

Identificación de vacíos en la representatividad de ecosistemas terrestres en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Costa Rica

Elvis Arias¹, Oscar Chacón², Gustavo Induni³, Bernal Herrera-F⁴, Heiner Acevedo⁵, Lenin Corrales⁶, James R. Barborak⁷, Mario Coto⁸, José Cubero⁹, Pia Paaby¹⁰

El análisis de vacíos es una herramienta crítica que permite, en su fase de implementación, el fortalecimiento de los esfuerzos dentro de un sistema administrativo de conservación, a partir del cual se debe realizar un proceso de planificación sistemática que permita el logro de metas de conservación establecidas. Este enfoque ayuda, entonces, a valorar si las actuales estrategias de manejo contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad o si, por el contrario, más bien contribuyen a erosionar las poblaciones y/o procesos ecológicos sujetos a conservación.

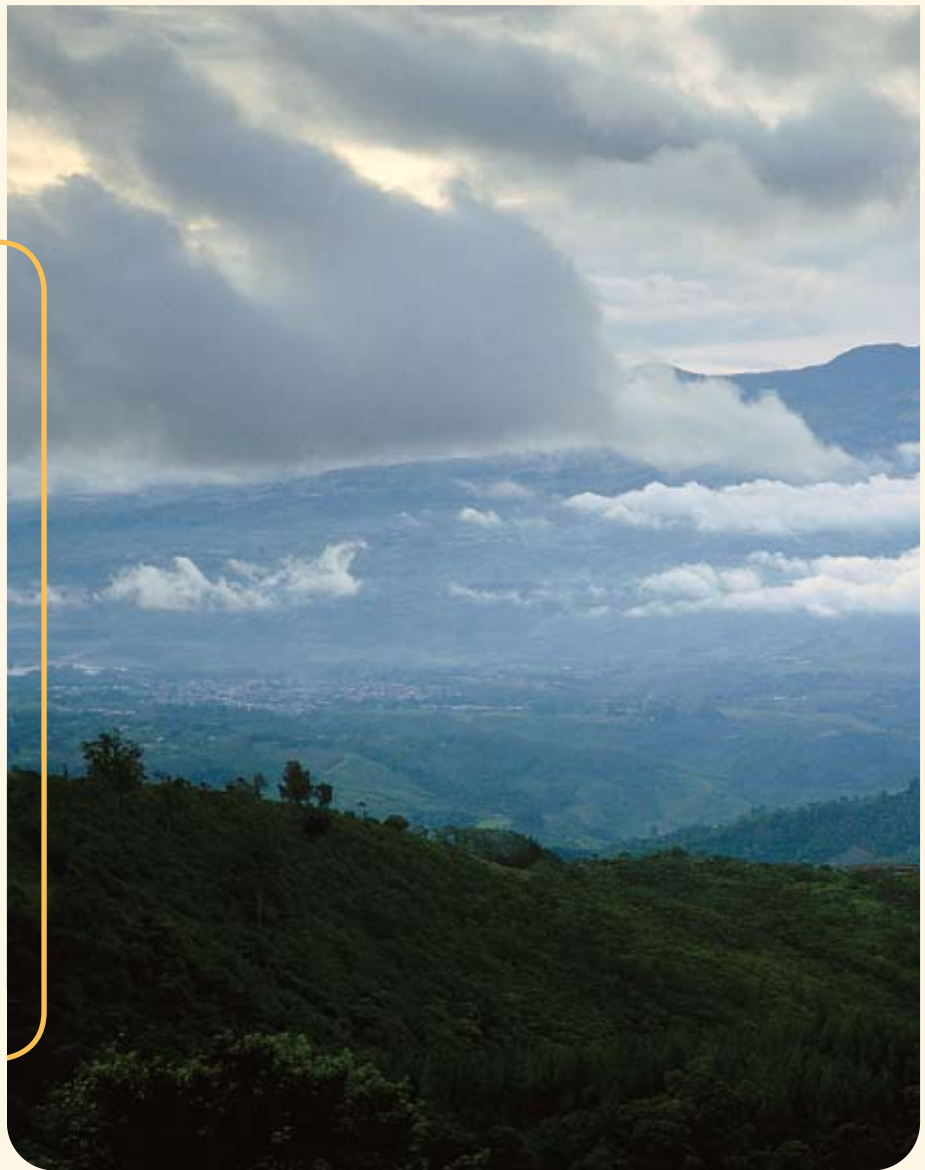


Foto: Sergio Pucci.

¹ Coordinador. Proyecto GRUAS II. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). earias@racsa.co.cr

² Asistente técnico, Proyecto GRUAS II. SINAC ochachon@inbio.ac.cr

³ Gerencia de Áreas Silvestres Protegidas. SINAC. gustavo.induni@sinac.co.cr

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

⁵ Sistemas de Información Geográfica. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Heredia, Costa Rica hacevedo@inbio.ac.cr

⁶ Científico Regional. The Nature Conservancy. San José, Costa Rica lcorrales@tnc.org

⁷ Especialista Regional Áreas Protegidas y Corredores Biológicos, México y Centroamérica, Conservación Internacional. jbarborak@conservation.org

⁸ Coordinador Programa Corredores Biológicos, SINAC. mario.coto@sinac.co.cr

⁹ Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). San José, Costa Rica. jcubero@fonafifo.com

¹⁰ Consultora para The Nature Conservancy. San José, Costa Rica piapaaby@gmail.com

Resumen

En el año 1996 se realizó el primer análisis de necesidades para el mantenimiento y conservación de la biodiversidad en Costa Rica. Durante los últimos diez años se ha generado gran cantidad de información nueva y más detallada, incluyendo una clasificación de los ecosistemas, que permitiría la revisión y actualización de las prioridades de conservación en el país y la orientación en la toma de decisiones. El objetivo del presente artículo es presentar una propuesta de conservación a nivel nacional que permita que el sistema nacional de áreas protegidas, a través de procesos de planificación a corto, mediano y largo plazo, proteja muestras representativas y viables de la biodiversidad del país.

Palabras claves: Áreas silvestres protegidas; conservación de la naturaleza; biodiversidad; ecosistema; política ambiental; planificación; corredor biológico; uso de la tierra.

Summary

Gap identification in terrestrial ecosystem representation within the Costa Rican National System of Protected Areas. Costa Rica's first national-level gap analysis was undertaken in 1996, in order to determine needs for the adequate conservation of biodiversity nationwide. Since then, additional information has been generated, including a more detailed national classification system for ecosystems, which has facilitated a revision and updating of national biodiversity conservation priorities. This article offers the results of this new analysis of *in-situ* biodiversity conservation priorities for Costa Rica. Through a short-, medium-, and long-run planning process representative and viable biodiversity samples are going to be kept and protected.

Keywords: Wild protected areas; nature conservation; biodiversity; ecosystem; environmental policy; planning; biological corridors; land use.

Introducción

Costa Rica cuenta con un sistema de áreas protegidas que abarca alrededor del 25% del territorio, producto de un esfuerzo sostenido del país por más de cuatro décadas para proteger su biodiversidad (Obando 2002, SINAC 2007). A pesar de este esfuerzo, muchas de las áreas protegidas del país son pequeñas, cada vez más aisladas y rodeadas por áreas alteradas (Sánchez-Azofeifa et ál. 2003); la conectividad, diversidad altitudinal y diversidad ecológica, necesarias para mantener a largo plazo la funcionalidad de los ecosistemas y la viabilidad de muchas poblaciones de especies, tampoco son las más adecuadas (Parrish et ál. 2003). La dinámica en el cambio de uso puede ser de tal magnitud que se pongan en peligro muestras únicas de ecosistemas o poblaciones que deberían, por su

importancia nacional o regional, ser protegidas (Scott et ál. 1989).

El análisis de vacíos se ha identificado como un método efectivo para determinar qué biodiversidad, en sus diferentes niveles de organización biológica, no está siendo debidamente conservada dentro de una red de áreas protegidas o por medio de otras medidas de conservación a largo plazo (Scott et ál. 1989, Dudley y Parrish 2005). Este análisis es una herramienta crítica que permite, en su fase de implementación, el fortalecimiento de los esfuerzos dentro de un sistema administrativo de conservación, a partir del cual se debe realizar un proceso de planificación sistemática que permita el logro de metas de conservación establecidas. Este enfoque ayuda, entonces, a valorar si las actuales estrategias de manejo contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad o si, por el contrario,

más bien contribuyen a erosionar las poblaciones y/o procesos ecológicos sujetos a conservación (Dudley y Parrish 2005).

En Costa Rica, si bien en años anteriores hubo varias propuestas para consolidar el sistema nacional de áreas protegidas, no fue sino hasta 1996 que se realizó el primer análisis basado principalmente en principios de biología de la conservación y en necesidades para el mantenimiento y adecuada conservación de la biodiversidad (García 1996). Este estudio (conocido como GRUAS I) tuvo como objetivo asegurar la conservación de al menos el 90% de la biodiversidad del país (García 1996), usando los macrotipos de vegetación como indicadores de la biodiversidad (Gómez y Herrera 1986). Este esfuerzo culminó con la definición de una estrategia de conservación que proponía nueve macrotipos de vegetación (adicionales a los 22 ya

existentes en ese entonces dentro de los parques nacionales y reservas biológicas). La idea era expandir las áreas protegidas existentes e incluir otros ocho macrotipos de vegetación mediante esfuerzos de conservación en la propiedad privada. Adicionalmente, Powell et ál. (2000) presentaron un análisis preliminar de vacíos basado en la representatividad de las zonas de vida en el sistema nacional de áreas protegidas, de acuerdo con el sistema de clasificación de Holdridge (1967). Asimismo, Kohlmann et ál. (2007) elaboraron un análisis de vacíos, utilizando la riqueza de especies y endemismos en zonas de vida a partir de la distribución de escarabajos coprófagos como indicadores de biodiversidad.

Diez años después de GRUAS I, solo se ha logrado implementar el 12% de la superficie total propuesta para la ampliación de parques nacionales y reservas biológicas (conservación estatal), y 11,3% de la superficie propuesta para conectividad mediante iniciativas de conservación privada (SINAC 2006b). Para el año 2007, el 29,94% de la superficie nacional continental y el 0,09% de la extensión marina se encontraban bajo alguna categoría de protección (SINAC 2006a, SINAC 2007).

Durante los últimos diez años se ha generado en Costa Rica una gran cantidad de información detallada, incluyendo una clasificación de los ecosistemas (Zamora 2008), que permitiría la revisión y actualización de las prioridades de conservación en el país y la orientación en la toma de decisiones. Ante esta nueva realidad, –y a partir del enfoque de manejo adaptativo– se propone un nuevo esfuerzo para evaluar el grado de representatividad de la biodiversidad bajo del sistema nacional de áreas de conservación, utilizando la metodología del análisis de vacíos como herramienta principal.

El objetivo del presente artículo es presentar una propuesta de conservación a nivel nacional que

permita que el SINAC, a través de procesos de planificación a corto, mediano y largo plazo, proteja muestras representativas y viables de la biodiversidad del país. Esta propuesta se complementa con un análisis de rutas de conectividad, la cual se detalla en Arias et ál. (2008, en este mismo número de la RRNA).

El proceso metodológico para la identificación de vacíos constó de las siguientes etapas generales (Dudley y Parrish 2005):

a. Definición de los elementos de la biodiversidad.

Los elementos focales de la biodiversidad buscan representar la gama completa de biodiversidad. Para lograr esta representatividad, se utilizó una clasificación a nivel de sistemas terrestres (i.e. un enfoque de filtro grueso). Adicionalmente, se incluyeron en el análisis la distribución potencial o presencia de algunas especies que, por su estado de conservación, exigen una consideración especial (ver detalles más adelante). Para cumplir con este paso se preparó un mapa que contiene la descripción de las unidades fitogeográficas (UF) del país, el cual es una combinación de la clasificación por macrotipos de vegetación, propuesta por Gómez y Herrera (1986), y la clasificación de regiones florísticas propuesta por Hammel et ál. (2003).

Las UF son unidades geográficas que comparten características similares en sus patrones de vegetación (Zamora 2008). En el país, se determinaron 33 unidades, dos de las cuales pertenecen a la Isla del Coco; estas no se consideran en el presente análisis pues la totalidad de la superficie terrestre de la isla está bajo una categoría de manejo estricto. La descripción de cada una de las UF se ofrece en Zamora (2008, en este mismo número de la RRNA).

Adicionalmente, con el fin de garantizar su representatividad en el sistema de áreas silvestre

protegidas (ASP), se incluyeron en el análisis las especies globalmente amenazadas (Lista Roja de la UICN 2006), las especies endémicas y las cuatro especies señaladas, para Costa Rica, como prioridad mundial por la Alianza para Cero Extinción (Alliance for Zero Extinction s.f.). Los taxones analizados fueron: aves, anfibios, reptiles y mamíferos, para un total de 68 especies. Para las plantas (principalmente árboles) se usó la lista generada por Estrada et ál. (2005), quienes emplearon varios criterios de análisis (presencia en Lista Roja de UICN, endemismo, etc.) para definir especies de alta preocupación (40 spp.); en total se seleccionaron 108 especies vegetales. Para todas estas especies se utilizó el área de distribución potencial para determinar si las poblaciones existen dentro de las áreas cubiertas por el sistema nacional de áreas protegidas.

b. Definición de las metas de conservación.

Las metas, definidas en un taller de consulta con expertos, responden en última instancia a la pregunta: *¿cuánto es necesario conservar para lograr una viabilidad ecológica (poblaciones de especies) o una integridad ecológica tal que la biodiversidad permanezca al menos durante los siguientes 100 años?* (Groves et ál. 2002). Las metas de conservación se definen con base en las características biológicas, ecológicas y evolutivas que una especie, una comunidad, una asociación de comunidades o un ecosistema requiere para su mantenimiento en el tiempo y en el espacio. Tanto la integridad ecológica de los sistemas ecológicos (i.e. UF), como la viabilidad de las poblaciones de especies se pueden medir por medio de tres componentes: el tamaño (área o número de individuos), la condición (estado o salud) y el contexto paisajístico (Parrish et ál. 2003).

Las metas establecidas a partir de las UF varían con el grado de representación que cada una tiene en el territorio nacional. Así, se estableció que el área mínima a conservar deberá ser de 10.000 ha en fragmentos no menores a 1000 ha. Adicionalmente, esta meta no deberá corresponder a menos del 10% ni más del 30% del total de la UF respectiva. El hecho de fijar un área mínima de 10.000 ha, en fragmentos tan compactos y cercanos a las ASP como sea posible, tiene como fin formar bloques de hábitat lo más extensos posible para mejorar la disponibilidad de hábitat para aquellas especies de amplios requerimientos espaciales. No obstante, debe recalarse que esta posibilidad podría resultar limitada por el estado de fragmentación y tamaño de los parches remanentes (Sánchez-Azofeifa et ál. 2003).

A pesar de que se pudieron definir ámbitos de distribución para las 108 especies de flora y fauna, no fue posible obtener información relacionada con el tamaño, la condición y el contexto paisajístico que permitiera definir la viabilidad de las poblaciones y su consecuente meta de conservación. Por eso se utilizaron los objetos de filtro fino como criterio de priorización entre las ocurrencias de filtro grueso (ver acápite e).

c. Valoración de la integridad ecológica. Para los elementos de la biodiversidad seleccionados se valoró el estado de salud de cada una de las ocurrencias tanto dentro como fuera de las ASP. Las ocurrencias de las UF consideradas en los cálculos de cumplimiento de meta son todas aquellas que tengan una integridad ecológica buena o muy buena. Inicialmente, entre los especialistas nacionales

y técnicos del proyecto se llegó al consenso de que todas aquellas ocurrencias de las UF que se encuentren dentro de las ASP pertenecientes a las categorías de manejo I y II -según definición de UICN (García 2002)- y con tamaños de parche mayores a 1000 ha cumplen con los criterios de buena “condición” y “tamaño” (Parrish et ál. 2003). La valoración de la integridad ecológica, en este caso, está sustentada en un supuesto, aunque existe evidencia de la relación entre el mantenimiento de la integridad ecológica y la capacidad de gestión en las áreas protegidas (Bruner et ál. 2001).

d. Análisis de las áreas silvestres protegidas. Para determinar el estado legal de la conservación de la biodiversidad a nivel nacional se ha recopilado la información que corresponde a las ASP en todas las categorías de manejo establecidas dentro del sistema nacional de ASP (SINAC 2006a), las reservas privadas, las fincas con pago por servicios ambientales y las fincas con servidumbre ecológica. En total, se determinaron doce diferentes regímenes de conservación en el país; para facilitar su análisis e interpretación, tales regímenes se han agrupado de acuerdo al nivel de restricción de las actividades humanas y la temporalidad de dichas restricciones. Así, las tierras con mayores niveles de restricción para la extracción de recursos naturales se ubican en el grupo de las **estrictamente protegidas y/o permanentes** (categorías de manejo I, II y III de UICN). Las tierras que poseen algunas limitaciones pero se permite la extracción de recursos corresponden al grupo de **tierras parcialmente protegidas** (categorías de manejo IV, V y VI de UICN) y, finalmente; las tierras

cuyas restricciones se establecen por contrato y por periodos cortos o relativamente cortos (≤ 10 años), se agruparon como **tierras temporalmente protegidas**, dado que una vez terminado el contrato se eliminan las restricciones al uso de la biodiversidad. Es importante aclarar que el término “parcialmente protegido” no hace alusión al alcance jurídico del régimen de protección o al grado de cumplimiento de sus objetivos de creación.

e. Jerarquización de las ocurrencias en el espacio territorial para la propuesta de vacíos. Una vez seleccionadas todas las ocurrencias que cumplieron con la meta de conservación y la integridad ecológica, se procedió a establecer un orden jerárquico de los mismos. El criterio utilizado es el valor de importancia (VI), que se define por la sumatoria de los indicadores: tamaño de parche, presencia de especies endémicas, presencia de especies de importancia “especial”, valor agregado por la presencia de zonas de recarga acuífera, valor agregado por la presencia de terrenos con capacidad de uso de la tierra en las categorías VII y VIII¹¹ y sistemas ecológicos prioritarios de agua dulce. El proceso de jerarquización permite generar una propuesta de ocurrencias que cumplen con el criterio escogido, para incorporarlas como elementos de la biodiversidad adicionales al sistema de ASP de Costa Rica. Así, se seleccionan las ocurrencias con un $VI \geq 8$, siendo 13 el valor máximo.

Resultados

La Fig. 1 muestra la localización de cada una de las ocurrencias que conforman el portafolio de vacíos en la representatividad de las UF en el

¹¹ Estas categorías incluyen tierras que por sus características biofísicas (pendiente, fertilidad del suelo, condiciones climáticas...) limitan seriamente la producción agrícola o pecuaria y deben dedicarse al manejo forestal (categoría VII) o la protección absoluta de los recursos naturales (categoría VIII) (MAG-MIRENEM 1994).

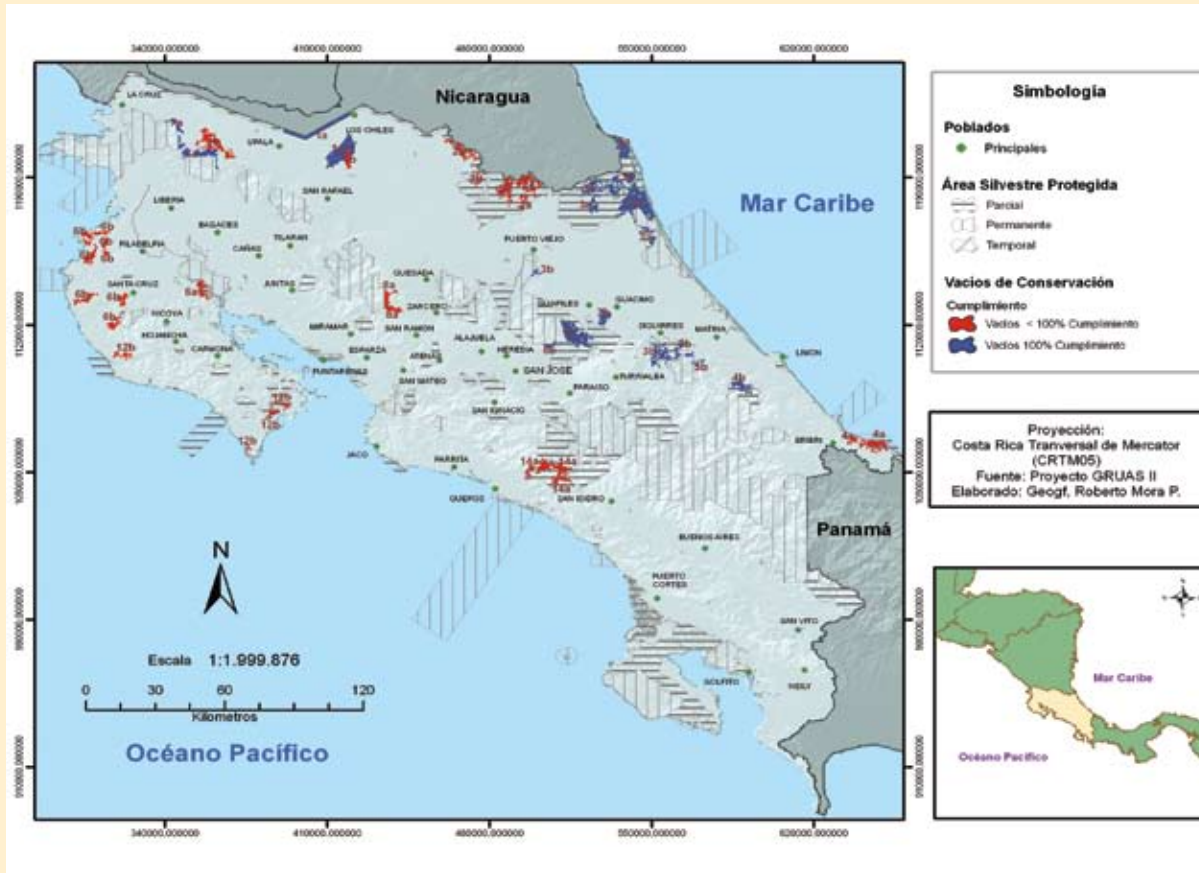


Figura 1. Vacíos en la representatividad de la biodiversidad de Costa Rica utilizando como indicador de biodiversidad las unidades fitogeográficas propuesta por Zamora (2008)

sistema nacional de ASP. No todas las UF se encuentran representadas en las ASP permanentes, con las condiciones de área total remanente y fragmentación máxima aceptable. Mediante una aproximación a los parches de UF, tanto dentro de las ASP con protección permanente, parcial o temporal (áreas privadas) como fuera de las mismas, y con una fragmentación de hasta 1000 ha se puede establecer lo siguiente:

1. Es posible lograr el cumplimiento del 100% de la meta en 11 UF¹²:
 - a. En cinco UF (10a, 10b, 11b, 17a, 17b), la meta se alcanza con sólo los fragmentos disponibles en el sistema de ASP con protección permanente.

- b. En cuatro UF (01a, 03a, 04b, 08b), la meta se alcanza si se incluyen fragmentos >1000 ha disponibles en las ASP con protección parcial. Las ASP con protección temporal (áreas privadas) no contribuyen al cumplimiento de la meta de ninguna de las UF.
- c. En dos UF adicionales (03b, 07a), la meta se alcanza si se incluyen fragmentos >1000 ha disponibles en las ASP, en áreas de protección parcial y en predios actualmente no protegidos.
- d. Los fragmentos escogidos para llenar los vacíos de conservación de estas 11 UF corresponden a parches con valores de

importancia ≥ 8 . La totalidad del área de esta propuesta alcanza 68.868 ha.

2. Para 13 UF el cumplimiento de la meta es <100% debido a la baja disponibilidad de fragmentos de >1000 ha.
 - a. Hay diez UF (01b, 02a, 02b, 04a, 06a, 06b, 08a, 12b, 13b, 14a) donde es posible ubicar parches >1000 ha para el cumplimiento de la meta de representatividad ecosistémica en forma parcial (<100%). Tales fragmentos suman 53.926,76 ha.
 - b. Para el cumplimiento parcial de las metas en estas diez UF es necesario incorporar todos los parches disponibles >1000 ha.

¹² Ver detalles sobre la descripción de cada una de estas unidades en Zamora (2008, en este mismo número de la RRNA).

Por lo tanto, hay parches con valores de importancia desde 5 o más. El déficit actual en área total para lograr el cumplimiento del 100% de las metas de estas diez UF es de 214.454 ha.

- c. Para alcanzar el 100% de cumplimiento en estas UF es necesario recurrir a parches >500 ha y establecer programas de restauración y recuperación. Todavía es posible encontrar parches >500 ha para estas diez UF.
 - d. Hay tres UF (05a, 06c, 17c) donde la meta se circunscribe a los parches >1000 ha que se encuentran dentro del sistema de ASP permanentes. Fuera del sistema no hay fragmentos disponibles de >1000 ha; solamente para la UF 17c hay fragmentos de >500 ha. Las UF 05a y 06c tienen vegetación remanente en el territorio nacional, pero para su restauración o recuperación ecológica se deberán usar parches pequeños (<500 ha) y dispersos.
3. La 07b, 11a, 12a y 17a son UF que, en su totalidad, no sobrepasan las 3600 ha en todo el país y, naturalmente, en parches que no llegan a las 1000 ha. Por su representatividad natural han sido definidas como “raras” por lo que su meta ecológica ha sido elevada a 100%.
 4. Además, hay cuatro UF (9a, 13a, 15a, 16a) para las que del todo no hay parches >1000 ha (0% de cumplimiento de la meta de representatividad ecosistémica establecida), ni dentro ni fuera del sistema de ASP con protección permanente. Estas UF están sumamente deterioradas y fragmentadas por lo que podrían catalogarse como en peligro de extinción en Costa Rica. Es necesario realizar esfuerzos para la restauración y recuperación de estas UF usando los fragmentos <1000 ha que aún quedan dispersos en el país. Únicamente de las UF 09a y 11a se encuentran parches >500 ha. De

las demás, aunque existe cobertura remanente, los fragmentos son aún más pequeños.

El vacío en los esfuerzos de conservación, determinado con las 31 UF presentes en el territorio continental de Costa Rica y ajustándose de manera estricta a la meta de conservación establecida, alcanza un total de 283.322,30 ha. Actualmente, las áreas protegidas públicas y privadas cubren el 29,94% (1.529.945 ha) del territorio (SINAC 2007). Si se suma el área definida con esta propuesta, se aumentaría a 35,48%.

Discusión

Algunas de las propuestas de vacíos de representatividad de la biodiversidad terrestre han basado sus resultados en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (i.e. Powell et ál. 2000 y Kohlmann et ál. 2007). Sin embargo, tal y como lo reconocen estos últimos autores, este sistema tiene algunas limitaciones relevantes, las cuales son abordadas con la clasificación propuesta para el presente análisis (i.e. unidades fitogeográficas, Zamora 2008).

Un análisis de vacíos en la representatividad debería, en forma ideal, basarse en datos de distribución actual de todas las especies; en este sentido, el trabajo de Kohlmann et ál. (2007) significa un estudio pionero para el país. Sin embargo, la disponibilidad de este tipo de datos es escasa en regiones tropicales, por lo que resulta casi imposible realizar un análisis de este tipo basado en un enfoque de especies. Por esta razón, en el presente trabajo se usaron enfoques de filtro grueso (Dudley y Parrish 2005), de tal forma que estos indicadores de biodiversidad capturen los elementos más finos (especies). Este mismo enfoque ha sido utilizado en otros análisis similares a nivel mundial (Powell et ál. 2000, Dudley y Parrish 2005, Dietz y Czech 2005).


Desde el punto de vista estricto del tamaño mínimo, en las 31 UF

continentales consideradas la sumatoria total de hábitat remanente es superior al mínimo de 10.000 ha fijado por la meta. No obstante, se necesita más información científica para determinar el tamaño mínimo adecuado para cada una de las UF; en consecuencia, se deberá implementar un monitoreo sistemático para probar esta hipótesis. Cuatro de las UF evaluadas (07b, 11a, 12a, 17a) tienen una representación en el territorio menor de 10.000 ha, por lo que los sistemas ecológicos que las conforman son únicos y deberían de protegerse al 100%. Además de los factores ecológicos mencionados, y dado el grado de fragmentación de los ecosistemas existentes en el país, en el diseño y planificación de un sistema de áreas protegidas deben contemplarse elementos relacionados con procesos ecológicos; entre ellos, la dispersión, intercambio genético y recolonización luego de extinciones locales (Fahrig y Merriam 1994, Bennett 1998). Esto es de particular importancia si se espera conservar muestras funcionales de la biodiversidad (Poiani et ál. 2000).

Este análisis ha sido abordado mediante el diseño de rutas de conectividad entre áreas protegidas (Arias et ál. 2008, en este mismo número de la RRNA) y se complementa con el enfoque de manejo integrado de paisajes. Los análisis de vacíos no solamente incluyen la identificación de muestras faltantes de biodiversidad en los sistemas nacionales de áreas protegidas. Es necesario también identificar los vacíos en el componente administrativo e institucional de las áreas protegidas; asimismo, es necesario un análisis detallado de la integridad ecológica de los principales ecosistemas del país, el cual no ha sido abordado en forma estricta en el presente trabajo. Un plan de implementación debería de ser parte integral de cualquier análisis de vacíos, y debería articularse con

la propuesta de redes ecológicas de conectividad. Por los efectos del cambio climático, es muy posible que se modifiquen los rangos de distribución de especies y de unidades fitogeográficas, y la composición de las especies de flora y fauna dentro de cada unidad. Por esta razón, el próximo estudio de análisis de vacíos en el sistema de áreas protegidas de Costa Rica deberá necesariamente tomar en cuenta los resultados de estudios de monitoreo de movimiento latitudinal y altitudinal de especies y UF, así como proyecciones y escenarios a futuro del impacto del cambio climático sobre la distribución de los

ecosistemas y elementos especiales de la fauna y flora. Otro elemento crítico a considerar, dados los tamaños de los fragmentos encon-

trados de las diferentes UF, son los esfuerzos específicos dirigidos a la restauración de los sistemas ecológicos. 

Agradecimientos

Este esfuerzo fue posible gracias al Proyecto GRUAS II, liderado por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Costa Rica y apoyado, técnica y financieramente por: The Nature Conservancy (TNC), Conservación Internacional (CI), Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), Proyecto COBODES y el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Un especial agradecimiento a aquellas personas involucradas en la dirección de este proyecto: Marco Vinicio Araya, Zdenka Piskulich, Jorge Mario Rodríguez, José Cubero, Manuel Ramírez, Luis Murillo, Alejandro Álvarez, Luis Rojas, Randall García e Irene Suárez. Igualmente queremos agradecer a todas aquellas personas que participaron en los diferentes talleres de consulta ya que, sin duda, sus aportes fueron claves para la concretización de esta propuesta.

Literatura citada

- Alliance for Zero Extinction. s.f. Webpage. Consultado en junio 2006. <http://www.zeroextinction.org>.
- Arias, E; Chacón, O; Herrera, B; Induni, G; Acevedo, H; Coto, M; Barborak, JR. 2008. Las redes de conectividad como base para la planificación de la conservación de la biodiversidad: propuesta para Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente no. 54:37-43.
- Bennett, AF. 1998. Linkages in the landscape: The role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Gland, CH, IUCN. 254 p.
- Bruner, AG; Gullison, RA; Rice, RE; Fonseca, GAB da. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. Science 291(5): 125-128.
- Dudley, N; Parrish, J. 2005. Cubriendo los vacíos, la creación de sistemas de áreas protegidas ecológicamente representativos. Mérida, MX, The Nature Conservancy (TNC). 128 p.
- Dietz, RW; Czech, B. 2005. Conservation deficits for the continental United States: an ecosystem gap analysis. Conservation Biology 19(5): 1478-1487.
- Estrada, A; Rodríguez, A; Sánchez, J. 2005. Evaluación y categorización del estado de plantas en Costa Rica. San José, CR, INBio, Museo Nacional de Costa Rica. s.p.
- Fahrig, L; Merriam, G. 1994. Conservation of fragmented populations. Conservation Biology 8: 50-59.
- García, R. 2002. Biología de la conservación: conceptos y prácticas. Santo Domingo, Heredia, CR, INBio. 168 p.
- _____. 1996. Propuesta técnica de ordenamiento territorial con fines de conservación de biodiversidad en Costa Rica: proyecto GRUAS. San José, CR, Ministerio de Ambiente y Energía, Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano. 114 p.
- Gómez, LD; Herrera, W. 1986. Vegetación y clima de Costa Rica. San José, CR, EUNED. Vol. 1. 327 p.
- Groves, C; Jensen, DB; Valutis, LL; Redford, KH; Shaffer, ML; Scott, J; Baumgartner, JV; Higgins, JV; Beck, MW; Anderson, MG. 2002. Planning for biodiversity conservation: Putting conservation science into practice. BioScience 52(6): 499-512.
- Hammel, BE; Grayum, MH; Herrera, C; Zamora, N. 2003. Manual de plantas. Missouri, US, Missouri Botanical Garden Press. 298 p.
- Holdridge, LR. 1967. Life zone ecology. San José, CR, Tropical Science Center. 206 p.
- Kohlmann, B; Solís, A; Elle, O; Soto, X; Russo, R. 2007. Biodiversity, conservation, and hotspot atlas of Costa Rica: a dung beetle perspective (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Zootaxa 1457: 1-37.
- MAG-MIRENEM (Ministerio de Agricultura y Ganadería – Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas, CR). 1994. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. San José, CR. La Gaceta: 8-16.
- Obando, V. 2002. Biodiversidad en Costa Rica. Santo Domingo, Heredia, CR, INBio. 81 p.
- Parrish, JD; Braun, DP; Unnasch, RS. 2003. Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. Bioscience 53(9):851-860.
- Poiani, KA; Richter, BD; Anderson, MG; Richter, HE. 2000. Biodiversity conservation at multiple spatial scales: Functional sites, landscapes and networks. Bioscience 50(2):133-146.
- Powell, GVN; Barborak, J; Rodríguez, M. 2000. Assessing representativeness of protected natural areas in Costa Rica for conserving biodiversity: A preliminary gap analysis. Biological Conservation 93(1):35-41.
- Sánchez-Azofeifa, GA; Quesada-Mateo, C; González-Quesada, P; Dayanandan, S; Bawa, KS. 2003. Integrity and isolation of Costa Rica's National Parks and Biological Reserves: Examining the dynamics of land-cover change. Biological Conservation 109: 123-135.
- Scott, JM; Csuti, B; Estes, JE; Anderson, H. 1989. Status assessment of biodiversity protection. Conservation Biology 3: 85-87.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR). 2007. GRUAS II: propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 1: Análisis de vacíos en la representatividad e integridad de la biodiversidad terrestre. San José, CR. 100 p.
- _____. 2006a. El sistema de áreas silvestres protegidas de Costa Rica: informe nacional. II Congreso Mesoamericano de Áreas Protegidas [Panamá, 24-28 de abril de 2006]. 96 p.
- _____. 2006b. Evaluación de los avances con relación a GRUAS I: Proyecto propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad en Costa Rica. Santo Domingo, Heredia, CR, INBio. Informe técnico no. 6. 35 p.
- UICN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). 2006. Consultado en junio 2006. <http://www.iucnredlist.org/>.
- Zamora, N. 2008. Unidades fitogeográficas para la clasificación de ecosistemas terrestres en Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente no. 54:14-20.