta una condición muy compleja cuya aplicabilidad solo se podría evaluar, hasta que se hayan realizado los estudios de inventarios sistemáticos y detallados de la flora en estos bosques de altura, los cuales apenas se están iniciando.

Rangos de variación: **No fue posible obtener datos para los rangos de variación.**

² Luecking, R.. 2005. Especialista en Líquenes. The Field Museum of Chicago, USA, y colaborador del INBio. Costa Rica.

Atributo ecológico clave 3: **Diversidad de especies**

Es un indicador de la condición de la diversidad de especies de los bosques con distribución mayor de 1.500 msnm. Este atributo brinda información sobre la salud del ecosistema mediante la diversidad de especies presente en el bosque, lo cual está directamente relacionado con la cacería y extracción selectiva como amenazas. Este atributo fue agregado por el equipo consultor SOMASPA-INBio.

Indicador 3: **Riqueza de especies de escarabajos coprófagos** *Priorizado para el programa de monitoreo*

La riqueza de especies de escarabajos coprófagos se refiere al número de especies presentes en un área y momento determinado. Esta cuantificación se lleva a cabo mediante el muestreo sistematizado en diferentes sitios. Mediante el monitoreo de la riqueza de especies de escarabajos coprófagos se monitoreará la diversidad general de los bosques con distribución mayor de 1.500 msnm, dicha relación ha sido asociada en estudios previos (Klein 1989, Doube 1990, Halffter *et al.* 1992, Dirham *et al.* 1996, Estrada *et al.* 1998, Halffter y Arellano 2002, Escobar 2004). Adicionalmente, existe una asociación directa entre la riqueza de escarabajos coprófagos con la diversidad de mamíferos, debido a la dependencia de estos escarabajos de las excretas de los mamíferos para completar su ciclo reproductivo. De esta manera, este indicador ayudará también a medir el efecto de la cacería de mamíferos en estos bosques.

Rangos de variación: **Pobre: 0-1, Regular: 2-4, Bueno: 5, Muy Bueno: >6.**

Estos rangos de variación son hipótesis de trabajo definidos por el equipo consultor SOMASPA-INBio, basados en estudios de riqueza y diversidad en transectos altitudinales en el corredor PN Braulio Carrillo-La Selva, Costa Rica. Específicamente se utilizó un sitio de muestro a 2 000 msnm (Solís, com. pers.³) para realizar la estimaciones sugeridas. La calificación de **bueno** se basa en el hecho de que la cacería de mamíferos en el PILA está afectando a las poblaciones de este indicador.

Categoría: **Contexto paisajístico**

Atributo ecológico clave 4: **Conectividad del paisaje boscoso**

Es un atributo que brinda información sobre la conectividad y funcionalidad de los sistemas boscosos en el área de interés. La conectividad se refiere al grado en el cual el paisaje facilita o impide el flujo ecológico, por ej., el movimiento de organismos entre diferentes hábitat (MacGaribal y Marks 1995). Este atributo está principalmente determinado por los patrones de deforestación producidas por el ser humano.

³ Solís, A. 2005. Especialista en Coleoptera. Instituto Nacional de Biodiversidad. Costa Rica.

Indicador 4: Porcentaje del área total en condiciones fragmentadas
Priorizado para el programa de monitoreo

No existe un único indicador (índice) que pueda reflejar el grado de fragmentación de un bosque. Por lo tanto, en este caso del PILA se sugiere utilizar como una aproximación el porcentaje del área total en condiciones de fragmentación, contabilizando para ello las áreas de los parches de bosque con respecto a la superficie total del objeto de conservación. Se decidió utilizar el mismo indicador sugerido en el Análisis de Viabilidad de la Reserva Protectora de Manantiales del Cerro San Gil en Guatemala. El monitoreo de este indicador puede realizarse con el uso de imágenes satelitales o aéreas.

Rangos de variación: **Pobre: >25 %, Regular: 11-24 %, Bueno: 6-10 %, Muy Bueno: 0-5 %**

Los rangos de variación fueron definidos por el grupo consultor SOMASPA-INBio como hipótesis de trabajo. La calificación de **muy bueno**, está basada en la interpretación de los mapas de cobertura boscosa del informe de la cobertura boscosa y uso del suelo de Panamá 1992-2000 (2003), así como por lo resultados del proyecto ECOMAPAS en Costa Rica (INBio 2005), en donde se muestra que no existen parches de bosque. Durante la medición de este indicador se debe aprovechar el realizar un análisis más detallado en el que se incluyan medidas como el número, tamaño (ha) promedio y variabilidad del tamaño de fragmentos de bosque.

Los expertos consultados en el taller binacional sugirieron otro atributo ecológico para la categoría de contexto paisajístico: **Condiciones climáticas**. El grupo consultor SOMASPA-INBio consideró que este atributo no forma parte del monitoreo debido a que sus indicadores: la temperatura, la nubosidad y la precipitación, variarán demasiado con la altitud definida para el objeto de conservación, como para generar una hipótesis de trabajo aplicable.

3.3 Bosques con distribución altitudinal igual o menor de 1 500 msnm

Los bosques con distribución altitudinal igual o menor de 1 500 msnm son un componente paisajístico importante del PILA de escala *gruesa* (10 000-450 000 ha, TNC 2000), cuyo límite inferior está a una elevación de aproximadamente 100 msnm. Estos constituyen principalmente los bosques de la vertiente Caribe y a través de ellos corren importantes ríos de la región, a la vez que nacen numerosos tributarios de los mismos. Estos bosques también contribuyen al mantenimiento del ciclo hidrológico y del régimen climático y son considerados como el área de mayor endemismo (TNC 2004). Este objeto de conservación cubre subconjuntos de la biodiversidad de alta riqueza de especies (Fournier 1969, Gómez 1986, Samudio 2001), no incluidos en los otros objetos.

El monitoreo de este objeto de conservación permitirá evaluar la continuidad de estos ecosistemas y las amenazas sobre ellos y sobre otros objetos de interés, como lo son los ecosistemas lóticos y lénticos y las especies migratorias altitudinales (pájaro campanero) y de gran extensión de uso de hábitat (jaguar). Este ecosistema de bosques representa el área principal de la presión de amenaza por la ganadería, cacería, contaminación y proyectos de desarrollo.

Dadas las diferencia de condiciones y amenazas entre ambas vertientes, Caribe y Pacífica, se recomienda monitorearles por separado.

Categoría: Tamaño

Atributo ecológico clave 1: Cobertura boscosa
--

Es un atributo que brinda información sobre el área con vegetación de bosque natural o en recuperación avanzada. La cobertura vegetal interactúa con otros componentes biológicos y físicos, lo cual establece y asegura la funcionalidad y disponibilidad de los ecosistemas contenidos en ésta.

Indicador 1: Porcentaje de pérdida de la cobertura boscosa
Priorizado para el programa de monitoreo

Este indicador se define como el porcentaje de pérdida del área total con cobertura boscosa entre las altitudes de 100 a 1 500 msnm. La pérdida de la cobertura boscosa es un buen indicador del avance de la actividad antropogénica, identifica amenazas de desmonte para actividades agrícolas, pecuarias o asentamientos comunitarios. La determinación de este porcentaje puede calcularse con el uso de imágenes de satélite o aéreas, permitiendo evaluar zonas de recuperación de la cobertura boscosa en áreas manejadas.

Rangos de variación: Pobre: >25%, Regular: 24-16%, Bueno: 15-5%, Muy Bueno: ≤ 4%

Los rangos de variación del *porcentaje de pérdida de la cobertura boscosa*, como hipótesis de trabajo, así como la calificación actual de *bueno* fueron definidos por el equipo consultor SOMASPA-INBio, según la información presentada en el documento del diagnóstico biológico y sociocultural del PILA-Panamá (ANAM 2004), el informe de la cobertura boscosa y uso del suelo de Panamá 1992-2000 (ANAM 2003), así como por lo resultados del proyecto ECOMAPAS en Costa Rica (INBio 2005). La calificación es la misma para los bosques a menos de 1 500 msnm en ambas vertientes dentro del PILA, sin embargo, fuera del PILA los bosques en la vertiente Caribe están mucho mejor conservados que aquellos en la vertiente Pacífica.

Categoría: Condición

Atributo ecológico clave 2: Calidad del agua de lluvia

Es un atributo relacionado con los niveles de contaminación de este objeto de conservación. Las precipitaciones pluviales son uno de los principales elementos para definir las características y diversidad de los bosques por debajo de los 1 500 msnm. Si las lluvias aporta contaminantes al objeto de conservación, muchos procesos se verán alterados y algunos grupos como las epífitas podrían verse afectadas negativamente.

Indicador 2: Concentración de agroquímicos (plaguicidas) en el agua de lluvia

Este indicador mide la presencia de agroquímicos llevados por las corrientes de aire desde las áreas de producción a los bosques, mediante su precipitación por medio de las lluvias. Esto permite evaluar posteriores efectos tóxicos de los mismos en las plantas y animales y su alteración en los procesos ecológicos del bosque.

El equipo consultor SOMASPA-INBio consideró que aunque este indicador contribuye con información sobre el estado y la amenaza de los bosques iguales o menores a 1 500 msnm, es conveniente considerarlo más detalladamente, ya que su costo puede ser alto en relación con los beneficios obtenidos cuando se compara con otros indicadores. Sin embargo, este indicador o alguno similar relacionado con contaminantes químicos se debe incluir en un futuro para tener información de las interacciones entre ecosistemas (por ej., agrícola vs. bosques naturales) de esta región (vertiente Pacífica vs. vertiente Caribe).

Rangos de variación: No fue posible obtener datos para los rangos de variación.

Atributo ecológico clave 3: Composición florística de las especies vasculares

Es un atributo de relacionado con la diversidad florística de estos bosques, considerados como los más ricos en diversidad (Fournier 1969, Gómez 1986, Samudio 2001). Este atributo es importante para mantener la compleja estructura de estos ecosistemas y los principales procesos de flujo energético que se dan en ellos. El INBio junto con TNC están desarrollando las investigaciones de línea base para este objeto de conservación.

Indicador 3: Riqueza de especies por unidad de área

Este indicador mide la diversidad de especies vegetales presentes en un área determinada. Dado que estos bosques son la frontera de desarrollo en algunas áreas, sobre todo en la vertiente Pacífica, la incursión ilegal de las poblaciones humanas vecinas al PILA suelen extraer recursos vegetales que ponen en peligro la riqueza de especies vegetales. Sin embargo, debido a que la identidad, número y/o abundancia de las especies de plantas vasculares varía con la elevación (ver Kappelle 2001, Samudio 2001) y muy probablemente también variarán con la región a lo largo del PILA, el uso de este indicador en este momento no es factible. Esta gran variabilidad en la diversidad presenta una condición muy compleja, por lo cual solo se podría evaluar su aplicabilidad hasta que se hayan realizado los estudios de inventarios sistemáticos y detallados de la flora en estos bosques de altura.

El atributo estructura poblacional y su único indicador propuesto, *Densidad de Cecropia spp. como indicador de perturbación*, no se consideró por parte del equipo consultor SOMASPA-INBio, debido a que aunque las especies de *Cecropia* son conocidas como especies pioneras en zonas alteradas, éstas se presentan igualmente en áreas naturalmente alteradas por deslizamientos de tierra, caída de árboles, etc. Este indicador no necesariamente determina el estado de estos ecosistemas.

Rangos de variación: No fue posible obtener datos para los rangos de variación.

Atributo ecológico clave 4: **Diversidad de especies**

Es un atributo de la condición de la diversidad de especies de los bosques con distribución igual y menor de 1 500 msnm. Este atributo brinda información sobre la salud del ecosistema mediante la diversidad de especies presente en el bosque, lo cual está directamente relacionado con la cacería y extracción selectiva como amenazas. Este atributo fue agregado por el equipo consultor SOMASPA-INBio

Indicador 4: **Riqueza de especies de escarabajos coprófagos** *Priorizado para el programa de monitoreo*

La riqueza de especies de escarabajos coprófagos se refiere al número de especies presentes en un área y momento determinado. Esta cuantificación se lleva a cabo mediante el muestreo sistematizado en diferentes sitios. Por medio del monitoreo de la riqueza de especies de escarabajos coprófagos, se monitoreará la diversidad general de los bosques con distribución mayor de 1 500 msnm, dicha relación ha sido asociada en estudios previos (Klein 1989, Doube 1990, Halffter *et al.* 1992, Dirham *et al.* 1996, Estrada *et al.* 1998, Halffter y Arellano 2002, Escobar 2004). Adicionalmente, existe una asociación directa entre la riqueza de escarabajos coprófagos con la diversidad de mamíferos, debido a la dependencia de estos escarabajos con las excretas de los mamíferos para completar su ciclo reproductivo. De esta manera, este indicador ayudará también a medir el efecto de la cacería de mamíferos en estos bosques.

Rangos de variación: **Pobre: <9, Regular: 10-16, Bueno: 17-19, Muy Bueno: ≥20.**

Estos rangos de variación son hipótesis de trabajo definidos por el equipo consultor SOMASPA-INBio, basados en estudios de riqueza y diversidad en transectos altitudinales en el corredor PN Braulio Carrillo-La Selva, Costa Rica. Específicamente se utilizó un sitio de muestreo a 1 000 msnm (Solís, com. pers.⁴) para realizar la estimaciones sugeridas. La calificación de **bueno** se basa en el hecho de que la cacería de mamíferos en el PILA está afectando a las poblaciones de este indicador.

Categoría: **Contexto paisajístico**

Atributo ecológico clave 5: **Conectividad del paisaje boscoso**

Este atributo brinda información sobre la conectividad y funcionalidad de los sistemas boscosos en el área de interés. La conectividad se refiere al grado en el cual el paisaje facilita o impide el flujo ecológico, por ej., el movimiento de organismos entre diferentes hábitat (MacGaribal y Marks 1995). Este atributo está principalmente determinado por los patrones de deforestación producidas por el ser humano.

⁴ Solís, A. 2005. Especialista en Coleoptera. Instituto Nacional de Biodiversidad. Costa Rica.

Indicador: **Porcentaje del área total en condiciones fragmentadas**
Priorizado para el programa de monitoreo

No existe un único indicador (índice) que pueda reflejar el grado de fragmentación de un bosque. Por lo tanto, en este caso del PILA, se sugiere utilizar como una aproximación el porcentaje del área total en condiciones de fragmentación, contabilizando para ello las áreas de los parches de bosque. Se decidió utilizar el mismo indicador sugerido en el Análisis de Viabilidad de la Reserva Protectora de Manantiales del Cerro San Gil en Guatemala. El monitoreo de este indicador puede realizarse con el uso de imágenes satelitales o aéreas.

El otro indicador sugerido en el taller binacional (TNC 2004), *Frecuencia y tamaño de los incendios forestales*, no fue considerado por el equipo consultor SOMASPA-INBio debido a que estos bosques no están sujetos a fuegos continuos, además, debido a que los incendios representan una pérdida de la cobertura boscosa, su monitoreo puede estar incluido dentro del indicador de porcentaje de pérdida de la cobertura vegetal.

Rangos de variación: **Pobre: >25 % , Regular: 11-24 % , Bueno: 6-10 % , Muy Bueno: 0-5 %**

Los rangos de variación sobre el porcentaje del área total en condiciones fragmentadas fueron definidos por el grupo consultor SOMASPA-INBio como hipótesis de trabajo. La calificación de **bueno**, está basada en la interpretación de los mapas de cobertura boscosa del informe de la cobertura boscosa y uso del suelo de Panamá 1992-2000 (2003), así como por los resultados del proyecto ECOMAPAS en Costa Rica (INBio 2005), en donde se muestra que no existen parches de bosque. Durante la medición de este indicador se debe aprovechar el realizar un análisis más detallado en el que se incluyan medidas como el número, tamaño (ha) promedio y variabilidad del tamaño de fragmentos de bosque.

3.4 Ecosistemas lóticos (ríos y sus márgenes)

Los ecosistemas lóticos que comprenden los ríos y sus márgenes de bosque ribereño a 40m en ambos lados del río, están bien representados en número en el PILA por lo que se encuentran en una escala *gruesa* (≥ 4 tributarios, TNC 2000) del paisaje. Estos, además de contribuir con la regulación del clima (y microclimas), aportan al enriquecimiento de la biodiversidad con la flora y fauna asociada (plantas acuáticas, insectos, crustáceos, peces) a estos ecosistemas, las cuales incluyen en el PILA especies endémicas como los peces *Brachyrhapis cascajalensis* (endémica de Panamá), *Phallichthys quadripunctatus* (endémica de Costa Rica), *Roeboides bouchellei* y *Sicydium altum* (endémicos regionales) (Bussing 1998, ANAM, 2004). Otro factor que justifica la conservación de los ecosistemas lóticos del PILA es el de los servicios ambientales que ofrecen, como el abastecimiento de agua a las comunidades indígenas y campesinas, alimentos a las comunidades, vía de transporte (por ej., los ríos Teribe, Changuinola, Sixaola, Lari y Terile en la vertiente Caribe), turismo y fuente de energía hidroeléctrica.

La condición en la que se encuentran los principales ríos del PILA puede ser considerada como buena, sobre todo en las cuencas que se encuentran dentro del parque. Entre ellos, los ríos Changuinola, Chiriquí Viejo y Grande Térraba son considerados como algunos de los ríos más importantes en su país

respectivo debido a su rendimiento de agua por unidad de área; en cuanto a la descarga, el Río Teribe produce 60m³/seg (ANAM, 2004) en su caudal medio, identificando su potencial para la producción hidroeléctrica. El monitoreo de la calidad de los ecosistemas lóticos del PILA, también permitiría visualizar otras estrategias de conservación, frente a la creciente demanda de proyectos de embalses para la producción de energía eléctrica (por ej., Proyecto Hidroeléctrico Bonyic, Changuinola-Teribe y Boruca).

Categoría: *Tamaño*

Atributo ecológico clave 1: Caudal

Es el atributo ecológico que mejor refleja el *tamaño* de los ecosistemas lóticos definido por el grupo de expertos (TNC 2004). Sin embargo, se debe considerar que el caudal es susceptible a cambios debidos a las lluvias, muy variable temporalmente entre la estación seca y lluviosa, y propio de cada uno de los ríos.

Indicador 1: Metro cúbico de descarga

Este indicador se define como la cantidad de agua en m³/seg. Ni el atributo clave ni el indicador pueden ser utilizados actualmente para el monitoreo del ecosistema lótico, ya que hay diferencias en esta medida entre los ríos. Datos de Panamá reportan diferencias en los valores de los cauces entre los ríos del PILA (por ej., río Chiriquí Viejo: 1,355 km² y río Changuinola: 2,992 km², Universidad de Panamá 2001), tal como ha sido reportado para los ríos de la Cuenca del Canal de Panamá (Heckadon-Moreno *et al.* 1999), lo que dificulta poder determinar la descarga normal. Por estas razones el equipo consultor SOMASPA-INBio no lo recomienda su uso para monitoreo.

Rangos de variación: **Pobre: ≤ 50 %, Regular: 51-75%, Bueno: 76-90%, Muy Bueno: ≥ 91%.**

Estos rangos fueron sugeridos por los expertos en el taller binacional. Consultas individuales posteriores al taller a especialistas no recomendaron su uso.

Categoría: *Condición*

Atributo ecológico clave 2: Composición de especies de anfibios
--

Este es un atributo claro del efectos que pueden estar teniendo las amenazas sobre los ecosistemas.

Indicador 2: Número de especies de anfibios diurnos y nocturnos en los ríos y riachuelos.

Debido a las demandas ambientales particulares de los anfibios y a su respuesta a perturbaciones ambientales, especialmente a aquellas relacionadas al medio donde ocurre parte de su ciclo de vida, este grupo constituye un excelente indicador de las condiciones de los ecosistemas lóticos. Sin embargo, dada la declinación de anfibios reportada en las montañas de Centroamérica (Lips 1999, Lips *et al.* 2005), se recomienda el uso de los mismos como indicadores de la salud de las aguas solo en las tierras bajas.

Este indicador se define como la cantidad de especies de anfibios observadas en algunas secciones de muestreo de los ríos y riachuelos. En Panamá existe una metodología que ha sido validada en campo y empleada por la Autoridad Nacional del Ambiente, que mediante comprobación en el campo y su adecuación puede ser utilizada en el PILA.

Por esta razón, el equipo consultor SOMASPA-INBio recomienda no utilizar este indicador hasta que la misma sea ajustada.

Rangos de variación: **Pobre: ≤ 3 spp., Regular: 4-6 spp., Bueno: 7-8 spp., Muy Bueno: ≥ 9 spp.**

Los rangos de variación propuestos tienen como base la metodología desarrollada para el monitoreo de la Cuenca del Canal (Panamá) y deben considerarse por lo tanto como hipótesis de trabajo, que debe ajustarse a las condiciones de los ecosistemas lóticos del PILA.

Atributo ecológico clave 3 Composición de fauna de macroinvertebrados

La fauna de macroinvertebrados en los ríos y riachuelos constituye un elemento significativo en la cadena alimenticia. Este grupo ha demostrado ser un excelente indicador de las alteraciones de su ambiente aún durante un período largo después de la alteración. Existen muchos estudios que acumulan experiencia en la estandarización de su uso como indicador del ambiente. Su uso está incrementándose debido a que resulta mucho más económico que la utilización de técnicas químicas para detectar contaminantes en el agua.

Indicador 3: **Índice BMWP-CR/PA**

Este índice se deriva de la cuantificación de presencia y ausencia de las familias de insectos acuáticos identificadas. Dependiendo de la sensibilidad de cada familia a la contaminación, así se le designa un puntaje. El método empleado es sencillo, rápido y económico. Este índice se encuentra estandarizado para Costa Rica. El indicador puede ser utilizado, pero no fue seleccionado para el plan de monitoreo a corto plazo, ya que se seleccionó otro más sencillo. Este puede ser calculado con base en los datos del indicador 5 (Número de familias de insectos acuáticos) de este objeto de conservación pero requiere mayor capacitación en el reconocimiento de géneros y especies.

Rangos de variación: **Pobre: ≤ 34 , Regular: 35-60, Bueno: 61-99, Muy Bueno: =100**

Estos rangos de variación fueron brindados por la especialista Mónica Springer⁵ con base en sus estudios en Costa Rica basada en sus estudios. Deben ser considerados como hipótesis de trabajo y adaptados a las situaciones de los ecosistemas lóticos del PILA.

⁵ Springer, M. 2005. Especialista en insectos acuáticos. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica

Indicador 4: Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

Este índice considera solo la cuantificación de los géneros de insectos acuáticos altamente sensibles a las alteraciones. El método empleado es sencillo, rápido y económico. Este índice se encuentra estandarizado para Costa Rica. Este indicador puede ser utilizado, pero no fue seleccionado para el plan de monitoreo a corto plazo por que ya se había seleccionado otro más sencillo. Sin embargo, este puede ser calculado con los datos del indicador 4 (Número de familias de insectos acuáticos) de este objeto de conservación.

Rangos de variación: No fue posible obtener datos para los rangos de variación

Atributo ecológico clave 4: Composición taxonómica de los insectos acuáticos

Este atributo brinda información indirecta sobre la salud de las aguas y su efecto en los organismos, utilizando a los insectos debido a su sensibilidad a la perturbación de los sistemas acuáticos. La utilización de invertebrados como un método indicador de la calidad de ecosistemas ha sido sugerida por Hilty y Merenlender (2000) y utilizada en diferentes países alrededor del mundo. Panamá y Costa Rica cuentan con el recurso humano y técnico para implementar este indicador.

Indicador 5: Número de familias de insectos acuáticos presentes en los ríos
Priorizado para el programa de monitoreo

El número de familias de insectos acuáticos es un buen indicador de la *composición taxonómica de los insectos acuáticos*, este ha sido validado y utilizado por la Autoridad Nacional del Ambiente–Panamá (ANAM) y por la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. Dependiendo del grado de alteración de los ecosistemas lóticos diferentes familias desaparecen debido a su intolerancia a las condiciones alteradas, funcionando así como indicadores de la salud de estos ecosistemas.

Rangos de variación: Pobre: ≤ 13 , Regular: 14-19, Bueno: 20-25, Muy Bueno: ≥ 26 .

Los rangos de variación propuestos sobre el *número de familias de insectos acuáticos* en ríos, provienen de una adaptación del protocolo utilizado por la Unidad de Monitoreo de la ANAM, estos rangos presentados son los siguientes: pobre = 0 - 12 familias, regular = 13 - 25 familias y bueno = ≥ 26 familias. El método ha sido validado en campo para el área de la Cuenca del Canal de Panamá. Tomando en consideración que dentro del PILA no hay ningún tipo de industria que vierta agentes contaminantes a las aguas, se espera que los ríos tengan una calificación de

Atributo ecológico clave 5: Química del agua

Este atributo brinda información sobre la calidad del agua y las posibles causas de su perturbación (por ej., amenazas por el uso de agroquímicos y contaminantes orgánicos). La evaluación del carácter químico de las aguas es importante debido a que este determina el funcionamiento de sus componentes y las alteraciones sobre su entorno y su fauna. Ambos países cuentan con instituciones que actualmente realizan este tipo de análisis.

Indicador 6: **Concentración de oxígeno disuelto en el agua de río (miligramos por litro)**
Priorizado para el programa de monitoreo.

La concentración de oxígeno disuelto es un indicador de la química del agua y es un parámetro que está relacionado directamente con el mantenimiento de los organismos vivos en los ecosistemas acuáticos (Cupplin 1986). Contaminantes de origen orgánico producen una disminución de este elemento proporcional a su concentración, debido a la demanda biológica de oxígeno para su degradación.

Los otros indicadores propuestos en el taller binacional para este atributo (carga de sedimentos, conductividad, pH, temperatura, heterogeneidad del sustrato del río, estado de la orilla, número de represas y/o hidroeléctricas) pueden variar dependiendo de las particularidades de cada río muestreado. Por ello, se consideró la selección de otro carácter físico que brindara mejor información sobre la calidad de las aguas de río para la biota, seleccionándose entonces el indicador *oxígeno disuelto*. Se considera que la información relacionada con los caracteres propuestos en el taller, también puede ser colectada para tener un mejor entendimiento del ecosistema, pero no deberían formar parte de la tabla de monitoreo.

Rangos de variación: **Pobre:** $\leq 3,0$ mg/L, **Regular:** 3,1-4,9 mg/L, **Bueno:** 5,0-7,4 mg/L, **Muy Bueno:** $\geq 7,5$ mg/L

Los rangos propuestos para la concentración de oxígeno disuelto en el agua del río fueron definidos por el quipo consultor SOMASPA-INBio con base en los valores de resultados de monitoreo de la Cuenca del Canal (Heckadon-Moreno *et al.* 1999) en ríos con características diferentes a los de el PILA, por lo tanto estos valores constituyen hipótesis de trabajo para ser validas en el campo. Al tomar en consideración que dentro del PILA no hay ningún tipo de industria que vierta agentes contaminantes a las aguas, se espera que los ríos tengan una calificación de *muy bueno*.

En condiciones normales del agua, el oxígeno disuelto muestra concentraciones óptimas entre 7,5 y 8,2 mg/L, y en condiciones de alta contaminación muestra valores menores de 3 mg/L; un ambiente que se considera bueno para mantener la vida debe presentar valores de concentración mayores a 5 mg/L (Heckadon-Moreno *et al.*1999).

Categoría: *Contexto paisajístico*

Atributo ecológico clave 6: Conectividad de los bosques ribereños

Este atributo brinda información del estado de conectividad del bosque ribereño a lo largo de los ríos y sus márgenes, así como de los procesos ecológicos normales que ocurren entre los ecosistemas terrestres y dulceacuicolas. La pérdida de la cobertura de los bosques ribereños refleja las acciones antropogénicas directas (deforestación) así como otras amenazas (contaminación), que en general tienen un efecto negativo sobre la salud de los ecosistemas lóticos y su potencial de uso por parte de los seres humanos.

Indicador 7: Porcentaje de cobertura de los bosques a lo largo de los ríos
Priorizado para el programa de monitoreo

Los bosques en las márgenes a 40 m en ambos lados de los ríos brindan una protección y le permiten conectar diferentes unidades a lo largo del recorrido del río. Aún cuando no existe consenso claro de los que es un bosque ribereño y el área de influencia varía dependiendo de la pendiente, la medida de 40 m utilizada en este análisis fue definida por el equipo consultor SOMASPA-INBio, como la más acorde según la legislación panameña y costarricense.

Rangos de variación: Pobre: ≤59%, Regular: 60-80%, Bueno: 81-95%, Muy Bueno: ≥96%

Los rangos de variación propuestos para el *porcentaje de cobertura de los bosques a lo largo de los ríos* fueron definidos por el equipo consultor SOMASPA-INBio, derivados de los resultados del monitoreo de la Cuenca del Canal (Heckadon-Moreno *et al.*1999). El protocolo para este indicador ha sido validado en campo en el área de la Cuenca del Canal de Panamá (Heckadon-Moreno *et al.*1999). La calificación propuesta es de *muy bueno* y se deduce de los datos de cobertura boscosa dentro del PILA, presentados en el informe de cobertura boscosa y uso del suelo de la Panamá 1992-2000 (ANAM 2003), así como por lo resultados del proyecto ECOMAPAS en Costa Rica (INBio 2005). Sin embargo, fuera del PILA, la cobertura de los bosques ribereños está muy reducida, en particular en las cuencas de la vertiente pacífica.

3.5 Jaguar (*Panthera onca*)

El jaguar, debido a que es el mamífero carnívoro terrestre más grande que habita en los bosques del Neotrópico y a sus necesidades espaciales y de calidad del hábitat, se presenta como una especie clave a una escala *gruesa* (8 000-450 000 ha, TNC 2000) del paisaje. Atendiendo sus requerimientos de alimentación, el jaguar juega un papel importante en la regulación de las poblaciones de las especies que son sus presas, las cuales están representadas principalmente por mamíferos frugívoros terrestres (roedores grandes, puercos o chanchos silvestres, tapires o dantas), por lo que indirectamente el jaguar influye también en los procesos (por ej., dispersión y depredación de semilla) en los que sus presas participan en la dinámica de los bosques.

A una escala regional y nacional, el jaguar presenta amenazas que se concentran principalmente en la cacería con fines deportivos o bien por conflictos con ganaderos y en la reducción del hábitat boscoso, la cual afecta principalmente a sus especies presas. La condición de las poblaciones de jaguares en el PILA es poco conocida, aunque se sugiere que la zona de la parte alta del Río Culubre (vertiente Caribe) puede aún mantener una buena población. La importancia de este objeto de conservación, se apoya en que con la conservación del jaguar se integra el mantenimiento en buen estado de las poblaciones de sus especies presas y de los procesos ecológicos en los cuales ellas intervienen, así como también del hábitat boscoso y su conectividad, del cual dependen tanto el jaguar como sus presas.

Categoría: *Tamaño*

Atributo ecológico clave 1: **Abundancia de la población de jaguares**

Es un atributo del *tamaño* directo de la población de la especie que brinda información sobre el número de individuos y la viabilidad de la población para mantenerse en el hábitat a través del tiempo.

Indicador 1: **Densidad de la población de jaguares (individuos/100km²)**

Priorizado para el programa de monitoreo

La densidad de la población de jaguares es un indicador directo de la abundancia, que se refiere al número de individuos que ocupan un área determinada. Mediante este indicador se podrá obtener otros datos importantes sobre la demografía de este felino.

Rangos de variación: **Pobre:** ≤ 3 ind/100km², **Regular:** 4-6 ind/100km², **Bueno:** 7-8 ind/100km², **Muy Bueno:** ≥ 9 ind/100km²

El rango de variación (ind/100km²) propuesto para la *densidad de jaguares*, se deriva del trabajo de Silver *et al.* (2004) con jaguares en varios lugares del Neotrópico con diferentes grados de perturbación humana (deforestación y cacería); lugares con fuerte intervención humana presentan valores <4 ind/100km², mientras que lugares no perturbados muestran valores >9 ind km². Estos rangos de variación constituyen una hipótesis de trabajo dado que las condiciones del PILA son muy diferentes a las de los sitios en los cuales se han llevado a cabo estudios previos. La calificación de *bueno* se deriva de las condiciones óptimas que el PILA ofrece para el desarrollo de poblaciones saludables de jaguares, y las condiciones que presenta en las áreas de la periferia, las cuales están sujetas a la cacería tanto de el jaguar como de sus presas.

Categoría: *Condición*

Atributo ecológico clave 2: **Disponibilidad de presas terrestres para el jaguar**

Este atributo permite obtener información sobre la capacidad del hábitat para mantener la población del jaguar. La disponibilidad tanto de las especies presas, como también de sus densidades poblacionales, influye en la capacidad de permanencia del objeto de conservación en el ecosistema. La evaluación de la disponibilidad de presas se centra sobre los puercos o chanchos de monte (*Tayassu pecari*), por ser ésta la especie que principalmente consume el jaguar, según estudios en Centroamérica y Sudamérica (Aranda 1994, Chinchilla 1997, Sunquist y Sunquist 2003).

Indicador 2: **Abundancia (ind/km²) del saíno (*Tayassu tajacu*)**

El saíno es una presa secundaria del jaguar. Este indicador puede ser una medida indirecta del efecto de la cacería como amenaza sobre el ecosistema. El saíno no se incluyó como indicador de la disponibilidad de presas, pese a que es también una especie en la dieta del jaguar, porque su estado de conservación, especie amenazada, no es tan crítico como el del puerco o chancho de monte. Por otra parte, durante el monitoreo del puerco de monte se obtendrán también datos sobre la abundancia

del saíno y de otras especies presas del jaguar (por ej., venados, conejo pintado o tepezcuíntle), lo que facilitaría de ser necesario, su futura inclusión como indicador en el monitoreo.

Rangos de variación: **Pobre:** ≤ 2 ind/km², **Regular:** 3-4 ind/km², **Bueno:** 5-6 ind/km², **Muy Bueno:** ≥ 7 ind/km².

El rango de valores propuestos y la clasificación del estado actual, es derivado del trabajo de Wright *et al.* (2000) en áreas protegidas de la Cuenca del Canal de Panamá. Estos valores reportados son similares a los reportados para *T. pecari* en Brasil. La calificación de **regular** se estima con base en la fuerte cacería que se da dentro del PILA.

Indicador 3: **Densidad (ind/Km²) del puerco o chanco de monte (*Tayassu pecari*)**
Priorizado para el programa de monitoreo

El puerco o chanco de monte es considerado como la presa principal del jaguar (Carrillo, com. pers.⁶) y es un buen indicador, determinado por su abundancia, de la condición de la población de este depredador. Además, éste indicador puede ser una medida directa de la presión de la cacería en general que tiene a esta especie como una de sus especies favoritas.

Rangos de variación: **Pobre:** ≤ 2 ind/km², **Regular:** 3-4 ind/km², **Bueno:** 5-6 ind/km², **Muy Bueno:** ≥ 7 ind/km²

Los rangos de variación de la *densidad de puercos de monte (*Tayassu pecari*)* están basados en el trabajo presentado por Cullen *et al.* (2001) para Brasil en hábitat con diferentes grados de cacería. En el PILA no se han realizado trabajos demográficos con puercos de monte, por lo que no existe información sobre la densidad de las poblaciones locales. Sin embargo, un estudio iniciado recientemente en el PILA-Costa Rica por el investigador Jan Schipper, podrá dar mejores estimaciones de los valores de este indicador.

Dado que para el PILA se reportan incursiones frecuentes de cazadores en ambas vertientes, en ambos países, se considera una calificación de **regular** para las poblaciones de puerco de monte. La condición que se espera alcanzar es la de *bueno*, ya que se considera que en el PILA siempre habrá algo de cacería, ya sea por las comunidades indígenas y/o las comunidades campesinas. Cullen *et al.* (2001) considera que los puercos de monte presentan densidades poblacionales bajas en áreas con fuerte intervención humana con un valor de 2 ind/km², mientras que en áreas no perturbadas muestran valores mayores de 7 ind/km² en bosques de Brasil; valores similares son reportados para los saínos en Panamá por Wright *et al.* (2000).

Atributo ecológico clave 3: **Mortalidad del Jaguar**

En algunas localidades se conoce la problemática jaguar-ganaderos, lo que ha llevado a que el jaguar sea cazado por los moradores de la región por la depredación del jaguar de animales domésticos

⁶ Carrillo, E. 25005. Especialista en felinos. Investigador de la Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica y de la organización World Conservation Society (WCS).

(Rodríguez y Rodríguez 1995, Candanedo y Samudio 2005). En el área del PILA, ni las autoridades ni las ONGs reportan que la muerte de jaguares a causa de la cacería sea un evento frecuente en esta región, por esta razón no se ha incluido como indicador de estado y de amenaza en estos momentos. Pero en caso de que las muertes de jaguares o eventos de depredación por el jaguar u otro felino se presenten en el PILA, se recomienda iniciar el proceso de monitoreo.

Indicador 4: Número de jaguares muertos por cacería por año

Este indicador brinda una medida directa de las muertes del jaguar por seres humanos.

Rangos de variación: Pobre: >7 ind, Regular: 6-4 ind, Bueno: 3-2 ind, Muy Bueno: 1-0 ind.

Estos rangos fueron definidos por el equipo consultor SOMASPA-INBio con base en los estudios preliminares de Moreno y Olmos (2000) y Candanedo y Samudio (2005). Estos rangos constituyen hipótesis de trabajo a ser confirmadas con datos en el campo y dependiendo del tamaño de la población de jaguares.

Categoría: Contexto paisajístico

Atributo ecológico clave 4: Hábitat boscoso potencial disponible para el jaguar
--

Este atributo brinda información del área con vegetación boscosa natural o en recuperación requerida para la sobrevivencia del jaguar. La cobertura vegetal interactúa con otros componentes biológicos y físicos, lo cual establece y asegura la funcionalidad y disponibilidad de los recursos para el jaguar y sus presas.

Indicador 5: Porcentaje de cobertura total de bosques de tierras bajas y altas potencial disponibles (hábitat)

Priorizado para el programa de monitoreo

Este es un indicador del estado del objeto de conservación que se refiere al porcentaje total de bosques existentes (hábitat), disponible para el jaguar y para sus especies presas, desde las tierras bajas hasta las tierras altas (0 - 2 800 msnm).

Rangos de variación: Pobre: <60%, Regular: 61-75%, Bueno: 76-85%, Muy bueno: ≥86%

El rango de variación del *porcentaje de cobertura total de bosques de tierras bajas y altas* y la calificación actual de *muy bueno* fueron definidos por el equipo consultor SOMASPA-INBio y están basados en el documento del diagnóstico biológico y sociocultural del PILA-Panamá (ANAM 2004), y en los resultados del informe de la cobertura boscosa y uso del suelo de Panamá 1992-2000 (ANAM 2003), así como por lo resultados del proyecto ECOMAPAS en Costa Rica (INBio 2005).

3.6 Pájaro campanero (*Procnias tricarunculata*)

El pájaro campanero es una especie que ocupa una escala *gruesa* (8 000 - 450 000 ha, TNC 2000) y/o *regional* (>450 000 ha, TNC 2000) del paisaje y de gran importancia dentro del área de interés, ya que esta ave realiza migraciones altitudinales y es el principal dispersor de semillas de lauráceas, familia de plantas que es consumida por varias especies de aves entre ellas el quetzal (*Pharomachrus mocino*).

Las migraciones altitudinales que el pájaro campana realiza van desde los 2 800 msnm en las montañas del PILA en donde se encuentran los sitios de reproducción, hasta los 20 msnm en las tierras bajas de ambas vertientes (Angehr 2004), que son los sitios de dispersión (Powell y Bjork 2004). El pájaro campanero incluye en sus migraciones altitudinales los rangos de otras especies de aves migratorias importantes como son el quetzal (*Pharomachrus mocino*), el pájaro sombrilla (*Cephalopterus glabricollis*) y la cotinga piquiamarilla (*Carpodectes antoniae*). Esta ave puede ser también una especie indicadora de la condición del paisaje. La inclusión de esta especie como un objeto de conservación justifica la protección de los hábitats que esta especie utiliza a lo largo de su ciclo migratorio ya sea dentro del área del PILA o fuera de ella. El pájaro campanero es una especie amenazada a nivel binacional y global (Angehr 2004).

Categoría: *Tamaño*

Atributo ecológico clave 1: <i>Abundancia</i>
--

Este atributo provee información sobre la abundancia de la especie para mantener la población en un área a largo plazo o para reestablecer la población en el sitio después de una perturbación.

Indicador 1: *Índice de conteos de avistamientos*

El conteo se lleva a cabo solo considerando lo machos, ya que las hembras y juveniles son muy difíciles de observar y no producen cantos. Actualmente no existe información suficiente para determinar este índice. Debido a esto, este indicador será medido indirectamente por medio del indicador del promedio de machos adultos en despliegue en el sitio durante el período de reproducción.

Rangos de variación: *Pobre: ≤ 10 ind, Regular: 11-25 ind, Bueno: 26-49 ind, Muy Bueno: ≥ 50 ind.*

Los valores del rango de variación de este indicador se obtuvieron por consulta con los investigadores, basados en sus conteos de aves en los sitios de reproducción del pájaro campanero (Aparicio y Sanjer, com. pers.⁷).

⁷ Aparicio, K. 2005. Ornitóloga. Consultora independiente. Sanjur, B. 205 Ornitólogo. Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI). Sanjur, B. 205 Ornitólogo. Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI)

Categoría: **Condición**

Atributo ecológico clave 2: Potencial reproductivo

Este atributo brinda información sobre la capacidad de la especie para mantener la población en un área a largo plazo o para reestablecer la población en el sitio después de una perturbación.

Indicador 2: Promedio de machos adultos en despliegue por sitio durante el período reproductivo

Priorizado para el programa de monitoreo

Este indicador que resulta del promedio del número de machos observados por sitio durante el período reproductivo monitoreado, representa la capacidad de reproducción de esta especie. Este indicador también nos brinda una información indirecta sobre la abundancia de esta especie y sobre la condición de la misma. Además, es un indicador relativamente fácil de determinar por el distintivo canto de los machos.

Rangos de variación: Pobre: ≤ 2 , Regular: 3-7, Bueno: 8-12, Muy Bueno: ≥ 13 .

Los valores del rango de variación de este indicador se obtuvieron por consulta con los investigadores basados en sus conteos de aves en los sitios de reproducción del pájaro campanero.

La calificación actual de **regular** resulta del promedio de dos sitios recientemente visitados por Sanjur (com. pers.7), Santa Clara (n=10 machos) y Palmira (n=3 machos), que nos da un promedio de 6 machos. En opinión de B. Sanjur los avistamientos del pájaro campanero han disminuido en los últimos 10 años en la Cordillera Central en la vertiente Pacífica, lo cual es consistente con los datos de la población de esta especie en Monteverde. No existen datos para la población de Costa Rica en el PILA.

Atributo ecológico clave 3: Disponibilidad de alimento en las áreas de reproducción

Este atributo permite obtener información sobre la capacidad que tiene el hábitat para mantener las poblaciones del campanero durante la temporada de reproducción. La disponibilidad de alimento para el campanero en las áreas de reproducción, es determinante para el éxito reproductivo de la población.

Indicador: Densidad o abundancia de especies de lauráceas en los sitios de reproducción

Priorizado para el programa de monitoreo

Las Lauráceas constituyen un componente importante en la dieta del campanero según estudios realizados en Monteverde, Costa Rica (Young y McDonald 2000). Investigadores panameños también reportan haber visto al campanero alimentándose de lauráceas (aguacatillos) en ambas vertientes del

PILA-Panamá (B. Sanjur, K. Aparicio, G. Angehr com. pers.⁸). Así, mediante la determinación de la abundancia de lauráceas en los sitios de reproducción, se puede inferir sobre la condición la población de esta ave.

Rangos de variación: No fue posible obtener datos para los rangos de variación

Atributo ecológico clave 4: Comportamiento migratorio
--

El pájaro campana es una especie migratoria, cuyo rango de dispersión puede ser muy amplio (Powell y Bjork 2004). La población de campanero en Monteverde pasa diferentes períodos en diferentes sitios que se encuentran relativamente a grandes distancias entre sí (Powell y Bjork 2004).

Indicador 4: Número de meses que pasa el campanero en los sitios de reproducción

Esta especie de ave aparentemente pasa 4 meses en sus sitios de reproducción (Powell y Bjork 2004). Este período puede ser alterado dependiendo de la disponibilidad de alimento y de su éxito reproductivo en la crianza de sus descendientes. Aun cuando no fue seleccionado, este indicador puede ser medido en el campo en conjunto con el indicador de promedio de machos adultos en despliegue en el sitio durante el período de reproducción.

Rangos de variación: Pobre: 1, Regular: 2, Bueno: 3, Muy Bueno: 4-5

Estos rangos de variación fueron modificados por el equipo consultor SOMASPA-INBio con base en los datos de Powell y Bjork (2004) relacionados con la población del campanero en Monteverde. Por esta razón, deben ser considerados como hipótesis de trabajo para ser ajustadas a las poblaciones de esta ave en el PILA.

Categoría: Contexto paisajístico

Atributo ecológico clave 5: Corredores para migración
--

Este atributo brinda información sobre el área usada por el pájaro campana durante sus movimientos migratorios. La cobertura vegetal interactúa con otros componentes biológicos y físicos, lo cual establece y asegura la funcionalidad y disponibilidad de los recursos para esta ave.

Indicador 5: Porcentaje de pérdida del total de cobertura boscosa entre los sitios de reproducción y de alimentación

Este es un indicador del estado del atributo que se refiere al porcentaje total de bosque perdido entre los sitios de dispersión y de reproducción. Se espera que entre mejor sea el área cubierta de bosque en

⁸ Aparicio, K. 2005. Ornitóloga. Consultora independiente. Sanjur, B. 2005 Ornitólogo. Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI). Sanjur, B. 2005 Ornitólogo. Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI). Angehr, G.R. 2005.

las rutas de migración, mejor serán las condiciones que esta ave tendrá para sobrevivir en sus movimientos. Ni el atributo ni el indicador fueron considerados en esta etapa del monitoreo ya que las rutas de migración del pájaro campanero no están identificadas en el PILA. Es necesario realizar estudios de comportamiento estacional de esta especie para establecer sus rutas de migración. Este indicador puede ser medido mediante las coberturas vegetales que se planean realizar para otros indicadores de otros objetos de conservación.

Rangos de variación: **Pobre: $\geq 41\%$, Regular: 21-40%, Bueno: 10-20%, Muy bueno: $\leq 9\%$.**

El rango de variación fue definido en el taller binacional con especialistas (TNC 2004), por lo tanto constituyen hipótesis de trabajo a verificar.

4. Referencias citadas

1. Aarhus, A. 2002. Chiropteran diversity and ecology in a Panamanian cloud forest. Tesis de Maestría, College of Natural Resources-University of Wisconsin.
2. ANAM. 2003. El Corredor Biológico Mesoamericano: Caracterización de corredores locales de desarrollo sostenible en el área prioritaria de la región occidental de Panamá. Managua. 136p.
3. ANAM. 2004. Elaboración del plan de manejo del Parque Internacional la Amistad –Diagnóstico biológico y sociocultural del Parque Internacional La Amistad. Panamá. 197 p.
4. ANCON. 1994. Informe de la gira realizada a la Región de Cerro Guabo, Provincia de Bocas del Toro, Parque Internacional La Amistad. 28 p.
5. Angehr, G.R. 2003. Directorio de áreas importantes para Aves en Panamá / Directory of important bird areas in Panama. Panamá, Sociedad Audubon de Panamá. 342 p.
6. Aranda, M. 1994. Importancia de los pecaríes (*Tayassu* spp.) en la alimentación del jaguar (*Panthera onca*). Acta Zool. Mex. 62: 11-22.
7. Bermingham, E.; Martín, A. 1998. Comparative mtDNA phylogeography of Neotropical freshwater fishes: Testing shared history to infer the evolutionary landscape of Lower Central America. Molecular Ecology 7: 499-517.
8. Borge, C. 2004. Plan de manejo del Parque Internacional La Amistad Talamanca. San José, CR, The Nature Conservancy. Mimeografiado.
9. Brown, A.D.; Kappelle, M. 2001. Introducción a los bosques nublados del Neotrópico: Una síntesis regional. *In*: Kappelle, M.; Brown A.D. (eds.). Bosques Nublados del Neotrópico. Heredia, CR, INBio. 698 p.
10. Bussing, W.A. 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Revista de Biología Tropical 46(2): 1-468.
11. Caballero, R. 1983. Estudio florístico de helechos en el área de Cerro Punta. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología-Universidad de Panamá.
12. Calderón, R.; Boucher, T; Bryer, M.; Sotomayor, L.; Kappelle, M. 2004. Setting biodiversity conservation priorities in Central America: Action site selection for the development of a first portfolio. San José, CR, The Nature Conservancy. 32p.
13. Candanedo, I.; Samudio, R. 2005. Construyendo un mecanismo para medir el éxito de la conservación en el Alto Chagres. Panamá. 80 p.
14. Candanedo, Y.; Vásquez, D. 2000. Caracterización de macro invertebrados acuáticos de la zona litoral de la Laguna A, Humedal Lagunas de Volcán, Chiriquí-Panamá. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología-Universidad Autónoma de Chiriquí.
15. Carleton, M.; Musser, G. 1995. Systematic studies of Oryzomine rodents (Muridae: Sigmodontinae): definition and distribution of *Oligorizomys vegetus* (Bangs 1902). Proc. Biol. Soc. Wash. 108 (2): 338-369.
16. CATIE. 1987. Parque Internacional La Amistad: Plan general de manejo y desarrollo. Torres, H.; Hustado de Mendoza, L. (eds.). CATIE, FPN, ICI, SPN. 280 p.
17. Charles, B. 2001. Inventario florístico y aspectos de la ecología de los musgos sobre troncos en descomposición en el sendero El Retoño, Parque Internacional La Amistad, Las Nubes-Cerro Punta. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología-Universidad Autónoma de Chiriquí.

18. Chinchilla-Romero, F.A. 1997. Diet of *Panthera onca*, *Felis concolor* and *Felis pardalis* (Carnivora: Felidae) in Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. *In*: Tropical Diversity Origins, Maintenance, and Conservation. San José, CR, ATB & OTS Symposium and Annual Meeting Abstracts. Pp. 47.
19. Correa, M.; Galdames, C.; Stapf, M. de. 2004. Catálogo de las plantas vasculares de Panamá. Bogotá, Col, Quebecor World. 599 p.
20. Cullen, L.; Bodmer, R.; Valladares-Padua, C. 2001. Ecological consequences of hunting in Atlantic forest patches, Sao Paulo, Brazil. *Oryx* 35(2): 137-144.
21. Cupplin, P. 1986. Streams. *In*: Cooperrider, A.; Boyd, R.; Stuart, H. (eds.). Inventory and Monitoring of Wildlife Habitats. USA, The Interior-Bureau of Land Management. Pp. 225-236.
22. Didham, R.K.; Ghazoul, J.; Stork, N.E.; Davis, A.J. 1996. Insects in fragmented forest: a functional approach. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 255-260.
23. Dinerstein, E.; Olson, D.; Graham, D.; Webster, A.; Primm, S.; Bookbinder, M.; Ledec, G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de América Latina y el Caribe. USA, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial. 135p.
24. Doube, B.M. 1990. A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. *Ecol. Entomol.* 5: 371-383.
25. Escobar, F. 2004. Diversity and composition of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages in a heterogeneous Andean landscape. *Tropical Zoology* 17: 123-136.
26. Estrada, A.; Coates-Estrada, R., Dadda, A.A.; Cammarano, P. 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 14: 577-593.
27. Fournier, L.A. 1969. Observaciones preliminares sobre la variación altitudinal en el número de familias de árboles y de arbustos en la vertiente del Pacífico de Costa Rica. *Turrialba* 19: 548-552.
28. Fuentes, A.; Pineda, R. 2001. Análisis comparativo de la distribución horizontal y vertical de la avifauna del sotobosque y subdosel del Humedal Lagunas de Volcán, Panamá, 2000. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología-Universidad Autónoma de Chiriquí.
29. Gómez, L.D. 1986. Vegetación de Costa Rica. Vol. 1. *In*: L.D. Gómez (ed.). Vegetación y clima de Costa Rica. San José, CR, UNED.
30. Gómez, M.; Montenegro, A. 1999. Diversidad y riqueza de aves acuáticas en dos ecosistemas lacustres durante la estación lluviosa y seca. Lagunas de Volcán, mayo 1998-abril 1999. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología-Universidad Autónoma de Chiriquí.
31. González, E. 2004. Elaboración del plan de manejo del Parque Internacional La Amistad: Diagnóstico biológico y sociocultural del Parque Internacional La Amistad, Informe técnico. Autoridad Nacional de Ambiente. 270 p.
32. González, I.I. 1997. Inventario Florístico de los helechos del Parque Internacional la Amistad. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología-Universidad Autónoma de Chiriquí.
33. González, I.L. 1998. Inventario Florístico de los musgos presentes en dos parcelas de estudios de sucesión ecológica en el Parque Internacional La Amistad, Las Nubes-Cerro Punta Durante 1994-1996. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología-Universidad Autónoma de Chiriquí.
34. Halffter, G.; Arellano, L. 2002. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. *Biotropica* 34(1):144-154.

35. Halffter, G.; Fabila, M.; Halffter, V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forests and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana* 84: 131-156.
36. Handley, C.O., Jr. 1966. Checklist of the mammals of panama. *In*: Wetzel, R.L.; Tipton, V.J. (eds.). *Ectoparasites of Panama*. Chicago, USA, Field Museum of Natural History. Pp. 753-795.
37. Handley, C.O., Jr. 1972. Mammalogy in Panama. *Bulletin Biological Society Washington* 2: 217-227.
38. Heckadon-Moreno, S.; Ibañez, R.; Condit, R. 1999. La cuenca del canal: deforestación, urbanización y contaminación. Panamá, Instituto Smithsonian de Estudios Tropicales. 120p.
39. Herrera, B.; Corrales, L. 2004. Midiendo la efectividad del manejo y los objetivos de conservación de las áreas protegidas en Centroamérica: Manual para la evaluación y monitoreo de la integridad ecológica. Guatemala, PROARCA/AMP Programa Regional Ambiental para Centroamérica. 46p.
40. Herrera, W. 2005. El clima de los páramos de Costa Rica. *In*: Kappelle, M.; Horn, S. (eds.). *Páramos de Costa Rica*. Heredia, CR, INBio. Pp.113-128.
41. Hilty, J.; Merenlender, A. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation* (92): 185-197.
42. Horn, S.; League, B. 2005. Registros de sedimentos lacustres de la vegetación del Holoceno e historia del fuego en el páramo de Costa Rica. *In*: Kappelle, M.; Horn, S. (eds.). *Páramos de Costa Rica*. Heredia, CR, INBio. Pp. 253-273.
43. Ibañez D.R.; Rand, A.S.; Jaramillo, C.A. 1999. Los anfibios del Monumento Natural Barro Colorado, Parque Nacional Soberanía y Áreas Adyacentes / The Amphibians of Barro Colorado Nature Monument, Soberanía National Park and Adjacent Areas. Panamá, Editorial Mizrachi & Pujol. 87 p.
44. Ibañez, R.; Solis, F.; Jaramillo, C.; Rand, A.S. 2001. An overview of Herpetology of Panama. *In*: Johnson, J.; Webb, R.; Flores-Villa, O. (eds.). *Mesoamerican Herpetology: Systematics, Zoogeography and Conservation*. El Paso, USA, University of Texas. Pp.159-170.
45. INBio. 2001. Caracterización biofísica del Parque Internacional La Amistad (PILA): Documento elaborado como apoyo al proceso de planificación para la conservación de sitios desarrollado por The Nature Conservancy (TNC). Heredia, CR, Instituto Nacional de Biodiversidad. 73 p.
46. INBio. 2005. Atta: sistema de información sobre la biodiversidad costarricense (en línea). San José, CR. Disponible en <http://www.inbio.ac.cr/atta/index.htm>
47. Kalko, E.; Handley, C.O. Jr. 1994. Evolution, biogeography, and description of a new species of fruit eating bat, genus *Artibeus* Leach (1821), from Panama. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 59: 257-273.
48. Kappelle, M.; Savage, J.M. 2005. Anfibios y reptiles de los páramos y sus alrededores en Costa Rica. *In*: Kappelle, M.; Horn, S. (eds.). *Páramos de Costa Rica*. Heredia, CR, INBio. Pp. 512-517.
49. Kappelle, M. 1996. Los Bosques de Roble (*Quercus*) de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Heredia, CR, Instituto Nacional de Biodiversidad y Universidad de Ámsterdam. 336p.
50. Kappelle, M. 2005. Hacia una breve descripción del concepto "páramo". *In*: Kappelle, M.; Horn, S. (eds.). *Páramos de Costa Rica*. Heredia, CR, INBio. Pp. 29-36.
51. Kappelle, M.; Castro, M.; Acevedo, H.; González, L.; Monge, H. 2002. Ecosistemas del Área de Conservación Osa. Heredia, CR, INBio. 500p.

52. Kappelle, M.; Castro, M.; González, L.; Monge, H.; Garita, A. 2003. Ecosistemas del Área de Conservación La Amistad Pacífico. En línea <http://www.inbio.ac.cr/ecomapas/aclap.htm>.
53. Kappelle, M.; Castro, M.; González, L.; Monge, H.; Garita, A. 2004. Ecosistemas del Área de Conservación La Amistad Caribe. En línea <http://www.inbio.ac.cr/ecomapas/ecomapas.html#>
54. Klein, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology* 70: 1715-1725.
55. Lips, K. 1999. Mass Mortality and population declines of Anurans at an upland site in Western Panama. *Conservation Biology* 13 (1):117-125.
56. Lips, K.; Burrowes, P.; Mendelson, J.; Parra-Olea, G. 2005. Amphibian declines in Latin America: Widespread population declines, extinctions, and impacts. *Biotropica* 37(2): 163-165.
57. MacGaribal, K.; Marks, B. 1995. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
58. McKay, A. 2000. Clima y biodiversidad: una nueva clasificación de los climas de Panamá. *Rev. Cultural Lotería* 431: 47-61.
59. Méndez, E. 1979. Las aves de caza de Panamá. Panamá, Edición Privada. 290 p.
60. Méndez, E. 1983. Estado de la fauna de mamíferos de Panamá. *Revista Médica de Panamá* 8: 72-79.
61. Moreno, R.; Olmos, M. 2000. Dilema: Jaguares y Pumas vs ganado doméstico. Informe Técnico. Sociedad Mastozoológica de Panamá, Panamá.
62. Myers, C.; Duellman, W. 1982. A new Species of *Hyla* from Cerro Colorado, and other tree frog records and geographical notes from Western Panama. *Amer. Mus. Novitates* (2752): 1-32.
63. Osawa, M. 1994. Monitoreo de los mamíferos medianos y grandes en las tierras altas de Chiriquí, PILA. Informe para el INRENARE-JICA, Panamá.
64. Parrish, J.D.; Braun, D.P.; Unnasch, R.S. 2003. Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *BioScience* 53(9): 851-860
65. Pineda, D. 1999. Inventario Florístico de los Musgos Terrestres y Saxicolos del Sendero El Retoño, Parque Internacional La Amistad, Las Nubes-Cerro Punta. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología-Universidad Autónoma de Chiriquí.
66. Pino, J. 2002. Diversidad y Conservación de los mamíferos en la comarca Ngöbe-Buglé, Panamá. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología-Universidad Autónoma de Chiriquí.
67. Pound, J.; Fogden, M.; Campbell, J. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* 398: 611-615.
68. Powell, G.V.; Bjork, R.D. 2005. Habitat linkages and the conservation of tropical biodiversity as indicated by seasonal migrations of three-wattled bellbirds. *Conservation Biology* 18(2): 500-509.
69. Ridgley, R.; Gwynne, J. 1993. Guía de las Aves de Panamá incluyendo Costa Rica, Nicaragua y Honduras. Panamá, ANCON. 614 p.
70. Roberts, D.L.; Cooper, R.J.; Petit, L.J. 2000. Use of premontane moist forest and shade coffee agroecosystems by army ants in western Panama. *Conservation Biology* 14(1): 192-199.
71. Rodríguez-Ramírez, M.A. 1995. Jaguares y ganadería en Costa Rica. *In: Rodríguez-Ramírez, M.A. (ed.). Actas del Primer taller sobre la conservación del jaguar en Costa Rica (Panthera onca)*. San José, CR, Fundación de Vida Silvestre. Pp. 25-34.
72. Salazar, N.; Crosby, M. 1985. Distribución y diversidad de la flora de musgos de Panamá. *In: D'Arcy, W.; Correa, M. (eds.). The Bothany and Natural History of Panama: La Botánica e*

- Historia Natural de Panamá. Monog. Sist. Bot. 10. St.Louis, USA, Missouri Botanical Garden. Pp. 49-52.
73. Samudio, R. 1992. Informe Preliminar sobre los mamíferos de tierras altas del PILA-Panamá. Informe para el INRENARE, Panamá.
 74. Samudio, R., Jr. 2002. Mamíferos de Panamá. *In*: Ceballos, G.; Simonetti, J. (eds.): Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales. México, CONABIO-UNAM. Pp. 415-451.
 75. Samudio, R., Jr. 2001. Panamá. *In*: Kappelle, M.; Brown, A. (eds.). Bosques nublados del Neotrópico. Heredia, CR, INBio. Pp. 371-395.
 76. Sarmiento, G. 1986. Ecological features of climate in high tropical mountains. *In*: Vuilleumier, F.; Monasterio, M. (eds.). High altitude tropical biogeography. New York, USA, Oxford University Press. Pp. 11-45.
 77. Savage, J.M. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica. Chicago, USA; The University of Chicago Press. 934 p.
 78. Silver, S.; Ostro, L.; Mash, L.; Maffei, L.; Noss, A.; Kelly, M. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar (*Panthera onca*) abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 38 (2): 148-154.
 79. Stiles, F.G.; Skutch, A.F. 1989. A guide to the birds of Costa Rica. USA, Cornell University Press. 511 p.
 80. Still, C.; Forester, P.; Schneider, S. 1999. Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forest. *Nature* 398: 608-610.
 81. Sunquist, M.; Sunquist, F. 2002. Wild cats of the world. USA, University Chicago Press.
 82. TNC. 1997. Designing a geography of hope: Guidelines for ecoregion – based conservation in the Nature Conservancy. Washington, D.C., USA, The Nature Conservancy.
 83. TNC. 2000. Esquema de las cinco S para la conservación- Manual de planificación para la conservación de sitios y la medición del éxito en conservación. USA, The Nature Conservancy. 65 p.
 84. TNC. 2004. Elementos para la elaboración del programa de monitoreo de los objetos de conservación del Parque Internacional La Amistad (PILA). Memoria del taller binacional de expertos Costa Rica-Panamá. San José-Ciudad de Panamá, The Nature Conservancy. 62p.
 85. TNC. 2005. Plan de conservación: Sitio binacional La Amistad Costa Rica – Panamá. Guía de acciones 2002-2004. Apoyando los esfuerzos en el manejo y protección de la biodiversidad tropical. No. 1. San José, CR, The Nature Conservancy, Oficinas de Costa Rica y Panamá. 43p.
 86. Tosi, J. 1971. Inventariación y Demostraciones Forestales. Panamá: Zonas de Vida. Una base Ecológica para Investigaciones Silvícolas e Inventariación Forestal en la República de Panamá. PNUD/FE. 123 pp.
 87. Vargas, G.; Sánchez, J.J. 2005. Plantas con flores de los páramos de Costa Rica y Panamá: el páramo ístmico. *In*: Kappelle, M.; Horn, S. (eds.). Páramos de Costa Rica. Heredia, CR, INBio. Pp. 397-435.
 88. Vial, J.L. "1967". 1968. The ecology of the tropical salamander, *Bolitoglossa subpalmata*, in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 15 (1): 13-115.
 89. Wolda, H.; O'Brien, C.; Stockwell, H. 1998. Weevil diversity and seasonality in tropical Panama as deduced from light-trap catches (Coleoptera: Curculionidae). Washington, D.C., USA, Smithsonian Institution Press. 79 p.

90. Wright, S.J.; Cevallos, H.; Domínguez, I; Gallardo, M.M.; Moreno, M.C.; Ibáñez, R. 2000. Poachers alter mammal abundance, seed dispersal, and seed predation in a Neotropical forest. *Conservation Biology* 14 (1): 227-239.
91. Young, B.; McDonald, D. 2000. Birds. *In*: Nadkarni, N.; Wheelwright, N. (eds.). *Ecology and conservation of a tropical cloud forest*. New York, USA, Oxford University Press. Pp. 179-222.

5. Protocolos para el programa de monitoreo de los objetos de conservación

Introducción

Tanto los ecosistemas naturales como los antropogénicos son complejos, dinámicos y heterogéneos lo cual hace que la predicción de los cambios causados por factores naturales o humanos tenga un alto grado de incertidumbre (Holling 1995, Gunderson y Holling 2001, Noon 2003). Debido a lo anterior, es necesario establecer programas de monitoreo para conocer si las acciones de manejo de los recursos naturales son las deseadas (Gunderson *et al.* 1995). El monitoreo es la medición periódica de algún atributo de un sistema por un periodo de tiempo en una localidad o localidades. El monitoreo de un sistema se realiza con el fin de establecer una fuente continua de información para mejorar las estrategias de manejo del sistema, lo que se conoce como manejo y evaluación ambiental adaptativo (Holling 1978, Walters 1986).

A través del tiempo, el desarrollo de una gran base de datos de monitoreo ofrece amplias posibilidades de análisis, que pueden proveer una comprensión profunda de la relación causa-efecto entre las presiones ambientales o entre las prácticas específicas de manejo y las respuestas esperadas del ecosistema (Holling 1978, Noon 2003). En años recientes se ha desarrollado una iniciativa internacional para manejar los ecosistemas a escala regional. Esta iniciativa está ligada, tanto conceptual como legalmente, a la premisa de que el monitoreo ecológico es un medio para evaluar la eficacia de las acciones de manejo ejecutadas (Busch y Trexler 2003).

En Centroamérica, una región prioritaria para la conservación de la biodiversidad, está el Sitio Binacional La Amistad Costa Rica-Panamá, el cual representará el primer ejemplo de manejo adaptativo de los ecosistemas a escala binacional en los respectivos países. Este sitio, localizado en la región occidental de Panamá y en la región suroriental de Costa Rica, ha jugado una función importante desde la formación del Istmo Centroamericano en el contexto natural y humano. En esta región se observa una gran diversidad de flora y fauna, y de igual manera se han establecido y desarrollado diversos grupos humanos (revisado en ANAM 2004, Borge 2004). Desde la época precolombina, la diversidad de los recursos naturales en esta región le ha facilitado al ser humano aprovechar los animales, plantas, suelos y aguas. En los tiempos modernos, los ríos del Sitio La Amistad son aprovechados para obtener alimento, como medio de transporte y se ven como una fuente para generar energía hidroeléctrica.

La continua interrelación del ser humano con el paisaje natural de La Amistad ha sido tema central para desarrollar un Plan de Conservación Binacional para el Sitio La Amistad. Este plan de conservación es un análisis de la salud de la diversidad natural del área en el cual se identifican y se evalúan las principales actividades de uso que los seres humanos hacen de esta área. Aquí se señalan algunas acciones claves que se deben realizar en los próximos años para establecer el balance entre las actividades humanas y la capacidad funcional de los ecosistemas naturales, con el fin de mantener la integridad ecológica del sitio La Amistad.

Las amenazas (por ej., el fenómeno climático de El Niño, deforestación, contaminación, sobre-explotación, incendios y cambio climático) identificadas para los ecosistemas naturales de esta área

hacen necesario establecer un método eficiente, ágil, práctico, confiable y económico para detectar cambios en la biodiversidad causadas por estas amenazas. Este método también debe contribuir a orientar las acciones para eliminar o mitigar las amenazas identificadas, así como a medir el grado de éxito de estas acciones.

Los protocolos que se proponen a continuación exponen los métodos para desarrollar el programa de monitoreo bajo el marco de un plan de manejo adaptativo. Estos protocolos proveen información necesaria para monitorear los diferentes indicadores seleccionados para cada uno de los objetos de conservación seleccionados para el sitio La Amistad. Durante la fase inicial de ejecución del programa, las actividades se concentrarán principalmente en el sector del Parque Internacional La Amistad y su zona de amortiguamiento. Durante los tres primeros años de su implementación se realizará la validación de los métodos y el establecimiento de la línea base. Posterior a esta fase, se continuará con el monitoreo más intenso del sitio La Amistad como un todo.

El propósito del programa de monitoreo es contribuir al **fortalecimiento de las capacidades** (1) institucionales de las organizaciones presentes en La Amistad para la planificación, ejecución y aplicación del monitoreo, (2) científicas de los investigadores y estudiantes universitarios para el registro, análisis e interpretación de los datos del monitoreo y (3) comunitarias de los asentamientos humanos de La Amistad para beneficiarse del monitoreo.

- ANAM. 2004. Elaboración del Plan de Manejo del Parque Internacional la Amistad –Diagnóstico biológico y sociocultural del Parque Internacional La Amistad. Panamá. 197p.
- Borge, C. 2004. Plan de manejo del Parque Internación La Amistad-Talamanca. San José, Costa Rica, SEDER, TNC, SINAC, USAID.
- Busch, D.E.; Trexler, J.C. 2003. The importance of monitoring in regional ecosystem initiatives. *In*: Bush, D.E.; Trexler, J.C. (eds.). *Monitoring ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives*. Washington D.C., USA, Island Press. Pp. 1-26.
- Gunderson, L.H.; Holling, C.S. 2001. *Panarchy: Understanding transformations in systems of humans and nature*. Washington D.C., USA, Island Press.
- Gunderson, L.H.; Holling, C.S.; Light, S.S. (eds.). 1995. *Barriers and bridges to the renewal of ecosystems and institutions*. New York, USA, John Wiley & Sons.
- Holling, C.S. 1978. *Adaptive management*. New York, USA, John Wiley & Sons.
- Holling, C.S. 1995. What barriers? What bridges? *In*: Gunderson, L.H., Holling, C.S.; Light, S. (eds.) *Barriers and bridges to the renewal of ecosystems and institutions*. New York, USA, Columbia University Press.
- Noon, B. 2003. Conceptual issues in monitoring ecological resources. *In*: Busch, D.; Trexler, J.C. (eds.). *Monitoring ecosystems*. Washington D.C., USA, Island Press. Pp. 27-71.
- Walters, C.J. 1986. *Adaptive management of renewal resources*. New York, USA, McGraw Hill.

5.1 Páramos

Indicador 1: Porcentaje de pérdida de la cobertura vegetal

Definición

Este indicador representa la porción de vegetación perdida del total ocupado por los parches de vegetación de páramo en el PILA binacional en diferentes periodos. Es un indicador del tamaño y estado de la vegetación natural de los páramos. Dado los tamaños relativamente pequeños de los parches de páramo del PILA, el porcentaje de pérdida de la cobertura vegetal resulta ser un indicador sensible y económico para monitorear.

Justificación

El tamaño y el estado de este ecosistema subalpino, muy poco representado en el sitio La Amistad y en ambos países en general, lo indica la *cobertura de vegetación* existente de los parches de páramos. Este indicador se puede integrar con el monitoreo de las amenazas, como la ocurrencia de fuegos y la deforestación por causa de los cambios en el uso de los suelos (por ej., ganadería) que afectan a los páramos presentes en algunos de los sectores del PILA. Por otro lado, el efecto del calentamiento global del planeta, considerado como la principal amenaza para los páramos del PILA, podrá ser monitoreado indirectamente con este indicador y permitirá dar la voz de alerta. El protocolo de este indicador permitirá identificar los tipos de asociaciones vegetales (micro hábitat) presentes en los páramos. También, en el caso de Panamá, esta información ayudará a estimar la superficie de área real de los páramos ya que actualmente existen diferentes valores, Cerro Fábrega: 1 200 ha (Angehr 2003), vegetación de páramo: 588 ha (ANAM 2004), ecosistema de páramo 24 000 ha (Mapa Arc View-SIG ANCON).

Método

Con la ayuda de imágenes de satélites y/o fotografías aéreas se podrá identificar y calcular el área y el tipo de cobertura de vegetación en los parches de páramo en el sitio La Amistad. Se pueden comparar las imágenes de satélite tomadas durante la época de transición de la estación lluviosa a seca y las tomadas durante la estación seca con el fin de evaluar el efecto de los incendios y la regeneración natural de este ecosistema. Los resultados de estos análisis sobre la cobertura de vegetación serán complementados con verificaciones en campo, principalmente durante la estación seca.

Frecuencia

Su monitoreo comprenderá la medición de la cobertura de vegetación durante la estación seca, idealmente cada dos años por considerarse que este objeto de conservación representa una área crítica (TNC 2004), si los costos son muy altos se pueden hacer evaluaciones cada 3 o 4 años.

Localización

El monitoreo deberá realizarse en todos los cerros del PILA antes mencionados en los cuales existen parches de páramo. Se recomienda aprovechar la oportunidad para extender el monitoreo en otros cerros con páramo fuera del PILA pero cercanos.

Recursos requeridos

Un laboratorio de SIG con computadoras, impresoras, programas de procesamiento digital de imágenes, GPS (Sistema de Localización por Satélite), un geógrafo (a) especialista en SIG, imágenes de satélites o fotografías aéreas e insumos cartográficos digitales. Estos son los mismos recursos que serán utilizados para los indicadores relacionados la cobertura vegetal de los otros objetos de conservación de bosques >1 500 msnm, bosques ≤1 500 msnm, ecosistemas lóticos (cobertura de bosque ribereños) y disponibilidad de hábitat del jaguar (*Panthera onca*). Cuando se tengan identificadas las rutas migratorias altitudinales del pájaro campanero (*Procnias tricarunculata*) en el sitio La Amistad, estas también se podrán emplear en el monitoreo de este objeto de conservación.

Costo

El costo del monitoreo de este indicador por cada país, usando imágenes de satélite, se estima **US\$ 6,150.00** cada vez que se desea realizar este monitoreo de los páramos. Este presupuesto incluye los gastos de materiales, impresión de los mapas, compra de imágenes, programas-accesorios SIG adicionales y viáticos para las giras de comprobación en el terreno.

Análisis e interpretación de la información

Para realizar el análisis e interpretación de los datos se debe conformar un grupo de trabajo que además del especialista en el SIG, cuente con un ecólogo de plantas y un ecólogo de animales. Los resultados de este indicador deben en lo posible relacionarse con los otros indicadores de este y de los otros objetos de conservación. Por lo tanto se recomienda se trabaje la información de manera que pueda ser utilizada para desarrollar modelos ecológicos para el monitoreo integrado de una región (DeAngelis *et al.* 2003).

Es prioritario estimar el área que ocupan los páramos ya que no hay un dato actualizado de la superficie de este tipo de ecosistema. Su cobertura de vegetación puede estar sobre estimada al incluir áreas deforestadas presentes en los alrededores de los páramos, por otra parte, la cobertura de vegetación podría estar subestimada al calcular el área basándose principalmente en vegetación boscosa (por ej., árboles). Para determinar la extensión del ecosistema de páramo se recomienda realizar giras de reconocimiento y estudios ecológicos que se integren con los análisis de sensores remotos, ya que en algunos casos la formación de nubes sobre las áreas de páramos dificulta la revisión de las imágenes y la estimación de la superficie del área.

Responsable

Para la parte de Panamá los responsable del monitoreo de este indicador serían la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). La Unidad de Monitoreo de la ANAM podría realizar las verificaciones en el campo. También se pueden establecer acuerdos de colaboración con otras instituciones que cuentan con un laboratorio de SIG y/o que desarrollan modelos de análisis como son la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON) y el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI). Por su parte, en Costa Rica existen varias organizaciones en las cuales se cuentan con la experiencia y equipo para desarrollar este monitoreo, entre ellas el INBio, OET, CATIE y otras.

Bibliografía

- ANAM. 2004. Elaboración del plan de manejo del Parque Internacional la Amistad – Diagnóstico biológico y sociocultural del Parque Internacional La Amistad. Panamá. 197p.
- Angehr, G.R. 2003. Directorio de áreas importantes para aves en Panamá / Directory of important bird areas in Panama. Panamá, Sociedad Audubon de Panamá. 342p.
- DeAngelis, D.L.; Gross, L.J. ; Comiskey, E.J.; Mooij, W.M.; Nott, M.P.; Bellmund, S. 2003. The use of models for a multiscaled ecological monitoring system. *In*: Busch, D.E; Trexler, J.C. (eds.). Monitoring ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives. Washington D.C., USA, Island Press. Pp. 167-188.
- TNC. 2004. Elementos para la elaboración del programa de monitoreo de los objetos de conservación del Parque Internacional La Amistad (PILA). Memoria del taller binacional de expertos Costa Rica-Panamá. San José-Ciudad de Panamá, CR – Panamá, The Nature Conservancy. 62p.

Indicador 2: Promedio anual de temperatura ambiental (°C)

Definición

Este indicador es una representación del contexto paisajístico del ecosistema mediante la temperatura del aire la cual es el grado sensible de calor que se debe principalmente a la radiación calorífica de onda larga que emite la superficie del planeta (Ayllón 2003).

Justificación

De los parámetros climáticos, la temperatura ambiental es el factor que menos varía entre sitios en comparación a otros parámetros como es la precipitación pluvial (Sarmiento 1986), por lo que se espera que cada una de las unidades de páramo muestren entre ellas temperaturas ambientales promedio similares. La temperatura ambiental juega un papel importante en la distribución de las especies de flora y fauna en las montañas del PILA, por lo que una variación de su régimen de temperatura podría provocar un cambio considerable en el funcionamiento del páramo. Este ecosistema es de los más amenazados a causa de un calentamiento por un cambio climático (TNC 2004, Kappelle y Horn 2005) el cual haría que la línea de árboles suba disminuyendo el área disponible para el páramo. Los trabajos de Still *et al.* (1999) mencionan que un cambio entre los 2-5 °C afectó la distribución latitudinal y altitudinal de los bosques nubosos del trópico en el pasado período glacial. Se considera que para la obtención de los datos sobre la temperatura es necesario establecer estaciones meteorológicas básicas, las cuales también contribuirán a obtener información sobre la precipitación, humedad relativa y nubosidad en estos ecosistemas.

Método

La información sobre la temperatura ambiental se obtendrá utilizando termómetros instalados en las estaciones meteorológicas automáticas que estarán localizadas en los sectores de páramo de interés. El registro de la temperatura se debe realizar una vez al día durante todo el año. Para determinar el promedio diario de temperatura ambiental se obtendrá el promedio de las temperaturas registradas cada hora durante las 24 horas u obteniendo el promedio de las temperaturas máxima y mínima registradas en el día. La temperatura media mensual se obtiene sumando las medias diarias y dividiendo entre el número de días del mes. El promedio anual es el promedio de los 12 promedios mensuales (Ayllón 2003).

Frecuencia

Debido que se considera que este objeto de conservación representa un área crítica (TNC 2004), el análisis de este indicador debe realizarse cada año.

Localización

Se considera que el monitoreo de la temperatura ambiental debe realizarse en los páramos panameños localizados en los cerros Itamut y Echandi, dado que son las montañas con páramos más accesibles (J. Polanco, com pers.⁹), localizados en la parte occidental de la provincia de Bocas del Toro. En Costa Rica se recomienda monitorear este indicador en los cerros Dúrika y Kamuk cuales presentan las mayores extensiones de páramo en el PILA, aún cuando el acceso a los mismos es difícil.

Recursos requeridos

Para el monitoreo de este indicador se requiere del establecimiento de estaciones meteorológicas básicas programables con termómetros para medir la temperatura ambiental. Se necesita de un laboratorio con computadores, impresoras y programas requeridos para el almacenaje y análisis de la información climatológica obtenida en el campo. Un técnico que integre la información de campo. En este laboratorio también se podría almacenar y analizar la información proveniente de otras estaciones meteorológicas que estén ubicadas en las áreas comprendidas por los objetos de conservación de bosques >1 500 msnm, bosques ≤1 500 msnm.

Costo

El costo de monitoreo de este indicador por estación meteorológica por localidad está estimado en **US\$ 5,000.00**. Las giras mensuales de colecta de los datos tendrán un costo de **US\$ 600.00** anual por estación, que incluye el transporte, ayudantes, caballos y alimentación.

Análisis e interpretación de la información

Se recomienda que el análisis e interpretación de la información se realice por un grupo conformado por un ecólogo de plantas y un meteorólogo. Los cuales deberán identificar la forma de integrar esta información dentro del contexto de los objetos de conservación: bosques >1 500 msnm y bosques ≤1 500 msnm, además de identificar posibles estrategias de monitoreo del clima en estos.

5.2 Bosques con distribución altitudinal mayor de los 1 500 msnm

Indicador 1: Porcentaje de pérdida de la cobertura boscosa

Definición

Es un indicador de tamaño y estado de la cobertura vegetal de tipo boscosa por arriba de los 1 500 msnm. Este indicador nos representa la porción de bosque perdida del total ocupada por el área boscosa en su rango altitudinal a través del tiempo.

⁹ Polanco, J. 2005. Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON), Panamá.

Justificación

El tamaño y el estado de este ecosistema montano, mejor representado en la vertiente del Caribe en el sitio La Amistad y en ambos países, nos lo indica la *cobertura boscosa* existente en el rango altitudinal por arriba de 1 500 msnm hasta aproximadamente 2 800 - 3 000 msnm en el límite superior de la línea de árboles. El monitoreo de este indicador se integrará con el monitoreo de las amenazas como la deforestación por causa de los cambios en el uso de los suelos (por ej., ganadería) que afecta principalmente a los sectores boscosos del Pacífico, y los incendios forestales durante la época seca. Además con el monitoreo de este indicador se contribuye a consolidar la implementación de la estrategia de corredores biológicos regionales y locales propuestas para Costa Rica y para Panamá (ver CBM 2003). Por otro lado, siguiendo una aproximación ecológica, la protección de este ecosistema permitirá la conservación y las dinámicas poblacionales y ecológicas que en él se dan como los procesos para la captación y filtración de agua que abastecen los ríos, quebradas y mantos acuíferos que abastecen de agua potable a las muchas comunidades aledañas al PILA. La información generada con este indicador ayudará a identificar los tipos de asociaciones vegetales (micro hábitat) presentes a estas elevaciones (por ej., robledales).

Método

Con la ayuda de las imágenes de satélites y/o fotografías aéreas se podrá identificar y calcular el área y el tipo de cobertura de vegetación en las regiones boscosas entre 1 500 - 3 000 msnm en el sitio La Amistad. Se pueden comparar las imágenes de satélite tomadas durante la época de transición de la estación lluviosa a seca (enero) y las tomadas durante la estación seca (marzo-abril), permitiendo evaluar el efecto de los incendios forestales sobre este ecosistema. Los resultados de los análisis de las imágenes de satélites y/o fotografías aéreas sobre la cobertura de vegetación serán complementados con verificaciones en campo, principalmente durante la estación seca.

Frecuencia

Su monitoreo comprenderá la medición del área de la cobertura boscosa de los bosques montanos o nubosos altos (1 500 - 3 000 msnm) cada dos años por considerarse que este objeto de conservación, aunque muestra una condición aparentemente estable en el sector caribe, su condición para el sector pacífico es crítica (TNC 2004), pero si los costos son muy altos se pueden hacer evaluaciones cada 3 o 4 años.

Localización

La localización geográfica de este indicador son los bosques por encima de los 1,500 msnm hasta los 3,000 msnm en todo el PILA.

Recursos requeridos

Un laboratorio de SIG con computadoras, impresoras, programas de procesamiento digital de imágenes, GPS (Sistema de Localización por Satélite), un geógrafo (a) especialista en SIG, imágenes de satélites, fotografías aéreas e insumos cartográficos digitales. Estos son los mismos recursos que serán utilizados para los indicadores relacionados con algún aspecto de la cobertura vegetal de los objetos de conservación de páramos, bosques $\leq 1\ 500$ msnm, ecosistemas lóticos (cobertura de bosques ribereños), jaguar (*Panthera onca*); y que cuando se tengan identificadas las rutas migratorias altitudinales del pájaro campanero (*Procnias tricarunculata*) en el sitio La Amistad, también participarán en el monitoreo de este objeto de conservación.

Costo

El costo del monitoreo por cada país de este indicador, usando imágenes de satélite, se estima en **US\$ 20,150.00** cada vez que se desea realizar. Este costo se adiciona independientemente a los costos para monitorear indicadores similares que requieren metodologías iguales.

Análisis e interpretación de la información

El análisis e interpretación de la información debe realizarse por un grupo de trabajo conformado por un especialista en SIG, un ecólogo de plantas y un ecólogo de animales. Los resultados de este indicador deben en lo posible poderse relacionar con los otros indicadores de este y de los otros objetos de conservación. Por lo tanto se recomienda se trabaje la información de manera que pueda ser utilizada para desarrollar modelos ecológicos para el monitoreo integrado de una región (DeAngelis *et al.* 2003).

Responsable

Los responsables de este monitoreo por parte de Panamá serían la Autoridad Nacional del Ambiente. La Unidad de monitoreo de esta institución también podría efectuar verificaciones de campo. También se pueden establecer acuerdos de colaboración con otras instituciones que cuentan con un laboratorio de SIG y/o que desarrollan modelos de análisis como son la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON) y el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI). Por su parte, en Costa Rica existen varias organizaciones en las cuales se cuentan con la experiencia y equipo para desarrollar este monitoreo, entre ellas el INBio, OET, CATIE y otras.

Bibliografía

- Corredor Biológico Mesoamericano. 2003. Caracterización de corredores locales de desarrollo sostenible en el área prioritaria de la región occidental de Panamá. Panamá, CCAD, ANAM, CBM & CBMAP. 136p.
- DeAngelis, D.L.; Gross, L.J. ; Comiskey, E.J.; Mooij, W.M.; Nott, M.P.; Bellmund, S. 2003. The use of models for a multiscaled ecological monitoring system. *In*: Busch, D.E.; Trexler, J.C. (eds.). Monitoring ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives. Washington D.C., USA, Island Press. Pp. 167-188.
- TNC. 2004. Elementos para la elaboración del programa de monitoreo de los objetos de conservación del Parque Internacional La Amistad (PILA). Memoria del taller binacional de expertos Costa Rica-Panamá. San José, CR, The Nature Conservancy. 62p.

Indicador 2: Riqueza de especies de escarabajos coprófagos

Definición

La riqueza de especies de escarabajos coprófagos se refiere al número de especies presentes en un área y momento determinado. Esta cuantificación se lleva a cabo mediante el muestreo sistematizado en diferentes sitios.

Justificación

Mediante el monitoreo de la riqueza de especies de escarabajos coprófagos se monitoreará la diversidad general de los bosques con distribución mayor de 1 500 msnm, dicha relación ha sido

asociada en estudios previos (Klein 1989, Doube 1990, Halffter *et al.* 1992, Dirham *et al.* 1996, Estrada *et al.* 1998, Halffter y Arellano 2002, Escobar 2004). Adicionalmente, existe una asociación directa entre la riqueza de escarabajos coprófagos con la diversidad de mamíferos debido a la dependencia de estos escarabajos con las excretas de los mamíferos para completar su ciclo reproductivo. De esta manera, este indicador ayudará también a medir el efecto de la cacería de mamíferos en estos bosques.

Método

Para el muestreo de los escarabajos se utiliza trampas de foso con cebo de excremento de cerdo colocadas en el suelo del bosque y cubiertas con hojarasca. Se recomienda seleccionar 4 sitios a lo largo del PILA en cada vertiente. En cada sitio, 20 agrupaciones de 4 trampas se instalan dentro de un bosque cercano a una comunidad aledaña al PILA y otro grupo de trampas similar se instalan dentro de un bosque (no alterado) lejos de la comunidad para establecer el grado de perturbación de estos bosques, guardando la misma altitud en ambos tratamientos.

Frecuencia

El muestreo debe realizarse tres veces al año por sitio, preferentemente durante la época seca, la época al inicio de la estación lluviosa, y durante la estación lluviosa, cada 3 años.

Localización

En Panamá, las localidades de evaluación de este indicador en la vertiente Pacífica serían Finca Hartmann-Santa Clara y Las Nubes-Cerro Punta, mientras que en la vertiente Caribe del PILA no se cuenta con información de comunidades presentes a este rango de elevación (>1500msnm) sin embargo se sugiere realizar el monitoreo en los sitios de Culubre cerca de la estación de la ANAM y en la cuenca media del Río Teribe, estos sitios también serán utilizados en el monitoreo de otros indicadores. La localización de los 4 sitios en cada vertiente dependerá de las posibilidades de acceso y de los requerimientos indicados en el método.

Recursos requeridos

Se necesita la participación de dos equipos de muestreo. Un equipo muestreará los sitios seleccionados en la vertiente caribe y el otro en los sitios de la vertiente pacífica. Cada equipo de muestreo estará compuesto de al menos dos personas para el trabajo de campo, y necesitarán de un vehículo 4x4, caballos, y el equipo y materiales mínimo de campo. Un especialista deberá realizar las identificaciones de las especies y el análisis respectivo.

Costo

El costo por año de muestreo es de **US\$ 9,100.00**. Este presupuesto incluye los gastos de personal (US\$ 5,800.00), equipo (US\$ 200.00) y materiales (US\$ 500.00), combustible (US\$ 1,000.00), alquiler de caballos (US\$ 600.00) y alimentación (US\$ 1,000.00).

Análisis e interpretación de la información

Con ayuda de especialistas en entomología (taxonomía) las especies de escarabajos serán identificadas. El análisis estadístico permitirá hacer comparaciones entre sitios por vertientes y entre tratamientos. Esta información permitirá evaluar los niveles de la diversidad faunística por sitio y el efecto de la cacería de mamíferos por sitio. Otros parámetros pueden ser calculados a partir de las muestras como índices de diversidad (Shannon), curvas de acumulación de especies, estimadores de

riqueza, análisis de proporciones de grupos funcionales, curvas de diversidad-abundancia, índices de similitud e identificación de especies indicadoras.

Responsables

La institución responsable de este monitoreo en Panamá puede ser la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI) en colaboración con la Escuela de Biología, el Programa de Maestría en Manejo Ambiental del Centro Regional de Bocas del Toro de la Universidad de Panamá y con el Programa Regional de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá y la ANAM. En Costa Rica se sugiere el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) quien posee colecciones de referencia y un especialista en el grupo de los escarabajos coprófagos.

Bibliografía

- Didham, R. K.; Ghazoul, J.; Stork, N.E.; Davis, A.J. 1996. Insects in fragmented forest: a functional approach. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 255-260.
- Doube, B.M. 1990. A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. *Ecol. Entomol.* 15: 371-383.
- Escobar, F. 2004. Diversity and composition of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages in a heterogeneous Andean landscape. *Tropical Zoology* 17: 123-136.
- Estrada, A.; Coates-Estrada, R.; Dadda, A.A.; Cammarano, P. 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 14:577-593.
- Halffter, G., Fabil, M.; Halffter, V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forests and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana*. Pp. 131-156.
- Halffter, G.; Arellano, L. 2002. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. *Biotropica* 34(1): 144-154.
- Klein, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology* 70: 1715-1725.

Indicador 3: Porcentaje del área total en condiciones fragmentadas

Definición

La conectividad se refiere al grado en el cual el paisaje facilita o impide el flujo ecológico, por ej., el movimiento de organismos entre diferentes hábitat (MacGaribal y Marks 1995). La fragmentación es un atributo clave del contexto paisajístico, que brinda información sobre la condición de conectividad y funcionalidad de los procesos ecológicos en los sistemas boscosos. No existe un único indicador (índice) que pueda reflejar el grado de fragmentación del bosque. Por lo tanto, en este caso del PILA se recomienda estimar el área de bosque que se encuentra bajo condiciones de fragmentación, pero calculando los tres atributos claves de fragmentación: número de parches, tamaño de los parches y aislamiento de los parches.

Justificación

La conectividad física y funcional de los sistemas boscosos es considerada un elemento vital de la estructura del paisaje (Taylor *et al.* 1993). Un cambio repentino en la conectividad del paisaje, por ej., causada por la pérdida de hábitat y por fragmentación, puede interferir con la dispersión exitosa de manera que poblaciones ampliamente distribuidas pueden de repente llegar a fragmentarse en pequeñas y aisladas poblaciones. Esto puede llevar a la abrupta declinación en la ocupación de parches (dinámica de metapoblaciones) y en última instancia a la extinción de la población en el paisaje (MacGaribal y Marks 1995).

Método

Disponiendo de la cobertura de vegetación obtenida en el indicador 1 de esta sección se podrá identificar y calcular el porcentaje del área boscosa total que se encuentra en condiciones fragmentadas. Asimismo, se puede aprovechar la información para calcular el número, área y su variabilidad de los parches de bosques que se originan al fragmentarse la cobertura de vegetación. Una vez que la cobertura de vegetación sea integrada en un sistema SIG, programas estadísticos prediseñados, como FRAGSTATS o PATCH, puedan realizar los cálculos correspondientes de las medidas sugeridas para los parches de bosque.

Frecuencia

Inicialmente este indicador se puede monitorear cada dos años, o unirse a la periodicidad sugerida en conjunto para los otros indicadores que hacen uso de las imágenes satelitales o de las fotografías aéreas.

Localización

Este indicador se debe realizar en todo el área de ocupación y definida como bosque de altura mayor de 1 500 msnm del PILA.

Recursos requeridos

Un laboratorio de SIG con computadoras, impresoras, programas de procesamiento digital de imágenes, GPS (Sistema de Localización por Satélite), un geógrafo (a) especialista en SIG, imágenes de satélites, fotografías aéreas e insumos cartográficos digitales. Para este tipo de análisis se requiere contar con la cobertura vegetal generada en el indicador anterior.

Costo

El costo del monitoreo por cada país de este indicador está estimado en aproximadamente **US\$ 500.00** cada vez que se desea realizar. Este costo es adicional a los costos para obtener la cobertura de vegetación correspondiente.

Análisis e interpretación de la información

El análisis e interpretación de la información debe realizarse por un grupo de trabajo conformado por un especialista en SIG y un ecólogo de plantas. Se recomienda calcular además al menos medidas como el número, tamaño (ha) promedio y variabilidad del tamaño de fragmentos originados. Los resultados de este indicador deben en lo posible poderse relacionar con los otros indicadores de este y de los otros objetos de conservación. Por lo tanto se recomienda se trabaje la información de manera que pueda ser utilizada para desarrollar modelos ecológicos para el monitoreo integrado de una región (DeAngelis *et al.* 2003).

Responsable

Los responsables del monitoreo de este indicador por parte de Panamá serían la Autoridad Nacional del Ambiente. La Unidad de monitoreo de esta institución también podría efectuar verificaciones de campo. También se pueden establecer acuerdos de colaboración con otras instituciones que cuentan con un laboratorio de SIG y/o que desarrollan modelos de análisis como son la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON) y el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI). Por su parte, en Costa Rica existen varias organizaciones en las cuales se cuentan con la experiencia y equipo para desarrollar este monitoreo, entre ellas el CATIE, la UNA y el INBio.

Bibliografía

- DeAngelis, D. L.; Gross, L.J.; Comiskey, E.J.; Mooij, W.M., Nott, M.P.; Bellmund, S. 2003. The use of models for a multiscaled ecological monitoring system. *In*: Busch, D.E.; Trexler, J.C. (eds.). *Monitoring Ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives*. Washington D.C., USA, Island Press. Pp. 167-188.
- MacGaribal, K.; Marks, B. 1995. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- Taylor, P.D.; Fahrig, L.; Henein, k.; Merriam, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 73: 43-48.

5.3 Bosques con distribución altitudinal igual o menor de 1 500 msnm

Indicador 1: Porcentaje de pérdida de la cobertura boscosa

Definición

Es un indicador del tamaño y estado de la vegetación boscosa con una distribución altitudinal igual y menor de 1 500 msnm. Este indicador representa la porción de bosque perdida del total ocupada por el área boscosa en este rango altitudinal en el PILA.

Justificación

El tamaño y el estado de este ecosistema está mejor representado en la vertiente Caribe del sitio La Amistad desde aproximadamente los 100 msnm en la vertiente Caribe, la cual representa la elevación más baja del PILA (Angehr 2003). El monitoreo de este indicador se puede integrar con un monitoreo de las amenazas como es la deforestación por causa de los cambios en el uso de los suelos (por ej., ganadería). También, este indicador ayudará a identificar y localizar asociaciones vegetales de interés presentes a este rango de elevación. Además con el monitoreo de este indicador se contribuye a consolidar la implementación de la estrategia de corredores biológicos regionales y locales (Corredor Biológico Mesoamericano 2003).

Método

El cálculo del área y la identificación del tipo de cobertura vegetal comprendida en la zona boscosa distribuida en la franja de los 1 500 msnm y por debajo de ésta en el área de La Amistad, se puede realizar con el uso de imágenes de satélite y/o fotografías aéreas. Se pueden comparar las imágenes de satélite tomadas durante la época de transición de la estación lluviosa a seca (enero) y las tomadas durante la estación seca (marzo-abril) con el fin de medir el impacto de las amenazas durante la época más frecuente. Los resultados de los análisis de las imágenes de satélites y/o fotografías aéreas sobre la cobertura de vegetación serán complementados con verificaciones en campo, principalmente durante la estación seca.

Frecuencia

El monitoreo comprenderá la medición del área de la cobertura boscosa de estos ecosistemas ($\geq 1\ 500$ msnm) cada dos años por considerarse que este objeto de conservación puede estar amenazado por los frentes de desarrollo ganadero de la vertiente Caribe, si los costos son muy altos se pueden hacer evaluaciones cada 3 o 4 años.

Localización

El monitoreo de este indicador se localiza en los bosques con distribución altitudinal $\geq 1\ 500$ msnm a lo largo del área de La Amistad en ambos países. En Panamá se debe prestar atención a los sectores de la cuenca baja-media de los ríos Yorkin, Teribe-Bonyic y Changuinola, en dirección oeste - este en la vertiente del Caribe. Estos sectores son frentes de desarrollo ganadero y de proyectos de embalses hidroeléctricos, además de localizarse en estas áreas otros objetos de conservación como son el jaguar y el campanero.

Recursos requeridos

Un laboratorio de SIG con computadoras, impresoras, programas de procesamiento digital de imágenes, GPS (Sistema de Localización por Satélite), un geógrafo (a) especialista en SIG, imágenes de satélites, fotografías aéreas e insumos cartográficos digitales. Estos son los mismos recursos que serán utilizados para los indicadores relacionados con algún aspecto de la cobertura vegetal de los objetos de conservación de páramos, bosques $>1\ 500$ msnm, ecosistemas lóticos, jaguar (*Panthera onca*); y que cuando se tengan identificadas las rutas migratorias altitudinales del pájaro campanero (*Procnias tricarunculata*) en el sitio La Amistad participaran en el monitoreo de este objeto de conservación.

Costo

El costo del monitoreo por cada país de este indicador, usando imágenes de satélite, está estimado en **US\$ 20,150.00** cada vez que se desea realizar. Este presupuesto incluye los gastos de materiales-impresión de los mapas, compra de imágenes, programas-accesorios SIG adicionales y viáticos para las giras de campo de comprobación en el terreno.

Análisis e interpretación de la información

El análisis e interpretación de la información debe realizarse por un grupo de trabajo conformado por un especialista en SIG, un ecólogo de plantas y un ecólogo de animales. Los resultados de este indicador deben en lo posible poderse relacionar con los otros indicadores de este y de los otros objetos de conservación. Por lo tanto se recomienda se trabaje la información de manera que pueda ser utilizada para desarrollar modelos ecológicos para el monitoreo integrado de una región (DeAngelis *et al.* 2003).

Responsable

Los responsables de este monitoreo por parte de Panamá serían la Autoridad Nacional del Ambiente. La Unidad de monitoreo de esta institución también podría efectuar verificaciones de campo. También se pueden establecer acuerdos de colaboración con otras instituciones que cuentan con un laboratorio de SIG y/o que desarrollan modelos de análisis como son la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON) y el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI). En Costa Rica existen varias organizaciones en las cuales se cuentan con la experiencia y equipo para desarrollar este monitoreo, entre ellas el INBio, la OET, el CATIE y otras.

Bibliografía

- Angehr, G.R. 2003. Directorio de áreas importantes para aves en Panamá / Directory of important bird areas in Panama. Panamá, Sociedad Audubon de Panamá. 342p.
- Corredor Biológico Mesoamericano. 2003. Caracterización de corredores locales de desarrollo sostenible en el área prioritaria de la región occidental de Panamá., Panamá, CCAD, ANAM, CBM & CBMAP. 136p.
- DeAngelis, D. L.; Gross, L.J.; Comiskey, E.J.; Mooij, W.M., Nott, M.P.; Bellmund, S. 2003. The use of models for a multiscaled ecological monitoring system. *In*: Busch, D.E.; Trexler, J.C. (eds.). *Monitoring Ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives*. Washington D.C., USA, Island Press. Pp. 167-188.

Indicador 2: Riqueza de especies de escarabajos coprófagos

Definición

Es un indicador de la condición de la diversidad de especies de los bosques con distribución mayor de 1 500 msnm. La riqueza de especies de escarabajos coprófagos se refiere al número de especies presentes en un área y momento determinado. Esta cuantificación se lleva a cabo mediante el muestreo sistematizado en diferentes sitios.

Justificación

Mediante el monitoreo de la riqueza de especies de escarabajos coprófagos se monitoreará la diversidad general de los bosques con distribución mayor de 1 500 msnm, dicha relación ha sido asociada en estudios previos (Klein 1989, Doube 1990, Halfpeter *et al.* 1992, Dirham *et al.* 1996, Estrada *et al.* 1998, Halfpeter y Arellano 2002, Escobar 2004). Adicionalmente, existe una asociación directa entre la riqueza de escarabajos coprófagos con la diversidad de mamíferos debido a la dependencia de estos escarabajos con las excretas de los mamíferos para completar su ciclo reproductivo. De esta manera, este indicador ayudará también a medir el efecto de la cacería de mamíferos en estos bosques.

Método

Para el muestreo de los escarabajos se utiliza trampas de foso con cebo de excremento de puerco colocadas en el suelo del bosque y cubiertas con hojarasca. Se recomienda seleccionar 4 sitios a lo largo del PILA en cada vertiente. En cada sitio, 20 agrupaciones de 4 trampas se instalan dentro de un bosque cercano a una comunidad aledaña al PILA y otro grupo de trampas similar se instalan dentro de

un bosque (no alterado) lejos de la comunidad para establecer el grado de perturbación de estos bosques, guardando la misma altitud en ambos tratamientos.

Frecuencia

El muestreo debe realizarse tres veces al año por sitio, preferentemente durante la época seca, la época al inicio de la estación lluviosa, y durante la estación lluviosa, cada 3 años.

Localización

La localización de los 4 sitios en cada vertiente dependerá de las posibilidades de acceso y de los requerimientos indicados en el método. En Panamá, las localidades de evaluación de este indicador en la vertiente Pacífica serían Finca Hartmann-Santa Clara y Hornitos-Fortuna, y en la vertiente Caribe del PILA cerca del Cerro Sinostri en el área cercana a la comunidad de Las Delicias, y en la cuenca baja de la Quebrada Bonyic cerca de la comunidad de Sieyic, estos sitios también serán utilizados en el monitoreo de otros indicadores.

Recursos requeridos

Se necesita la participación de dos equipos de muestreo. Un equipo muestreará los sitios seleccionados en la vertiente Caribe y el otro los sitios de la vertiente Pacífica. Cada equipo de muestreo estará compuesto por al menos dos personas para el trabajo de campo, y necesitarán de un vehículo 4x4, caballos, y el equipo y materiales mínimo de campo. Un especialista deberá realizar las identificaciones de las especies y el análisis respectivo.

Costo

El costo por año de muestreo es de **US\$ 9,100.00**. Este presupuesto incluye los gastos de personal (US\$ 5,800.00), equipo (US\$ 200.00) y materiales (US\$ 500.00), combustible (US\$ 1,000.00), alquiler de caballos (US\$ 600.00) y alimentación (US\$ 1,000.00).

Análisis e interpretación de la información

Con ayuda de especialistas en entomología (taxonomía) las especies de escarabajos serán identificadas. El análisis estadístico permitirá hacer comparaciones entre sitios por vertientes y entre tratamientos. Esta información permitirá evaluar los niveles de la diversidad faunística por sitio y el efecto de la cacería de mamíferos por sitio. Otros parámetros pueden ser calculados a partir de las muestras como índices de diversidad (Shannon), curvas de acumulación de especies, estimadores de riqueza, análisis de proporciones de grupos funcionales, curvas de diversidad-abundancia, índices de similitud e identificación de especies indicadoras.

Responsables

La institución responsable de este monitoreo en Panamá puede ser la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI) en colaboración con la Escuela de Biología, el Programa de Maestría en Manejo Ambiental del Centro Regional de Bocas del Toro de la Universidad de Panamá y con el Programa Regional de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá y la ANAM. En Costa Rica se sugiere el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) quien posee colecciones de referencia y un especialista en el grupo de los escarabajos coprófagos.

Bibliografía

- Didham, R. K.; Ghazoul, J.; Stork, N.E.; Davis, A.J. 1996. Insects in fragmented forest: a functional approach. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 255-260.
- Doube, B.M. 1990. A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. *Ecol. Entomol.* 15: 371-383.
- Escobar, F. 2004. Diversity and composition of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages in a heterogeneous Andean landscape. *Tropical Zoology* 17: 123-136.
- Estrada, A.; Coates-Estrada, R.; Dadda, A.A.; Cammarano, P. 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 14:577-593.
- Halffter, G., Fabil, M.; Halffter, V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forests and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana*. Pp. 131-156.
- Halffter, G.; Arellano, L. 2002. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. *Biotropica* 34(1): 144-154.
- Klein, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology* 70: 1715-1725.

Indicador 3: Porcentaje del área total en condiciones fragmentadas

Definición

La conectividad se refiere al grado en el cual el paisaje facilita o impide el flujo ecológico, por ej., el movimiento de organismos entre diferentes hábitat (MacGaribal y Marks 1995). La fragmentación es un atributo clave del contexto paisajístico, que brinda información sobre la condición de conectividad y funcionalidad de los procesos ecológicos en los sistemas boscosos. No existe un único indicador (índice) que pueda reflejar el grado de fragmentación del bosque. Por lo tanto, en este caso del PILA se recomienda estimar el área de bosque que se encuentra bajo condiciones de fragmentación, pero calculando los tres atributos claves de fragmentación: número de parches, tamaño de los parches y aislamiento de los parches.

Justificación

La conectividad física y funcional de los sistemas boscosos es considerada un elemento vital de la estructura del paisaje (Taylor *et al.* 1993). Un cambio repentino en la conectividad del paisaje, por ej., causada por la pérdida de hábitat y por fragmentación, puede interferir con la dispersión exitosa de manera que poblaciones ampliamente distribuidas pueden de repente llegar a fragmentarse en pequeñas y aisladas poblaciones. Esto puede llevar a la abrupta declinación en la ocupación de parches (dinámica de metapoblaciones) y en última estancia a la extinción de la población en el paisaje (MacGaribal y Marks 1995). Para este ecosistema, este indicador es importante ya que es el tipo de bosque que enfrenta las amenazas más fuertes.

Método

Disponiendo de la cobertura de vegetación obtenida en el indicador anterior se podrá identificar y calcular el porcentaje del área boscosa total que se encuentra en condiciones fragmentadas. Asimismo, se puede aprovechar la información para calcular el número, área y su variabilidad de los parches de bosques que se originan al fragmentarse la cobertura de vegetación. Una vez que la cobertura de

vegetación sea integrada en un sistema SIG, programas estadísticos prediseñados, como FRAGSTATS o PATCH, puedan realizar los cálculos correspondientes de las medidas sugeridas para los parches de bosque.

Frecuencia

Inicialmente este indicador se puede monitorear cada dos años, o unirse a la periodicidad sugerida en conjunto para los otros indicadores que hacen uso de las imágenes satelitales o de las fotografías aéreas.

Localización

Este indicador se debe realizar en todo el área de ocupación definida como bosque de altura menor o igual 1 500 msnm del PILA.

Recursos requeridos

Un laboratorio de SIG con computadoras, impresoras, programas de procesamiento digital de imágenes, GPS (Sistema de Localización por Satélite), un geógrafo (a) especialista en SIG, imágenes de satélites, fotografías aéreas e insumos cartográficos digitales. Para este tipo de análisis se requiere contar con la cobertura vegetal generada en el indicador anterior.

Costo

El costo del monitoreo por cada país de este indicador está estimado en aproximadamente **US\$ 500.00** cada vez que se desea realizar. Este costo es adicional a los costos para obtener la cobertura de vegetación correspondiente.

Análisis e interpretación de la información

El análisis e interpretación de la información debe realizarse por un grupo de trabajo conformado por un especialista en SIG y un ecólogo de plantas. Se recomienda además calcular al menos medidas como el número, tamaño (ha) promedio y variabilidad del tamaño de fragmentos originados. Los resultados de este indicador deben en lo posible poderse relacionar con los otros indicadores de este y de los otros objetos de conservación. Por lo tanto se recomienda se trabaje la información de manera que pueda ser utilizada para desarrollar modelos ecológicos para el monitoreo integrado de una región (DeAngelis *et al.* 2003).

Responsable

Los responsables del monitoreo de este indicador por parte de Panamá serían la Autoridad Nacional del Ambiente. La Unidad de monitoreo de esta institución también podría efectuar verificaciones de campo. También se pueden establecer acuerdos de colaboración con otras instituciones que cuentan con un laboratorio de SIG y/o que desarrollan modelos de análisis como son la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON) y el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI). Por su parte, en Costa Rica existen varias organizaciones en las cuales se cuentan con la experiencia y equipo para desarrollar este monitoreo, entre ellas el INBio, la OET, el CATIE y otras.

Bibliografía

DeAngelis, D. L.; Gross, L.J.; Comiskey, E.J.; Mooij, W.M., Nott, M.P.; Bellmund, S. 2003. The use of models for a multiscaled ecological monitoring system. *In*: Busch, D.E.; Trexler, J.C. (eds.).

- Monitoring Ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives. Washington D.C., USA, Island Press. Pp. 167-188.
- MacGaribal, K.; Marks, B. 1995. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- Taylor, P.D.; Fahrig, L.; Henein, K.; Merriam, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 73: 43-48.

5.4 Ecosistemas lóticos

Indicador 1: Número de familias de insectos acuáticos

Definición

Es un indicador del estado de los ecosistemas lóticos. Se basa en las familias de insectos acuáticos adultos que no están representados por los órdenes que viven fuera del agua, con excepción de Hemiptera y Coleoptera, o por individuos pupas (según reporte de la ANAM). Dependiendo de las condiciones de contaminación, diferentes familias son eliminadas y otras más tolerantes permanecen.

Justificación

Los insectos acuáticos son empleados como indicadores de la calidad del agua por su estrecha relación con las condiciones del medio acuático. El número de familias de insectos acuáticos es un buen indicador de la *composición taxonómica de los insectos acuáticos* que ha sido validado y empleado por la oficina de monitoreo de la ANAM y la ACP para las tierras bajas de la Cuenca del Canal de Panamá, y por la escuela de Biología de la UCR. Pero este es un indicador que tiene que validarse para las tierras altas y compararse con los valores de las tierras bajas. La ventaja más evidente en el uso de este indicador es que resulta más económico que los análisis químicos y además nos dan pistas de las condiciones de los procesos ecológicos no detectados por los análisis químicos.

Método

Los insectos acuáticos de bentos se muestrearán durante la estación seca (enero-abril) y durante la transición a la estación lluviosa (mayo-julio) con la participación de 2 biólogos y 2 asistentes de campo de las comunidades. El muestreo se realizará siguiendo el protocolo recomendado por Karr y Chu (1999). Primero, se selecciona un segmento en cada uno de los ríos a muestrear que tenga un rápido con piedras en el fondo de 5 a 10 cm de diámetro, asentadas sobre piedras más pequeñas. Luego se coloca el muestreador Suber en la parte del rápido con flujo principal y profundidad entre 10 y 40 cm con el cual se recolectan los insectos, al igual que se recolectan de las piedras inicialmente removidas. Las muestras de insectos son colocadas en un recipiente y preservadas en alcohol al 70%. En cada rápido se toman 3 muestras o réplicas, en dirección río arriba, distanciada con un mínimo de 1,5 m. Este procedimiento se repite en dos rápidos más, en dirección río arriba. De esta manera se muestrean 3 rápidos y se toman 9 muestras en cada uno de los ríos seleccionados. En el laboratorio las muestras de insectos son identificadas hasta familia y en algunos casos hasta género.

Frecuencia

Cada sitio del monitoreo se muestreará dos veces por año, un muestreo durante la estación seca y otro durante la transición a la estación lluviosa (abril-junio), cada año del programa de monitoreo. Estos dos muestreos por año son con el fin de comparar y validar los valores entre los sitios de tierras altas y los sitios de tierras bajas.

Localización

Los sitios de muestreo del área de La Amistad se localizan en las cuencas baja, media y alta de los ríos La Estrella, Telire, Lari, Sixaola, Teribe y Changuinola en la vertiente Caribe, los sitios de muestreo en estos ríos representan áreas perturbadas y áreas no perturbadas. En la vertiente Pacífica, las cuencas medias y altas de los ríos Cotón, Coto Brus, Chirripó del Pacífico, General, Grande de Térraba; y la cuenca alta de los ríos Chiriquí, Chiriquí Viejo y Macho de Monte pueden ser muestreados con mayor facilidad pues hay más caminos de acceso. Los sitios representan áreas perturbadas y áreas no perturbadas. Los sectores que se van a muestrear deben en lo posible coincidir con los sectores muestreados con los indicadores del oxígeno disuelto y la cobertura boscosa.

Recursos requeridos

Se necesita la participación de dos equipos de muestreo. Un equipo muestreará los ríos en las tierras altas de ambas vertientes, Caribe y Pacífico, y el otro equipo muestreará los ríos en las cuencas media y baja de la vertiente Caribe. Cada equipo de muestreo estará compuesto de al menos dos personas para el trabajo de campo, y necesitarán de un vehículo 4x4, caballos, muestreador Suber, estereoscopio, y otros equipos y materiales de campo (ver reporte de la Unidad de Monitoreo-ANAM).

Costo

El costo estimado para el monitoreo de este indicador en cada país el primer año es de **US\$ 14,160.00**. En años siguientes el costo se estima en **US\$ 9,560.00** ya que no hay que comprar equipos. Este presupuesto incluye los gastos de personal (US\$ 4,720.00), equipo (US\$ 4,600.00) y materiales (US\$ 1,400.00), combustible (US\$ 1,000.00), alquiler de caballos (US\$ 1,440.00) y alimentación (US\$ 1,000.00). En este presupuesto no se incluyen los costos por la compra del vehículo pick-up doble cabina 4x4 (US\$ 22,000.00), este puede ser el mismo vehículo que será utilizado en el monitoreo del indicador de *oxígeno disuelto en el agua de ríos*. Tampoco incluye el alquiler del bote de motor (US\$ 400.00) por año.

Análisis e interpretación de la información

Con ayuda de especialistas en entomología (taxonomía) las muestras de insectos acuáticos serán identificadas hasta familia y si es posible hasta género para obtener otros índices biológicos de interés. El análisis de la información de este indicador se realizará cada año.

Responsables

La Unidad de Monitoreo de la ANAM en colaboración con la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), con el Programa de Maestría en Manejo Ambiental del Centro Regional de Bocas del Toro de la Universidad de Panamá, el Museo de Peces de Agua Dulce de la UNACHI y del Programa Regional de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá. El Museo de Peces de Agua Dulce de la UNACHI ha realizado colectas de macroinvertebrados en la cuenca media-baja de los principales ríos de la provincia de Chiriquí. En Costa Rica se sugiere el Museo de Zoología de la UCR y el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

Bibliografía

Karr, J.R.; Chu, E.W. 1999. Restoring life in URNG waters: better biological monitoring. Washington D.C., USA, Island Press.

Indicador 2: Concentración de oxígeno disuelto en el agua de río (miligramos por litro)

Definición

Este es un indicador de estado y de la amenaza del ecosistema lótico, representa la concentración de oxígeno que se encuentra en solución en el agua de los ríos.

Justificación

El oxígeno disuelto es un indicador de la *química del agua* y es un parámetro que está relacionado con el mantenimiento de los organismos vivos en los ecosistemas acuáticos (Cupplin 1986, Heckadon-Moreno *et al.* 1999). Asimismo, este indicador nos da una medida indirecta de la contaminación de las aguas por desechos orgánicos cuya degradación demanda mucho oxígeno. Este parámetro no es difícil de registrar y se puede realizar su monitoreo mientras se toman otros registros o muestras de los ríos como son los insectos acuáticos. Los valores disponibles de oxígeno disuelto en el agua para Panamá sugieren que los valores óptimos de este parámetro no varían mucho entre las tierras bajas de la Cuenca del Canal y las tierras altas en Volcán Barú (aprox. 6.9 vs. 7.2 mg/L, Heckadon-Moreno *et al.* 1999, Candanedo y Vásquez 2000). Pero se necesitan tomar los datos en campo para poder estar seguro de su validez como indicador y poder comparar los resultados entre las tierras bajas y altas. Además dependiendo de los recursos disponibles, se pueden registrar otros parámetros relacionados con la calidad del agua, como son los contaminantes orgánicos, inorgánicos y microbiológicos.

Método

Las muestras de agua de río para el análisis de oxígeno disuelto se tomarán durante la estación seca (enero-abril) y durante la transición a la estación lluviosa (mayo-julio) con la participación de al menos 2 biólogos y 2 asistentes de campo de las comunidades. La toma de datos durante dos períodos al año se realiza con la finalidad de validar el método de monitoreo de este indicador. El método contempla la toma de muestras de agua para su análisis en las cuencas altas de tres ríos prioritarios en la vertiente Pacífica y tres ríos prioritarios en la vertiente Caribe, estos últimos también serán muestreados en un sitio a la altura de su cuenca media. Adicionalmente, en la cuenca baja de estos ríos de la vertiente Caribe, se tomarán muestras en dos sitios, una en un sitio cercano a las comunidades (con perturbación) y otra en un sitio distante a las comunidades (con poca perturbación).

Se estima que cada una de las 32 giras de monitoreo (15 giras en Panamá y 17 giras en Costa Rica) tendrá una duración aproximada de 4-5 días. El muestreo se realizará siguiendo los métodos generales para muestreo de ambientes acuáticos (Cupplin 1986ab, LaBounty 1986, Heckadon-Moreno *et al.* 1999, Candanedo y Vásquez 2000). Primero se seleccionan 3 segmentos en cada uno de los ríos a monitorear. Luego se procede a hacer registros del oxígeno disuelto en 3 secciones transversales del río, margen derecho, margen izquierdo y el centro del río. El monitoreo del oxígeno disuelto se puede realizar conjuntamente con el monitoreo de los insectos acuáticos. Entre los otros parámetros del agua que se podrían monitorear, si los recursos lo permiten y aprovechando las visitas para muestreo, serían la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), pH, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, alcalinidad, concentraciones de nutrientes de nitrógenos y de fosfatos y la abundancia de

coliformes fecales (Mitre, com. pers.¹⁰, Cupplin 1986b, Heckadon-Moreno *et al.* 1999). Con todos estos parámetros se puede obtener un índice de la calidad del agua (ICA).

Frecuencia

Cada sitio del monitoreo se muestreará dos veces por año, un muestreo durante la estación seca y otro durante la transición a la estación lluviosa (abril-junio), cada año del programa de monitoreo. Estos dos muestreos por año son con el fin de comparar y validar los valores entre los sitios de tierras altas y los sitios de tierras bajas.

Localización

Los sitios de monitoreo en el PILA están localizados en Panamá principalmente en los ríos Sixaola, Teribe y Changuinola en la vertiente Caribe y los ríos Chiriquí, Chiriquí Viejo y Macho de Monte, en la vertiente Pacífica. Por su parte en Costa Rica se sugiere el monitoreo en los ríos La Estrella, Telire, y Lari en la vertiente Caribe, y en los ríos Cotón, Coto Brus, Chirripó del Pacífico, General y Grande de Térraba en la vertiente Pacífica. Estos sitios representan sectores dentro de las cuencas baja, media y alta de cada río del Caribe y en la cuenca alta de los ríos del Pacífico. Con replicas de sitios perturbados y de sitios no perturbados cuenca baja de los ríos de la vertiente Caribe. En lo posible serán prioritarias las áreas en donde se realizará el monitoreo de familias de insectos acuáticos conjuntamente con el monitoreo de la cobertura boscosa ribereña.

Recursos requeridos

Se necesita la participación de dos equipos de muestreo. Un equipo muestreara los ríos en las tierras altas de ambas vertientes, Caribe y Pacífico, y el otro equipo muestreará los ríos en las cuencas media y baja de los ríos en la vertiente Caribe. Cada equipo de muestreo conformado por al menos dos personas para el trabajo de campo, y necesitarán de un vehículo 4x4, caballos, un sensor (multi-paramétrico) de oxígeno disuelto (y otros parámetros), botellas colectoras, computadoras y programas, y otros equipos y materiales de campo. En su mayoría estos son los mismos recursos que serán utilizados para el indicador de insectos acuáticos.

Costo

El costo estimado para el monitoreo en cada país de este indicador es de **US\$ 18,140.00** para el primer año y en los siguientes años sería de **US\$ 8,740.00**. Este presupuesto incluye los gastos de personal (US\$ 4,720.00), equipo (US\$ 9,400.00) y materiales (US\$ 600.00), combustible (US\$ 1,000.00), alquiler de caballos (US\$ 1,440.00) y alimentación (US\$ 1,000.00). En este presupuesto no se incluyen los costos por la compra del vehículo pick-up doble cabina 4x4 (US\$ 22,000.00), alquiler del bote de motor (US\$ 400.00) por año, ni tampoco incluye los gastos de los análisis de laboratorio adicionales de las muestras de agua.

Análisis e interpretación de la información

Los análisis de las muestras de agua se realizarán en el sitio, salvo que se tomen muestras para establecer el índice de la calidad del agua (ICA). Si se toman muestras adicionales para obtener el ICA los análisis se realizarían en algún laboratorio especializado en análisis del agua. Se creará una base de datos con la información físico-química del agua de río y del hábitat circundante. La información será

¹⁰Mitre, M. 2005. CICH

procesada estadísticamente y los resultados serán digitalizados en mapas. Se necesitara la colaboración de un limnólogo.

Responsables

Por parte de Panamá, la Unidad de Monitoreo de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) podría realizar el monitoreo de este indicador con apoyo de el laboratorio de Calidad de Aguas de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), el Programa de Maestría en Manejo Ambiental del Centro Regional de Bocas del Toro de la Universidad de Panamá y del Centro de Estudios de Limnología y del Mar de la Universidad de Panamá. El laboratorio de aguas de la UNACHI ha iniciado la evaluación de la calidad del agua en algunos riachuelos del sector de Las Nubes en la vertiente Pacífica del PILA. Instituciones en Panamá que tienen laboratorios de análisis de la calidad de agua son la ANAM, Autoridad del Canal de Panamá (ACP), Universidad de Panamá, UNACHI y la Universidad Tecnológica. Para Costa Rica existen algunos laboratorios en los cuales se pueden analizar las muestras recolectadas como los son el Centro de Investigaciones Marinas y Limnológicas (CIMAR) y el Centro de Investigaciones en Contaminación del Agua (CICA) de la UCR, el Instituto Regional de Estudios Tóxicos (IRET) y Laboratorio de Análisis y Servicios Químicos (LASEQ) de la UNA y el Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA).

Bibliografía

- Candanedo, Y.; Vásquez, D. 2000. Caracterización de macroinvertebrados acuáticos de la zona litoral de la Laguna A, Humedal Lagunas de Volcán, Chiriquí-Panamá. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología-Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Cupplin, P. 1986a. Streams. *In*: Cooperrider, A.Y.; Boyd, R.J.; Stuart, H.R. (eds.). Inventory and monitoring of wildlife habitats. Washington D.C., USA, US Department of The Interior-Bureau of Land Management. Pp. 225-236.
- Cupplin, P. 1986b. Water Quality. *In*: Cooperrider, A.Y.; Boyd, R.J.; Stuart, H.R. (eds.). Inventory and monitoring of wildlife habitats. Washington D.C., USA, US Department of The Interior-Bureau of Land Management. Pp. 633-638.
- Heckadon-Moreno, S.; Ibáñez D; Condit, R. 1999. La cuenca del canal: Deforestación, contaminación y urbanización: proyecto de monitoreo de la cuenca del canal de Panamá (PMCC). Sumario Ejecutivo del Informe Final. Panamá, STRI-USAID-ANAM.
- LaBounty, J.F. 1986. Lakes. *In*: Cooperrider, A.Y.; Boyd, R.J.; Stuart, H.R. (eds.). Inventory and monitoring of wildlife habitats. Washington D.C., USA, US Department of The Interior-Bureau of Land Management. Pp. 237-253.

Indicador 3: Porcentaje de cobertura de los bosques a lo largo de los ríos

Definición

Este es un indicador del estado del objeto de conservación mediante la medida de la cobertura de bosque que se encuentra en las márgenes de los ríos en una extensión de 40 m a cada lado del mismo. Esta medida de 40 m a ambos lados del río se basa en lo establecido como cobertura de vegetación que por ley en Panamá no se debe deforestar en las márgenes (ANAM 1999) y es acorde con lo

reglamentado en Costa Rica. También incluye el menor rango de distancia de resolución que los sistemas de sensores remotos en Panamá pueden diferenciar (Martínez, com. pers.¹¹)

Justificación

El monitoreo de la cobertura boscosa en los 40 m a ambos lados de las márgenes de los ríos permitirá identificar la pérdida de bosque en una escala espacial fina (pequeña) próxima a las márgenes de los ríos. Con este método se puede monitorear también la deforestación en áreas agropecuarias (privadas) en donde se permite el desmonte hasta una distancia no menor a 40 m de las márgenes de los ríos. La cobertura boscosa más allá de los 40 m de las márgenes será monitoreada por los indicadores de cobertura de vegetación de los bosques >1 500 msnm y los bosques ≤1 500 msnm.

Los bosques en las márgenes de los ríos no solo le brindan una protección a estos sistemas pluviales de fenómenos tanto naturales como antropogénicos (por ej., sedimentación, contaminación), sino que también permiten conectar entre si las diferentes regiones presentes a lo largo del recorrido del río y los procesos ecológicos interactivos tierra-agua. A través de esta conexión se pueden transportar o diseminar tanto nutrientes naturales como plantas y animales usando las vías acuáticas y los márgenes (Ohmart y Anderson 1986), por lo que actúan como corredores biológicos locales. El monitoreo de los bosques ribereños se correlacionará con el monitoreo de uso de suelo en el Sitio La Amistad, en especial con las actividades ganaderas.

Método

Disponiendo de la cobertura de vegetación obtenida para todos los objetos de conservación anteriores, incluyendo el área de influencia fuera del PILA hasta la desembocadura de los ríos, se puede realizar los cálculos correspondientes para este indicador. Se recomienda mapear todos los tipos de vegetación con el fin de tener un mejor panorama de la situación del área ribereña con el fin de determinar que medidas de mitigación o restauración se deben establecer.

Frecuencia

Cada 2 años con imágenes de satélite tomadas durante la estación seca y la transición a la estación lluviosa, si los costos son muy altos se pueden hacer evaluaciones cada 3 o 4 años. Se sugiere realizar el análisis cada dos años pues se considera que si la tasa de cambio de cobertura es baja, los cambios en la cobertura vegetal podrían ser difíciles de detectar en períodos de un año.

Localización

Los sitios de monitoreo en el PILA incluyen principalmente los ríos Chirripó del Atlántico, La Estrella, Telire, Copen, Lari, Teribe, Changuinola y Culubre en la vertiente Caribe y los ríos Cotón, Coto Brus, Chirripó del Pacífico, General, Grande de Térraba, Chiriquí, Chiriquí Viejo, Macho de Monte, Majagua, Colorado, Cotito y Candela con sus tributarios en la vertiente Pacífica. En lo posible serán prioritarias las áreas en donde se realizan los monitoreos de oxígeno disuelto y familias de insectos acuáticos.

Recursos requeridos

Un laboratorio de SIG con computadoras, impresoras, programas de procesamiento digital de imágenes, GPS (Sistema de Localización por Satélite), un geógrafo (a) especialista en SIG, imágenes de satélites, fotografías aéreas e insumos cartográficos digitales. Estos son los mismos recursos que

¹¹Martínez, R. 2005. Autoridad del Canal de Panamá.

serán utilizados para el indicador de pérdida de cobertura vegetal/boscosa de los páramos, bosques >1 500 msnm y bosques ≤1 500 msnm.

Costo

El costo del monitoreo de este indicador por cada país se estima en **US\$ 500.00** cada vez que se desea realizar. Este costo es adicional a los costos para obtener las coberturas de vegetación.

Análisis e interpretación de la información

Para realizar el análisis e interpretación de los datos se debe conformar un grupo de trabajo que además del especialista en el SIG, cuente con un hidrólogo y un ecólogo de plantas. Los resultados de este indicador deben en lo posible poder relacionarse con los otros indicadores de este objeto de conservación y con los indicadores de los otros objetos de conservación. Por lo tanto se recomienda desarrollar modelos ecológicos para el monitoreo integrado de una región (DeAngelis *et al.* 2003).

Responsable

Los responsable del monitoreo de este indicador por parte de Panamá serán la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). La Unidad de Monitoreo de la ANAM realizará las verificaciones en el campo. También se pueden establecer unos acuerdos de colaboración con otras instituciones que cuentan con un laboratorio de SIG y/o que desarrollan modelos de análisis como son la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON), el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI) y la Autoridad del Canal de Panamá (ACP). Por su parte, en Costa Rica existen varias organizaciones en las cuales se cuentan con la experiencia y equipo para desarrollar este monitoreo, entre ellas el INBio, la OET, el CATIE y otras.

Bibliografía

- ANAM. 1999. Cuencas hidrográficas, suelos y aguas de Panamá. Estrategia Nacional del Ambiente, Volumen 7. 57p.
- DeAngelis, D. L.; Gross, L.J.; Comiskey, E.J.; Mooij, W.M.; Nott, M.P.; Bellmund, S. 2003. The use of models for a multiscaled ecological monitoring system. *In*: Busch, D.E.; Trexler, J.C. (eds.). Monitoring ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives. Washington D.C., USA, Island Press. Pp. 167-188.
- Ohmart, D.; Anderson, B.W. 1986. Riparian habitat. *In*: Cooperrider A.Y.; Boyd, R.J.; Stuart, H.R. (eds.). Inventory and monitoring of wildlife habitats. Washington D.C., USA, US Department of The Interior-Bureau of Land Management. Pp.169-199.

5.5 Jaguar (Panthera onca)

Indicador 1: Densidad de la población de jaguares (individuos/100km²)

Definición

Es un indicador del tamaño del objeto de conservación que representa el número de jaguares que ocupan una superficie de área determinada, en este caso por cada 100km² , por lo tanto brinda una idea de la condición de la población del jaguar.

Justificación

Con base en los reportes del personal del PILA y miembros de ONGs, se conoce que existe una buena población de jaguares en el área del PILA. La densidad relativa de la población es un indicador directo de la *abundancia*. Al cuantificar la población de jaguares en diferentes sectores podremos tener una mejor idea de la evolución de la población y de su permanencia a largo plazo, así como de las poblaciones de otro vertebrados controlados por este felino. Este indicador permitirá por su parte obtener datos relacionados sobre otros aspectos poblacionales de la especie como periodo de reproducción.

Método

Para la estimación de la densidad absoluta de población de los jaguares y otros animales se usará el método de las trampas cámaras ya utilizado y probado con jaguares, y otros felinos (Silver *et al.* 2004). El método consiste en colocar cámaras trampas que se disparan con el movimiento y el calor. Al utilizar este método se aumentan las probabilidades de obtener mayor información de registros de los animales que transiten en la zona de estudio. Las cámaras trampas serán establecidas en caminos y/o senderos establecidos por las personas o por los animales grandes en 12 sitios, 6 sitios de monitoreo en Panamá y 6 sitios en Costa Rica, de los cuales 8 sitios representan áreas boscosas distantes o cercanas de los poblados en las tierras bajas (≤ 500 msnm) y 2 sitios están ubicados a elevaciones media (1 000-1 600 msnm). El monitoreo en cada sitio debe realizarse en un tiempo aproximado de 2 meses, en algunos casos es posible realizar el censo en dos sitios al mismo tiempo si se cuenta con los recursos necesarios. Las cámaras en los sitios de muestreo se revisarán entre cada 5 - 15 días dependiendo de las condiciones del hábitat.

Esta técnica toma ventaja de las marcas que presenta cada jaguar, ya que con esto podemos identificar individuos por medio de las fotografías utilizando las cámaras en estaciones y así poder aplicar los modelos que estiman la abundancia de la población (Nichols 1992). Cada estación consiste en la colocación de dos cámaras que permitirán la toma de fotos de ambos lados del individuo. En cada sitio de monitoreo se establecerán 20 estaciones de cámaras trampas (40 cámaras) y éstas serán colocadas más o menos a 1,5 a 3 km de distancia entre estación y todas en un área de 10 km² que es el mínimo del área de actividad calculado para hembras jaguares (Rabinowitz y Nottingham 1986). El método busca la manera de maximizar las posibilidades de obtener fotos de los jaguares. Cada estación estará georeferenciada mediante el uso del sistema de posicionamiento global (SPG).

Frecuencia

El censo de jaguares en cada uno de los 12 sitios de monitoreo se realizará una vez por año por 2 meses por lo que se trabajará en el monitoreo durante los 12 meses del año.

Localización

Los 2 sitios o localidades de los censos distantes de los poblados están distribuidos, uno en la cuenca baja del Río Yorkín entre los Ríos Yorkín y Tscuí, y otro sitio en la cuenca baja del Río Teribe en la

unión de la Quebrada Bonyic y el Río Teribe. Los 2 sitios o localidades de los censos cercanos a los poblados están distribuidos de oeste a este, un sitio en la Quebrada Darui cerca de la comunidad de San San Druy y otro sitio en el área cercano a la comunidad de El Nance en el Filo del Risco. Los 2 sitios de elevaciones medias (1200-1800 msnm) comprenden un sitio en el nacimiento del Río Culubre cerca de la estación de campo de la ANAM y en la cuenca alta del río Chiriquí en el sector de Quebrada Bijao-Fortuna. Para Costa Rica se sugiere monitorear en el sector Altamira (Casa Coca), sector Santa María, Dúrika, altos del río Lori y Alto Telire entre el Río Araba y Río Tiuri. Se podrá, definir otros sitios en Costa Rica con base en la accesibilidad y en recomendaciones por los expertos.

Algunas de estas localidades son las mismas utilizadas para el monitoreo del puerco de monte y otras especies como indicador de la disponibilidad de presa para el jaguar. De esta manera se puede integrar y correlacionar la información obtenida en el monitoreo de ambos indicadores.

Recursos requeridos

Se necesita un ecólogo de felinos, un biólogo o un estudiante de tesis de biología y 2 asistentes de campo (pobladores de las comunidades próximas a cada uno de los sectores de estudio), un vehículo 4x4, 50-60 cámaras (incluyendo cámaras de repuestos), película para fotografías, unidades de SPG, equipo de computación y programas, y equipo y materiales de campo.

Costos

El costo estimado para el monitoreo en cada país de este indicador es de **US\$ 32,600.00** para el primer año. En los próximos años sería de **US\$ 19,400.00** ya que los equipos se adquieren en el primer año. Que incluye los costos de personal (US\$ 14,400.00), equipo (US\$ 13,200.00), materiales (US\$ 2,300.00), combustible (US\$ 1,800.00), alimentación (US\$ 900.00). Este no incluye los costos por la compra de un vehículo pick-up doble cabina 4x4 (US\$ 22,000.00) este puede ser el mismo vehículo que será utilizado en el monitoreo del indicador de *densidad de la población de puercos de monte*. Tampoco incluye el alquiler del bote de motor (US\$ 500.00) por año, ni del alquiler de caballos (US\$ 800.00) por año.

Análisis e interpretación de la información

Se usará el programa CAPTURE (Restad y Burnham 1991) para hacer un estimado de la población de la zona. Mediante las imágenes tomadas se estimará el mínimo del área de actividad de algunos individuos fotografiados y la densidad estimada será obtenida al dividir el número de jaguares (abundancia) entre el área efectiva de muestreo (Wilson y Anderson 1985). Los resultados de este indicador deben en lo posible poder relacionarse con los otros indicadores de este objeto de conservación y con los indicadores de los otros objetos de conservación. Por lo tanto se recomienda desarrollar modelos ecológicos para el monitoreo integrado de una región (DeAngelis *et al.* 2003). Se podría usar en este caso un modelo del tipo *espacialmente explícito individualmente basado*, SIMPDEL (Comiskey *et al.* 1994) como el que fue desarrollado para simular el movimiento, crecimiento, reproducción y mortalidad del puma o pantera de Florida y de su presa el venado cola blanca, quien es un indicador de la pantera. Este modelo de la pantera de Florida se apoya en un programa llamado PANTRACK (Comiskey *et al.* 2002) diseñado para analizar datos de monitoreo de telemetría sobre diferentes tipos de mapas.

Responsables

El monitoreo de este indicador podría ser realizado por la Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA) con el apoyo del Programa de Conservación del Jaguar de Wildlife Conservation Society (WCS) en base a un acuerdo de colaboración. SOMASPA ha realizado estudios con jaguares y con otros felinos en otros sitios de Panamá (por ej., Cuenca del Canal de Panamá, Darién). WCS ha estado realizando estudios de densidad de las poblaciones de jaguares en otros sitios de Latinoamérica y desarrollando un método uniforme de medición que permite comparaciones entre diferentes sitios. Este monitoreo se puede realizar con la participación de la Unidad de Monitoreo de ANAM y de estudiantes de la Universidad Autónoma de Chiriquí y/o de la Universidad de Panamá. Para Costa Rica se sugiere que el monitoreo sea liderado por el Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la UNA y por Jan Schipper del CATIE.

Bibliografía

- Comiskey, E.J.; Bass, O.L., Jr.; Gross, L.J.; McBride, R.T.; Salinas, R A.. 2002. Panthers and forests in south Florida: An ecological perspective. *Conservation Ecology* 6(18).
- Comiskey, E.J.; Gross, L.J.; Fleming, D.M.; Houston, M.A.; Bass, O.L., Jr.; Luh, H.K.; Wu, Y. 1994. A spatially explicit individual-based simulation model for Florida panther and white tailed deer in the Everglades and Big Cypress landscapes. *In: ordan, D. (ed.). Proceedings of the Florida Panther Conference. Florida, USA, U.S. Fish and Wildlife Service, Fort Meyers. Pp. 494-503.*
- DeAngelis, D.L.; Gross, L.J.; Comiskey, E.J.; Mooij, W.M.; Nott, M.P.; Bellmund, S. 2003. The use of models for a multiscaled ecological monitoring system. *In: Busch, D.E.; Trexler, J.C. (eds.) Monitoring ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives. Washington D.C., USA, Island Press. Pp. 167-188.*
- Nichols, J.D. 1992. Capture-recapture models: using marked animals to study population dynamics. *Bioscience* 42: 94-102.
- Rabinowitz, A.; Nottingham, B. 1986. Ecology and behaviour of the jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. *J. Zool. Lond. (A)* 210: 149-159.
- Rexstad, E.; Burnham, K. 1991. User's guide for interactive program Capture. Colorado, USA, Fort Collins, CO: Colorado Cooperative Fish & Wildlife Research Unit, Colorado State University.
- Silver, S.; Ostro, L.; Mash.,L.; Maffei, L.; Noss, A., Kelly, M. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar (*Panthera onca*) abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 38 (2): 148-154.
- Wilson, K.R.; Anderson, R.D. 1985. Evaluation of two density estimators of small mammal population size. *Journal of Mammal* 66: 13-21.

Indicador 2: Densidad de la población de puercos de monte (*Tayassu pecari*) (ind/Km²)

Definición

Este es un indicador de la condición indirecta del objeto de conservación que nos informa del número de individuos de puercos de monte (*Tayassu pecari*), principal presa del jaguar, por área de observación.

Justificación

El puercos de monte es considerado la presa principal del jaguar (Aranda 1994, Chinchilla-Romero 1997, Sunquist y Sunquist 2002) por lo que es un buen indicador de la *disponibilidad de presas terrestres*. La

disponibilidad de esta especie, posiblemente nómada (Fragoso 1994, pág. 167, Carrillo-Jiménez 2000), está determinada por su abundancia. Este indicador también puede ser una medida indirecta del efecto de la cacería como una amenaza para la integridad ecológica del ecosistema, así como también del efecto indirecto de la deforestación en el jaguar. El puerco de monte depende principalmente de la presencia de grandes extensiones de bosques en donde encuentra sus alimentos (por ej., frutos de palmas). La disminución o desaparición de esta y otras especies de presas por la cacería es posiblemente la principal causa de que los jaguares se desplacen a las áreas ganaderas en busca de alimento, como lo son los animales domésticos, lo que resulta en la muerte de los jaguares por los ganaderos o por los moradores de las comunidades. Es interesante que los valores de Brasil (Cullen *et al.* 2001) para el puerco de monte son similares a los reportados en Panamá para el saíno (*Tayassu tajacu*) (Wright *et al.* 2000). Durante los censos de los puercos o chanchos de monte también se pueden censar otras especies de presas del jaguar (paca o tepezcuintles, venados, tapir o danta) o especies de mamíferos y aves de importancia para la conservación (por ej., perezosos, monos, crácidos), así como realizar censos de mamíferos nocturnos (por ej., marsupiales, roedores, carnívoros).

Método

Para estimar la abundancia o densidad relativa del puerco de monte se utilizará el método de observaciones en transectos lineales (Pérez 2000, Cullen *et al.* 2001) con un diseño experimental de replicas. Se sugiere seleccionar 25 sitios de muestreo, 13 sitios o localidades de muestreo para Panamá y 12 sitios para Costa Rica de los cuales 16 sitios representan áreas boscosas de tierras bajas (<500 msnm) distantes o cercanas a los poblados y 9 sitios representan áreas boscosas a elevaciones medias (1 000-1 600 msnm). En cada uno de estos sitios se establecerán 2 transectos de 3 - 5 km de largo dependiendo de la topografía. Para cada uno de los tratamientos, cercano (perturbado) o distante (no perturbado) de los poblados, se contará con 8 réplicas o sitios y cada sitio contará con 2 réplicas de los transectos.

Los censos se realizarán durante la estación seca (enero-abril) en la mañana de 6:00-11:30 a.m. con la participación de 2 equipos de trabajo conformados cada uno por un biólogo o un estudiante de biología y 1-2 miembros de las comunidades vecinas a los sitios de estudio, entrenados y dirigidos por un mastozoólogo (Hill y Padwe 2000). Cada sitio puede ser censado por los dos equipos. Durante los censos del puerco de monte también se podrán censar otras presas principales del jaguar, como lo son los saínos (*T. tajacu*), el venado de bosque (*Mazama americana*) y el conejo pintado o tepezcuintle (*Agouti paca*), además dentro de lo posible se censarán otras especies de mamíferos y aves de importancia para la conservación (por ej., monos, tapir, pavas, pavones).

Frecuencia

El monitoreo de este indicador se realizará en cada sitio una vez por año durante la estación seca (enero-abril) con la participación de los estudiantes de biología.

Localización

Los 8 sitios de muestreo para las densidades de puercos de monte a elevaciones bajas se distribuyen de la siguiente manera: los 4 sitios o localidades para los censos distantes (no perturbado) de los poblados localizados, un sitio en la cuenca alta del Río Yorkin en la unión del Río Yorkin con la Quebrada Tscuí, un sitio en la cuenca baja del Río Teribe en el sector de la unión con la Quebrada Siey, un sitio en la cuenca alta de la Quebrada Boca Chica en la zona cercana a su nacimiento, y otro

sitio en la unión del Río Culubre con el Río Changuinola. Los 4 sitios o localidades de los censos cercanos (perturbado) a los poblados están distribuidos de oeste a este: un sitio en la cuenca baja del Río Yorkín sector de Boca de Yorkín, un sitio en la cuenca baja del Río Teribe en el sector de la desembocadura de la Quebrada Bonyic, un sitio en la cuenca baja del Río Changuinola en el sector de Guabo y otro sitio en la cuenca baja del Río Changuinola en el sector de el Nance-Cerro Cólico. Los 4 sitios a elevaciones media (1000-1600 msnm) están localizados de oeste a este: un sitio en el sector del Río Sucui, un sitio en la cuenca media del Río Teribe, un sitio en la cuenca media del Río Culubre en el sector de la estación de la ANAM cerca del nacimiento del mismo Río Culubre y un sitio en la cuenca media del Río Changuinola. Además se muestreará un sitio en la cuenca alta del río Chiriquí en el sector de Quebrada Bijao-Fortuna, y este representaría el único sitio en la vertiente Pacífica que presenta puercos o chancos de monte a elevaciones medias. Para Costa Rica se sugiere monitorear en el sector Altamira (Casa Coca), sector Santa María, Dúrika, altos del río Lori y Alto Telire entre el Río Araba y Río Tiuri. Los otros sitios en Costa Rica serán definidos con base en la accesibilidad y en recomendaciones de los expertos.

Recursos requeridos

Se requerirá la participación de un mastozoólogo, 2 biólogos o 2 estudiantes de tesis de biología, 4 asistentes de campo (pobladores de las comunidades próximas a cada uno de los sectores de estudio), un vehículo 4x4, un bote de motor, caballos, equipo y materiales para censos por observación de vertebrados en el campo (por ej., medidores de distancias, cintas de transectos, binoculares, libretas de campo), computadora, programas de computación, etc.

Costo

El monitoreo de este indicador en cada país de tiene un costo aproximado de **US\$ 15,625.00** para el primer año. En los próximos años el costo sería de **US\$ 13,545.00**, ya que no se incluye el costo de los equipos. Esto incluye el personal de campo (US\$ 9,460.00), equipo (US\$ 2,080.00) y materiales (US\$ 300.00), alimentación (US\$ 3,185.00) y combustible (US\$ 600.00). Este gasto no incluye los costos por la compra de un vehículo pick-up doble cabina 4x4 (US\$ 22,000.00). Tampoco incluye el alquiler del bote de motor (US\$ 400.00) por año, ni del alquiler de caballos (US\$ 1,470.00) por año.

Análisis e interpretación de la información

El análisis de la información se realizará basado en los métodos empleados para censar los puercos o chancos de montes en otros estudios (Buckland *et al.* 1993, Hill y Padwe 2000, Pérez 2000, Wright *et al.* 2000, Cullen 2001). Para estimar abundancias/densidades se utilizará el índice del número de animales observados por kilómetro recorrido, el modelo uniforme, el estimado de King o el paquete estadístico DISTANCE (Laake *et al.* 1993). En lo posible se espera expresar los valores de densidad relativa primero como promedio de los 2 transectos por sitio, luego como promedio de los 2 sitios por región y por tratamiento, y finalmente como el promedio de los 4 sitios por tratamiento. Este procedimiento permitirá hacer generalizaciones sobre los valores de densidad relativa con relación al sitio, región o tratamiento.

Para el análisis e interpretación de los datos se debe contar con un ecólogo de mamíferos, programas de análisis estadísticos, etc. Los resultados de este indicador deben en lo posible poder relacionarse con los otros indicadores de este objeto de conservación y con los indicadores de los otros objetos de conservación. Por lo tanto se recomienda desarrollar modelos ecológicos para el monitoreo integrado de una región (DeAngelis *et al.* 2003). Se podría desarrollar un modelo que relacione el patrón de

movimiento con parámetros bióticos y abióticos (por ej., vegetación, alimento, hidrología, clima), como por ej., un modelo del tipo *espacialmente explícito individualmente basado* (Mooij *et al.* 2002) para predecir el estado de la población. Un modelo de este tipo fue desarrollado para simular el movimiento, crecimiento, reproducción y mortalidad del puma o pantera de Florida (*Puma concolor*) y de su presa, el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), quien es un indicador del puma (SIMPDEL, Comiskey *et al.* 1994).

Responsables

El responsable del monitoreo de este indicador podría ser la Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA) en colaboración con la UNACHI, y la extensión regional en Bocas del Toro de la Universidad de Panamá, Unidad de Monitoreo de ANAM o alianzas entre estas y otras organizaciones con experiencia en el tema. Para Costa Rica se sugiere que el monitoreo sea liderado por el Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la UNA y por Jan Schipper del CATIE.

Bibliografía

- Aranda, M. 1994. Importancia de los pecaríes (*Tayassu* spp.) en la alimentación del jaguar (*Panthera onca*). Acta Zool. Mex. (n.s.) 62: 11-22.
- Buckland, S.; Anderson, D.; Burnham, K.; Laake, J. 1993. Distance Sampling: estimating abundance of biological populations. USA, Chapman & Hall.
- Carrillo-Jiménez, E. 2000. Ecology and conservation of white-lipped peccaries and jaguars in Corcovado National Park, Costa Rica. Dissertation, Ph.D., University of Massachusetts, Graduate School, Amherst, MA, USA.
- Chinchilla-Romero, F.A. 1997. Diet of *Panthera onca*, *Felis concolor* and *Felis pardalis* (Carnivora: Felidae) in Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. Tropical Diversity Origins, Maintenance, and Conservation. ATB & OTS Symposium and Annual Meeting Abstracts, San José CR, 15-20 June, 1997. San José, CR, Organization for Tropical Studies. Pp. 47.
- Comiskey, E.J.; Gross, L.J.; Fleming, D.M.; Houston, M.A.; Bass, O.L., Jr.; Luh, H. K.; Wu, Y. 1994. A spatially explicit individual-based simulation model for Florida panther and white tailed deer in the Everglades and Big Cypress landscapes. *In*: Jordan, D. (ed.). Proceedings of the Florida Panther Conference. Florida, USA, U.S. Fish and Wildlife Service, Fort Meyers. Pp. 494-503.
- Cullen, L.; Bodmer, R.; Valladares-Padua, C. 2001. Ecological consequences of hunting in Atlantic Forest patches, Sao Paulo, Brazil. Oryx 35(2): 137-144.
- DeAngelis, D.L.; Gross, L.J.; Comiskey, E.J., Mooij, W. M.; Nott, M.P.; Bellmund, S. 2003. The use of models for a multiscaled ecological monitoring system. *In*: Busch, D.E.; Trexler, J.C. (eds.). Monitoring ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives. Washington D.C., USA, Island Press. Pp. 167-188.
- Fragoso, J.M.V. 1994. Large mammals and the community dynamics of an Amazonian Rain Forest. Doctoral dissertation. University of Florida, Gainesville, Florida. 209 p.
- Hill, K.; Padwe, J. 2000. Sustainability of Aché hunting in the Mbaracayu Reserve, Paraguay. *In*: Robinson, J.C.; Bennett, E.L. (eds.). Hunting for sustainability in tropical forests. USA, Columbia University Press. Pp. 79-105.
- Mooij, W.M.; Bennetts, R.E.; Kitchens, W.M.; DeAngelis, D.L. 2002. Exploring the effects of drought extend and interval on the Florida snail kite: interplay between spatial and temporal scales. Ecological Modelling 149: 25-39.

- Laake, J.; Buckland, S.; Sanderson, D.; Burham, K. 1993. Distance sampling: Abundance estimation of biological populations-distance Users Guide version 4.0. Colorado, USA, Fort Collins, CO: Colorado Co-operative Fish and Wildlife Research Unit, Colorado State University.
- Peres, C.A. 2000. Evaluating the impact and sustainability of subsistence hunting at multiple Amazonian forest sites. *In*: Robinson, G.; Bennett, E.L. (eds.) Hunting for sustainability in tropical forests. USA, Columbia University Press. Pp. 31-56.
- Sunquist, M.; Sunquist, F. 2002. Wild Cats of the World. University of Chicago Press, USA.
- Wright, S.J.; Cevallos, H.; Domínguez, I.; Gallardo, M.M.; Moreno, M.C.; Ibáñez, R. 2000. Poachers alter mammal abundance, seed dispersal, and seed predation in a neotropical forest. *Conservation Biology* 14 (1): 227-239.

Indicador 3: Porcentaje de cobertura total de bosques de tierras bajas y altas potencial disponibles (hábitat)

Definición

Este es un indicador del estado del objeto de conservación en un contexto paisajístico y se refiere al porcentaje total de bosque (hábitat preferido por el jaguar y sus presas) existente desde las tierras bajas hasta las tierras altas en el área de La Amistad.

Justificación

El jaguar usa variados hábitats tanto de tierras bajas como de tierras altas (0 – 3 000 msnm), pero en condiciones naturales obtiene sus presas principalmente en el hábitat de bosque (Sunquist y Sunquist 2002). El porcentaje de área con *cobertura boscosa* a diferentes elevaciones también podría ser un indicador indirecto de la disponibilidad de las especies presas para el jaguar, las cuales están estrechamente asociadas al bosque. El monitoreo de este indicador de cobertura boscosa contribuye a asegurar el mantenimiento de la conectividad de los bosques de tierras bajas y montanos del área de La Amistad de tal manera que permita el funcionamiento de un corredor de tierras bajas y otro de montañas.

Método

Disponiendo de la cobertura de vegetación obtenida para todos los objetos de conservación anteriores, incluyendo el área de influencia fuera del PILA, se pueden realizar los cálculos correspondientes para este indicador. Se recomienda mapear todos los tipos de vegetación con el fin de tener un mejor panorama de la situación con el fin de determinar que medidas de mitigación o restauración se deben establecer.

Frecuencia

Su monitoreo comprenderá la medición del área de la cobertura boscosa total de los bosques >1 500 msnm, ≤ 1 500 msnm y área de influencia del PILA cada 2 años, pero si los costos son muy altos se pueden hacer evaluaciones cada 3 o 4 años.

Localización

Este indicador comprende tanto los bosques de las tierras bajas ($\leq 1,500$ msnm) como los de las tierras altas ($>1,500$ msnm) del área de La Amistad en ambos países. En el objeto de conservación de los páramos se considera monitorear el estado de la vegetación la cual es un hábitat frecuentemente utilizado por el jaguar.

Recursos requeridos

Un laboratorio de SIG con computadoras, impresoras, programas de procesamiento digital de imágenes, GPS (Sistema de Localización por Satélite), un geógrafo especialista en SIG, imágenes de satélites, fotografías aéreas e insumos cartográficos digitales. Estos son los mismos recursos que serán utilizados para el indicador de cobertura vegetal/boscosa de los páramos, bosques $>1,500$ msnm, bosques $<1,500$ msnm y bosques ribereños.

Costo

El costo del monitoreo por cada país de este indicador está estimado en aproximadamente **US\$ 500.00** cada vez que se desea realizar. Este costo es adicional a los costos para obtener las coberturas de vegetación.

Análisis e interpretación de la información

Para realizar el análisis e interpretación de los datos se debe conformar un grupo de trabajo que además del especialista en el SIG, cuente con un especialista en ecología de felinos. Los resultados de este indicador deben en lo posible poder relacionarse con los otros indicadores de este objeto de conservación y con los indicadores de los otros objetos de conservación. Por lo tanto se recomienda desarrollar modelos ecológicos para el monitoreo integrado de una región (DeAngelis *et al.* 2003).

Responsable

Los responsables del monitoreo de este indicador por parte de Panamá serán la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). La Unidad de Monitoreo de la ANAM realizará las verificaciones en el campo. También se pueden establecer unos acuerdos de colaboración con otras instituciones que cuentan con un laboratorio de SIG y/o que desarrollan modelos de análisis de vegetación como son la Autoridad del canal de Panamá, Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON) y el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI). Por su parte, en Costa Rica existen varias organizaciones en las cuales se cuentan con la experiencia y equipo para desarrollar este monitoreo, entre ellas el INBio, la OET, el CATIE y otras.

Bibliografía

DeAngelis, D.L.; Gross, L.J.; Comiskey, E.J.; Mooij, W.M.; Nott, M.P.; Bellmund, S. 2003. The use of models for a multiscaled ecological monitoring system. *In*: Busch, D.E.; Trexler, J.C. (eds.) Monitoring ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiatives. Washington D. C., USA, Island Press. Pp. 167-188.

Sunquist, M.; Sunquist, F. 2002. Wild Cats of the World. Chicago, USA, University of Chicago Press.

5.6 Pájaro campanero (*Procnias tricarunculata*)

Indicador 1: Promedio de machos adultos en despliegue por sitio durante el período reproductivo

Definición

Es un indicador de la abundancia relativa de individuos machos adultos del pájaro campanero en un sitio determinado durante su período reproductivo.

Justificación

Este indicador brinda información indirecta sobre la abundancia de esta especie y la condición de los machos durante el período de reproducción. Debido a que las hembras y juveniles no emiten cantos y son muy difíciles de observar, la cuantificación de la población se realiza indirectamente por medio de los machos. Esta especie juega un rol importante en la dispersión de semillas de lauráceas (Wenny y Levey 1998) las cuales son un elemento indicador de los bosques prístinos y alimento para otras especies de aves como el quetzal (*Pharomachrus mocinno*), el tucancillo verde (*Aulacorhynchus prasinus*) y la pava negra (*Chamaepetes unicolor*). Siguiendo metodologías similares a la planteada en este documento, se tiene documentado que la población del campanero en Monteverde (Costa Rica) se encuentra en declinación (Hamilton *et al.* 2003). Posiblemente, la población de campanero que habita en el sitio La Amistad es la mas grande en su área de distribución, por lo tanto el monitoreo de esta población es clave para la sobrevivencia de esta especies.

Método

Para el monitoreo de este indicador, primeramente se identificarán los sitios utilizados por individuos machos de campanero en despliegue y/o en apareamiento. Es probable que el uso de estos sitios este influenciado por la disponibilidad del recurso alimenticio representado en este caso por las lauráceas. Para la estimación de la abundancia se utilizará el método transecto con puntos de conteos, basados en avistamientos o cantos del campanero.

En cada uno de los 10 sitios de muestreo, 5 sitios en Panamá (Santa Clara, Boquete y Fortuna) y 5 sitios en Costa Rica (Las Tablas) por el momento, se establecerán 2 transectos con una longitud de 3 kilómetros cada uno. Estos transectos podrían atravesar claros dentro del bosque, barrancos y bordes de bosques para aumentar las probabilidades de encuentros con estas aves (Wheelwright 1991). Cada transecto tendrá 16 puntos de conteo que estarán separados entre sí por una distancia de 200 metros según lo recomendado para este tipo de muestreo (Gibbons *et al.* 1996, Gregory *et al.* 2004). A lo largo del transecto y de sus puntos de conteo, se registrarán todos los individuos de campaneros vistos o escuchados en un radio de 50 metros. Los conteos del campanero se realizarán durante las 6:30 a.m. y 10:30 a.m., las cuales se considera que son las horas de mayor actividad para estas aves (Wheelwright 1991, Ryder 1986), y cada punto de conteo tendrá una inversión de tiempo de 10 minutos.

Cada transecto será recorrido un día cada mes en un período de 6 meses al año (marzo-agosto). Se calcularán promedios de la abundancia de individuos machos de campanero entre los dos transectos de cada sitio de conteo, y entre los sitios de cada sector. La comparación de los promedios entre los 10 sitios evaluados brindará una estimación del estado de la abundancia del campanero en la región de la Cordillera entre Costa Rica y Panamá.

Frecuencia

El monitoreo de este indicador se realizará cada año durante los meses de junio a octubre en cada sitio. Considerando que estos son los meses en que individuos machos del pájaro campanero han sido visto en los sitios de reproducción.

Localización

El monitoreo de este indicador se localizará en los sitios utilizados por el pájaro campanero durante la temporada de reproducción. Los sitios de evaluación en Panamá comprenderán el área de Santa Clara en los sectores de Finca Hartmann y los Pozos, el sector de Palmira y Finca Pettersen en el área de Boquete, y el área de Fortuna en el sector de la estación Jorge Araúz del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. Todos estos sitios localizados en la vertiente Atlántica del área de La Amistad. Para Costa Rica aún no se han identificado los sitios de reproducción de esta especie en el PILA, aun cuando se conoce que una población se reproduce en la Zona Protectora Las Tablas.

Recursos requeridos

Para el monitoreo de este indicador se requiere de la participación de un ornitólogo, 2 estudiantes de tesis de biología, un vehículo 4x4, equipo y materiales para censos por observación de vertebrados en el campo (por ej., medidores de distancias, cintas de transectos, binoculares, libretas de campo), computadora, programas de computación, etc.

Costos

El costo estimado para el monitoreo de este indicador en cada país es de **US\$ 12,500.00** para el primer año. En los próximos años el costo sería de **US\$ 10,800.00** cada vez que realice el censo en los 5 sitios de cada país. Que incluye los costos de personal (US\$ 8,600.00), equipo (US\$ 1,700.00), materiales (US\$ 250.00), combustible (US\$ 750.00), alimentación (US\$ 1,200.00). Este no incluye los costos por la compra de un vehículo pick-up doble cabina 4x4 (US\$ 22,000.00).

Análisis e interpretación de la información

Para realizar el análisis e interpretación de los datos se debe contar con un ecólogo de aves y programas de análisis estadísticos. Los resultados de este indicador deben en lo posible poder relacionarse con los otros indicadores de este objeto de conservación y con los indicadores de los otros objetos de conservación. Por lo tanto se recomienda desarrollar modelos ecológicos para el monitoreo integrado de una región (DeAngelis *et al.* 2003).

Responsable

Los responsables del monitoreo de este indicador por parte de Panamá serían la UNACHI en colaboración con la Universidad de Panamá, y se podrían establecer acuerdos de apoyo con otras instituciones como el Instituto Smithsonian de Estudios Tropicales, la Unidad de Monitoreo de ANAM y la Sociedad Audubon de Panamá. Para Costa Rica se sugiere que el monitoreo de esta especie sea liderado por el Museo Nacional de Costa Rica.

Bibliografía

Gibbons, D.; Hill, D.; Sutherland, W. 1996. Birds. *In*: Sutherland, W. (ed.). Ecological census techniques. USA, Cambridge University Press. Pp. 227-259.

- Gregory, R.; Gibbons, D., Donald, P. 2004. Bird census and survey techniques. *In*: Sutherland, W.; Newton, I.; Green, R. (eds.). Bird ecology and conservation. Oxford University Press. Pp. 17-55.
- DeAngelis, D.L.; Gross, L.J., Comiskey, E.J.; Mooij, W.M.; Nott, M.P.; Bellmund, S. 2003. The use of models for a multiscaled ecological monitoring system. *In*: Busch, D.E.; Trexler, J.C. (eds.). Monitoring ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiative. Washington D.C., USA, Island Press. Pp. 167-188.
- Hamilton, D.; Molina, V.; Bosques, P.; Powell, G.V.N. 2003. El estatus del pájaro campana (*Procnias tricarunculata*): un ave en peligro de extinción. *Zeledonia* 7 (1): 15-24.
- Ryder, R. 1986. Songbirds. *In*: Cooperrider, A; Boyd, R.; Stuart, H. (eds.). Inventory and monitoring of wildlife habitat. Washington, USA, U.S. Government Printing Office. Pp. 291-312.
- Wheelwright, N. 1991. How long do fruit-eating birds stay in the plants where they feed? *Biotropica* 23(1): 29-40.
- Wenny, D.G.; Levey, D.J. 1998. Directed seed dispersal by bellbirds in a tropical cloud forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 95 (11): 6204-6207.

Indicador 2: Densidad o abundancia de especies de lauráceas en el sitio de reproducción

Definición

Este indicador mide la abundancia de las especies del PILA dentro de los géneros de lauráceas identificadas como alimento del pájaro campanero según los estudios realizados en Monteverde (Beltrán-Solá 1994).

Justificación

Las Lauráceas constituyen un componente importante en la dieta del campanero según estudios realizados en Monteverde, Costa Rica (Wenny y Levey 1998, Young y McDonald 2000). Investigadores panameños también reportan haber visto al campanero alimentándose de Lauráceas (aguacatillos) en ambas vertientes del PILA-Panamá (Aparicio, Sanjur, Angehr, com. pers.¹²). Debido a esto, gran parte de la energía que esta especie de ave requiere durante la época reproductiva, para su éxito reproductivo y crecimiento poblacional depende en gran medida de la disponibilidad de frutos de las lauráceas. Por esta razón es importante recopilar información sobre la abundancia de las especies de lauráceas comidas por esta ave.

Método

Se sugiere establecer al menos 3 parcelas permanentes de 1 ha en cada sitio de reproducción identificado en el indicador 1, con el fin de tener una buena aproximación de la densidad de las especies de lauráceas comidas por esta ave. Para un total de 30 parcelas, 15 parcelas en Panamá y 15 parcelas en Costa Rica en Las Tablas. Dentro de cada parcela se cuantificará la distribución diametral (DAP) de los diferentes individuos por especie a partir de individuos cuyo DAP sea mayor o igual 10 cm. Notas sobre los individuos en fruto y flor serán registradas. Estos datos no solamente permitirán

¹² Aparicio, K. 2005. Ornitóloga. Consultora independiente. Sanjur, B. 205 Ornitólogo. Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI). Sanjur, B. 205 Ornitólogo. Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI). Angehr, G.R. 2005.

cuantificar la densidad de individuos en reproducción, sino que también permitirá medir la regeneración de las diferentes especies.

Las parcelas permitirán a su vez poder realizar estudios de la composición vegetal del bosque el cual es una condición de los mismos y darnos indicios de la salud de estos ecosistemas y/o objetos de conservación (bosque mayor de 1 500 msnm).

Frecuencia

Se sugiere que la cuantificación de las densidades de las diferentes especies por parcela, así como también su distribución diametral, sea realizada cada 4 años en las mismas parcelas.

Localización

El monitoreo de este indicador se localiza en los sitios utilizados por el pájaro campanero durante la temporada de reproducción. Estos son los mismos sitios que serán evaluados para el *número de individuos machos del campanero*, con la finalidad de integrar la información de ambos indicadores. Las áreas de evaluación en Panamá comprenderán los sectores de Santa Clara que incluye los sitios de Finca Hartmann y los Pozos, el sector de Boquete incluye los sitios de Palmira y Finca La Esmeralda, y el sector de Fortuna en el sitio de la estación Jorge Araúz del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. Todos estos sitios localizados en la vertiente Pacífica del área de La Amistad. Los sitios en el PILA-Costa Rica no han sido identificados aún, pero en el sector de Las Tablas se podría comenzar con el monitoreo dado que ha sido identificado como un sitio de reproducción.

Recursos requeridos

Para el monitoreo de este indicador se requiere de la participación de un botánico, 2 estudiantes de tesis de biología, un vehículo 4x4, equipo y materiales para coleccionar, identificar y preservar muestras vegetales (binoculares, libretas de campo, prensas de madera, ganchos para coleccionar muestras de plantas), material para establecer las parcelas fijas (tubos de aluminio, cinta métrica, brújulas, placas, clavos, etc.) y computadora.

Costo

El costo estimado para el monitoreo en cada país de este indicador es de aproximadamente **US\$ 1,500.00** por parcela en su primer año (establecimiento y toma de datos inicial). Este costo incluyen los costos de personal, equipo y materiales, combustible, alimentación y hospedaje. Este no incluye el costo de la compra de un vehículo pick-up doble cabina 4x4 (US\$ 22,000.00), este puede ser el mismo vehículo que será utilizado en el monitoreo del indicador de *número de individuos machos del campanero por sitio de reproducción*. Dado que se tratan de parcelas permanentes, existe un costo adicional de mantenimiento cada 2 años de **US\$ 530.00** por parcela. Posteriormente, cuando se repita el censo en las parcelas cada 4 años los costos serán de **US\$ 650.00**.

Análisis e interpretación de la información

Para realizar el análisis e interpretación de los datos se debe contar con un botánico y un ecólogo de aves. Los resultados de este indicador deben en lo posible poder relacionarse con los otros indicadores de este objeto de conservación y con los indicadores de los otros objetos de conservación. Por lo tanto se recomienda desarrollar modelos ecológicos para el monitoreo integrado de una región (DeAngelis *et al.* 2003).

Responsable

Los responsables del monitoreo de este indicador por parte de Panamá serían la UNACHI en colaboración con la Universidad de Panamá, y se podrían establecer acuerdos de apoyo con otras instituciones como el Instituto Smithsonian de Estudios Tropicales, la Unidad de Monitoreo de ANAM y la Sociedad Audubon de Panamá. Por parte de Costa Rica existen diferentes universidades (TEC, UNA, UCR, CATIE) que pueden llevar a cabo el monitoreo de este indicador, así como el INBio.

Bibliografía

- Beltrán-Sola, J. 1994. Hábitos alimenticios de *Procnias tricarunculata*: un enfoque mixto para evaluar parámetros que afectan su papel como dispersor de semillas. Tesis, Maestría en Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional, Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre, Heredia (Costa Rica). 67 p.
- DeAngelis, D.L.; Gross, L.J., Comiskey, E.J.; Mooij, W.M.; Nott, M.P.; Bellmund, S. 2003. The use of models for a multiscaled ecological monitoring system. *In*: Busch, D.E.; Trexler, J.C. (eds.). Monitoring ecosystems: interdisciplinary approaches for evaluating ecoregional initiative. Washington D.C., USA, Island Press. Pp. 167-188.
- Wenny, D.G.; Levey, D.J. 1998. Directed seed dispersal by bellbirds in a tropical cloud forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 95 (11): 6204-6207.
- Young, B.; McDonald, D. 2000. Birds. *In*: Nadkarni, N.; Wheelwright, N. (eds.). Ecology and conservation of a tropical cloud forest. New York, USA, Oxford University Press. Pp. 179-222.

5.7 Cuadro Resumen del Presupuesto total y por año del Programa de Monitoreo según Objeto de Conservación e Indicadores Priorizados

		Años del Programa de Monitoreo										
Objeto de Conservación	Indicador Priorizado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Páramos	Porcentaje de pérdida de la cobertura vegetal	6.150,00		6.150,00		6.150,00		6.150,00		6.150,00		30.750,00
Páramos	Promedio anual de temperatura ambiental (°C)	5.600,00	600	600	600	600	600	600	600	600	600	11.000,00
Bosques con distribución altitudinal mayor a los 1,500 msnm	Porcentaje de pérdida de la cobertura boscosa	20.150,00		20.150,00		20.150,00		20.150,00		20.150,00		100.750,00
Bosques con distribución altitudinal mayor a los 1,500 msnm	Riqueza de escarabajos coprófagos	9.100,00			9.100,00			9.100,00			9.100,00	36.400,00
Bosques con distribución altitudinal mayor a los 1,500 msnm	Medidas de fragmentación	500,00		500,00		500,00		500,00		500,00		2.500,00
Bosques con distribución altitudinal igual o menor a los 1,500 msnm	Porcentaje de pérdida de la cobertura boscosa	20.150,00		20.150,00		20.150,00		20.150,00		20.150,00		100.750,00
Bosques con distribución altitudinal igual o menor a los 1,500 msnm	Riqueza de escarabajos coprófagos	9.100,00			9.100,00			9.100,00			9.100,00	36.400,00
Bosques con distribución altitudinal igual o menor a los 1,500 msnm	Medidas de fragmentación	500,00		500,00		500,00		500,00		500,00		2.500,00
Ecosistema lóticos	Concentración de oxígeno disuelto en el agua de río (miligramos por litro)	36.280,00	17.480,00	17.480,00	17.480,00	17.480,00	17.480,00	17.480,00	17.480,00	17.480,00	17.480,00	193.600,00
Ecosistema lóticos	Número de familias de insectos acuáticos	28.320,00	19.120,00	19.120,00	19.120,00	19.120,00	19.120,00	19.120,00	19.120,00	19.120,00	19.120,00	200.400,00
Ecosistema lóticos	Porcentaje de cobertura de los bosques a lo largo de los ríos	500,00		500,00		500,00		500,00		500,00		2.500,00
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	Densidad de la población de jaguares (individuos/100km ²)	65.200,00	38.800,00	38.800,00	38.800,00	38.800,00	38.800,00	38.800,00	38.800,00	38.800,00	38.800,00	414.400,00
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	Densidad de la población de puercos de monte (<i>Tayassu pecari</i>) (ind/Km ²)	31.250,00	27.090,00	27.090,00	27.090,00	27.090,00	27.090,00	27.090,00	27.090,00	27.090,00	27.090,00	275.060,00
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	Porcentaje de cobertura total de bosques de tierras bajas y altas	500,00		500,00		500,00		500,00		500,00		2.500,00
Pájaro campana (<i>Procnias tricarunculata</i>)	Promedio del número de machos adultos en despliegue por sitio durante el período reproductivo	25.000,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00	111.400,00
Pájaro campana (<i>Procnias tricarunculata</i>)	Densidad de especies de Lauraceas en el sitio de reproducción	45.000,00		15.900,00		35.400,00		15.900,00		35.400,00		147.600,00
Total		303.300,00	124.690,00	189.040,00	142.890,00	208.540,00	103.090,00	185.640,00	103.090,00	186.940,00	121.290,00	1.668.510,00

6. ANEXO 1. Especialistas consultados para el Análisis de Viabilidad del Sitios Binacional La Amistad Costa Rica - Panamá

Objeto de Conservación	Nombre del Investigador	Institución
Páramos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lic. Giselle Muschett (zoóloga) ▪ José Polanco (botánico) ▪ Querube Fuenmayor (zoóloga). 	Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON). Dirección Nacional de Conservación y Ciencias
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lic. Israel Tejada (zoólogo) ▪ Lic. Agustín Somoza (botánico) ▪ Lic. Erick Núñez (zoólogo). 	Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). Unidad de Monitoreo
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tec. Lionel Quiróz (coordinador PILA) ▪ Sr. Aurelio De Gracia (jefe de protección). 	ANAM. Oficina Regional de Chiriquí
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. Nelson Zamora (botánico) 	INBio
Bosques de distribución mayor de 1.500 msnm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lic. Giselle Muschett ▪ Lic. José Polanco ▪ Lic. Querube Fuenmayor. 	ANCON. Dirección Nacional de conservación y Ciencias
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSc. Rafael Rincón (botánico) ▪ MSc. Clotilde Arrocha (botánica) ▪ MSc. Boris Sanjur (ornitólogo), ▪ Dr. Juan Bernal (entomólogo). 	Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSc. Edgar Araúz (Dir. Regional, manejo de vida silvestre) ▪ Tec. Lionel Quiróz. 	ANAM. Oficina Regional de Chiriquí
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. José Mosaquites (Dir. de Patrimonio Natural) ▪ Tec. Tomas Mora (coordinador PILA). 	ANAM. Oficina Regional de Bocas del Toro
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSc. Kerson Ruíz (manejo de proyectos ambientales- Corredor Biológico). 	Universidad de Panamá. Centro Regional de Bocas del Toro

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dr. Maarten Kappelle (ecólogo) 	TNC
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dr. Robert Luecking 	Field Museum Chicago
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. Nelson Zamora (botánico) 	INBio
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. Marvin Castillo (forestal) 	Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC)
Bosques de distribución menor de 1.500 msnm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Téc. Lionel Quiróz ▪ Sr. Aurelio De Gracia 	ANAM. Oficina Regional de la Chiriquí
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSc. Rafael Rincón ▪ MSc. Clotilde Arrocha, ▪ MSc. Boris Sanjur ▪ Dr. Juan Bernal. 	UNACHI
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. José Mosaquites ▪ Tec. Tomas Mora. 	ANAM. Oficina Regional de la Bocas del Toro
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSc. Kerson Ruíz. 	Universidad de Panamá. Centro Regional de Bocas del Toro
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. Nelson Zamora (botánico) 	INBio
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. Marvin Castillo (forestal) 	Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC)
Ecosistemas lóticos (ríos y sus márgenes)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dr. Juan Bernal y MSc. Doris De León (química). 	UNACHI
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. José Mosaquites ▪ Tec. Tomas Mora. 	ANAM-. Oficina Regional de la Bocas del Toro
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSc. Kerson Ruíz 	Universidad de Panamá. Centro Regional de Bocas del Toro
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. Zyddi Vissuetti 	Universidad de Panamá Facultad de Ciencias Agropecuarias
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSc. Rigoberto Gonzáles (limnología) 	<i>Consultor independiente</i>
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dr. Gerardo Umaña (limnólogo) 	Universidad de Costa Rica. Centro de Investigación Marinas y Limnológicas (CIMAR)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dr. Jorge Fallas (hidrología) 	Universidad Nacional. Instituto Internacional para la Vida Silvestre y la Conservación
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSc. Monika Springer (entomóloga) 	Universidad de Costa Rica. Escuela de Biología
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Candidato MSc. Ricardo Moreno 	Sociedad Mastozoológica de Panamá
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. José Mosaquites ▪ Tec. Tomas Mora. 	ANAM. Oficina Regional de la Bocas del Toro

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Giselle Muschett ▪ Lic. José Polanco ▪ Lic. Querube Fuenmayor 	ANCON. Dirección Nacional de conservación y Ciencias
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSc. Boris Sanjur. 	UNACHI
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lic. Lionel Quiróz ▪ Sr. Aurelio De Gracia 	ANAM. Oficina Regional de Chiriquí
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dr. Eduardo Carrillo (mastozoólogo) 	Universidad Nacional. Instituto Internacional para la Vida Silvestre y la Conservación
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Candidato a Ph.D Jan Schipper 	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
<u>PÁJARO CAMPANERO</u> <i>(Procnias tricarunculata)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSc. Boris Sanjur 	UNACHI
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tec. Lionel Quiróz ▪ Sr. Aurelio De Gracia. 	ANAM. Oficina Regional de la Chiriquí
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MSc. Karla Aparicio (ornitóloga) 	Consultor independiente
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Biol. Julio Sánchez (ornitólogo) 	Museo Nacional de Costa Rica

7. ANEXO 2. Atributos ecológicos, indicadores y rangos de variación para el objeto de conservación Ecosistemas lénticos.

Ecosistemas lénticos

Tal como se reporta en la sección de antecedentes, este objeto de conservación no fue incluido en esta fase del análisis de viabilidad que solo considera al PILA y no al Sitio La Amistad. Las razones para no incluir los ecosistemas lénticos fueron que este ecosistema está poco representado dentro del PILA (ANAM 2004), que estos humedales muestran individualmente una superficie muy pequeña y también están contenidos dentro de otros objetos de conservación como lo son los páramos (por ej., turberas, lagunas) y los bosques con distribución mayor de 1 500 msnm y los bosques con distribución igual o menor de 1 500 msnm (por ej., lagunas, ciénagas y pantanos).

Categoría: **Tamaño**

Atributo ecológico clave 1: Cobertura del espejo de agua

Indicador 1: Porcentaje de la reducción del espejo de agua medido durante la estación lluviosa (%)

Este indicador nos brinda información sobre la capacidad de permanencia de los lagos o lagunas en el área. La información debería ser registrada en los picos de mayor lluvia durante la estación lluviosa, para evitar sesgos por la estacionalidad.

Rangos de variación: Pobre: $\geq 11\%$, Regular: 6-10%, Bueno: 3-5%, Muy bueno: $\leq 2\%$

Los rangos de variación y su calificación de muy bueno fueron definidos por los expertos en el taller binacional (TNC 2004). Estos rangos constituyen hipótesis de trabajo a ser confirmadas con estudios en el campo.

Categoría: **Condición**

Atributo ecológico clave 2: Flora acuática

Indicador 2: Riqueza de familias

Con base en el taller de especialistas en Costa Rica (TNC 2004) se recomienda reemplazar el indicador "riqueza de especies" por "riqueza o número de familias de plantas acuáticas", que el taller reportó valores para este indicador. Es necesario realizar estudios adicionales relacionados con la flora acuática para determinar la factibilidad y aplicabilidad del indicadores.

Rangos de variación: Pobre: ≤ 4 , Regular: 5-9, Bueno: 10-14, Muy bueno: ≥ 15

Los rangos de variación y su calificación de muy bueno fueron definidos por los expertos en el taller binacional (TNC 2004). Estos rangos constituyen hipótesis de trabajo a ser confirmadas con estudios en el campo.

Atributo ecológico clave 3: Química del agua
--

Indicador 3: **Oxígeno disuelto (miligramos/litro) durante la estación lluviosa**

El oxígeno disuelto es un parámetro que guarda estrecha relación con el mantenimiento de los organismos vivos en las aguas. Este indicador permite conocer el estado de estos ecosistemas. Para el caso de las Lagunas de Volcán-Panamá, a pesar de presentar intervención humana en sus alrededores, sus concentraciones de oxígeno disuelto (>6.0 mg O.D/L durante la estación lluviosa) mostraron que estas lagunas se encuentran en buen estado (Candanedo y Vásquez 2000), por lo que se esperaba que otros cuerpos de agua similares en zonas menos intervenidas pudiesen presentar también un buen estado de sus aguas.

Rangos de variación: **Pobre: $\leq 2,9$ mg/L, Regular: 3,0-4,9 mg/L, Bueno: 5,0-6,9 mg/L, Muy bueno: $\geq 7,0$ mg/L**

Los rangos de variación y su calificación de **muy bueno** fueron definidos por los expertos en el taller binacional (TNC 2004). Estos rangos constituyen hipótesis de trabajo a ser confirmadas con estudios en el campo.

8. ANEXO 3. Investigaciones recomendadas por objeto de conservación.

Las siguientes son investigaciones recomendadas en el taller binacional de expertos Costa Rica-Panamá, en las consultas con los especialistas y por los consultores de SOMASPA-INBio luego del análisis de la situación de los diferentes objetos de conservación. Estas investigaciones pueden contribuir a un mejor entendimiento de la funcionalidad de este objeto de conservación y a complementar / fortalecer los indicadores propuestos.

Páramos

1. Establecer los patrones del régimen climático (precipitación pluvial, temperatura ambiental, humedad, etc.).
2. Determinar la composición y estructura del conjunto de especies de plantas.
3. Establecer o identificar asociaciones vegetales.
4. Establecer patrones fenológicos (floración y fructificación) de las plantas.
5. Determinar la composición del conjunto de especies de insectos y sus posibles relaciones ecológicas (e.g. insectos polinizadoras).
6. Determinar la composición y estructura del conjunto de especies de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Para el análisis ecológico y para realizar las investigaciones sobre el páramo, se podría contar con la participación de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), la Universidad de Panamá (UP), la Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA) y del Círculo Herpetológico de Panamá, la Universidad de Costa Rica (UCR), la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) y el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

Bosques con distribución altitudinal mayor de 1 500 msnm

1. Establecer los patrones del régimen climático (por ej., precipitación pluvial, temperatura ambiental, humedad, etc.).
2. Determinar la composición y estructura del conjunto de especies de plantas
3. Establecer la diversidad y distribución de briófitas y hepáticas como posibles indicadores.
4. Establecer la diversidad y distribución de orquídeas.
5. Establecer o identificar asociaciones vegetales.
6. Establecer patrones fenológicos (floración y fructificación) de las plantas.
7. Determinar la composición del conjunto de especies de insectos.
8. Determinar la diversidad y distribución de las abejas como posibles indicadores (por ej., abejas Euglossini).
9. Determinar la composición y estructura del conjunto de especies de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Para el análisis ecológico y realizar las investigaciones sobre el ecosistema de bosques mayores de 1 500 msnm se podría contar con la participación de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), la Universidad de Panamá (UP), la Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA), el Círculo Herpetológico de Panamá, la Universidad de Costa Rica (UCR), la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) y el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

Bosques con distribución altitudinal igual o menor de 1 500 msnm.

1. Establecer los patrones del régimen climático (por ej., precipitación pluvial, temperatura ambiental, humedad, etc.).
2. Determinar la composición y estructura del conjunto de especies de plantas.
3. Establecer la diversidad y distribución de briófitas y hepáticas como posibles indicadores.
4. Establecer la diversidad y distribución de las orquídeas.
5. Establecer o identificar asociaciones vegetales.
6. Establecer patrones fenológicos (floración y fructificación) de las plantas.
7. Determinar la composición del conjunto de especies de insectos.
8. Determinar la diversidad y distribución de las abejas como posibles indicadores (por ej., abejas Euglossini).
9. Determinar la composición y estructura del conjunto de especies de vertebrados (anfibios, reptiles, aves, y mamíferos).

Para el análisis ecológico y para realizar las investigaciones sobre el ecosistema de bosques iguales o menores a 1 500 msnm se podría contar con la participación de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), la Universidad de Panamá (UP), la Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA), el Círculo Herpetológico de Panamá, la Universidad de Costa Rica (UCR), la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) y el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

Ecosistemas lóticos

1. Determinación de patrones físico-químicos de los ríos (por ej., velocidad, temperatura, turbidez, sedimentación, pH, etc.).
2. Establecer la diversidad y distribución de plantas acuáticas.
3. Composición y estructura vegetal de los bosques ribereños (40 m a ambos lados de los ríos).
4. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos.
5. Diversidad de peces y/o un análisis sobre la información existente.
6. Diversidad de especies de anfibios asociados a ríos y riachuelos.

Para el análisis ecológico y para realizar las investigaciones sobre el ecosistema lótico se podría contar con la participación de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), la Universidad de Panamá (UP) y del Círculo Herpetológico de Panamá, la Universidad de Costa Rica (UCR), la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) y el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

Jaguar

1. Establecer el conjunto de especies de felinos presentes en el área de interés.
2. Determinar el hábito alimenticio y la abundancia de las presas del jaguar y del puma.
3. Determinar el área de actividad y el uso de hábitat del jaguar y del puma.
4. Determinar los patrones de uso de fauna por las comunidades locales.

Para el análisis ecológico y para realizar las investigaciones sobre el jaguar se podría contar con la participación de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), la Universidad de Panamá (UP), la Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA), el Círculo Herpetológico de Panamá, la Universidad de Costa Rica (UCR), la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) y el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

Pájaro campanero

1. Diversidad de especies de árboles de la familia Lauraceae.
2. Definición de las rutas de migración del pájaro campana en el sitio de conservación La Amistad.
3. Patrones de fructificación de las lauráceas.
4. Distribución y abundancia de las aves migratorias locales (pájaro campanero, quetzal, pájaro sombrilla, cotinga piquiamarilla).
5. Hábitos alimenticios del pájaro campanero, pájaro sombrilla, quetzal y de la cotinga piquiamarilla.
6. Comportamiento ecológico de reproducción del pájaro campanero.

Para el análisis ecológico y para realizar las investigaciones sobre el pájaro campanero se podría contar con la participación de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), la Universidad de Panamá (UP), la Sociedad Mastozoológica de Panamá (SOMASPA) y del Círculo Herpetológico de Panamá, la Universidad de Costa Rica (UCR), la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) y el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).