

Vacíos en los esfuerzos de conservación de la biodiversidad en aguas continentales de Costa Rica

Pia Paaby¹

El propósito de esta iniciativa es hacer que los sitios de conservación propuestos se constituyan en zonas núcleo que orienten la conservación de la biodiversidad dulceacuícola general o funcional a escala de paisaje. Esto es posible si se promueve el uso sostenible de los recursos acuáticos mediante la implementación de los principios del manejo integrado de los recursos acuáticos, y si se incorporan lineamientos para el mantenimiento de la resiliencia de los ecosistemas frente a cambios ambientales a corto y largo plazo; las poblaciones viables de especies nativas en patrones naturales de abundancia y distribución, y los procesos ecológicos y evolutivos “saludables”, tales como regímenes de perturbación, procesos hidrológicos, ciclos de nutrientes e interacciones biológicas.

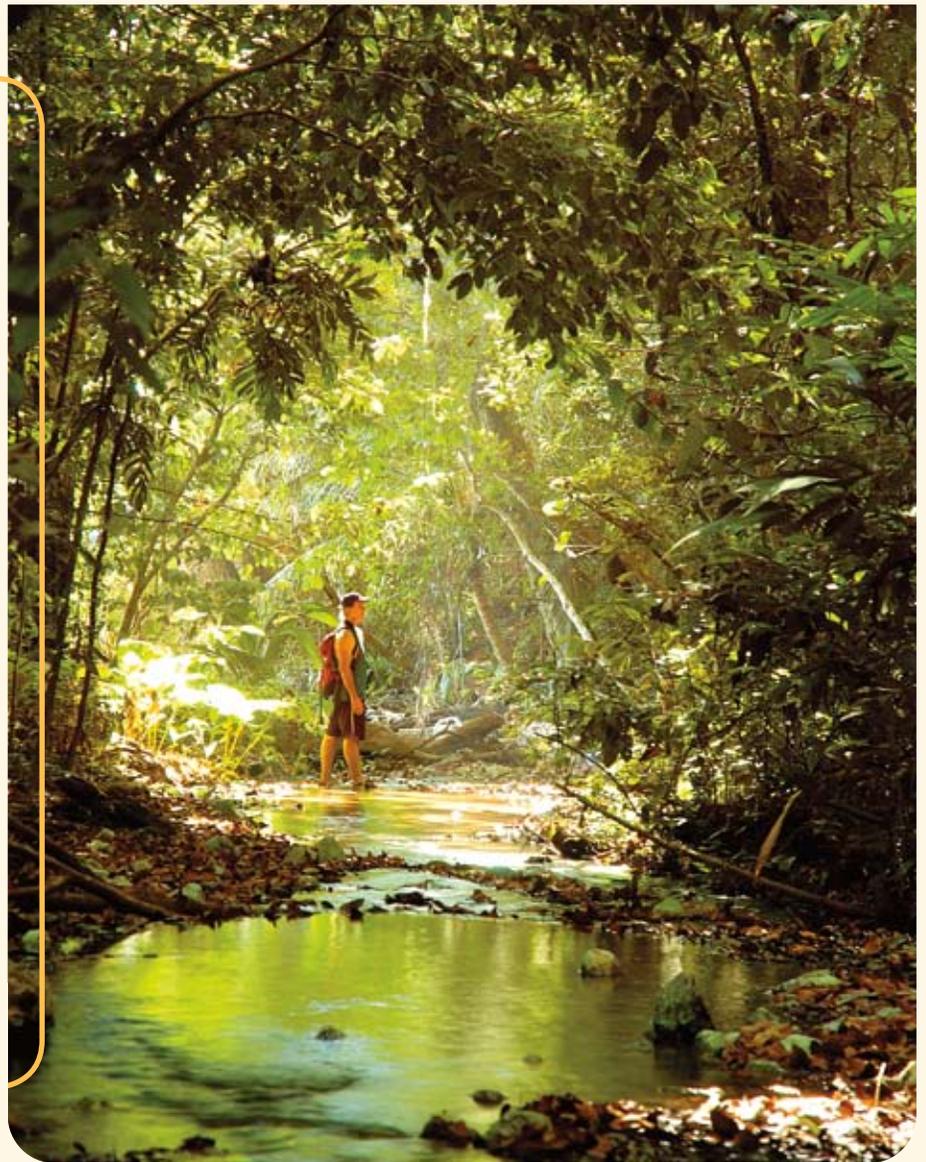


Foto: Sergio Pucci.

¹ Consultora para The Nature Conservancy. San José, Costa Rica. piapaaby@gmail.com

Resumen

El análisis de los vacíos de conservación en Costa Rica se realizó entre 2006-2007. Dicho análisis permitió ordenar espacialmente los elementos de la diversidad en los sistemas de aguas continentales y cuantificar su integridad ecológica y su representatividad. La biodiversidad fue clasificada hasta el nivel de sistemas ecológicos; las metas ecológicas fueron establecidas hasta el nivel de unidades ecológicas de drenaje (UED) como mecanismo de duplicación o sustitución para enfrentar los efectos impredecibles del cambio climático. Los objetos de conservación fueron los sistemas lénticos, los sistemas lóticos y las especies endémicas de peces. El sistema de conservación actual cubre 23 tipos de sistemas lénticos (3 quedan sin representación). En el ámbito de las UED, la propuesta actual de conservación se compone de 44 cuerpos de agua. Para los sistemas lóticos, las ASP cubren 47, de los 64 tipos existentes en el país; aunque únicamente 23 cumplen con la meta establecida. La propuesta de conservación alcanza los 41 tipos de sistemas lóticos en 471,24 km lineales de cauces. Entre las especies de peces endémicas, cinco requieren un total de 440 km lineales o 456 km² en área de drenaje mínima para lograr la meta ecológica establecida.

Palabras claves: áreas silvestres protegidas; conservación de aguas; manejo de cuencas; biodiversidad; ordenación de tierras; ecología de agua dulce.

Summary

Gaps in biodiversity conservation efforts in Costa Rican continental waters. The gap analysis for freshwater biodiversity conservation in Costa Rica was done in 2006-2007. This analysis spatially identified conservation objects, quantified the ecological integrity and determined their representation in the current National System of Conservation Areas. Biodiversity was classified at the ecological system level and ecological goals established at the ecological drainage unit (EDU) level as a duplication or substitution mechanism to adjust for the unpredictable effects of climate change. The conservation objects were lentic systems, lotic systems and endemic fish species. The current conservation system in Costa Rica contains 23 types of lentic systems; leaving 3 unrepresented. For EDUs, the conservation proposal contains 44 water bodies. Of the existing 64 lotic systems found in Costa Rica, there are 47 types represented within the national wildlife protected areas system; although only 23 complied with the established ecological goals. The new conservation proposal includes 41 lotic system types in 471.24 km. The gap analysis showed that, among the 18 endemic fish species, only five require a conservation proposal on a total of 440 km or 456 km² in direct drainage area.

Keywords: Wild protected areas; water conservation; watershed management; biodiversity; freshwater ecology.

Introducción

Costa Rica forma parte de Mesoamérica, una de las 34 regiones del mundo con más alta diversidad de especies, en general, y de especies endémicas, en particular (Conservation International 2007). La alta heterogeneidad fisiográfica de Costa Rica da como resultado una enorme cantidad de especies terrestres (+ 500.000) por unidad de superficie;

en consecuencia, se espera que la diversidad de sistemas ecológicos de agua dulce sea igualmente alta. Ya desde el siglo pasado era evidente esa percepción de una diversidad relativamente alta de especies y de ecosistemas terrestres, la cual resultó en esfuerzos de conservación desde 1963. Poco más de cuatro décadas después, en abril de 2006, el 26,2% de la superficie continental nacional y el 0,09% de la extensión

marina se encontraban bajo alguna categoría de protección (SINAC 2006). A pesar de esta relativa larga historia conservacionista, los estudios realizados para dirigir estos esfuerzos no han incluido en forma sistemática a la diversidad biológica de los sistemas ecológicos de aguas continentales. Ante el rápido desarrollo territorial, económico, social y cultural es indispensable conocer la identidad y distribución de toda

la biodiversidad, con el fin de diseñar el ordenamiento territorial más adecuado para su conservación.

Esta inquietud de ordenamiento territorial no es nueva. En 1995-96, se hizo el primer análisis de necesidades para la adecuada conservación de la biodiversidad por parte del proyecto GRUAS I (Propuesta técnica de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica), cuyo objetivo era asegurar la conservación de al menos el 90% de la biodiversidad del país (García 1996). Sin embargo, en dicho estudio no se consideraron los sistemas marinos ni los de agua dulce (o continentales) (INBio 2008). Para ese entonces, la información disponible sobre los elementos que componen la diversidad biológica dulceacuícola era pobre; únicamente se conocía información biogeográfica sobre peces (Bussing 1987, 1998). Diez años después se generó una propuesta para la clasificación de los sistemas ecológicos lóticos y lénticos de Centroamérica (TNC 2007). Con esta clasificación ha sido posible analizar las aguas continentales desde un punto de vista geográfico e identificar no solamente su ubicación espacial sino su representatividad en el ámbito territorial.

Los recientes cambios antropogénicos, aunados a los impredecibles cambios climáticos a nivel global, constituyen una creciente amenaza para los ecosistemas del mundo, entre los cuales, los sistemas de aguas continentales son posiblemente los más vulnerables (Smakhtin et ál. 2004). Costa Rica no escapa a esta realidad crítica. Ante esta inminente problemática nacional es indispensable analizar los elementos de la biodiversidad en cuanto a su distribución en el espacio nacional y representatividad y, asimismo, diseñar los esfuerzos necesarios para su adecuada conservación.

El objetivo de este trabajo fue determinar los vacíos existentes en los esfuerzos de conservación en Costa Rica. Esto implica la ubicación espacial de los elementos de la diversidad biológica, la cuantificación de la integridad ecológica de cada una de las ocurrencias de los elementos de la biodiversidad y, finalmente, la cuantificación de la proporción de cada sistema que se encuentra bajo alguna forma de conservación. Aquellos elementos de la biodiversidad que no se encuentran adecuadamente representados en la red de áreas protegidas se definen como los “vacíos” en el sistema de conservación de Costa Rica.

Metodología

En Costa Rica es posible definir cuatro ecorregiones dulceacuícolas² y trece unidades ecológicas de drenaje (UED) (Calderón et ál. 2004). Las ecorregiones corresponden a una estratificación del territorio que engloba procesos de orden evolutivo donde fue posible identificar eventos vicarísticos y tectónicos que han definido la biodiversidad en esas áreas (Olson et ál. 1998). Las UED se definen con base en la identificación de elementos que determinan procesos de orden ecológico (clima, geología, inundaciones...) por lo que una sola UED puede o no estar definida por una sola cuenca (Higgins et ál. 2005). El estudio de TNC (2007) permitió identificar las prioridades para la conservación de la biodiversidad en aguas continentales, a partir de un conjunto de localidades propuestas que aseguren el mantenimiento de una meta de alcance ecorregional. Adicionalmente, con el objetivo de aumentar las probabilidades de conservación ante eventos de cambio climático, se definieron metas de conservación al nivel de las UED como un mecanismo de replicación y sustitución ante los efectos impredecibles del cambio climático.

La propuesta de conservación se debe fundamentar en el cálculo de las metas ecológicas deseables que permitan mantener el estado de las poblaciones y la integridad ecológica de los sistemas. Entonces, para los objetos de conservación usados (sistemas lénticos, sistemas lóticos y especies) deberemos establecer esta información cuantitativa. Se espera que la meta permita la conservación de los atributos que mantienen a las especies, las comunidades y los macrohábitats que, a su vez, definen a cada uno de los sistemas ecológicos. De manera complementaria, es importante conocer el estado de las poblaciones y su integridad ecológica como medida óptima de priorización en la escogencia de las ocurrencias que conformarán la propuesta de conservación.

El proceso metodológico usado para identificar los vacíos de conservación fue el ‘*gap analysis*’, o análisis de vacíos (Scott et ál. 1993), el cual se fundamenta en información sobre la distribución de especies plasmada en mapas; estos mapas se comparan con los de las áreas de conservación existentes para identificar los vacíos en los esfuerzos de conservación. En el caso de los ecosistemas de agua dulce, esta metodología es difícil de aplicar por la ausencia de mapas de distribución de especies. Sin embargo, usando los métodos de clasificación de los sistemas de agua dulce es posible el ordenamiento conceptual de la diversidad biológica en el espacio geográfico. Para el presente trabajo se usó información generada por varios trabajos piloto que han sido ejecutados para identificar sitios de conservación, además de los últimos avances en la metodología “*gap*” para sistemas acuáticos (ver, p.e., Frissell et ál. 1986, Moyle y Ellison 1991, Rosgen 1994, Angermeier y Schlosser 1995, Maxwell et ál. 1995, Higgins et ál. 1998).

² Abell et ál (2008). Comunicación escrita que acompaña el “Mapa de las ecorregiones de aguas continentales en Latinoamérica”.

Los sistemas lénticos

El inventario de cuerpos de agua realizado a nivel centroamericano (OSPESCA - PREPAC 2005) permitió identificar 510 cuerpos de agua en Costa Rica, incluyendo lagunas costeras y sistemas artificiales (embalses y reservorios). El presente análisis de vacíos excluye todos los sistemas lénticos costeros, así como los artificiales y los erróneamente ubicados. En total quedan, entonces, 308 sistemas para el análisis. La gran mayoría de estos sistemas son pequeñas lagunetas; la clasificación detallada fue realizada y descrita por TNC (2007). Los 26 tipos de sistemas ecológicos lénticos presentes en Costa Rica

(Fig. 1) fueron descritos en detalle en SINAC (2007a). La meta de conservación establecida para los sistemas ecológicos lénticos es “uno de cada tipo en cada una de la UED; se exceptúan los sistemas de origen glacial, donde la meta es el 100%. La medición de la integridad ecológica de los sistemas lénticos se hizo mediante criterios indirectos³ como indicadores de su estado, hasta tanto no conociamos cada uno de los cuerpos de agua y podamos establecer esta característica intrínseca del sistema. Los criterios fueron analizados, ajustados y avalados con la experiencia de un grupo de expertos centroamericanos (TNC 2007).

Los sistemas lóticos

En Costa Rica es posible establecer al menos 48.796 km de sistemas ribereños o lóticos (SINAC 2007b), los cuales se clasifican en 64 sistemas ecológicos (Fig. 2). La meta de conservación para estos sistemas ecológicos debe definirse en longitud y de acuerdo a la abundancia o representatividad en el país. La experiencia usada se basa en el estudio de TNC (2007) en el cual se adecuó una propuesta usada por Higgins y Bryer (2000), resumida en el Cuadro 1. La integridad ecológica de cada una de las ocurrencias de sistemas ecológicos lóticos que hay en el país se calculó en el trabajo a nivel centroamericano (TNC 2007)

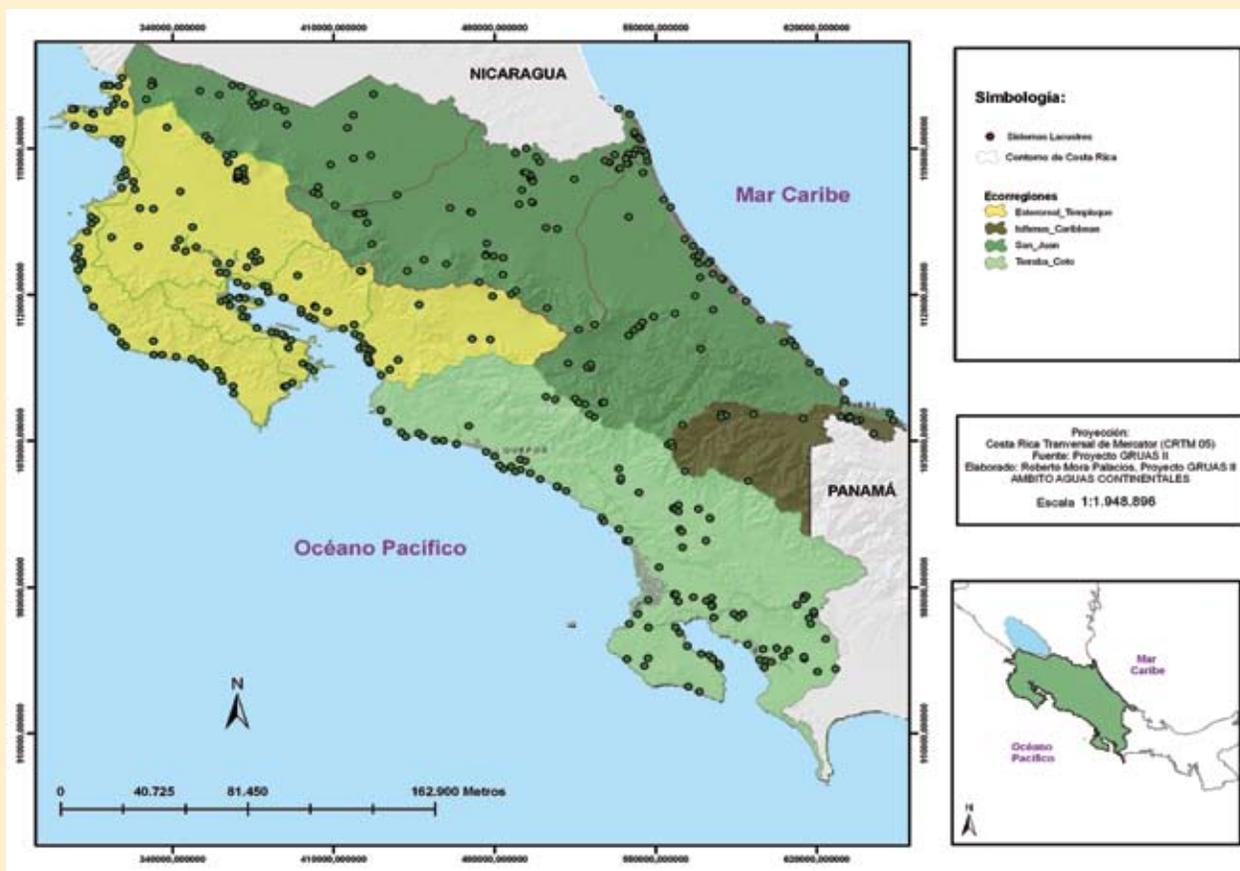


Figura 1. Sistemas ecológicos lénticos de Costa Rica: Ecorregión Estero Real-Tempisque, Ecorregión Terraba-Coto, Ecorregión San Juan, Ecorregión Isthmus Caribbean.

³ Población humana, cobertura natural y longitud de carreteras en área de drenaje; presencia de tilapia y cobertura de plantas acuáticas superiores en espejo de agua.

usando criterios indirectos⁴. Para este análisis de vacíos se utilizaron los mismos valores de meta propuestos y la integridad ecológica como medida de priorización.

Las especies

Las especies usualmente han sido utilizadas como elementos para la conservación con alta prioridad, particularmente cuando se tiene información sobre el estado decreciente de sus poblaciones y su unicidad geográfica (p.e. endemismo). Entre los grupos de especies acuáticas como anfibios, reptiles, mamíferos, insectos acuáticos, peces y plantas acuáticas presentes en los ecosistemas acuáticos continentales

de Costa Rica se encontraron 65 especies endémicas y/o incluidas en las listas rojas de UICN (SINAC 2007b). Con el objetivo de identificar si los esfuerzos de conservación en Costa Rica las protegen adecuadamente, es necesario conocer su ámbito de distribución espacial. Sin embargo, la información disponible al respecto es prácticamente inexistente, excepto para los peces de aguas continentales (Bussing 1998). Dicho autor determinó 18 especies endémicas de peces, ninguna de las cuales tiene un comportamiento migratorio.

Las propuestas de conservación que respondan a una meta ecológica a nivel de especie es un asunto

muy delicado, ya que usualmente se inicia con el 10% de su área de distribución; luego, por medio de un monitoreo cercano se debe ajustar la propuesta, en caso de que esa área no cubra los espacios necesarios para mantener al menos los procesos de alimentación y reproducción. La viabilidad de las poblaciones de las 18 especies endémicas de peces no fue calculada por restricciones de tiempo y falta de información detallada. Se recomienda hacer los ajustes necesarios a nivel de área de conservación, en caso de que haya poblaciones con mejores características de viabilidad poblacional que las propuestas.

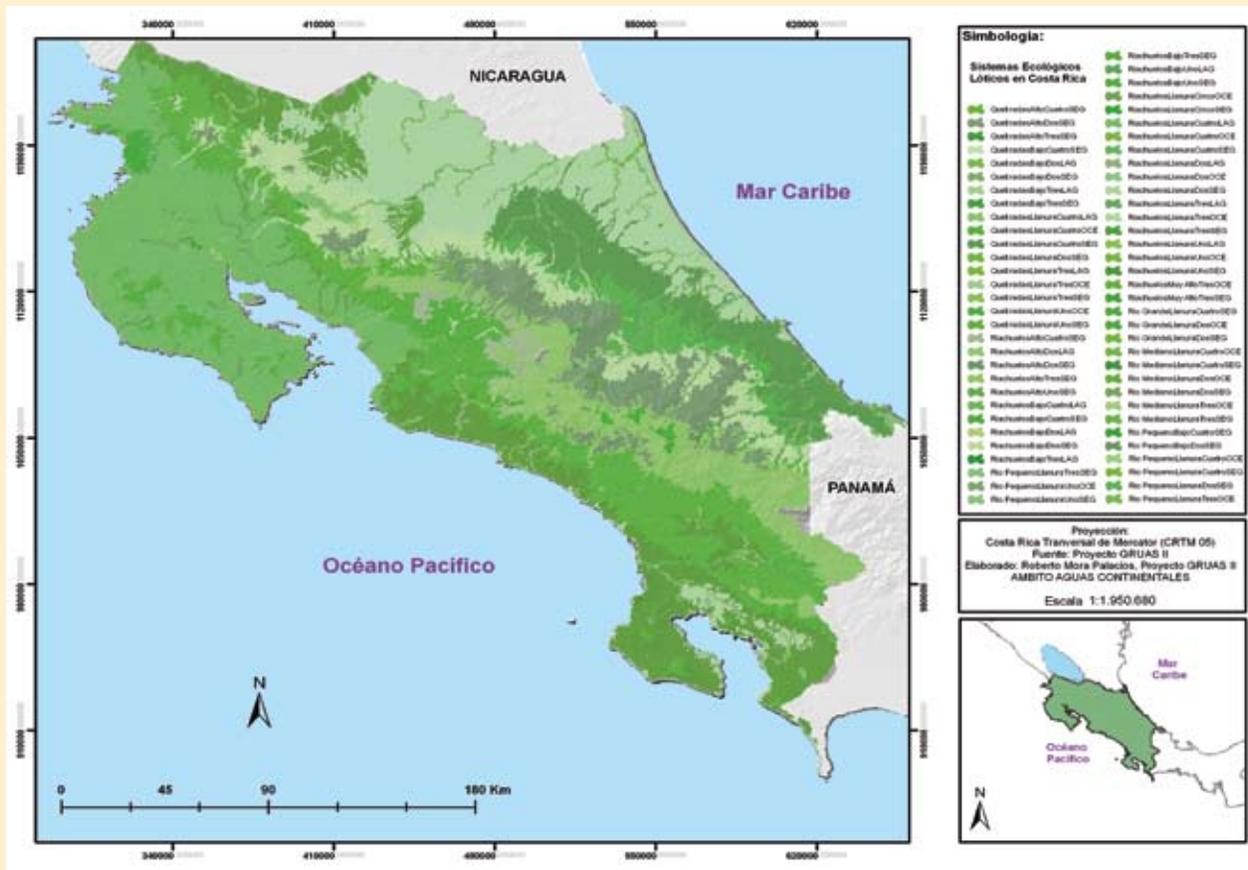


Figura 2. Sistemas ecológicos lóticos de Costa Rica

4 Población humana en área de drenaje inmediata al cauce, longitud de carreteras en área de drenaje inmediata, número de intersecciones de carreteras sobre el cauce analizado, cobertura natural en área de drenaje y ubicación de represas.

Cuadro 1.

Metas de conservación propuestas para las categorías de abundancia de sistemas ecológicos presentes en Costa Rica

Longitud total (km)	Categoría de abundancia	Meta propuesta (%)
< 25	Rara	50
26 - 250	Poco común	20
251 - 2500	Común	10
> 2500	Muy común	5

Fuente: TNC (2007)

Elementos de priorización e identificación de vacíos

La escogencia de los mejores ejemplos de sistemas lóticos y lénticos que permitan el cumplimiento de la meta establecida se basó en los siguientes criterios: a) unicidad (si es el único en la UED, este es el escogido); cuando hay más de un representante, se escoge aquel sistema que: b) tiene especies endémicas, c) tiene baja o ausente cobertura de plantas acuáticas, d) no tiene tilapia. e) En igualdad de condiciones, se escoge el que presenta el espejo de agua mayor. La información relacionada con estos criterios no se encuentra disponible en forma sistemática para todos los cuerpos de agua en Costa Rica, por lo que es importante mante-

ner en mente que la aplicación de estos criterios usa la información disponible en el inventario del OSPESCA - PREPAC (2005) y el “criterio de expertos” recabado durante el proceso de consulta para la definición de la propuesta de conservación.

La escogencia de las ocurrencias para el cumplimiento de la meta y llenado de vacíos de conservación se hizo con base en 1) la propuesta generada a nivel ecorregional (TNC 2007), 2) los cauces con una integridad ecológica muy buena o buena, 3) la cercanía a un área silvestre protegida y 4) el criterio de expertos. En algunos casos fue necesario incluir algunas ocurrencias con una integridad ecológica regular, lo cual deberá ser toma-

do en cuenta en el diseño de las estrategias de conservación, de tal manera que se contemplen algunos lineamientos de restauración.

Resultados

Al comparar la ubicación de los sistemas lacustres con las áreas silvestres protegidas, se encontró que el sistema nacional de áreas silvestres protegidas (ASP) incluye 23 tipos de sistemas ecológicos lénticos; únicamente quedaron desprotegidos tres formaciones: 1) el sistema de profundidad >10 m (lago), ubicado entre 300 y 1000 msnm, de origen volcánico y de funcionamiento abierto; 2) el sistema de profundidad <10 m y <1 km² en espejo de agua (laguneta), ubicado a una elevación entre 1000 y 2700 msnm, de origen glacial y de funcionamiento cerrado o endorreico, y 3) el sistema de profundidad <10 m y <1 km² en espejo de agua (laguneta), ubicado a una elevación entre 300 y 1000 msnm, de origen tectónico y de funcionamiento cerrado o endorreico. Al aplicar la meta al nivel de UED, el cumplimiento se alcanza con una propuesta de 44 cuerpos de agua (Fig. 3, Cuadro 2).



Foto: TNC.

En Costa Rica, la identificación de los vacíos en los esfuerzos de conservación de la biodiversidad de las aguas continentales se encuentra en proceso de consolidación y constituye un elemento básico para el establecimiento de prioridades

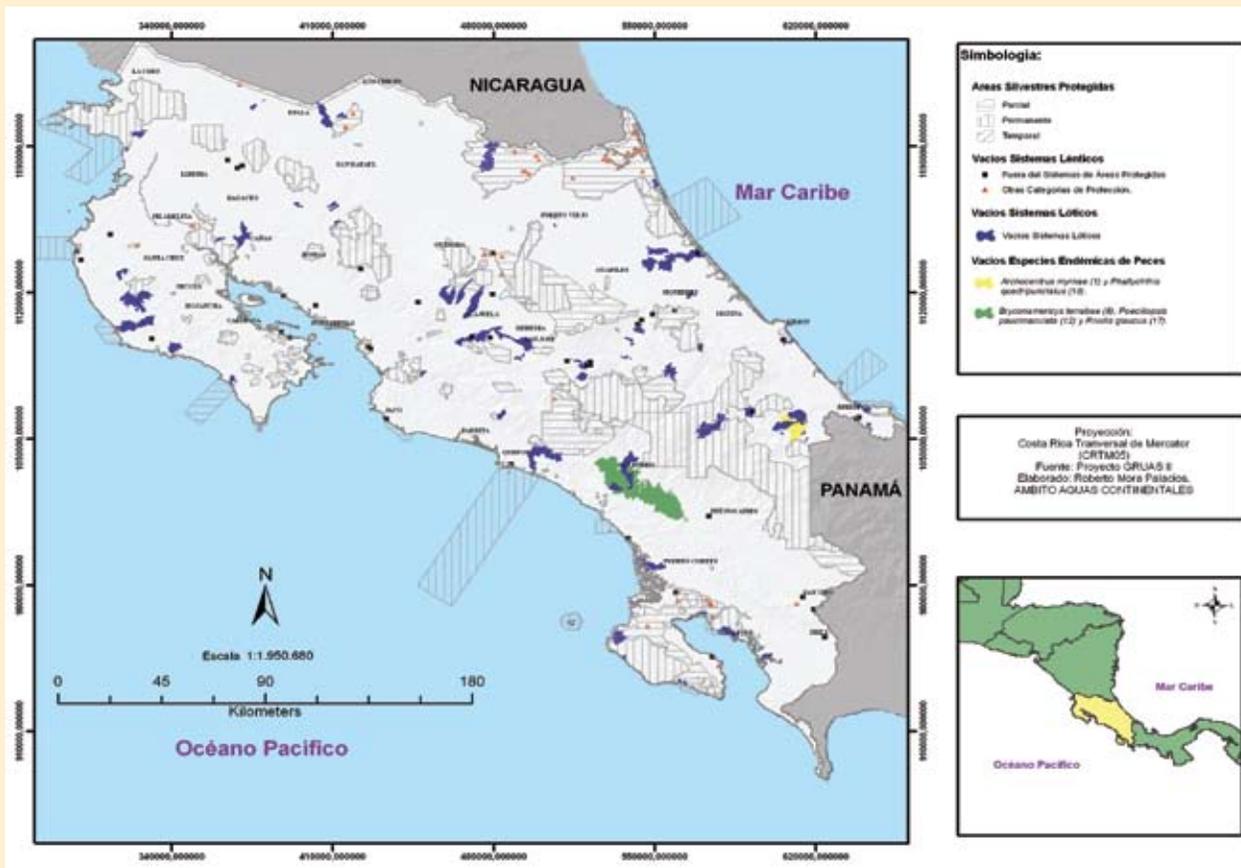


Figura 3. Propuesta para la conservación de sistemas ecológicos lénticos, lóticos y especies endémicas de peces

En lo que se refiere a los ríos, al realizar el análisis dentro de las áreas silvestres protegidas se encontró que de los 64 tipos de sistemas ecológicos lóticos existentes en el país, sólo 47 están presentes en las ASP y únicamente 23 cumplen con la meta ecológica establecida. Por ello, la propuesta de conservación incluye representantes de los 41 tipos de sistemas ecológicos lóticos y cubre un total de 471,24 km lineales de cauces y 1223 km² en áreas de drenaje (Fig. 3).

Las ASP de CR mantienen a 13 especies endémicas⁵ de Costa Rica en un 10% o más de su distribución espacial. Las restantes cinco

especies endémicas (*Archocentrus myrnae*, *Bryconamericys terrabae*, *Phallichthis quadripunctatus*, *Poeciliopsis paucimaculata* y *Rivulus glaucus*) no alcanzan el 10% dentro del sistema de ASP. La propuesta de conservación para estas cinco especies es sencilla de identificar ya que *A. myrnae* y *P. quadripunctatus*, por un lado, y *B. terrabae*, *P. paucimaculata* y *R. glaucus*, por otro, coinciden en ámbito de distribución (Fig. 3) con un total de 440 km lineales y 456 km² en área de drenaje.

La conservación de la biodiversidad en los sistemas de aguas continentales en Costa Rica se encuentra en proceso de consoli-

dación; para ello, el establecimiento de la Política de Humedales de Costa Rica (MINAE/UICN 2001) y el desarrollo de la Estrategia de Conservación y Uso Racional de los Humedales en Costa Rica (MINAE 2005, MINAET *en prensa*) son herramientas de gran valor. La identificación de los vacíos en los esfuerzos de conservación de la biodiversidad de las aguas continentales constituye un elemento básico para el establecimiento de prioridades. Hasta el momento, el escenario de la biodiversidad acuática continental ha sido vago, ya que se ha definido únicamente por la presencia de biodiversidad asociada, como las

⁵ *Archocentrus sajica*, *Astatherus diques*, *Brachyrhaphis olomina*, *B. rhabdophora*, *Gobiesox potamius*, *Hyphessobrycon savagei*, *Nannorhamdia lineata*, *Piabucina boruca*, *Priapichthys annectens*, *Pseudocheironodon terrabae*, *Pterobrycon mynae*, *Rivulus fuscolineatus* y *Romboides ilseae*.

Cuadro 2.

Propuesta de conservación usando la meta para los sistemas ecológicos lénticos por Unidad Ecológica de Drenaje en Costa Rica (41 + 3 lagunas de origen glaciar -Morrenas 1, 2, 3)

Ecorregión	UED	Meta	Número de ocurrencias dentro de las áreas silvestres protegidas	Propuesta
San Juan	Los Guatusos-Cocibolca	7	7	0
	San Carlos	13	12	1. Laguneta María Aguilar y/o Río Cuarto
	Caribe	16	7 (los sistemas de origen glaciar tiene la meta del 100%)	1. Laguna Lancaster 2. Laguna Bonillita 3. Laguneta Limoncito 4. Laguneta Morrenas 0, 2, 3 y 4 5. Laguneta Cóncovas 6. Laguna Ayil 7. Laguna del Colombiano 8. Laguneta Zent 9. Laguneta Salvadora
Estero Real-Tempisque	Santa Elena	4	4	0
	Nosara	4	1	1. Laguneta Lagarto 2. Laguneta Cangrejial 3. Laguneta Tortugal
	Nicoya	2	0	1. Salinas de Lepanto 2. Sin nombre
	Tempisque	7	3	1. Laguna Estero Blanco 2. Laguneta Peje 3. Laguneta Mogote 4. Laguna Limón
	Puntarenas	3	0	1. Laguneta Santolar (Punta Morales) 2. Laguneta Arancibia 3. Laguneta Ramírez
	Tárcoles	6	0	1. Laguna Grande 2. Laguna Hule 3. Lagunas Quebrada Estero 4. Laguna Vueltas La Chanchera 5. Laguna Coyote 6. Laguneta Fraijanes
Térraba Coto	Quepos	7	4	1. Laguneta Térraba 2. Laguna Pochotal 3. Laguna Negra
	Térraba	8	4	1. Zoncho (Julia) 2. Laguneta Larga 3. Sin nombre 4. Laguna Ulytum
	Osa	7	4	1. Laguneta Valle Azul 2. Laguneta Río Abrojos 3. Laguneta Tigre
Isthmus Caribbean	Sixaola	7	4	1. Laguna Shebei-Telire 2. Laguneta Gandoca Sixaola 3. Laguneta Aria (Sand Box)

aves y mamíferos acuáticos, más que por especies y grupos estrictamente acuáticos. Una clasificación de esta diversidad biológica y su ubicación espacial permitirá, por primera vez, diseñar programas de monitoreo específicos para la evaluación de los esfuerzos dirigidos a su conservación (p.e. Programa Nacional de Monitoreo Ecológico Terrestre (PROMEC) SINAC 2007a).

Para el caso de los ecosistemas acuáticos no es posible -ni práctico - proteger todas las tierras de las cuencas que contienen los elementos de conservación. El mantenimiento de estos sistemas en buen funcionamiento implica la conservación de la conectividad hidrológica (Pringle 2001); sin embargo, las estrategias para lograrlo varían considerablemente

de aquellas disponibles para los sistemas ecológicos terrestres. Por lo tanto, el propósito de esta iniciativa de análisis es hacer que los sitios de conservación propuestos se constituyan en zonas núcleo que orienten la conservación de la biodiversidad dulceacuática general o funcional a escala de paisaje (i.e. cuenca) (Angermeier y Winston 1999). Esto es posible si se promueve el uso

sostenible de los recursos acuáticos mediante la implementación de los principios del manejo integrado de los recursos acuáticos, y si se incorporan lineamientos para el mantenimiento de: 1) la resiliencia

de los ecosistemas frente a cambios ambientales a corto (antropológicos) y largo plazo (cambio climático); 2) las poblaciones viables de especies nativas en patrones naturales de abundancia y distribución,

y 3) los procesos ecológicos y evolutivos “saludables”, tales como regímenes de perturbación, procesos hidrológicos, ciclos de nutrientes e interacciones biológicas (Abell et ál. 2007). 

Literatura citada

- Abell, R; Allan, JD; Lehner, B. 2007. Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. *Biol. Cons.* 134: 48-63.
- _____; Thieme, ML; Revenga, C; Bryer, M; Kottelat, M; Bogutskaya, N; Coad, B; Mandrak, N; Contreras-Balderas, S; Bussing, W; Stiassny, MLJ; Skelton, P; Allen, GR; Unmack, P; Naseka, A; Ng, R; Sindorf, N; Robertson, J; Armijo, E; Higgins, JV; Heibel, TJ; Wikramanayake, E; Olson, D; López, HL; Reis, RE; Lundberg, JG; Sabaj-Pérez, MH; Petry, P. 2008. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioScience* 58(5): 403-414.
- Angermeier, PL; Schlosser, IJ. 1995. Conserving aquatic biodiversity: beyond species and populations. *American Fisheries Society Symposium* 17: 402-414.
- _____; Winston, MR. 1999. Characterizing fish community diversity across Virginia landscapes: prerequisite for conservation. *Ecological Applications* 9: 335-349.
- Bussing, W. 1987. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. 1 ed. revisada. San José, CR, Editorial Costa Rica.
- _____. 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. 2 ed. San José, CR, Editorial Costa Rica.
- 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, TNC, Mesoamerican and Caribbean Region-Regional Conservation Science Program. 32 p.
- Conservation International. 2007. Biodiversity hotspots: Mesoamerica. <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/mesoamerica/>
- Frissell, CA; Liss, WJ, Warren, CE; Hurley, MD. 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification: Viewing streams in a watershed context. *Environmental Management* 10: 199-214.
- García, R. 1996. Propuesta técnica de ordenamiento territorial con fines de conservación de biodiversidad en Costa Rica: proyecto GRUAS I. San José, CR, SINAC-MINAE. 114 p.
- Higgins, JV; Bryer, MT; Khoury, ML; Fitzhugh, T. 2005. A freshwater classification approach for biodiversity conservation planning. *Cons.Biol.* 19(2):432-445.
- _____; Lammert, M; Bryer, M; DePhilip, M; Grossman, D. 1998. Freshwater conservation in the Great Lakes Basin: development and application of an aquatic community classification framework. Chicago, Illinois, US, TNC, Great Lakes Program.
- _____; Bryer, MT. 2000. Iniciativa agua dulce; diseño de una geografía de la esperanza. Manual para la planificación de la conservación ecorregional. Vol. I y II. 2 ed. Arlington, USA TNC. p. 5-6.
- INBio (Instituto de Biodiversidad, CR.) 2008. Contexto nacional de Costa Rica (informe país). Visitado en abril 2008. Disponible en: <http://www.inbio.ac.cr/es/biod/ContextoNal.html> y http://www.inbio.ac.cr/es/biod/estrategia/Paginas/frame_estudio.htm
- Maxwell, JR; Edwards, CJ; Jensen, ME; Paustain, SJ; Parrot, H; Hill, DM. 1995. A hierarchical framework of aquatic ecological units in North America (nearctic zone). General Technical Report NC-176. St. Paul, Minnesota, US, United States Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. 72 p.
- MINAE (Ministerio de Ambiente, Energía y Minas) / UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2001. Política de humedales de Costa Rica. San José, CR. 15 p.
- MINAE (Ministerio de Ambiente, Energía y Minas). 2005. Estrategia nacional para la conservación y el uso racional de los humedales en Costa Rica. San José, CR.
- MINAE (Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones). *En prensa*. Estrategia nacional de humedales. San José, CR.
- Moyle, PB; Ellison, JP. 1991. A conservation-oriented classification system for the inland waters of California. *California Fish and Game* 77: 161-180.
- Olson, D; Dinerstein, E; Canevari, P; Davidson, I; Castro, G; Morisset, V; Abell, R; Toledo, E. (Eds.). 1998. Freshwater biodiversity of Latin America and the Caribbean: A conservation assessment. Washington, D.C., US, Biodiversity Support Program. 70 p.
- OSPESCA (Organización del Sector Pesquero y Acuicola del Istmo Centroamericano.) / PREPAC (Plan Regional de Pesca y Acuicultura Continental.) 2005. Inventario regional de los cuerpos de agua continentales del istmo centroamericano (con énfasis en la pesca y la acuicultura). San Salvador, El Salvador. 70 p.
- Pringle, CM. 2001. Hydrologic connectivity and the management of biological reserves: A global perspective. *Ecological Perspectives* 11: 981-998.
- Rosgen, DL. 1994. A classification of natural rivers. *Catena* 22: 169-199.
- Scott, JM; Davis, F; Csuti, B; Noss, R; Butterfield, B; Groves, C; Anderson, H; Caicco, S; D'erchia, F; Edwards, TC, Jr; Ulliman, J; Wright, RG. 1993. Gap analysis: A geographic approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123: 1-41.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2006. 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.
- _____. 2007a. Programa de monitoreo ecológico terrestre de las áreas protegidas y corredores biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR). Etapa I: 2007-2011. Resumen ejecutivo. SINAC-MINAE. 22 p.
- _____. 2007b. Análisis de vacíos en Costa Rica. Vol. II: Análisis de vacíos en la representatividad e integridad de la biodiversidad de los sistemas de aguas continentales. San José, CR, TNC, GRUAS II. 105 p.
- Smakhtin, V; Revenga, C; Döll, P. 2004. Taking into account environmental water requirements in global-scale water resources assessments. Colombo, LK, Comprehensive Assessment Secretariat. *Comprehensive Assessment Research Report* 2. 24 p.
- TNC (The Nature Conservancy). 2008. Revisando las prioridades de conservación de la biodiversidad en Mesoamérica: sistemas de aguas continentales (Evaluación Ecorregional de Mesoamérica). San José, CR, TNC -Programa Regional de Ciencias: Región de Mesoamérica y el Caribe. *En prensa*.