

Propuesta para una red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca, Costa Rica¹

**Eduardo Murrieta²; Bryan Finegan³;
Diego Delgado⁴; Róger Villalobos⁵;
José Joaquín Campos⁶**

La propuesta para la creación de una red de conectividad ecológica en el CBVCT constituye una herramienta estratégica para la conservación de la biodiversidad, ya que toma en cuenta la priorización de áreas para mantener o aumentar la conectividad entre los remanentes de bosques naturales. Esta propuesta debe enmarcarse dentro de un enfoque de manejo de paisaje, por lo que debe ser considerada como información base para la planificación de los recursos en el corredor.



Fotos: Eduardo Murrieta.

¹ Basado en Murrieta, E. 2006. Caracterización de cobertura vegetal y propuesta de una red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico Volcánica Central - Talamanca. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 125 p.
² Mag. Sc. en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad, CATIE. murrieta@catie.ac.cr
³ Grupo Bosques, Áreas Protegidas y Biodiversidad, CATIE. bfinegan@catie.ac.cr
⁴ Grupo Bosques, Áreas Protegidas y Biodiversidad, CATIE. ddelgado@catie.ac.cr
⁵ Cátedra Latinoamericana de Gestión de Territorios Forestales, CATIE. rvillalo@catie.ac.cr
⁶ Cátedra Latinoamericana de Gestión de Territorios Forestales, CATIE. jcampos@catie.ac.cr

Resumen

Se realizó un análisis a escala de paisaje en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca (CBVCT), Costa Rica y se elaboró una propuesta de red de conectividad ecológica que tomó en cuenta los tipos de bosque natural existentes. El análisis a escala de paisaje muestra que el corredor se encuentra altamente fragmentado, con un 40% de cobertura boscosa seguida de los usos pasto y café. A partir de los resultados obtenidos con el análisis multicriterio en un taller de expertos, se priorizaron áreas para la conservación según su contribución a la conectividad estructural en el corredor. También se realizó un análisis de vacíos para determinar la representación y protección de los tipos de bosques en las áreas silvestres protegidas y las áreas núcleos priorizadas para la conservación. Se encontró que la protección legal a los cinco tipos de bosque en el área protegida ubicada dentro del corredor es mínima. Para el modelaje de las redes de conectividad ecológica se utilizaron las áreas priorizadas para la conservación y un mapa de fricción. Mediante el SIG se desarrollaron cinco escenarios de redes de conectividad ecológica, tomando en cuenta las rutas de conexión más cortas. Las trayectorias diseñadas muestran similitudes; se identificaron nueve zonas prioritarias para la conectividad, tomando en cuenta la existencia y extensión de cobertura vegetal natural, tipos de bosque y otros usos en el CBVCT.

Palabras claves: Bosque natural; paisajismo; corredor biológico; fragmentación del bosque; cobertura vegetal; red de conectividad ecológica; Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca; Costa Rica.

Summary

Proposal for an ecological connectivity network in the Volcánica Central Talamanca Biological Corridor, Costa Rica. A landscape scale analysis was carried out in the Volcanica Central Talamanca Biological Corridor (CBVCT, for its acronym in Spanish), in Costa Rica, to define a proposal for the creation of an ecological connectivity network, considering the existing types of natural forest. The landscape scale analysis showed that the corridor is highly fragmented, with 40% forest cover followed by pasture and coffee. Conservation areas were prioritized by means of a multi-criteria analysis during a workshop with experts and local dwellers. Priority was defined as the contribution of the area to the corridor's structural connectivity. A gap analysis was also conducted in order to determine the representation and protection of forest types in protected areas and core areas prioritized for conservation. This analysis showed a minimum legal protection of forest types in the protected area within the corridor. For modelling the ecological connectivity network, conservation priority areas and a friction map were used. With GIS, five ecological connectivity network scenarios were developed considering the shortest connectivity routes. All five routes show similarities; nine priority zones for connectivity were identified taking into account the natural vegetation cover, types of forests and other land uses in the CBVCT.

Keywords: Natural forest; landscape; biological corridor; fragmentation; vegetal cover; ecological connectivity network; Biological Corridor Volcanica Central Talamanca; Costa Rica.

Introducción

Las consecuencias ecológicas de la fragmentación del hábitat incluyen los efectos directos de pérdida de hábitat y el aislamiento de las poblaciones que contienen. Los parches de hábitat que sobreviven al proceso de fragmentación se encuentran cada vez más aislados unos de otros y esto puede causar una disminución en la funcionalidad de las especies. La conectividad de paisajes es considerada como un elemento vital de la estructura de paisaje debido a su importancia para la supervivencia de especies (D'Eon et ál. 2002) y es definida como el grado en el cual un paisaje facilita o impide el movimiento de organismos entre diferentes parches de hábitat (Tischendorf y Fahrig 2000).

El estudio de la conectividad estructural del paisaje emplea herramientas como software en sistemas de información geográfica (SIG) y métodos participativos sociales (Bocco et ál. 2001). Estos métodos participativos se relacionan principalmente con la aplicación del análisis multicriterio. Este se ha convertido en una técnica valiosa para lidiar con condiciones multivariadas complejas en un amplio rango de campos de toma de decisión para el manejo de recursos naturales. A pesar de que las técnicas de análisis multicriterio utilizando SIG pueden ser desarrolladas de manera mecánica y rudimentaria, el proceso completo involucra toma de decisiones basadas en valores de juicio; tal información proviene de los diferentes actores interesados e involucrados en el tema tratado (Van der Merwe y Lohrentz 2001).

Para estudios de conectividad estructural a nivel de paisaje es importante también identificar los tipos de vegetación y especies que no están adecuadamente representados en sistemas específicos de áreas con manejo. Esto puede abordarse a partir de lo que se ha denominado

análisis de vacíos '*gap analysis*' (Kiestler et ál. 1996). Un análisis de este tipo parte de un mapa de la vegetación existente en el sitio y, con la ayuda del SIG, se determina el grado de protección y representación de los tipos de vegetación en las áreas protegidas (Caicco et ál. 1995). Este análisis es la primera etapa en la planificación de la protección de la diversidad biológica, ya que permite identificar las áreas de alta prioridad para la conservación. Una vez que estas prioridades han sido establecidas, otros enfoques de investigación de biología de la conservación pueden ayudar a determinar patrones de conservación y acciones necesarias para mantener poblaciones viables y procesos de ecosistemas (Caicco et ál. 1995).

El presente estudio se realizó dentro del área del corredor biológico Volcánica Central Talamanca (CBVCT), Costa Rica. El CBVCT representa una estrategia de conservación para restablecer y mantener la conectividad biológica entre las áreas silvestres protegidas parque nacional Volcán Turrialba, monumento nacional Guayabo, zona protectora de la cuenca del río Tuis y refugio privado de vida silvestre La Marta. A la vez, constituye un mecanismo para incorporar incentivos para el manejo y conservación de los recursos naturales al interior del corredor (Canet 2003).

Con este estudio se pretende contribuir al conocimiento y consolidación del manejo del paisaje al interior del CBVCT, por medio de una propuesta de red de conectividad ecológica que tome en cuenta las características de estructura y composición del paisaje, a fin de identificar y priorizar áreas potenciales para la conservación y/o recuperación de la cobertura boscosa, de tal forma que se incrementen las funciones de conectividad entre los fragmentos de hábitat naturales. La red de conectividad propuesta considera los tipos de bosque natural

dentro del CBVCT, e incluye un análisis de vacíos.

Metodología

El CBVCT tiene una extensión aproximada de 72.000 ha dentro del Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central (ACCVC) y se encuentra ubicado en la provincia de Cartago. Su rango altitudinal va desde los 339 msnm en el distrito de Peralta hasta los 3340 msnm en el parque nacional Volcán Turrialba (Canet 2003). El corredor limita al norte con el parque nacional Volcán Turrialba y la reserva forestal Cordillera Volcánica Central, al oeste con la ciudad de Turrialba, al sur con el parque nacional Tapantí Macizo de la Muerte, el refugio privado de vida silvestre La Marta y la zona protectora de la cuenca del río Tuis, y al este con la reserva indígena Cabecar (ver Fig. 1 en Murrieta et ál. pág. 57 en este mismo número).

Las condiciones climáticas que imperan en el CBVCT están influenciadas por el sistema de vientos alisios que ingresan desde la vertiente del Caribe y que aportan el total de la humedad que se distribuye en toda la Cordillera Volcánica Central. El sistema montañoso de la zona proporciona la formación de masas nubosas. La distribución de las lluvias es uniforme a lo largo del año; la precipitación anual es de 2650 mm en la zona norte y centro del CBVCT y de 6000 mm en la zona sur (Janzen 1991, citado por Canet 2003).

Según la clasificación de Holdridge (1987) el CBVCT presenta siete zonas de vida y tres transiciones. La cobertura boscosa está dominada por bosques secundarios con fragmentos de bosque primario (ver Murrieta et ál. pág. 57 en este mismo número). Todos estos sitios colindan con áreas protegidas de diversas categorías. También se dan otros usos del suelo como café, pasto y caña de azúcar. Las zonas de uso mixto predominan sobre las áreas de uso urbano.

Análisis a escala de paisaje del Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca

Para el análisis de paisaje y los demás productos en SIG se utilizó el mapa de uso actual de la tierra (Fig. 1), que se analizó con el programa Fragstats (McGarigal et ál. 2002). Este mapa considera catorce categorías de usos del paisaje y se originó en una interpretación visual a escala 1:15000, considerando 0.75 ha como unidad mínima de mapeo. Asimismo, hay tres categorías de órdenes de suelo predominantes al interior del área de estudio: Andisoles e Inceptisoles en la parte norte y centro del corredor y Ultisoles en la parte sur del corredor⁷.

La fragmentación del CBVCT es evidente, por lo que se realizó un análisis de los índices más comunes a fin de explicar el grado de fragmentación (Fig. 1). Este análisis se realizó en dos niveles: paisaje y clases de parches. En ambos casos se consideraron índices como área total de parches, densidad, número de parches, área de borde, forma de parche, área núcleo, aislamiento/proximidad, división, contagio e interspersión y dispersión (McGarigal y Marks 1995).

Análisis de vacíos

El objetivo del análisis de vacíos (*gap*) fue determinar qué elementos (tipos de vegetación) no están representados o están pobremente representados en las áreas silvestres protegidas del corredor. En este análisis se incluyeron las áreas silvestres protegidas dentro del corredor, los núcleos prioritarios de conservación de cobertura boscosa determinados mediante un taller de priorización de áreas para la conservación, y la cobertura potencial de tipos de bosque (Murrieta 2006). Para el Monumento Nacional Guayabo (MNG) y los núcleos de cobertura boscosa, se hizo una superposición con la cobertura potencial de tipos

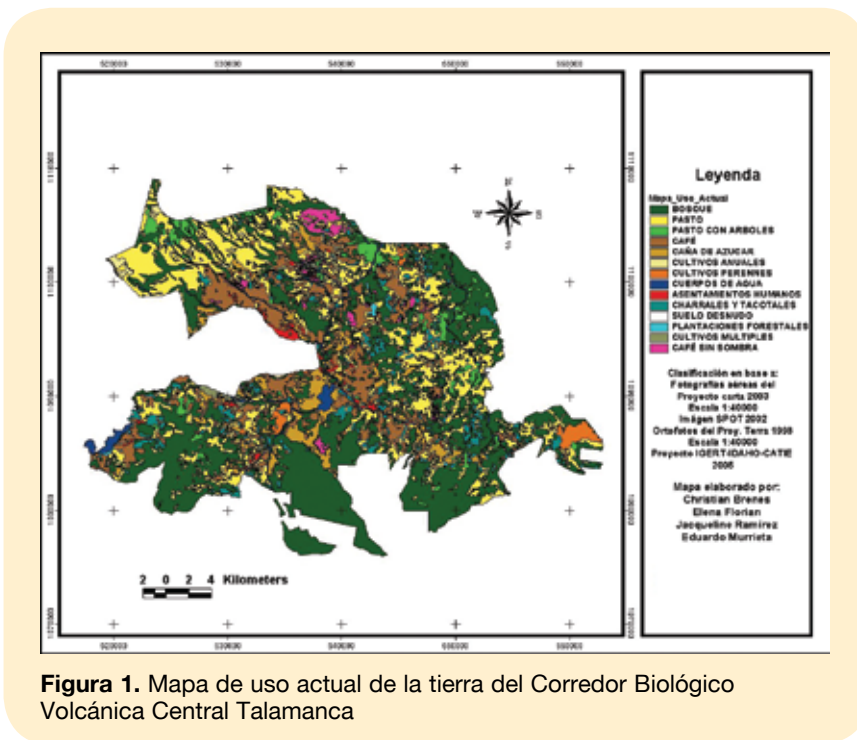


Figura 1. Mapa de uso actual de la tierra del Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca

de bosque con el fin de determinar cuáles de las cinco comunidades de tipos de bosque se encuentran representadas y protegidas en el interior del CBVCT, y en qué proporción.

Análisis de conectividad ecológica

Para este análisis se utilizó la metodología empleada en Florida (E.U.) para establecer una red de conectividad estructural (Hoctor et ál. 2000). Ramos y Finegan (2007) emplearon la misma metodología para establecer un escenario de red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico San Juan-La Selva, en Costa Rica. En este estudio se siguieron tres fases: a) ponderación de variables físico-ambientales a escala de valores prioritarios relacionadas con las áreas de cobertura boscosa, b) identificación y selección de los núcleos prioritarios a conectar a partir de las ponderaciones establecidas, c) desarrollo de modelos de redes de conectividad ecológica en el CBVCT.

Fase 1

En un taller que contó con la participación de expertos y conocedores locales del CBVCT se analizaron, mediante el análisis multicriterio, cinco variables físico-ambientales: pendiente, distancia a caminos, distancia a ríos, área interior de cobertura boscosa y tipos de bosque. En total se conformaron cinco grupos, dos con técnicos y profesionales (técnico 1 y técnico 2) y tres con pobladores locales (local 1, local 2 y local 3). El trabajo consistió en asignar ponderaciones y escala de valores a dichas variables, tomando en cuenta criterios de amenaza, calidad de hábitat e importancia para la conservación.

Cada grupo asignó un valor en porcentaje de prioridad e importancia para la conservación a cada variable, de tal manera que todas sumaran el 100%. Posteriormente, para crear una escala de valores para cada una de las variables, se hizo el mismo ejercicio pero asignando los valores de 1 a 3, en donde el valor 1 corresponde a prioridades

⁷ Leigh Winowiecki. Noviembre 2005. Estudiante de Doctorado, CATIE. Comunicación personal.

más bajas para la conservación, el valor 2 a prioridades medias y el valor 3 a prioridades altas.

Los criterios tomados en cuenta para calificar los polígonos con cobertura boscosa para cada una de las variables analizadas en el taller fueron:

- **Pendiente**, el supuesto considerado fue que a menor pendiente mayor la vulnerabilidad a la ocupación humana, lo cual hace posible que un área con cobertura boscosa sea más susceptible a la deforestación. Para esta variable se definió la escala de valores como vulnerabilidad alta (1), vulnerabilidad media (2) y vulnerabilidad baja (3).
- **Distancia a caminos**, según el supuesto de que cuanto más cerca del camino esté el bosque, más vulnerable será a la intervención humana. Se usó la misma escala que para pendiente.
- **Distancia a ríos**, el supuesto considerado fue que cuanto más cerca esté el bosque del río, más alto será el valor para la protección del recurso; la escala de valores estuvo dada como protección baja (1), protección media (2) y protección alta (3).
- **Área interior**, el supuesto considerado fue que entre más grande el parche más prioritario para la conservación, la escala de valores fue: prioridad baja (1) para parches pequeños, prioridad media (2) para parches medianos y prioridad alta (3) para parches grandes. A cada parche de bosque se asignó una distancia de 100 m a partir del borde de parche hacia el interior del mismo, para obtener todos los polígonos con sus respectivas áreas interiores.
- **Tipo de bosque**, definido por el criterio de conservar muestras representativas de los cinco tipos de bosque identificados por Murrieta et ál. (pág. 57 en este mismo número). Se asignaron los mismos valores que para área interior.

Los valores establecidos en el taller para las cinco variables se sumaron con el programa SIG Arc View 3.3, extensión Model Builder, para obtener las áreas de cobertura boscosa con mayores valores de priorización.

Fase 2

Después de la suma de las cinco variables y a partir del uso del SIG, se definieron cinco modelos con base en los resultados de las ponderaciones y escalas de valores asignados en el taller. Luego se seleccionaron los núcleos de más de 2 ha con las más altas prioridades; se tomó como referencia este tamaño mínimo por la definición de bosque dada en la Ley Forestal 7575 de Costa Rica.

Fase 3

Esta fase consistió en realizar el modelaje de las rutas de conectividad ecológica. Así, se definieron las rutas más cortas que conectasen los parches de bosque seleccionados como prioritarios en la fase 2. Se utilizó el Arc View con las extensiones Cost Distance y su función Cost Path. Para el desarrollo de esta fase hubo la necesidad de establecer en gabinete una capa de fricción a partir del mapa de uso actual del CBVCT. Los valores más altos de fricción correspondieron a los usos que más resistencia ofrecen a la dispersión de organismos (pastizales y asentamientos humanos), y los valores de fricción más bajos a los usos que menos resistencia ofrecen a la dispersión de organismos (bosques). Las redes de conectividad ecológica en el CBVCT se trazaron después de haber definido la capa de fricción y considerando la priorización de núcleos obtenidas las fases 1 y 2.

De los cinco escenarios de redes, se seleccionaron los dos que mostraban las mayores diferencias de recorrido, con la finalidad de hacer un análisis comparativo. A partir de las redes de conectividad ecológica, se identificaron varios sectores

prioritarios para la conservación, tomando como criterios de selección a) la presencia de grandes extensiones de usos de suelo por donde se desplaza la red de conectividad, b) los sectores donde se ubican las mayores coberturas boscosas, y c) la ubicación de los tipos de bosque caracterizados en el corredor.

Resultados y discusión

Análisis a escala de paisaje y análisis de vacíos en el CBVCT

El paisaje en el corredor se encuentra altamente fragmentado. La categoría de uso predominante es la cobertura boscosa (40% del área total), seguida por pastos (24%) y café (14%). La cobertura boscosa es bastante más baja que la encontrada por Ramos y Finegan (2007) en el Corredor Biológico San Juan - La Selva (70%). En el análisis a nivel de clases, el estrato de Ultisoles (parte sur del corredor) representa la mayor proporción en área de todo el corredor (44.000 ha), seguido de los Inceptisoles (parte central del corredor) y Andisoles (parte norte del corredor) con 17.000 y 10.000 ha, respectivamente. En el estrato Ultisol se presenta la mayor extensión de cobertura boscosa, con un área aproximada de 22.000 ha. La mayor actividad agrícola y densidad poblacional se ubican en el estrato de los Inceptisoles, cuyos suelos son de topografía plana a ligeramente plana, lo que favorece el asentamiento humano y el desarrollo de actividades económicas. En este estrato es donde se encuentra la mayor fragmentación de la cobertura forestal.

Para el análisis de vacíos se tomó en cuenta que sólo existe al interior del corredor un área silvestre protegida: el Monumento Nacional Guayabo (MNG). Este, sin embargo, cubre una mínima parte del territorio del CBVCT (0,3%). A partir del análisis de vacíos, se muestra que los cinco tipos de bosque preliminares identificados por Murrieta et ál. (pág. 57 en este mismo número)

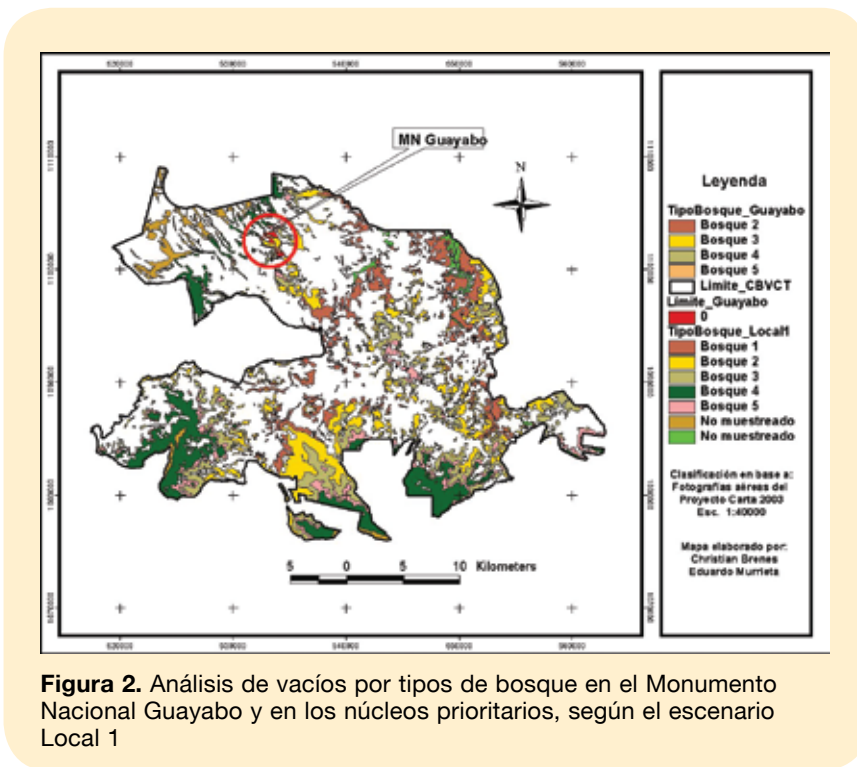
para el CBVCT tienen poca representación y protección en el corredor. En un 60% del área del MNG se protegen cuatro tipos de bosques, más no el bosque 1.

Powell et ál. (2000) realizaron un estudio de vacíos para toda Costa Rica, considerando las áreas silvestres protegidas y las zonas de vida de Holdridge; para ello establecieron dos niveles de protección. El nivel 1, conformado por los parques nacionales y reservas biológicas, establece protección absoluta a todos los organismos representados en ellos; el nivel 2 - reservas forestales, humedales o zonas protectoras - son áreas que sólo reciben protección simbólica. Estas áreas poseen poca restricción de uso y, por lo tanto, son susceptibles de ser convertidas a otros usos agrícolas. El MNG se ubica en el primer nivel y ofrece protección absoluta a cuatro de los cinco tipos de bosques encontrados.

Tomando en cuenta que el análisis de vacíos se hizo a partir de una sola área silvestre protegida, y que su área es muy pequeña, se decidió ampliar el análisis con los núcleos prioritarios de cobertura boscosa. Para tal efecto, se seleccionó uno de los cinco escenarios definidos en el taller de priorización de áreas para la conservación, el escenario de red local 1. La Fig. 2 muestra gráficamente la distribución de los cinco tipos de bosque. De las aproximadamente 29.000 ha con cobertura boscosa, 14.000 ha se encuentran representadas -pero no protegidas legalmente - bajo alguna categoría de área protegida.

Análisis de conectividad ecológica

Se analizaron dos de las cinco redes de conectividad (local 1 y técnico 1). La Fig. 3 muestra la red de conectividad del escenario local 1, que es el de mayor recorrido. En cada red, los niveles de conectividad atraviesan cobertura boscosa, café con sombra, pasto, charrales/tacotales y otros usos hasta llegar a conectar los par-



ches de bosque. Las redes se inician en el sector norte del CBVCT, cerca del volcán Turrialba. El recorrido busca conectar con el monumento nacional Guayabo, y luego con otras áreas protegidas como el refugio privado de vida silvestre La Marta y la zona protectora de la cuenca del río Tuis, atravesando parches de bosques ribereños y áreas de pastizales. En este sector predomina la cobertura de pasto; por eso, aunque se trata de pasar por los usos con las fricciones más bajas, no siempre se logra evitar este uso.

Considerando las trayectorias de las cinco redes, se identificaron varios sectores de primordial importancia para la conectividad del paisaje y la conservación de la biodiversidad tomando en consideración la existencia y extensión de la cobertura vegetal natural, tipos de bosques y otros usos (Fig. 4). En la parte norte del CBVCT (sector 1), por las faldas del volcán Turrialba, predominan los pastizales y parches pequeños de bosque ribereño. Estos parches constituyen pequeños núcleos bási-

cos para la conectividad, por lo que necesariamente deberían ser conservados y protegidos. En el sector 2 se ubica la finca cafetalera Aquieres que es otra área de importancia para la conectividad en el corredor. Esta finca de cafetales con sombra es muy extensa; una gran parte de ella ha sido certificada por Rainforest Alliance. En el sector 3 se encuentra la finca La Isabel, cuyo bosque juega un papel estratégico para la conectividad en un área del corredor altamente urbanizada.

El sector 4 corresponde a la cuenca media y baja del río Pacuare (Fig. 5). Esta área da continuidad a los bosques aledaños al corredor y protegidos por la Reserva Indígena Cabecar, en Chirripó. En este sector hay grandes extensiones de bosque primario en condiciones casi inalteradas, lo cuales son muy importantes para los procesos ecológicos relacionados con la conectividad estructural y funcional del corredor. Los bosques del sector 5 son importantes porque proporcionan el recurso agua a las poblaciones asentadas en

la parte baja de la cuenca, así como al embalse de La Angostura. Estos bosques, al igual que el de La Isabel, son de importancia estratégica para el corredor. El sector 6 alberga a la finca Florencia Industrial; por la diversidad de especies vegetales que posee, esta es una zona que también aporta mucho a la conectividad del paisaje (Fig. 5). Además, allí también se encuentran nacientes de agua que abastecen del recurso a las comunidades aledañas. Finalmente, los sectores 7, 8 y 9 (Fig. 5) son los tres núcleos de bosque más grandes en todo el CBVCT. Estos sectores, ubicados en Pejivalle, La Marta y Tayutic, respectivamente, mantienen áreas de bosque primario en condiciones poco alteradas que se interconectan con otras áreas protegidas.

La propuesta para la creación de una red de conectividad ecológica en el CBVCT constituye una herramienta estratégica para la conservación de la biodiversidad, ya que toma en cuenta la priorización de áreas para mantener o aumentar la conectividad entre los remanentes de bosques naturales. Esta propuesta debe enmarcarse dentro de un enfoque de manejo de paisaje, por lo que debe ser considerada como información base para la planificación de los recursos en el corredor. La red está abierta a todas aquellas posibilidades futuras que permitan identificar nuevas áreas prioritarias y, en consecuencia, generar nuevos escenarios de redes de conectividad ecológica.

Conclusiones y recomendaciones

■ A partir de los escenarios de redes de conectividad ecológica propuestos se identificaron nueve sectores prioritarios para la conservación de la biodiversidad en el CBVCT. En estos sectores es importante aplicar estrategias de manejo y conservación de recursos naturales, como el pago por servicios ambientales y procesos de certificación agrícola y forestal.

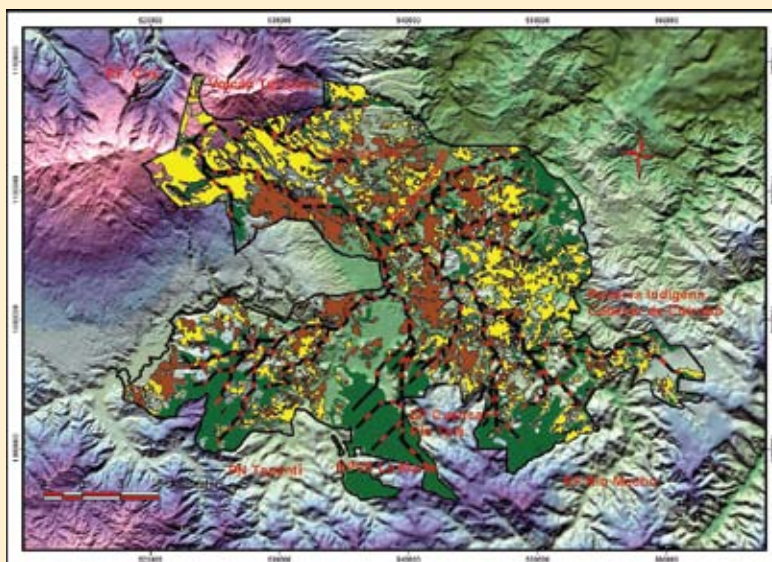


Figura 3. Red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca (línea de color rojo y negro), parches de bosque natural (color verde oscuro), café (color marrón) y pasto (color amarillo)

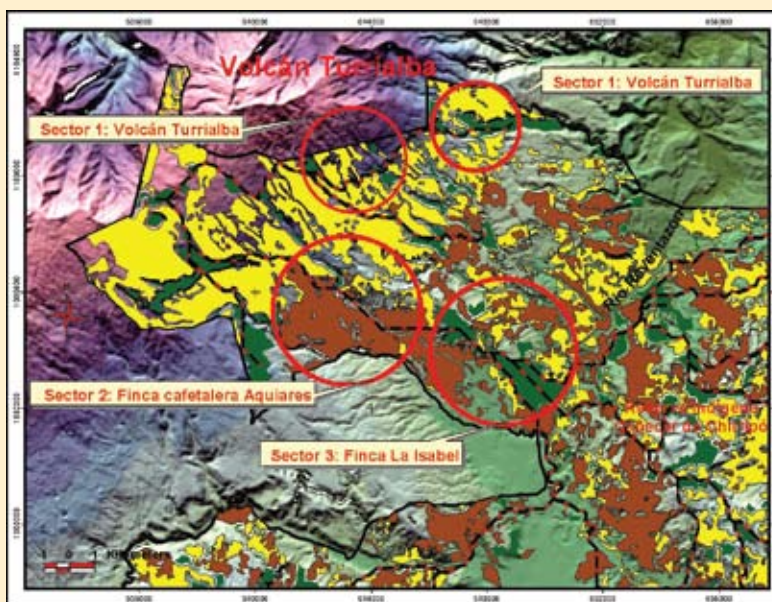


Figura 4. Identificación de tres sectores prioritarios (círculos de color rojo) para la conservación de la biodiversidad, considerando la trayectoria de las redes de conectividad estructural en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca: bosque (color verde oscuro), pasto (color amarillo), café (color marrón) y la red (línea de color rojo y negro)

- A partir de las redes de conectividad propuestas queda abierta la posibilidad de modelar otros escenarios en el futuro, que consideren nuevos valores de fricción y que tomen en cuenta otros aspectos que no fueron evaluados en el presente estudio, como la calidad de los parches.
- Es conveniente realizar ajustes en la delimitación del área del CBVCT. En la parte norte del corredor sería conveniente integrar el parque nacional Volcán Turrialba y el humedal Lagunas de Bonilla; por el suroeste, los terrenos del CATIE, y por el sur, el área adyacente a la reserva privada de vida silvestre La Marta, ya que es un área con cobertura boscosa que se encuentra aislada de la delimitación continua del corredor.

Agradecimiento:

A Christian Brenes, especialista SIG del CATIE por su apoyo en el análisis de paisaje y los demás productos en SIG.

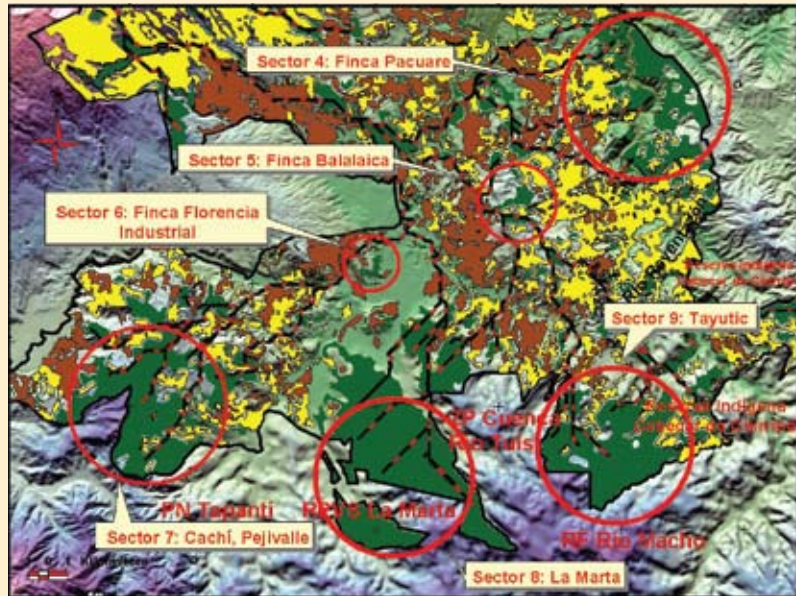


Figura 5. Identificación de seis sectores prioritarios (círculos de color rojo) para la conservación de la biodiversidad, considerando la trayectoria de las redes de conectividad estructural en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca: bosque (color verde oscuro), pasto (color amarillo), café (color marrón) y la red (línea de color rojo y negro)

Literatura citada

- Bocco, G; Mendoza, M; Velásquez, A. 2001. Remote sensing and GIS – based regional geomorphological mapping – a tool for land use planning in developing countries. *Science* 39(3): 211-219.
- Caicco, SI; Scout, JM; Butterfield, B; Csuti, B. 1995. A gap analysis of the management status of the vegetation of Idaho (USA). *Conservation Biology* 9(3):498-511.
- Canet, L. 2003. Ficha técnica del Corredor Biológico Turrialba – Jiménez. San José, CR, Minae. 75 p.
- D'Eon, RG; Glenn, SM; Parfitt, I; Fortín, MJ. 2002. Landscape connectivity as a function of scale and organism viability in a real forested landscape. *Ecology and Society* 6(2):10.
- Hocor, TS; Carr, MH; Zwick, PD. 2000. Identifying a linked reserve system using a regional landscape approach: The Florida ecological network. *Conservation Biology* 14(4):984-1000.
- Holdridge, LR. 1987. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, CR, IICA.
- Kiester, AR; Scott, JM; Csuti, B; Noss, RF; Butterfield, B; Sahr, K; White, D. 1996. Conservation prioritization using gap data. *Conservation Biology* 10(5):1332-1342.
- McGarigal, K; Marks, B; Ene, E; Holmes, C. 2002. Fragstats: Spatial pattern analysis program for categorical maps. Oregon State University, US (en línea). Disponible en <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.
- _____; Marks, B. 1995. Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Oregon State University, US. 122 p.
- Murrieta, E. 2006. Caracterización de cobertura vegetal y propuesta de una red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico Volcánica Central - Talamanca. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 125 p.
- 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* 93:35-41.
- Ramos, ZS; Finegan, B. 2007. Red ecológica de conectividad potencial: estrategia para el manejo del paisaje en el Corredor Biológico San Juan-La Selva. *Recursos Naturales y Ambiente* 49:112-123.
- Tischendorf, L; Fahrig, L. 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity. *Ilumina* 90(1):7-19.
- Van der Merwe, JH; Lohrenz, G. 2001. Demarcating coastal vegetation buffers with multicriteria evaluation and GIS at Saldanha Bay, South Africa. *Ambio* 30(2):89-95.