



MESOAMERICANA

Revista Oficial de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación

Volumen 14(3) Noviembre de 2010

© **2010** Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación

Una publicación semestral

Derechos reservados

Edición impresa de este número, Cuernavaca, México

ISSN 1659-2794

Diseño de la portada: Tigran Contreras MacBeath

Fotografía de la portada: Área Natural Protegida Montaña de Cinquera, Departamento de Cabañas,
El Salvador, Iveth Stefany Henríquez Ortiz.



MESOAMERICANA

Revista Oficial de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación

EDITORES

Jaime Raúl Bonilla-Barbosa
Jorge Luna-Figueroa
Olivier Chassot

CONSEJO EDITORIAL

Jim Barborak
Eduardo Carrillo
Lenin Corrales
Oliver Komar
Bruce Ferguson
Jaime García-Moreno
Fernando González García
Bernal Herrera

Juan Carlos Martínez-Sánchez
Alfonso Mata
Guisselle Monge Arias
Daisy Rodríguez Batista
Christopher Vaughan
René Calderón-Mandujano
Jorge Correa

COMITÉ EDITORIAL

Andrea Bolongaro-Crevenna Recaséns
Jorge Luna Figueroa
Salvador Santillán Alarcón
Marisela Taboada Salgado
Hortensia Colín Bahena
Vicente Torres Rodríguez
Olivier Chassot

Rosa Emilia Pérez-Pérez
Juan Tun Garrido
María Cristina Saldaña Fernández
Elma Kay
Verónica Rodríguez López
Rosa del Carmen Zapata
Jaime Raúl Bonilla-Barbosa

DISEÑO GRÁFICO

Tígram Contreras MacBeath
Alejandro de Jesús Medrano Silva

PRODUCCIÓN EDITORIAL

Jaime Raúl Bonilla-Barbosa
Betzy Santamaría Araúz
Vicente Torres Rodríguez

DIRECTORIO
SOCIEDAD MESOAMERICANA PARA LA BIOLOGÍA Y LA CONSERVACIÓN

PRESIDENTE
Olivier Chassot

VICEPRESIDENTE
Jaime Raúl Bonilla-Barbosa

SECRETARIA
Fengmei Wu Chen

TESORERO
Wilfredo López

FISCAL
Milagro Salinas

FISCAL SUPLENTE
Zaida Piedra Cerdas

VOCAL I
Andrea Bolongaro-Crevenna-Recaséns

VOCAL II
Maikel Cañizarers Morera

VOCAL III
Elma Kay

PRESIDENTE CAPÍTULO BELICE
Elma Kay

PRESIDENTE CAPÍTULO COSTA RICA
Oscar Ramírez Adán

PRESIDENTE CAPÍTULO CUBA
Maikel Cañizares Morera

PRESIDENTE CAPÍTULO EL SALVADOR
Melissa Esther Rodríguez Menjivar

PRESIDENTE CAPÍTULO GUATEMALA
Juan Fernando Hernández Escobar

PRESIDENTE CAPÍTULO HONDURAS
Armando Mondragón

PRESIDENTE CAPÍTULO MÉXICO
Andrea Bolongaro-Crevenna-Recaséns

PRESIDENTE CAPÍTULO NICARAGUA
Luis E. Hernández Santamaría

PRESIDENTE CAPÍTULO PANAMÁ
Karla Aparicio

PRESENTACIÓN

CONSERVACIÓN DE LA CONECTIVIDAD EN MESOAMÉRICA

Nuestro planeta atraviesa una grave crisis ambiental, causada en gran medida por las actividades antropogénicas que han modificado, destruido y simplificado la cobertura natural de la Tierra, dividiendo y disminuyendo el área de hábitats naturales y consecuentemente transformando el paisaje en un mosaico compuesto por asentamientos humanos, terrenos agrícolas y fragmentos de bosques aislados. Es así como la pérdida del hábitat representa uno de los mayores riesgos que enfrenta la biodiversidad y una de las principales causas de extinción de especies silvestres en el ámbito mundial.

Estos procesos no se dan de forma aleatoria en el espacio, sino por el contrario, son influenciados por factores sociales, políticos y económicos, y están ligados a su vez con las condiciones agroecológicas y al grado de accesibilidad de estos hábitats. En el ámbito regional y a escala de paisaje, los procesos de destrucción, simplificación y fragmentación del hábitat generan un efecto negativo en la dinámica del ecosistema que causa a su vez un cambio en su estructura, composición y funcionamiento, afectando directamente a las poblaciones silvestres que habitan en él.

Cuando el área del hábitat natural disminuye, consecuentemente se reduce el tamaño poblacional y aumenta la tasa de extinción local, por lo que generalmente, hábitat con áreas pequeñas soportan menos especies. De igual forma, el aislamiento puede inhibir el intercambio de individuos entre las poblaciones de los diferentes fragmentos dificultando la dispersión y migración de las especies que requieren de bosques continuos en diferentes gradientes altitudinales, para poder realizar los movimientos espaciales y continuar con la dinámica propia de su población. El aislamiento de las poblaciones silvestres puede llevar a la extinción de las mismas, debido a que la baja densidad poblacional provocada por el aislamiento fuerza el entrecruzamiento entre individuos emparentados disminuyendo la diversidad genética.

Estos efectos generados por la fragmentación de los hábitat naturales afecta principalmente a las especies que ocupan los niveles superiores en la cadena alimenticia, aquellas que son endémicas o con distribución reducida, las de gran tamaño, las migratorias con requerimientos diversos de hábitat, las que son especialistas, y por último, las que son poco tolerantes y tienen limitada capacidad de adaptación a los cambios ambientales en su entorno. De igual forma, relaciones como la polinización, dispersión zoocórica y la interrelación depredador-presa resultan afectadas, además de otras funciones propias de los ecosistemas que en su conjunto producen servicios ecosistémicos esenciales para la vida en el planeta.

Una de las estrategias para mitigar los efectos de la fragmentación de los ecosistemas, consiste en mantener o restablecer los vínculos en el paisaje, a través de la conectividad entre zonas protegidas y áreas con alto valor para la conservación. En este sentido, se define la conectividad a partir del grado en que un paisaje facilita o impide los desplazamientos entre hábitat naturales. La conectividad provee dos funciones fundamentales, en primer lugar, permite regular los movimientos de los organismos, asegurando que las varias subdivisiones de una población puedan mantener el equilibrio genético. En segundo lugar, la conectividad facilita la dispersión entre el rango hogareño de las especies y sus áreas de migración.

Existe conectividad a escala de fragmento, a escala local, a escala de paisaje y a escala regional o continental. La conectividad estructural del paisaje es determinada por la distribución espacial de los tipos de hábitat y la integridad ecológica de los mismos, la cual depende de la continuidad de hábitat, de la distancia entre los elementos del paisaje y del tamaño de las brechas entre fragmentos. La conectividad de orden conductual se relaciona con la respuesta comportamental de las especies frente a la estructura del paisaje.

En términos de manejo, la conectividad encuentra su manifestación en los corredores biológicos. Estos se basan en el supuesto de que los fragmentos unidos o conectados por un corredor de hábitat adecuado disminuyen la tasa de extinción y tienen un mayor valor para la conservación que los hábitats aislados. Sin embargo, los corredores representan tanto la oportunidad de desplazamiento para los organismos como una barrera, dependiendo del tipo de cobertura del corredor y el organismo particular. Es por esta razón que tanto los eslabones de ecosistemas naturales como la matriz circundante juegan un papel importante en la eficiencia de la conectividad ecológica.

En el paisaje, el valor de la conectividad depende en gran medida del comportamiento de cada organismo con relación al uso de los eslabones. Las estrategias de conservación basadas en los corredores consisten en optimizar la magnitud y la variedad del hábitat natural en los eslabones de paisaje para que el espectro más amplio posible de especies nativas tenga la oportunidad de desplazarse dentro del mismo. Además, la conectividad se manifiesta también en redes, las cuales existen o se restablecen entre los fragmentos de ecosistemas que fueron separados por factores antropogénicos, permitiendo el libre movimiento de los organismos de un fragmento a otro.

La idea subyacente de las redes ecológicas de conectividad es la identificación de la diversidad biológica y de los recursos naturales en el paisaje, guiados por principios de planificación de conservación combinada con información sobre las necesidades de llenar vacíos de conservación para preservar comunidades naturales. La teoría de la conectividad dentro de la ecología del paisaje y la biología de la conservación apunta a que es probable que los eslabones de conectividad tengan mayor capacidad de mitigar los efectos colaterales del cambio climático sobre las necesidades de desplazamiento de algunos organismos en respuesta al aumento del promedio de las temperaturas anuales.

Es importante considerar que la escala y el diseño de elementos de conectividad dependen de los objetivos de manejo y deben adaptarse a las especies focales para las cuales se pretende mantener o restablecer el corredor. En especial, la definición de un umbral de dispersión acorde a las necesidades de los organismos tiene implicaciones importantes y no siempre corresponde con otros umbrales ecológicos.

Actualmente, los corredores son propuestos como una herramienta novedosa para promover la conservación de la naturaleza y se visualizan como estrategias de manejo de paisaje a través de las que se deben implementar acciones para resolver los complejos problemas de degradación ambiental y conservar los elementos de la biodiversidad, restablecer la conectividad entre las áreas protegidas, la dinámica de los ecosistemas, así como la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la vida en el planeta.

La información científica obtenida en corredores biológicos adecuadamente diseñados complementa los estudios que se realicen dentro de las áreas protegidas con miras a determinar el impacto de fenómenos naturales y de las actividades socioeconómicas en las áreas adyacentes. Además, deben diseñarse de manera que sus límites abarquen los mayores hábitats silvestres posibles y que sean eficientes para la conservación de grandes vertebrados terrestres, por lo que un corredor biológico es funcional cuando los objetivos de la conservación de especies son claros sobre la base de conocimientos ecológicos de las especies y ecosistemas claves.

Si bien la meta fundamental de los corredores biológicos es la conservación de los ecosistemas, es esencial que se base este diseño en el conocimiento científico que permita además detectar y evaluar otros beneficios, tanto productivos como socioculturales. Para lograr estas estrategias, las iniciativas de conservación de la conectividad deben desarrollarse dentro de un contexto de desarrollo sostenible y promover una cultura de respeto por la naturaleza. En este sentido, es importante fortalecer el capital social del corredor, a través de mesas de concertación en donde se reúnan los actores y sectores interesados, incluyendo grupos y comunidades locales,

ONG, gobierno, instituciones, academia, empresa privada, entre otros. Así se fortalecerán las alianzas que contribuyan con el manejo integral del paisaje.

Desde el lanzamiento del Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano en 1999, tanto los gobiernos de cada país como las alianzas de la sociedad civil han desarrollado un abanico de experiencias únicas y valiosas, independientemente de la permanencia del proyecto regional en el tiempo, reconociendo que la conservación efectiva solo es posible a través de las personas.

Desde la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación, creemos firmemente en la generación de conocimiento científico y técnico como base para la implementación de estrategias de conservación. Consideramos además, que la afortunada celebración del IV Simposio Mesoamericano de Corredores Biológicos, celebrado en Costa Rica, con la participación de destacados especialistas internacionales en el tema y acompañado por la publicación de este Número Especial de Mesoamericana, constituye un aporte importante para los gestores de iniciativas de corredores y los profesionales interesados en incorporar el enfoque de conservación de la conectividad en su quehacer.

Desde nuestras capacidades científicas y técnicas, es nuestro compromiso apoyar a los hombres y mujeres que trabajan en construir una mejor Mesoamérica para todos.



OLIVIER CHASSOT

PRESIDENTE
SOCIEDAD MESOAMERICANA PARA LA BIOLOGÍA Y LA
CONSERVACIÓN



LINDSAY CANET DESANTI

COORDINADORA GIT CORREDORES BIOLÓGICOS
SOCIEDAD MESOAMERICANA PARA LA BIOLOGÍA Y
LA CONSERVACIÓN

CONTENIDO

BASES DE CONOCIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE CORREDORES BIOLÓGICOS EN COSTA RICA. Lindsay Canet-Desanti y Bryan Finegan	11
INICIATIVA DEL CORREDOR DEL JAGUAR: UN CORREDOR BIOLÓGICO Y UN COMPROMISO A LARGO PLAZO PARA LA CONSERVACIÓN. Roberto Salom-Pérez, John Polisar, Howard Quigley y Kathy Zeller	25
EL PAPEL DE LOS AGROECOSISTEMAS Y BOSQUES EN LA CONSERVACIÓN DE AVES DENTRO DE CORREDORES BIOLÓGICOS. Alejandra Martínez-Salinas y Fabrice DeClerck	35
THE IMPORTANCE OF MANAGEMENT: CONTRIBUTION OF LIVE FENCES TO MAINTAINING BIRD DIVERSITY IN AGRICULTURAL LANDSCAPES. Kelly Garbach, Alejandra Martínez-Salinas and Fabrice DeClerck	51
EFEECTO DE LA COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL Y EL CONTEXTO PAISAJÍSTICO EN LA AVIFAUNA DE SISTEMAS AGROFORESTALES CAFETALEROS DENTRO DEL CORREDOR BIOLÓGICO VOLCÁNICA CENTRAL-TALAMANCA, COSTA RICA. Elena Florian, Celia A. Harvey, Bryan Finegan, Tamara Benjamin y Gabriela Soto	65
NOTAS CIENTÍFICAS	
DISEÑO DE UNA RED ESTRUCTURAL DE CONSERVACIÓN EN UN SECTOR DEL CORREDOR BIOLÓGICO SAN JUAN-LA SELVA, COSTA RICA. Adriana Baltodano-Fuentes y Juan Carlos Zamora-Pereira	73
ESTRATEGIA PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LA CONECTIVIDAD EN UN SECTOR DEL CORREDOR BIOLÓGICO SAN JUAN-LA SELVA, COSTA RICA. Adriana Baltodano-Fuentes y Juan Carlos Zamora-Pereira	79
CORREDOR BIOLÓGICO SAN JUAN-LA SELVA, COSTA RICA: LECCIONES APRENDIDAS DE LA GESTIÓN DE UN PAISAJE FUNCIONAL. Rodrigo Villate, Lindsay Canet-Desanti, Olivier Chassot y Guisselle Monge-Arias	87
IMPORTANCIA AMBIENTAL Y SOCIAL DEL CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO EN MÉXICO. Pedro Álvarez-Icaza Longoria y Martha Ileana Rosas Hernández	95
CORREDORES BIOLÓGICOS, SU IMPORTANCIA PARA LA GESTIÓN DE PAISAJES MARINOS. Rodrigo Villate y Lindsay Canet-Desanti	105

BASES DE CONOCIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE CORREDORES BIOLÓGICOS EN COSTA RICA

FOUNDATIONS OF KNOWLEDGE FOR THE MANAGEMENT OF BIOLOGICAL CORRIDORS IN COSTA RICA

***Lindsay Canet-Desanti y Bryan Finegan**

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Apartado 93-7170, Turrialba, 30501 Costa Rica

*Autor de correspondencia: lcanet@catie.ac.cr

Fecha de recepción: 7 de abril de 2010 - Fecha de aceptado: 10 de octubre de 2010

RESUMEN. Para cumplir con el objetivo de consolidar un Sistema Nacional de Corredores Biológicos para Costa Rica, fue necesario entrar en un proceso para estandarizar las diferentes iniciativas que existían en el país. Al concluir el proyecto Corredor Biológico Mesoamericano, existían cerca de 40 iniciativas de corredores biológicos, muchas de ellas no contaban con un proceso de gestión, sin embargo, otras eran procesos sólidos. Una de las causas que contribuyó con esta asimetría era que no existían directrices claras para su establecimiento, gestión y monitoreo. Uno de los ejemplos más claros era el de los perfiles técnicos. Estos documentos eran las líneas base de cada corredor. Así que para generar una propuesta de contenidos para los perfiles técnicos se analizaron todos los documentos que se habían generado y se seleccionaron aquellos cuya información se consideró relevante para el proceso de gestión de un Corredor. De este análisis se desprendió una propuesta que sirvió como base para los actuales lineamientos que incluyen el desarrollo de los perfiles técnicos que cada Corredor Biológico en el país debe generar con el fin de que sea debidamente oficializado por el Programa Nacional de Corredores Biológicos.

Palabras clave: Costa Rica, Corredores Biológicos, línea base, Capitales de la Comunidad.

ABSTRACT. To accomplish the objective of consolidating a National System of Biological Corridors for Costa Rica, it was necessary to standardize the different Biological Corridor initiatives that existed in the country. When the Mesoamerican Biological Corridor Project finished there were around 40 different initiatives, in many of these there was no management process under way, although others were well consolidated. One of the causes that contributed to this asymmetry was the absence of clear formal criteria for their establishment, management and monitoring. The clearest example of this situation was that of the technical profiles. These documents are the base line for the management of each corridor. So, in order to generate a standard proposal of contents for the technical profiles, all the existing documents were analyzed and those whose information was considered pertinent to management were selected. On the basis of his analysis a proposal was developed that served as the basis of the current guidelines for technical profiles. Each Biological Corridor must formulate such a technical profile in order to be made official by the National Program of Biological Corridors.

Key words: Costa Rica, Biological Corridors, Community Capitals, Baseline.

INTRODUCCIÓN

Al concluir en el año 2005 el proyecto Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) en Costa Rica, existían cerca de 40 iniciativas de corredores biológicos (CB) (Figura 1) (Rojas y Chavarría, 2005). Muchas de ellas no contaban con un proceso de gestión, por lo que eran estrategias que existían solamente en el “papel”. Sin embargo, muchas otras eran procesos sólidos que involucraban una amplia gama de organizaciones y que habían logrado generar una serie de resultados a lo largo de su gestión.

Una de las causas que contribuyó a esta asimetría en cuanto a los grados de gestión en que estaba cada iniciativa, se debía a que no existían criterios claros para su establecimiento, gestión y monitoreo. Uno de los ejemplos más claros era el de los perfiles técnicos. En principio, estos documentos debían servir como una línea base de información que describiera, en términos generales, los atributos de un CB en particular. Su propósito era servir como insumo para que los tomadores de decisiones diseñaran estrategias que contribuyeran al cumplimiento

de los objetivos de conservación y sostenibilidad de cada CB (Canet-Desanti, 2007). Sin embargo, al no haber lineamientos que indicaran el tipo de información que debía contener cada perfil técnico, se podían tener documentos escuetos que escasamente alcanzaban a describir algunas características, hasta perfiles que contenían información detallada sobre aspectos biofísicos, sociales y de la biología de las especies (Rojas y Chavarría, 2005). Esta asimetría

y sirviera a su vez, como parámetro de comparación para monitorear el grado de avance (Canet-Desanti, 2007). Los resultados de esta investigación, sirvieron de base para los actuales lineamientos relacionados con el contenido de perfiles técnicos y que actualmente forman parte de los requisitos que pide el PNCB para oficializar estas iniciativas en Costa Rica (SINAC, 2008).

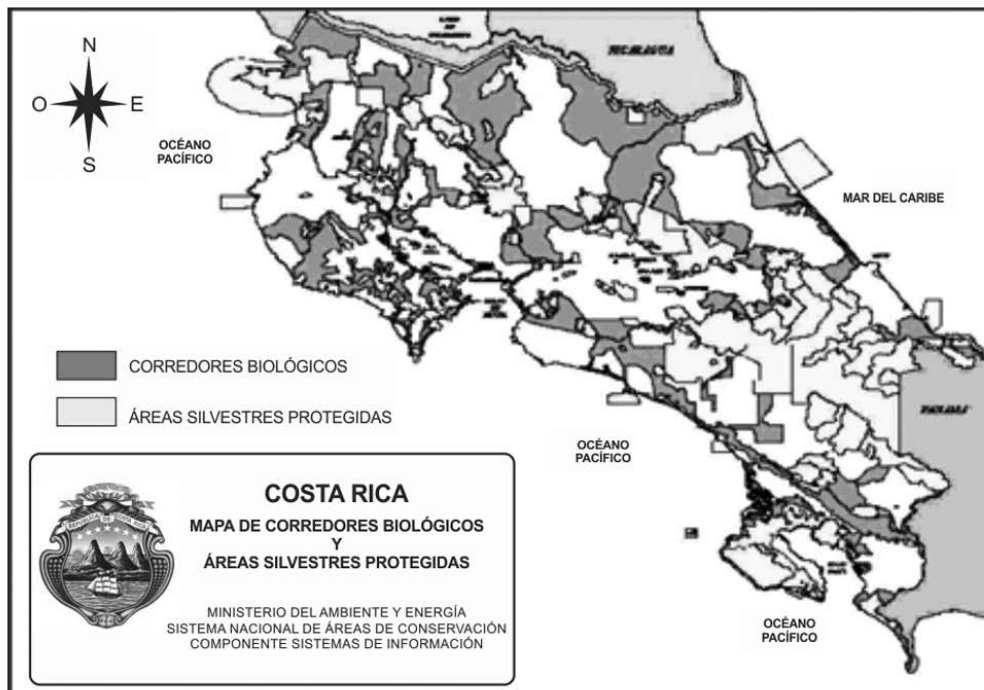


Figura 1. Corredores Biológicos (en color verde) propuestos en Costa Rica para el periodo comprendido entre los años 2000 y 2005.

entre la cantidad y calidad con la que contaban las líneas base de los CB era asimismo un reflejo del grado de avance en la gestión de cada uno.

Al convertirse el CBM en el Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB) en el año 2007, uno de los primeros retos que debió asumir, era consolidar un Sistema Nacional de Corredores Biológicos. Para ello, fue necesario establecer lineamientos claros y estandarizar, en la medida de lo posible, los procesos de gestión a lo largo del país. Para contribuir a alcanzar este reto, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en colaboración con The Nature Conservancy (TNC), se propusieron determinar el tipo de información de base que se debía generar para establecer un corredor biológico y que ésta fuera relevante para los tomadores de decisiones

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizó el contenido de 35 perfiles técnicos. La información fue valorada de acuerdo con los 14 parámetros que de acuerdo con Rojas y Chavarría (2005) corresponden con el mínimo necesario de temas que deben desarrollarse en estos documentos. Estos parámetros están divididos en cuatro grupos: *i*) Información de las especies presentes, *ii*) Configuración espacial, *iii*) Características biofísicas, socioeconómicas e institucionales, y *iv*) Lineamientos para la gestión del Corredor Biológico.

Las clasificaciones cualitativas de cada uno de los 14 parámetros se transformaron en clasificaciones cuantitativas con una escala numérica ordinal con diferentes rangos de valoración: de 0 a 3 (no hay, muy parcial, parcial, sí hay); de 0 a 2 (no hay, parcial, sí hay); 0 a 1 (no y sí); y de 0 a 4 (no hay,

demasiado débil, muy parcial, parcial, extensa). Utilizando esta escala el máximo puntaje que se puede obtener son 43 puntos. A su vez, los parámetros se redistribuyeron de acuerdo con el Marco de los Capitales de la Comunidad elaborado por Emery y Flora (2006) (Tabla 1).

Una vez que se tuvieron los valores cuantitativos, se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos (método Ward, distancia Euclidiana) en el programa InfoStat (2005), con el fin de agrupar los CB de acuerdo con la calidad de la información. Se establecieron tres grupos: óptimos (de 29 a 43 puntos), intermedios (de 15 a 28 puntos) y deficientes (de 0 a 14 puntos). Para determinar si existían diferencias para los índices de los grupos formados por el análisis de conglomerados, se realizó un ANDEVA con la prueba de comparaciones múltiples de Fisher para detectar diferencias entre las medias de los grupos. A su vez, los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas fueron probados para validar este análisis.

Una vez identificados los CB cuyos perfiles técnicos presentaban información clasificada como óptimos, se llevo a cabo la revisión minuciosa de cada uno de estos documentos y se elaboró una lista con todos los temas que se habían desarrollado. Para seleccionar cuáles de estos debían incorporarse en un perfil técnico, se utilizaron dos métodos de validación. El primero consistió en hacer una matriz de presencia-ausencia con el fin de determinar el porcentaje de frecuencia de los temas según los perfiles técnicos de los CB clasificados como óptimos. En el segundo método, se elaboró una encuesta con la lista de temas, en la cual se debía indicar si éste era relevante o irrelevante. La encuesta se aplicó a dos grupos de consulta, el primero lo conformaron los consejos locales de los Corredores Biológicos: San Juan-La Selva, Volcánica Central-Talamanca, Paso de la Danta y Chorotega, mientras que el segundo grupo lo constituyeron expertos vinculados con la gestión de CB.

Con los resultados de las encuestas se confeccionó una segunda matriz de presencia-ausencia. Posteriormente, se calcularon los porcentajes de relevancia para cada tema y por cada grupo de encuestados. Con los resultados obtenidos a partir de los dos métodos de evaluación, se confeccionó una tercera matriz que contenía toda esta información (46 temas por tres columnas), con la que se realizó un análisis de conglomerados (método Ward, distancia Euclidiana) con el fin de formar grupos de temas de interés. Por último, se calcularon estadísticas descriptivas para determinar el

valor de las respuestas en cada grupo formado, y así poder determinar cuáles temas eran relevantes y cuáles otros no.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de los 35 perfiles técnicos

En cuanto a la información relacionada con las especies, este fue uno de los grupos con menos frecuencia en el desarrollo de sus temas, donde el 86% de los CB no han tenido evaluaciones ecológicas rápidas (EER) o estudios similares. De igual forma, un 83% no tiene información relacionada con la biología de las especies que se espera sean favorecidas con el establecimiento del CB. En cuanto a los CB que presentan objetivos relacionados con la conservación de la biodiversidad y que justifiquen así su diseño y establecimiento, el 37% no presentaron objetivos afines a ningún elemento de conservación de la biodiversidad, el 23% no tiene planteados objetivos que justifiquen su establecimiento, el 26% presentan en sus objetivos elementos de conservación de biodiversidad y un 14% tiene objetivos parcialmente relacionados con la conservación.

El segundo grupo de temas corresponde a la configuración espacial, en donde el 18% no indica la ubicación geográfica del corredor ni las dimensiones o área del mismo. Por otro lado, el 60% no tiene configuración espacial frente a un 40% que sí describe los límites del CB y por último, solamente un 14% presentan mapas (ubicación, político-administrativo, zonas de vida, uso actual del suelo, capacidad de uso, conflicto de uso del suelo, entre otros).

Con relación a las características biofísicas, el 3% no posee descripción alguna frente a un 14% que sí tiene información extensa, seguido de un 23% que posee información parcial, un 28% con información débil y un 31% con información muy parcial. Por su parte, el 14% posee información extensa sobre las características socioeconómicas, el 17% no presenta información referente a este tema, el 23% tiene información muy parcial y el 26% posee información parcial.

Por su parte, los aspectos institucionales sólo están extensamente descritos en un 14%, seguido por un 26% con descripción parcial, 23% con información muy parcial, 14% con descripción débil, y un 22% no tiene información. El 97% de las fichas técnicas no muestran recomendaciones de manejo ni de monitoreo, y solamente un 2% si lo tiene. Asimismo, un 11% tienen recomendaciones para la realización de investigaciones científicas.

Tabla 1. Descripción de los temas evaluados en 34 perfiles técnicos de Corredores Biológicos.

PARÁMETRO	VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
INFORMACIÓN GENERAL	10	
Propósito del enlace	no hay (0), no aplica (1), parcial (2) y sí aplica (3)	Objetivos de conservación planteados que justifiquen la creación y diseño del CB
Configuración	no hay (0), parcial (1) y completo (2)	Forma gráfica y especificación acerca de los límites y el área del CB
Ubicación	no hay (0) y sí hay (1)	Especificación acerca de la ubicación geográfica y política del CB
Dimensiones	no hay (0) y sí hay (1)	Extensión territorial que cubre el Corredor
Mapas, gráficos	no hay (0), muy parcial (1), parcial (2) y completo (3)	Mapas de cobertura, uso actual, capacidad de uso del suelo, conflicto de uso del suelo, hidrología, poblados, vías de acceso, zonas de vida, edafología, topografía
CAPITAL NATURAL	9	
Evaluación Ecológica Rápida (EER) o Inventarios	no hay (0), muy parcial (1), parcial (2) y completo (3)	Información acerca de cuántas y cuáles son las especies que se espera estén presentes en el CB y cuáles de ellas están protegidas por la Ley
Biología de las especies	no hay (0), parcial (1) y completo (2)	Detalle de las especies que se espera sean beneficiadas con el establecimiento del CB. Descripción de su historia natural
Características biofísicas	no hay (0), pobre (1) muy parcial (2), parcial (3) y completo (4)	Descripción, hidrológica, climatológica, edafología, zonas de vida, cobertura y uso del suelo, capacidad de uso, topografía, etc.
CAPITAL HUMANO	4	
Indicadores sociales	no hay (0), pobre (1) muy parcial (2), parcial (3) y completo (4)	Número de personas que habitan en el Corredor, educación, servicios básicos, etc.
CAPITAL SOCIAL	5	
Aspectos institucionales y organizativos	no hay (0), pobre (1) muy parcial (2), parcial (3) y completo (4)	Instituciones gubernamentales y privadas, ONG, universidades y asociaciones de base comunales que están o trabajan en el área, entre otras
Comisión local y plan de trabajo	no hay (0) y sí hay (1)	Grupo organizado de líderes comunales e instituciones presentes con un plan de trabajo que describa las actividades a realizar con el fin de cumplir con los objetivos propuestos para el CB
CAPITAL POLÍTICO	4	
Aspectos institucionales y organizativos	no hay (0), pobre (1) muy parcial (2), parcial (3) y completo (4)	Instituciones gubernamentales y privadas, ONG, universidades y asociaciones de base comunales que están o trabajan en el área, entre otras
CAPITAL FINANCIERO	4	
Características socioeconómicas	no hay (0), pobre (1) muy parcial (2), parcial (3) y completo (4)	Descripción de actividades productivas
CAPITAL CONSTRUIDO	4	
Infraestructura	no hay (0), pobre (1) muy parcial (2), parcial (3) y completo (4)	Vías de acceso e infraestructura básica
RECOMENDACIONES	3	
Recomendaciones de manejo	no hay (0) y sí hay (1)	Recomendaciones para el adecuado manejo de los recursos naturales y su restauración
Recomendaciones para un plan de monitoreo	no hay (0) y sí hay (1)	Para el monitoreo de especies de interés y de avance en el cumplimiento de los objetivos propuestos para el CB
Recomendaciones de investigación	no hay (0) y sí hay (1)	Lista de investigaciones científicas de interés recomendadas para el CB

Análisis de los perfiles técnicos

De los 35 perfiles técnicos analizados, seis fueron clasificadas como óptimos (Tabla 2). El que obtuvo el mayor puntaje fue el del Corredor Biológico San Juan-La Selva (42 puntos). En términos generales, el puntaje promedio fue de 18 y la desviación estándar de ± 12 , esto último demuestra una distribución evidentemente asimétrica entre los perfiles técnicos.

De acuerdo con el análisis de conglomerados realizado a partir de los temas desarrollados por cada perfil técnico (Figura 1) se obtuvo que el 17% de los CB presenta información de base óptima, mientras que un 46% cuenta con información intermedia y el restante 37% posee información deficiente. El ANDEVA realizado para comparar los grupos formados por el análisis de conglomerados (llamados óptimos, intermedios y deficientes) resultó significativo ($P < 0.0001$), y se tuvieron diferencias entre los promedios de los tres grupos (prueba de Fisher, $P < 0.0500$; Figura 2).

Los CB cuyos perfiles técnicos tienen información de base considerada como óptima fueron: Corredor Biológico Turrialba-Jiménez (conocido actualmente como Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca) (Canet-Desanti 2003), Corredor Biológico Alexander Skutch (Canet-Desanti, 2005), Corredor Biológico Tortuguero-Barra de Colorado (Coto y Rivera, 2005), Corredor Biológico Osa (Almeida, 2005), Corredor Biológico Paso de la Danta (Sequeira, 2005), y Corredor Biológico San Juan-La Selva (Chassot y Monge, 2006). Sin embargo, solo fueron utilizados cinco de los seis documentos seleccionados, excluyendo la del CBIJ debido a que fue elaborada por la misma autora que confeccionó la del CoBAS.

De los cinco perfiles técnicos analizados, se extrajeron 46 subtemas, distribuidos en diez temas (información general, capital natural, capital cultural, capital humano, capital social, capital político, capital financiero, capital construido, oportunidades, amenazas y recomendaciones). Los cinco perfiles técnicos coincidieron mayormente en el desarrollo de los subtemas relacionados con oportunidades, capital político y capital financiero. Por el contrario, difirieron más en cuanto a los subtemas referentes al capital humano, capital construido y recomendaciones (Figura 3).

Con los 47 subtemas o perfiles técnicos tenidos a partir de los cinco principales, se consultó a cuatro consejos

locales y ocho expertos en el tema de CB. Los porcentajes de relevancia conforme a las respuestas obtenidas a partir de ambos grupos, junto con el análisis de los cinco perfiles técnicos se presenta en la Tabla 3.

Mediante el análisis de conglomerados se obtuvieron tres grupos con frecuencia de relevancia alta, media y baja (Figura 4). El grupo de los altos tiene un promedio de 97%, el de los medios de 75% y el de los bajos de 66%. Estos tres grupos superan en promedio el 50% de relevancia.

Por su parte, de acuerdo con el promedio porcentual de cada grupo (alto, medio y bajo) y con la fuente de consulta (perfiles técnicos, consejo local y expertos) se tiene que existe alta coincidencia entre la relevancia asignada por los expertos y las del consejo local (Figura 5). A su vez, los perfiles técnicos coinciden con estos dos en el conjunto de preguntas que quedó en el grupo de los altos.

Por otro lado, los temas que por su relevancia en los perfiles técnicos quedaron en el grupo de medio o bajo, son igualmente importantes para las del consejo local y los expertos (Figura 6). Esto indica que a pesar de que muchos de los temas no se desarrollaron en todos los perfiles técnicos analizados, son considerados igualmente relevantes por estas dos fuentes de consulta.

De esta forma, al tener un porcentaje de relevancia mayor al 75% asignado por parte de las CL y los expertos, no es posible establecer claramente cuales temas deben de estar presentes en un perfil técnico y cuales otros no. Por esta razón, se realizó una propuesta de ordenamiento lógico para el contenido de los perfiles técnicos que incluía a los 46 temas que se obtuvieron a partir de los perfiles técnicos considerados como óptimos.

Esta propuesta se desarrolla a partir de cuatro preguntas: *i*) por qué es importante establecer el CB?, *ii*) qué recursos se tienen en el CB?, *iii*) cuáles son las tendencias del entorno y el territorio del CB?, y *iv*) qué hacer en los próximos años (Tabla 4). La descripción de los recursos con los que se cuenta en el CB, bajo esta propuesta, está basada en el enfoque del Marco de los Capitales de la Comunidad (Emery y Flora, 2006) y la búsqueda de la integración de los diversos aspectos relacionados con la gestión de un CB.

Técnicas para el establecimiento de Corredores Biológicos

En esta nueva propuesta (Tabla 5) el mayor peso lo sigue conservando el capital natural, sin embargo, los capitales

Tabla 2. Evaluación de la información de base que contienen los perfiles técnicos de los Corredores Biológicos de Costa Rica.

CORREDOR BIOLÓGICO	PUNTAJE	CLASIFICACIÓN
San Juan-La Selva	42	Óptimo
Paso de la Danta	41	Óptimo
Osa	39	Óptimo
Alexander Skutch	38	Óptimo
Turrialba-Jiménez	38	Óptimo
Tortuguero-Barra del Colorado	29	Óptimo
Peninsular	23	Intermedio
Bolsón-Ortega	23	Intermedio
Diriá	22	Intermedio
Hojancha-Nandayure	22	Intermedio
Las Morocochas	21	Intermedio
Barbilla	21	Intermedio
Talamanca-Caribe	21	Intermedio
Monteverde-Golfo de Nicoya	21	Intermedio
Rincón Rainforest	20	Intermedio
Miravalles-Tenorio	19	Intermedio
Rincón Biológico Cacao	19	Intermedio
Para Aves	18	Intermedio
Tenorio-Arenal	18	Intermedio
Barbudal	16	Intermedio
La Mula-Parque Nacional Palo Verde	16	Intermedio
Fronterizo Costa Rica-Nicaragua	14	Deficiente
Rincón Miravalles	12	Deficiente
Braulio Carrillo-La Selva	11	Deficiente
Montes del Aguacate	10	Deficiente
Tapantí-Cerro Chonta	9	Deficiente
Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes-Parque Nacional Juan Castro Blanco	9	Deficiente
Moín-Parismina	7	Deficiente
Tenorio-Caño Negro	3	Deficiente
Boruca-Chánguena-Río Canasta	2	Deficiente
Boruca-Cabagra	2	Deficiente
Guaymi-Fila Cal-PILA	1	Deficiente
Parte Alta La Pantera	1	Deficiente
Venado	1	Deficiente

cultural, social, político, financiero y construido se les agregó temas que reforzarán la información suministrada y proporcionarán una mejor imagen de los valores inmersos dentro del CB. Además, el desarrollo de esta propuesta permitirá tener una línea de base de conocimiento, como primera medición del estado del CB y plantear las directrices que orienten su proceso de establecimiento y posterior monitoreo.

CONCLUSIONES

Si bien los perfiles técnicos deben servir como una línea base que describa los atributos generales de un Corredor Biológico, es necesario que estos, además puedan ser utilizados como un insumo que le permite a los tomadores de decisiones, utilizarlos en los procesos de planificación. Sin embargo, la falta de lineamientos y criterios claros

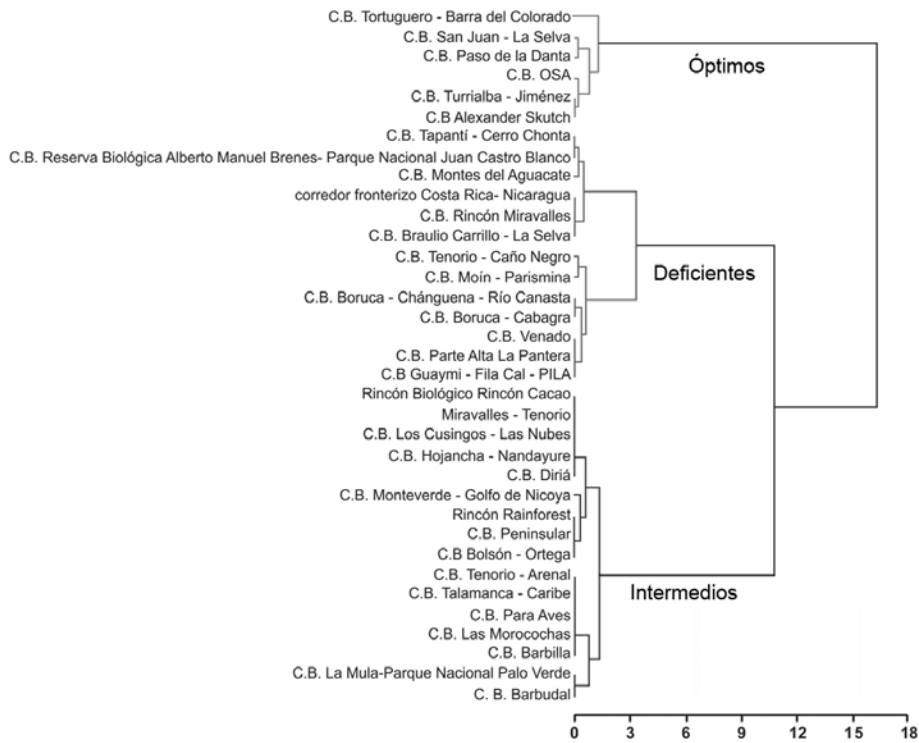


Figura 2. Corredores Biológicos propuestos para Costa Rica, agrupados de acuerdo con la calidad de la información de base que tienen.

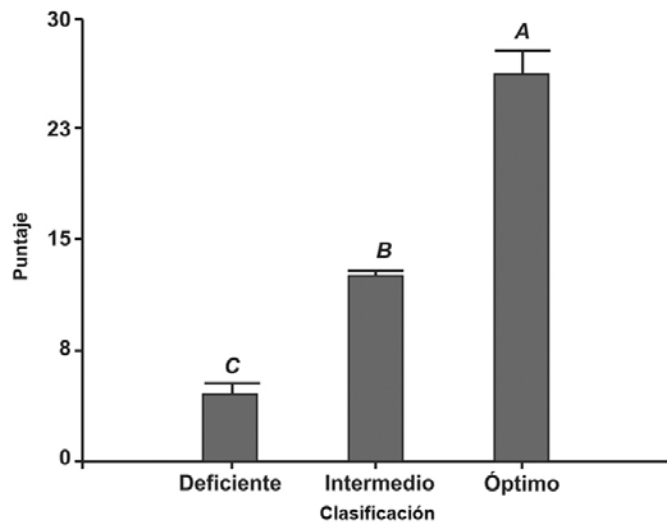


Figura 3. Puntaje promedio de los grupos obtenidos mediante el análisis de conglomerados de los Corredores Biológicos de Costa Rica. Letras en cursiva indican diferencias significativas ($p < 0.0500$). Segmentos sobre la barra indican EE.

Tabla 3. Porcentajes de relevancia que cada grupo consultado le asignó a cada tema.

TEMA	PERFIL TÉCNICO	CONSEJO LOCAL	EXPERTOS
INFORMACIÓN GENERAL			
Resumen ejecutivo	40	100	100
Introducción	40	100	87
Antecedentes	80	100	87
Justificación	80	100	100
Planteamiento de objetivos	100	100	100
Metodología de diseño	20	100	87
División político administrativa del CB	40	100	100
Información general	100	100	100
CAPITAL NATURAL			
Generalidades del Área de Conservación	20	100	62
Áreas Silvestres Protegidas presentes	40	100	100
Corredores Biológicos presentes en el AC	20	100	62
Geomorfología	20	100	50
Topografía	20	100	87
Edafología	20	50	75
Clima	40	75	100
Hidrología	40	100	100
Zonas de vida	100	100	100
Caracterización de la flora	100	100	100
Caracterización de la fauna	100	100	100
Cobertura boscosa	80	100	100
Uso actual del suelo en el Corredor Biológico	100	100	100
Capacidad de uso y potencial del suelo en el CB	80	75	87
CAPITAL CULTURAL			
Reseña histórica	80	100	75
Sitios históricos	40	75	100
CAPITAL HUMANO			
Aspectos sociales	40	100	75
Aspectos poblacionales	60	75	75
Educación ambiental	20	100	87
CAPITAL SOCIAL			
Estudios previos elaborados en el CB	40	100	75
Organización comunal	80	100	100
Responsabilidades	20	100	100
Contactos	40	100	87
CAPITAL POLÍTICO			
Legislación	60	100	50
Aspectos institucionales	100	100	100
CAPITAL FINANCIERO			
Aspectos productivos del entorno del CB	80	100	100
Actividades productivas	100	100	87
Sitios potenciales para el pago de servicios ambientales en el CB	60	50	100
CAPITAL CONSTRUIDO			
Infraestructura y vivienda	20	75	50
Tenencia del suelo	40	50	100

OPORTUNIDADES			
Descripción de los servicios ambientales que ofrece el CB	100	100	100
Potencial turístico del CB	80	75	87
Oportunidades	100	100	100
AMENAZAS			
Conflicto de uso del suelo en el CB	40	100	100
Riesgos y vulnerabilidad ambiental del entorno regional	40	75	100
Amenazas	100	100	100
RECOMENDACIONES			
Recomendaciones para el fortalecimiento y consolidación del CB	40	100	100
Recomendaciones para comisiones de trabajo	40	75	87
Recomendaciones para próximos estudios	20	100	100

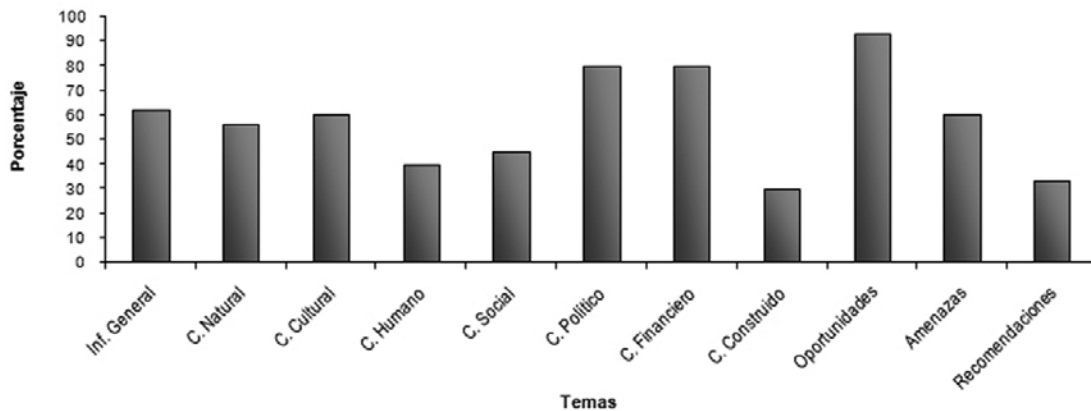


Figura 4. Porcentaje de coincidencia entre los temas desarrollados por las cinco fichas técnicas analizadas.

para el diseño y establecimiento de Corredores Biológicos por parte del Corredor Biológico Mesoamericano en Costa Rica, representó una de las principales causas de la significativa diferencia existente entre la calidad de la información contenida en cada perfil técnico. De acuerdo con estas diferencias, fue posible clasificarlos en tres grupos: óptimos, intermedios y deficientes. Donde cerca de la mitad de los documentos se clasificaron como intermedios y solamente una minoría alcanzó la categoría de los óptimos. Dentro de este último grupo, destacó el Corredor Biológico San Juan-La Selva con el puntaje más alto.

El análisis más detallado sobre la información de todos estos perfiles técnicos permitió concluir que existían temas relevantes para el establecimiento de corredores

biológicos y el diseño de estrategias de conservación que no estaban siendo contemplados, tales como: presencia de especies de interés, así como su estado de conservación, caracterización de los ecosistemas en general. Asimismo, buena parte de los perfiles no contaba con información biofísica ni mapas. Esto mismo ocurre con aspectos de organización y planificación.

Como una forma de contribuir a la construcción de un Sistema Nacional de Corredores Biológicos y estandarizar los perfiles técnicos de los corredores biológicos para que a su vez, estos contemplaran información relevante que permitiera tomar decisiones sobre la planificación estratégica, se tomaron como base, los perfiles técnicos considerados como óptimos. Asimismo se utilizó el enfoque del Marco de los Capitales de la Comunidad, con

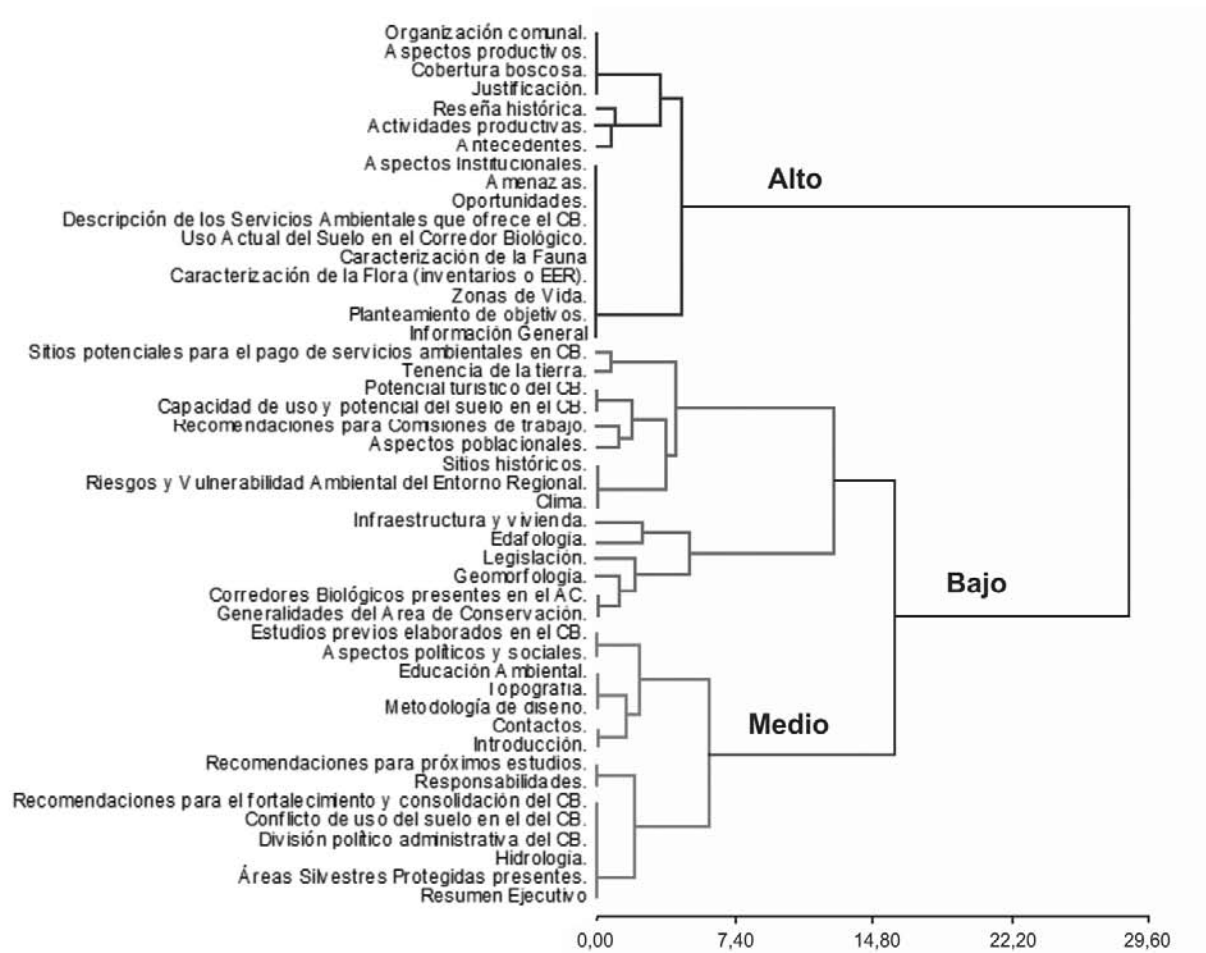


Figura 5. Dendrograma obtenido mediante análisis de conglomerados jerárquicos (método Ward, distancia Euclidiana) con el porcentaje de relevancia de cada tema de acuerdo con los tres grupos consultados.

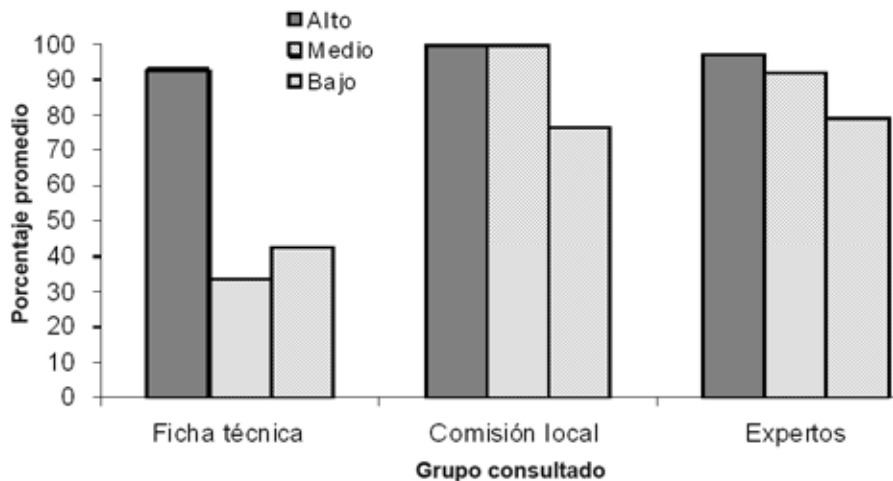


Figura 6. Porcentaje promedio de relevancia por grupo consultado para cada uno de los grupos formados mediante el análisis de conglomerados.

Tabla 4. Síntesis de la propuesta final de contenidos de las fichas técnicas para el establecimiento de Corredores Biológicos.

PREGUNTAS ORIENTADORAS	TIPO DE INFORMACIÓN	NÚMERO DE TEMAS
Por qué el CB?	Información general	5
Qué tenemos?	Capital Natural	14
	Capital Cultural	5
	Capital Humano	3
	Capital Social	5
	Capital Político	3
	Capital Financiero	7
	Capital Construido	4
Cuáles son las principales tendencias en el entorno y el territorio del CB?	Oportunidades y amenazas (línea base)	5
Qué hacer en los próximos 3 a 5 años?	Recomendaciones	3

Tabla 5. Propuesta para el contenido de perfiles técnicos.

<i>¿Por qué el Corredor Biológico? (información general)</i>	
1.	Introducción
2.	Antecedentes
3.	Justificación
4.	Objetivos
5.	Ubicación geográfica y político-administrativa
¿Qué se tiene?	
1.	CAPITAL NATURAL
1.1	Generalidades del Área de Conservación (AC)
1.2	Corredores Biológicos presentes en el AC
1.3	Áreas Silvestres Protegidas presentes
1.4	Geomorfología
1.5	Topografía
1.6	Edafología
1.7	Clima
1.8	Hidrología
1.9	Zonas de vida
1.10	Hábitat principales y estado de conservación
1.11	Caracterización de la flora (inventarios o EER)
1.12	Caracterización de la fauna
1.13	Capacidad de uso y potencial del suelo en el CB
1.14	Uso actual del suelo en el CB

2. **CAPITAL CULTURAL**
 - 2.1 Reseña histórica
 - 2.2 Sitios históricos
 - 2.3 Conocimiento local
 - 2.4 Prácticas tradicionales
 - 2.5 Presencia y rescate (valoración) de grupos indígenas
3. **CAPITAL HUMANO**
 - 3.1 Educación (ambiental, cultural, otras)
 - 3.2 Aspectos poblacionales (distribución, población total, migraciones)
 - 3.3 Aspectos de salud (estado general de salud de diferentes grupos de la población)
4. **CAPITAL SOCIAL**
 - 4.1 Esfuerzos de organización (presencia y relevancia de grupos comunitarios)
 - 4.2 Alianzas y convenios de cooperación
 - 4.3 Capital social de la organización que gestiona el CB
 - 4.4 Estudios previos elaborados en el CB (información, diseño)
 - 4.5 Responsabilidades
 - 4.6 Contactos
5. **CAPITAL POLÍTICO**
 - 5.1 Presencia institucional
 - 5.2 Presencia de las organizaciones comunitarias en instancias de toma de decisiones
 - 5.3 Legislación
6. **CAPITAL FINANCIERO**
 - 6.1 Descripción de los servicios ambientales que ofrece el CB
 - 6.2 Aspectos productivos
 - 6.3 Proyectos en ejecución y en preparación
 - 6.4 Cooperantes
 - 6.5 Fondos, fideicomisos
 - 6.6 Apoyo técnico (capacitaciones, tiempos de funcionarios)
 - 6.7 Eficiencia de inversión (capitalización)
7. **CAPITAL CONSTRUIDO**
 - 7.1 Infraestructura (vías de transporte y comunicaciones, otras)
 - 7.2 Infraestructura, manejo del agua, energía
 - 7.3 Infraestructura para el turismo
 - 7.4 Tenencia de la tierra

¿Cuáles son las principales tendencias en el entorno y el territorio del CB?

1. **OPORTUNIDADES**
 - 1.1 Potencial turístico del CB
 - 1.2 Sitios potenciales para el pago de servicios ambientales en el CB
2. **AMENAZAS**
 - 2.1 Conflicto de uso del suelo en el del CB.
 - 2.2 Riesgos y vulnerabilidad ambiental del entorno regional
 - 2.3 Aumentar debilidades y fortalezas (de la entidad que gestiona el CB)

¿Qué hacer en los próximos 3 a 5 años?

1. Recomendaciones para el fortalecimiento y consolidación del CB
2. Recomendaciones para las comisiones de trabajo
3. Recomendaciones para los próximos estudios

el fin de lograr una visión más integrada para la gestión efectiva del territorio, utilizando como eje central al capital natural. Se procuró que la información de la nueva propuesta de los perfiles técnicos estuviera orientada a responder cuatro preguntas básicas: ¿por qué es importante el establecimiento de un Corredor Biológico en particular?, ¿cuáles son los atributos del Corredor Biológico, en términos de los capitales natural, cultural, humano, social, político, financiero y construido? ¿cuáles son las fortalezas y las debilidades que existen para cumplir los objetivos del Corredor Biológico? y ¿qué se debe hacer en los próximos años para lograr el fortalecimiento del Corredor Biológico?

Con estos insumos y el aporte de expertos, se contruyó una propuesta de contenido para los perfiles técnicos que fue adoptada por lo que hoy se conoce como el Programa Nacional de Corredores Biológicos del Gobierno de Costa Rica. Este insumo, forma parte de los requisitos

necesarios para el reconocimiento oficial de los corredores biológicos. Esta nueva propuesta para la elaboración de perfiles técnicos busca además, servir como línea base para monitorear el grado de avance en la gestión de los Corredores Biológicos en Costa Rica.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano de Costa Rica y al Programa Nacional de Corredores Biológicos por la información suministrada. Asimismo se agradece a los Consejos Locales de los Corredores Biológicos San Juan-La Selva, Chorotega, Volcánica Central Talamanca y Paso de la Danta. Especial agradecimiento al Dr. Bernal Herrera F. y a The Nature Conservancy por su apoyo y colaboración. Asimismo al Dr. Fernando Casanoves por su valioso aporte en cuanto a los análisis estadísticos del presente estudio.

LITERATURA CITADA

- Almeida, R. 2005. Ficha Técnica del Corredor Biológico Osa. En: Rojas, L. A. y M. I. Chavarría (eds.). Corredores Biológicos de Costa Rica. Corredor Biológico Mesoamericano sección Costa Rica. San José, Costa Rica. pp. 141-148.
- Canet-Desanti, L. 2003. Ficha Técnica del Corredor Biológico Turrialba. Tesis de grado. Universidad Latina de Costa Rica. San José, Costa Rica. 115 p.
- Canet-Desanti, L. 2005. Ficha Técnica para el Diseño y Oficialización del Corredor Biológico Alexander Skutch. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 163 p.
- Canet-Desanti, L. 2007. Herramientas para el diseño, gestión y monitoreo de Corredores Biológicos en Costa Rica. Tesis Magister Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 217 p.
- Chassot, O y G. Monge. 2006. Ficha Técnica del Corredor Biológico San Juan-La Selva. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 74 p.
- Coto, M y J. O. Rivera. 2005. Ficha Técnica del Corredor Biológico Barra del Colorado-Tortuguero. En: Rojas, L. A. y M. I. Chavarría (eds.). Corredores Biológicos de Costa Rica. Corredor Biológico Mesoamericano sección Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Emery, M. y C. Flora. 2006. Spiriling Up: Mapping community transformation with community capitals framework. Journal of the Community Development Society 37(1): 19-35.
- Rojas, L. A. y M. I. Chavarría. 2005. Corredores Biológicos de Costa Rica. Corredor Biológico Mesoamericano sección Costa Rica. San José, Costa Rica. 217 p.

Sequeira, F. 2005. Ficha Técnica del Corredor Biológico Paso de la Danta. En: Rojas, L. A. y M. I. Chavarría (eds). Corredores Biológicos de Costa Rica. Corredor Biológico Mesoamericano sección Costa Rica. San José, Costa Rica. pp. 128-133.

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2008. Guía práctica para el diseño, oficialización y consolidación de Corredores Biológicos en Costa Rica. San José, Costa Rica. 54 p.

INICIATIVA DEL CORREDOR DEL JAGUAR: UN CORREDOR BIOLÓGICO Y UN COMPROMISO A LARGO PLAZO PARA LA CONSERVACIÓN

JAGUAR CORRIDOR INITIATIVE: A BIOLOGICAL CORRIDOR AND A LONG-TERM COMMITMENT TO CONSERVATION

***Roberto Salom-Pérez¹, John Polisar², Howard Quigley³ y Kathy Zeller⁴**

¹Panthera. Apdo. 350-2300 San José, Costa Rica, ²Wildlife Conservation Society, 2300 Southern Boulevard, Bronx, New York 10460, USA,

³Panthera P.O. Box 11363, Bozeman, MT 59719, USA, ⁴Panthera, 8 West 40th Street, 18th Floor, New York, NY 10018

*Autor de correspondencia: rsalom@panthera.org

Fecha de recepción: 7 de abril de 2010 - Fecha de aceptado: 10 de octubre de 2010

RESUMEN. Panthera y la Wildlife Conservation Society se han concentrado en modelar y verificar los corredores para el jaguar en Mesoamérica y en algunos otros sitios de Latinoamérica, utilizando como base rutas de menor costo de dispersión para la especie. Una vez se haya terminado este proceso se tendrá un mapa con los corredores potenciales y actuales a lo largo del istmo. El siguiente paso será el asegurar la permanencia de estos corredores para los jaguares a través de compromisos a nivel local y nacional. Se ha trabajado en un proceso en el que las entidades interesadas pueden empezar a entender los corredores y su funcionalidad para el jaguar y otras especies. Este proceso se ilustra con la experiencia de una iniciativa de corredor en Costa Rica (el Subcorredor Barbilla). La identificación y el establecimiento de los corredores biológicos para jaguares pueden generar un paisaje con acciones de conservación que facilitaría la permanencia de muchas especies a largo plazo. El garantizar la efectividad de cada corredor requerirá un enfoque individual, seguido de actividades específicas y un compromiso para monitorear su éxito. A pesar de que cada corredor tendrá su carácter particular, habrá algunos pasos y soluciones que podrán aplicarse a la mayoría. La conservación en los corredores requiere un compromiso a largo plazo, que incluye cultivar las relaciones con socios, el establecimiento de políticas consensuadas y establecer beneficios claros para los pobladores de la zona y así garantizar su aceptación y participación activa.

Palabras clave: Costa Rica, Subcorredor Barbilla, validación de campo, *Panthera onca*.

ABSTRACT. In Mesoamerica, and elsewhere in Latin America, Panthera and the Wildlife Conservation Society have invested in modeling and verifying jaguar corridors through a least-cost pathway framework. Once this process is finished, we will have mapped potential and actual corridors for jaguars the length of the Isthmus. The next step will be to secure the long-term persistence of these corridors for jaguars through local, regional, and national commitments. We present a process by which interested entities can begin to understand and secure functional corridors for jaguars and other species. We illustrate this process with a real example of a corridor initiative in Costa Rica (Barbilla Subcorridor). Successfully identifying and securing biological corridors for jaguars can create a conservation mega-landscape which facilitates the long-term persistence of many species. The effectiveness of each corridor will require an individual assessment, followed by some site-specific activities, and a commitment to monitoring their effectiveness. Despite the individual character of each corridor, there will be a series of steps and solutions common to most. Corridor conservation is a long-term commitment, requiring the careful cultivation of relationships with partners, the establishment of mutually agreeable policies and discernable rewards for stakeholder acceptance.

Key words: Costa Rica, Barbilla Subcorridor, ground-truthing, *Panthera onca*.

INTRODUCCIÓN

El Corredor del Jaguar es una iniciativa internacional de múltiples componentes que fue iniciada por la Wildlife Conservation Society (WCS). Hoy en día Panthera y WCS con el apoyo de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo y la participación de varios actores del gobierno y Organizaciones No Gubernamentales (ONG), a nivel nacional e internacional pretenden propiciar la conectividad para jaguares (*Panthera onca*) entre una serie de bloques de áreas protegidas y zonas boscosas en el istmo mesoamericano. Dentro de este proyecto, estas áreas de bosque reciben el nombre de Unidades de Conservación del Jaguar (UCJ) y fueron determinadas con base en las investigaciones existentes y a los conocimientos de los expertos en jaguares (Sanderson *et al.*, 2002a; Zeller, 2007). Las UCJ son aquellas áreas que presentan poblaciones sanas de jaguares (al menos 50 individuos reproductivos), una base de presas estable y el hábitat adecuado (Sanderson *et al.*, 2002b).

Estas UCJ no son áreas exclusivas para jaguares ni mucho menos. Dados los altos requerimientos en cuanto a calidad de hábitat y abundancia de presas, al proteger al jaguar y las zonas donde habita, se protege también una amplia gama de flora y fauna con la cual convive. Asimismo, la presencia de un depredador que se ubica en el tope de la cadena trófica es esencial para mantener la integridad ecológica del área. La pérdida de una especie con estas características puede causar cambios drásticos en las interacciones dentro de la red alimenticia, por ejemplo: la pérdida temprana de especies asociadas, el aumento de carnívoros de tamaño mediano e inclusive puede llegar a tener un efecto negativo en la biomasa de la flora del área (Ripple y Beschta, 2006; Borrovall y Ebenman, 2006).

Algunos estudios genéticos sugieren que no existen subespecies de jaguar a lo largo de su distribución (Eizirik *et al.*, 2001; Johnson *et al.*, 2002). Esto implica que la especie ha logrado mantener la conectividad entre sus poblaciones, pasando inclusive a través de hábitats fragmentados (p. ej. áreas de cultivo, potreros). De acuerdo con lo anterior, se está ante la inigualable oportunidad de ayudar a la conservación del mayor felino de nuestro continente, manteniendo la conectividad natural entre sus poblaciones por medio de corredores biológicos. Los corredores biológicos pueden brindar una gran cantidad de beneficios a nivel ecológico, destacando entre ellos el permitir el movimiento de los animales de un lugar a otro para alimentarse y reproducirse (Crooks y Sanjayan,

2006). El intercambio de individuos entre las diferentes poblaciones es vital para prevenir el deterioro genético causado por la endogamia y para mantener la variabilidad genética de la especie (Frankham, 2006). Otros beneficios incluyen facilitar la dispersión de algunos individuos a nuevos territorios, proveer la posibilidad a las especies de cambiar su ubicación geográfica como respuesta al cambio climático y proporcionar el ambiente para el flujo natural de energía y materiales a través de paisajes amplios y de las líneas divisorias de aguas (Crooks y Sanjayan, 2006). Al igual que con las UCJ, la utilización de una especie de altos requerimientos para la delimitación del área del corredor permitirá la protección de las especies que necesita para vivir y las especies asociadas a éstas, además del entorno. Asimismo, el jaguar es un símbolo cultural de gran importancia tanto para grupos indígenas como no indígenas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Con base en un análisis de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se definieron las rutas de menor costo para el paso de los jaguares entre las UCJ (Rabinowitz y Zeller, 2010) (Figura 1). Actualmente, los esfuerzos de Panthera y WCS se han enfocado en validar este análisis en el campo. Es decir determinar si es la mejor área, si hay presencia de jaguares y sus principales presas y qué tipo de presiones u oportunidades hay con respecto al establecimiento de un corredor biológico. La validación está basada en entrevistas a pobladores y los datos son analizados utilizando como base el modelo de ocupación (presencia/ausencia) (Zeller *et al.*, en preparación).

La validación de campo de la Iniciativa del Corredor del Jaguar inició en un área localizada en la parte central de Costa Rica (después conocida como Subcorredor Barbilla). La importancia de esta zona consiste en su ubicación, ya que conecta los dos sistemas montañosos más importantes del país en términos de cobertura boscosa: la Cordillera Volcánica Central y la Cordillera de Talamanca (Figura 2). Esta área ha sido la conexión histórica y geográfica entre estos dos sistemas montañosos. Sin este enlace, la habilidad de las especies para moverse de una cordillera a otra se verá imposibilitada y consecuentemente las poblaciones de jaguares del sur de Costa Rica, Panamá y Sudamérica quedarán aisladas de las del norte del país y el resto de Mesoamérica.

Posteriormente, el proceso de validación se inició y se continúa en Guatemala, Belice, Honduras, Nicaragua,

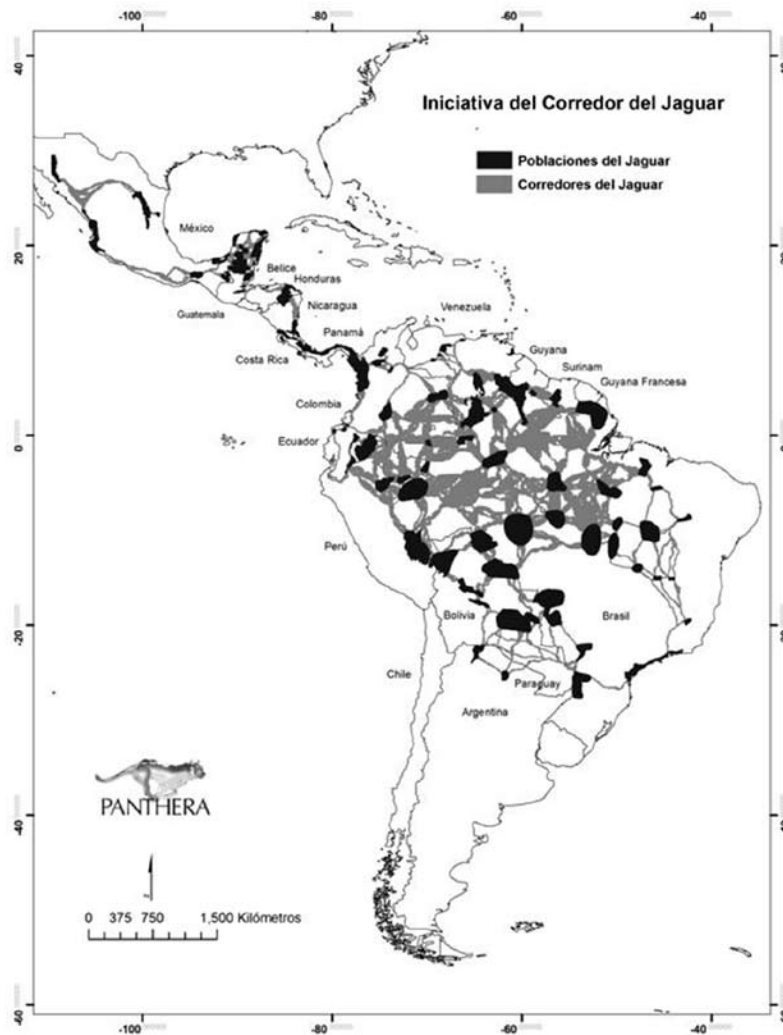


Figura 1. Unidades de Conservación del Jaguar y rutas de menor costo de dispersión para la especie a lo largo de su distribución.

Panamá e inclusive Colombia. Una vez concluido, se tendrá un mapa actualizado y real de los corredores potenciales para el jaguar a lo largo del Istmo Centroamericano. El próximo paso consiste en garantizar la funcionalidad de estos corredores para el jaguar y las especies asociadas. Esto incluye reducir las presiones sobre el jaguar y sus presas, monitorear su presencia, la presencia de sus presas y los cambios en la cobertura boscosa en el corredor, así como también la colaboración y participación directa con la sociedad civil, el gobierno, las ONG, empresas privadas y otros grupos con interés en el área.

Con base en la experiencia del Subcorredor Barbilla, se presentarán una serie de pasos que se han seguido

para empezar a trabajar y garantizar la funcionalidad del corredor. Cada área del corredor tendrá características propias y deberá ser evaluado de manera independiente, sin embargo se confía en que algunas acciones podrán aplicarse de manera ubicua.

RESULTADOS

Componentes del proyecto

Validación de campo-delimitar el área del corredor

Para determinar las mejores áreas para el paso de los jaguares entre las UCJ se usaron varios parámetros que podían tener algún efecto en el movimiento de los individuos. Estos fueron: distancia a caminos, distancia

a poblados, porcentaje de árboles y arbustos, tipo de uso de suelo, altitud y densidad de la población humana (Rabinowitz y Zeller, 2010). Usando estos parámetros se realizó un análisis para trazar los corredores de menor costo entre todas las áreas con poblaciones conocidas de jaguar a través de su rango. Esta es la base de la Iniciativa del Corredor del Jaguar (Figura 1).

Una vez establecidas las posibles rutas de conexión entre las UCJ es necesario validarlas en el campo. Este proceso es esencial para lograr delimitar el área ideal para el corredor y enfocar los esfuerzos en dicha zona. El método de la validación de campo consiste principalmente en la realización de entrevistas a la gente que vive y trabaja en el área del corredor y fue diseñada principalmente para: 1) averiguar si los jaguares y sus presas están usando el área, 2) obtener información que no es posible obtener con mapas (por ejemplo: presiones como deforestación, cacería, colonización ilegal de áreas protegidas y desarrollo de proyectos en áreas boscosas), y 3) identificar posibles socios o actores con interés en el área (Marieb-Zeller y Salom-Pérez, 2008).

Los datos que dan las personas sobre un área con respecto al jaguar y sus presas se toman como “muestréos” en el área y se analizan utilizando el método de presencia/ausencia (Zeller *et al.*, en preparación). En las áreas en donde no se logra obtener información se realizan transectos en busca de rastros y avistamientos del jaguar y sus presas. Mientras se recorre la zona haciendo entrevistas a los pobladores se toman datos de cobertura y uso de suelo mediante observaciones y fotografías para buscar la mejor ruta o los obstáculos para la conectividad dentro del corredor. Los resultados de esta fase de campo permiten delimitar la mejor zona para el corredor. Con ello se podrán concentrar las acciones en el área ideal y no malgastar esfuerzos y recursos en zonas que sólo son viables en el papel.

No todos los corredores biológicos dispondrán de un bloque de bosque continuo, sino más bien es frecuente que sea un área con diferentes usos de suelo, poblada y con actividades productivas. El área dentro del Subcorredor Barbilla está compuesta mayormente por áreas protegidas y una reserva indígena que suman en conjunto cerca de 220 km² (58% del total). Los restantes 157 km² (42% del total) son tierras privadas, que se ubican hacia el centro del Subcorredor. De acuerdo con la FONAFIFO (2005) el uso de suelo predominante es el bosque (66.8%). El resto del área se divide en pasturas principalmente, plantaciones forestales y agricultura, entre otros. Las

principales actividades productivas en el área son ganadería y agricultura (ICE, 1993; González y Poltronieri, 2002). El Subcorredor Barbilla se ubica en la vertiente Caribe y abarca un amplio gradiente altitudinal, de 75 m en su punto más bajo hasta los 2000 m en el punto más alto. La mayoría de las áreas protegidas del país están ubicadas a lo largo de las dos costas a elevaciones menores a los 50 m o en las zonas montañosas a más de 1000 m de elevación (Guidon, 1996). La conservación y restauración de los hábitats que están dentro del corredor ayudarán a aumentar la representatividad de los mismos a mediana altitud en Costa Rica.

Hay 26 centros poblados en el Subcorredor Barbilla. La mayoría de estos asentamientos son pequeños y no tienen un centro urbano definido. La red de caminos dentro del corredor suma cerca de 186 km. El área también comprende partes importantes de algunos ríos (como el Pacuare, Reventazón y Siquirres) que tienen una gran importancia local y nacional en términos de fuentes de agua, turismo (rafting) y producción de energía hidroeléctrica (Figura 2).

Establecimiento y fortalecimiento del Consejo del Corredor Biológico

Después de delimitar el área del corredor, es natural que se piense que el siguiente paso consiste en enfocar todos los recursos a investigación y conservación de la especie focal (el jaguar en este caso). Estos autores consideran que este no debe ser el primer paso, si bien no se cuestiona la importancia de las acciones mencionadas en este punto, su impacto y éxito puede ser bastante limitado. A continuación se propone una serie de pasos para iniciar el trabajo en el corredor.

El primer paso consiste en la formación de un Comité o Consejo del Corredor. Su composición podrá variar de un lugar a otro, pero generalmente incluye a los pobladores de la zona (líderes), ONG, el ministerio encargado de los recursos naturales, empresas privadas, administradores de áreas protegidas, dueños de reservas privadas, representantes del gobierno local (municipalidades), universidades, miembros de otros ministerios como los de agricultura, ganadería y salud. La participación de todos estos actores ayudará a que las acciones llevadas a cabo sean apoyadas por la gente de la zona y así tendrán mucho más trascendencia que las acciones que pueda llevar a cabo una ONG de manera independiente.

Asimismo, las diferentes entidades pueden lograr alianzas y avanzar más rápidamente en los temas en

donde coincidan. Así, por ejemplo se dio una alianza entre Panthera y WCS con una iniciativa de corredor que ya estaba trabajando en una zona cercana, el Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca (CBVC-T). Este Corredor nació a partir de una iniciativa de la Asociación de Productores Orgánicos de Turrialba con el objetivo principal de mantener la conectividad de las áreas silvestres protegidas de la zona y al mismo tiempo elevar las condiciones económicas y sociales de las personas

el Programa Nacional de Corredores Biológicos (SINAC-MINAE, 2008). Dicha distinción le brinda la oportunidad de ser prioridad para la implementación de acciones de conservación, como los Pagos por Servicios Ambientales (ver adelante), además de que la experiencia y el apoyo de los actores del CBVC-T han sido de gran ayuda. Por otro lado, el CBVC-T ganó con la inclusión del Subcorredor Barbilla el aumento en el porcentaje de área boscosa, biodiversidad y área de acción. De igual forma, el Subcorredor Barbilla

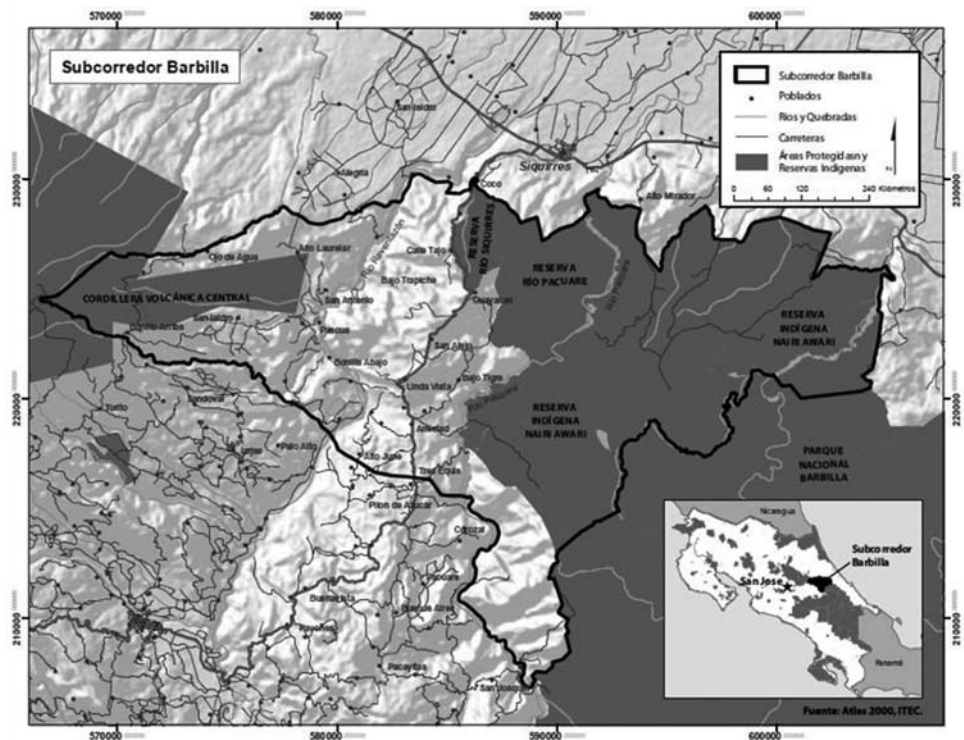


Figura 2. Ubicación del Subcorredor Barbilla en Costa Rica y nivel de protección de las áreas que lo componen.

que viven en el área. Seis años después, el CBVC-T no sólo sigue funcionando sino que ha crecido notablemente incorporando entidades estatales, universidades, ONG, asociaciones comunales, sociedad civil, entre otras. Dada la afinidad en los objetivos del CBVC-T con la Iniciativa del Corredor del Jaguar en el área, se creó una alianza que dio nacimiento al Subcorredor Barbilla como parte del CBVC-T. De esta manera, el Subcorredor Barbilla, liderado por Panthera, siguió trabajando en el tema del jaguar bajo la sombrilla del CBVC-T.

Gracias a lo anterior, el Subcorredor Barbilla pudo insertarse en el proceso de oficialización de corredores y es hoy en día, como parte del CBVC-T, reconocido por

podría representar un área importante para el CBVC-T en términos de la adaptación de las especies al cambio climático (debido al amplio rango altitudinal que tiene).

Dentro de los actores que conforman el corredor debe haber al menos uno que se desenvuelva como líder y coordinador para garantizar su éxito (Canet-Desanti, 2007). Algunas de las obligaciones de este ente incluyen la coordinación general, propiciar la colaboración entre los distintos miembros, orientar el trabajo en conjunto hacia los objetivos del corredor y organizar reuniones regulares. El resto de los actores funcionarán como enlaces para las diversas áreas y grupos del Subcorredor.

Una vez identificados los actores, el siguiente paso es trabajar en identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del área. Esto ayudará a tener mayor claridad para los siguientes pasos que son el definir el perfil de corredor, la misión, la visión y preparar el plan de conservación del mismo.

El método de validación de campo de Panthera permite identificar algunos de los socios y las amenazas, sobre todo las relacionadas con la conectividad del jaguar. Sin embargo, en este punto el tema del jaguar se ha convertido en una parte de un objetivo más grande, el cual es apoyado por todos los actores del consejo. En el caso del Subcorredor Barbilla la misión consiste en promover la conectividad de los ecosistemas y la participación de todos los actores y así impulsar la sostenibilidad del Subcorredor. No está de más decir que las acciones orientadas a alcanzar este objetivo beneficiarán al jaguar y a las especies asociadas. Por ejemplo, las primeras acciones del Subcorredor Barbilla, de acuerdo con lo planeado por el Consejo, irán orientadas a buscar una solución a la deforestación, la cacería de vida silvestre y la degradación en general de los recursos naturales.

El siguiente paso consiste en elaborar un plan de acción para el Consejo del Subcorredor. Dicho plan debe de seguir ciertos lineamientos para garantizar su éxito. Es indispensable lograr la participación activa de todos los actores a la hora de elaborar el plan. De acuerdo con Canet-Desanti (2007), en los primeros pasos un corredor debe enfocarse en fortalecer el recurso humano con capacitaciones y educación ambiental. Asimismo, otro aspecto fundamental es buscar la solvencia económica del Consejo con el fin de garantizar los fondos para realizar las actividades básicas (por ejemplo reuniones y actividades de difusión). Esto con el fin de no depender de una o dos entidades para su funcionamiento y evitar que se cree una dependencia económica. Para lograr ejecutar el plan, las acciones deben ser concretas, sencillas y contar con responsables que serán los encargados de ejecutarlas. El Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) de las Naciones Unidas, representa una alternativa real en Costa Rica para ayudar económicamente los primeros años de trabajo de los Consejos de Corredores.

Amenazas y acciones

Además del establecimiento del Consejo, las acciones del Subcorredor Barbilla han estado orientadas a atacar las amenazas sobre el jaguar, sobre la conectividad del paisaje y a fortalecer el concepto de corredor en el área. A

continuación se presentan algunas de las primeras acciones realizadas, que podrían servir de guía para otras iniciativas de corredor.

Represa hidroeléctrica

Hay un proyecto de represa hidroeléctrica planeado para el Río Reventazón por parte del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la cual estará ubicada cerca del límite norte del corredor, junto al pueblo de Florida, a los 265 msnm de altitud y abarcará cerca de 7 km² del corredor, precisamente en el área de menor distancia entre los parches de bosque más grandes dentro de la Reserva Forestal Cordillera Volcánica Central y la Reserva Forestal Río Pacuare. La represa inundará varias zonas de bosque y consecuentemente disminuirá la cantidad de hábitat disponible para la vida silvestre.

Asimismo, la construcción de la represa requerirá la mejora de caminos y la construcción de nuevos. Esto podría llegar a tener una influencia negativa sobre el Subcorredor. El ICE debe implementar acciones de mitigación por el daño ambiental causado por la represa. Los temas relacionados al ambiente y los montos asignados son los siguientes: biodiversidad (US\$ 1'560,000), plan de manejo de la cuenca (US\$ 1'092,000), comunicación ambiental (US\$ 156,000) y educación ambiental (US\$ 468,000).

Panthera ha iniciado a colaborar con el ICE para dirigir de manera estratégica los esfuerzos de reforestación y conservación en áreas clave, a través del Subcorredor para promover la conectividad boscosa. El Subcorredor logró la presencia de un representante del ICE en el Consejo y se ha obtenido financiamiento para material de divulgación. A futuro se piensa crear una Comisión que analice el estudio de impacto ambiental y que brinde las recomendaciones acerca de qué otras actividades son prioritarias para mitigar el impacto de la represa sobre el Subcorredor.

Deforestación

La deforestación es uno de los temas de trabajo prioritario para el Subcorredor, sobre todo en su área central donde se concentran las tierras privadas. Panthera y WCS por medio de la Fundación Neotropica están realizando un estudio del uso del suelo de esta zona, con el fin de tener información actualizada acerca de la cobertura boscosa y de aquellas áreas que son prioritarias para la conectividad.

De esta manera se podrán medir el cambio en el porcentaje de cobertura del bosque a lo largo del tiempo y tener una herramienta para dirigir esfuerzos como

los Pagos por Servicios Ambientales (PSA). El PSA fue establecido en Costa Rica a finales de los años 90 y consiste en pagos a los dueños de propiedades que tienen áreas boscosas, en reconocimiento al servicio ambiental que estas áreas proveen. También existen PSA dedicados a áreas en reforestación y sistemas agroforestales. Esta herramienta sin duda será fundamental para fomentar la conservación de las áreas de bosque y reforestar otras áreas para garantizar la conectividad de las especies dentro del Subcorredor Barbilla. Aunque los fondos son limitados, las áreas dentro de los corredores biológicos oficiales, son prioridad (Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2001; SINAC-MINAE, 2007).

Por otro lado, existe una red nacional para los propietarios privados que quieren conservar su bosque. Se tiene contacto y participación dentro del Consejo de la Red de Reservas Naturales Privadas cuyos objetivos principales van de la mano con la conservación del medio ambiente.

Cacería

La cacería también fue una de las amenazas principales detectadas en la validación de campo realizada por Panthera y WCS (Marieb-Zeller y Salom-Pérez, 2008) y además resaltó como uno de los temas de trabajo del Consejo del Subcorredor. Los primeros pasos irán orientados a reactivar los Comités de Vigilancia de los Recursos Naturales (COVIRENAS) al menos en las zonas indígenas, para brindar capacitación en temas como zoo criaderos y rotulación.

Otra de las actividades importantes para atacar este tema y en donde ya se han iniciado acciones es la educación ambiental. Cualquier iniciativa que pretenda hacer algo nuevo en un área depende de que haya un conocimiento, entendimiento e identificación con el tema de las personas que viven ahí. La educación ambiental es la manera más efectiva de garantizar para este entendimiento. Actualmente, existen al menos cuatro educadores dentro del corredor que fueron capacitados en el currículo de educación ambiental de WCS “Jaguares para Siempre”. El programa cubre aspectos sobre percepciones culturales, biología y ecología del jaguar, así como las bases de la investigación y conservación de la especie. “Jaguares para Siempre” también puede utilizarse para educar a comunidades locales acerca de cómo convivir con los jaguares. Una de las actividades más próximas dentro del Subcorredor es la replicación de estos talleres por parte de los profesores que fueron capacitados en áreas clave dentro del Subcorredor.

Una de las zonas más afectadas por la cacería es el Parque Nacional Barbilla, ubicado al extremo sureste del Subcorredor dentro de la UCJ de Talamanca. El Parque sólo tiene un administrador y tres guarda parques los cuales no tienen la capacidad para realizar patrullajes ni controlar el acceso a las 11,945 ha. El año 2009 se trabajó en el Plan de Manejo del Parque con ayuda de la Red de Bosques Modelo/Bosque Modelo Reventazón (socio de Panthera) y la participación de varios actores. En el presente año el Subcorredor Barbilla ha ayudado en la conformación del Comité de apoyo al Parque que trabajará en las actividades del plan de manejo y entre otras cosas permitirá elaborar un plan de protección y control, la contratación de más guarda parques, elaborar el reglamento de uso público, impulsar el turismo en las comunidades aledañas (indígenas y no indígenas) y la elaboración de los planes de educación ambiental y de investigación y convenios.

Conflicto entre felinos y ganado

De acuerdo con los datos preliminares, existen ataques de felinos a ganado vacuno en el Subcorredor cercanos a las UCJ (Marieb-Zeller y Salom-Pérez, 2008). Se le está dando seguimiento a los reportes que haya de estos ataques dentro del Subcorredor y se darán recomendaciones sencillas y de bajo costo a los finqueros, dirigidas principalmente a prevenir los ataques. Por otro lado, en las Reservas Indígenas hay ataques a ganado porcino con relativa frecuencia. Los ataques ocurren en áreas boscosas y es que los chanchos están libres y entran continuamente a estas zonas. Panthera y WCS están desarrollando un proyecto piloto que pretende ver la posibilidad de encerrar a los chanchos domésticos utilizando cercas vivas y así disminuir las posibilidades de ataque. Como complemento se instaló un biodigestor (alimentado por heces de chanchos y humanas), que permitirá cocinar sin necesidad de usar leña, disminuyendo así la exposición al humo y evitando el trabajo de ir a cortar la leña.

Monitoreo

Para evaluar el éxito de un corredor biológico es necesario medir los cambios en el área relacionados con el trabajo realizado y así poder determinar si se están alcanzando los objetivos planteados. De acuerdo con Canet-Desanti (2007), el monitoreo de un corredor debe dividirse en tres áreas o temas: ecológico, socioeconómico y de gestión. Si bien el tiempo de trabajar en el Subcorredor aún no permite medir los logros, es necesario generar información actual que permita comparar los avances en el tiempo.

De esta manera, Panthera y WCS trabajan actualmente en un estudio de presencia/ausencia del jaguar, otros felinos y sus presas dentro del Subcorredor Barbilla, basado en rastros y avistamientos. Esto permitirá tener una línea base de conocimientos acerca de la ocupación de estas especies dentro del Subcorredor y comparar con los resultados que se obtengan en años posteriores. Por otro lado, por medio de imágenes de satélite, Panthera podrá comparar los cambios del uso del suelo en la zona y medir por ejemplo el cambio en la densidad de los caminos y carreteras y el porcentaje de bosque. Otra medida del éxito de las acciones dentro del Subcorredor será cuantificar la cantidad de área sometida a PSA y la cantidad de nuevas Reservas Privadas inscritas año tras año. Todas estas acciones vendrán a brindar información en la parte ecológica.

En cuanto a la dimensión socioeconómica y de gestión, el monitoreo consistirá en medir la cantidad de grupos y comunidades representadas año con año en el Consejo, cuantificar el número de actividades de divulgación del Subcorredor, contar el número de proyectos amigables con el ambiente que realiza la gente de las comunidades y que son apoyados por el Subcorredor, evaluar de manera cualitativa la solvencia e independencia del Consejo y medir la capacidad de éste para incidir positivamente en decisiones de otras entidades (por ejemplo: Municipalidad, ICE y Asociaciones de Desarrollo) que afecten al Subcorredor (Canet-Desanti, 2007).

CONCLUSIONES

Las oportunidades para crear más áreas protegidas en América son cada vez más escasas. Los estados no tienen los fondos o el interés suficiente, o simplemente las áreas boscosas fuera de las áreas protegidas están disminuyendo aceleradamente. Al mismo tiempo, las áreas protegidas están bajo constante amenaza por las presiones humanas (como cacería y deforestación) y las entidades responsables con frecuencia no tienen la capacidad para protegerlas adecuadamente. Además, muchas de estas áreas no tienen el tamaño suficiente para garantizar la sobrevivencia de algunas especies (especialmente las de gran tamaño y amplio ámbito de hogar) a largo plazo.

Los corredores biológicos representan una oportunidad para buscar una solución a este tipo de problemas. Para tener éxito en esta empresa es necesario identificar aquellas áreas prioritarias y así concentrar los esfuerzos y lograr mayor impacto. Los requerimientos de especies sombrilla, especies ubicadas en la cima de la cadena trófica o especies bandera suelen servir de base para delimitar el área de un

corredor que tendrá la función de conservar muchas otras especies.

La conservación por sí misma no tiene futuro en el mundo cambiante y acelerado en que vivimos. Es cierto que dentro de las metas de un corredor biológico debe de estar el conservar y aumentar la cobertura boscosa de un área, pero también es indispensable estimular las prácticas económicas sostenibles que beneficien a la población local y así mejorar su calidad de vida. La participación activa de los pobladores y de los grupos (gubernamentales y ONG) que trabajan en el área es fundamental para el éxito de un corredor. Sólo cuando los pobladores tengan un beneficio del bosque y de la conservación y además un poder de decisión en cuanto a las actividades que se realizan en el área, será cuando los seres humanos nos convertiremos en parte de la solución en lugar de ser parte del problema.

Aún y cuando existen algunos parámetros que nos pueden decir si se va por buen camino, es posible que tengan que pasar muchos años para realmente poder detectar un cambio positivo en temas como deforestación, cacería y la percepción de la gente hacia los recursos naturales. Por esta razón, es importante lograr crear una estructura estable con apoyo de múltiples sectores y con el liderazgo de una o varias entidades que se comprometan a largo plazo con este modelo de conservación.

Cada corredor biológico tendrá sus propias características, retos y oportunidades por lo que no existe una fórmula universal. El desafío consiste en encontrar las herramientas que se pueden aplicar para apoyar la conservación en cada uno. A continuación se indican las acciones llevadas a cabo en este Subcorredor o por otras iniciativas de corredor en sus primeras fases que se han usado en Costa Rica (Canet-Desanti, 2007; SINAC-MINAE, 2008): establecer un Consejo del corredor con actores representativos del área, obtener reconocimiento oficial del gobierno, identificar áreas importantes (para biodiversidad, como fuente de agua, para el movimiento de los animales, para conectividad de paisaje), realizar un estudio del uso del suelo, priorizar áreas para PSA y promoverlo, apoyar proyectos de turismo rural comunitario, realizar campañas de educación ambiental, participar en actividades de difusión del corredor, impulsar grupos de voluntarios para la vigilancia de cacería y extracción de recursos naturales, fomentar proyectos de agricultura orgánica, promover el cambio de ganadería extensiva a ganado estabulado o semi-estabulado y llevar a cabo un monitoreo que incluya el componente ecológico, el socioeconómico y el de gestión.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Comité Gestor del Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca y al Consejo Local del Subcorredor Barbilla por ayudar a hacer este proyecto realidad.

LITERATURA CITADA

- Borrovall, C. y B. Ebenman. 2006. Early onset of secondary extinctions in ecological communities following the loss of top predators. *Ecology Letters* 9: 435-442.
- Canet-Desanti, L. 2007. Herramientas para el Diseño, Gestión y Monitoreo de Corredores Biológicos en Costa Rica. Tesis de Maestría en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica. 217 p.
- Crooks, K. R. y M. Sanjayan. 2006. Connectivity conservation: maintaining connections for nature. En: Crooks, K. R. y M. Sanjayan (comps.). *Connectivity conservation*. Cambridge University Press. Cambridge, England. pp. 1-20.
- Eizirik, E., J. H. Kim, M. Menotti-Raymond, P. G. Crawshaw Jr., S. J. O'Brien y W. E. Johnson. 2001. Phylogeography, population history and conservation genetics of jaguars (*Panthera onca*, Mammalia, Felidae). *Molecular Ecology* 10: 65-79.
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). 2005. Mapa de Cobertura Forestal. San José, Costa Rica.
- Frankham, R. 2006. Genetics and landscape connectivity. En: Crooks, K. R. y M. Sanjayan (comps.). *Connectivity conservation*. Cambridge University Press. Cambridge, England. pp. 72-96.
- González, V. y F. Poltronieri. 2002. Diagnóstico socioeconómico y cultural: análisis multicriterio de los proyectos hidroeléctricos en las cuencas de los Ríos Reventazón y Pacuare. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 582 p.
- Guidon, C. 1996. The importance of forest fragments to the maintenance of regional biodiversity in Costa Rica. En: Schellas, J. y R. Greenberg (comps.). *Forest patches in tropical landscapes*. Island Press. Washington, D. C. pp. 168-186.
- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). 1993. Reserva Forestal Río Pacuare: diagnóstico socioeconómico. San José, Costa Rica. 63 p.
- Instituto Nacional de Geografía. 2006. Áreas Protegidas. Hojas Cartográficas 1: 50, 000. SINAC. San José, Costa Rica.
- Johnson, W. E., E. Eizirik y S. J. O'Brien. 2002. Evolución y genética de poblaciones del jaguar: implicaciones para los esfuerzos futuros de conservación. En: Medellín, R. A., C. Equihua, C. L. B. Chetkiewicz, P. G. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. B. Taber (comps.). *El jaguar en el nuevo milenio*. Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México, D. F. pp. 519-534.
- Marieb-Zeller, K. y R. Salom-Pérez. 2008. Validación de campo del Corredor del Jaguar: Sector Barbilla en el Área entre la Cordillera Volcánica Central y la Cordillera de Talamanca. Reporte final para el Sistema Nacional de Áreas de Conservación. Wildlife Conservation Society y Panthera. San José, Costa Rica. Mimeografiado. 38 p.
- Rabinowitz, A. y K. A. Zeller. 2010. A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*. *Biological Conservation* 143: 939-945.
- Ripple, W. J. y R. L. Beschta. 2006. Linking a cougar decline, trophic cascade, and catastrophic regime shift in Zion National Park. *Biological Conservation* 133: 397-408.
- Sánchez-Azofeifa, G. A., R. C. Harriss y D. L. Skole. 2001. Deforestation in Costa Rica: a quantitative analysis using remote sensing imagery. *Biotropica* 33: 378-384.
- Sanderson, E. W., C. L. B. Chetkiewicz, R. A. Medellín, A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson y A. B. Taber. 2002a. Un análisis geográfico del estado de conservación y distribución de los jaguares a través de su área de distribución. En: Medellín, R. A., C. Equihua, C. L. B. Chetkiewicz, P. G. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson, y A. B. Taber (comps.). *El jaguar en el nuevo milenio*. Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México, D. F. pp. 551-600.

- Sanderson, E. W., C. L. B. Chetkiewicz, R. A. Medellín, A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson y A. B. Taber. 2002b. Prioridades geográficas para la conservación del jaguar. *En*: Medellín, R. A., C. Equihua, C. L. B. Chetkiewicz, P. G. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson, y A. B. Taber (comps.). El jaguar en el nuevo milenio. Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México, D.F. pp. 601-627.
- SINAC-MINAE. 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. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Ministerio de Ambiente y Energía. San José, Costa Rica. 100 p.
- SINAC-MINAE. 2008. Guía práctica para el diseño, oficialización y consolidación de corredores biológicos en Costa Rica. Comité de Apoyo a los Corredores Biológicos, Sistema Nacional de Áreas de Conservación. San José, Costa Rica. 54 p.
- Zeller, K. A. 2007. Jaguars in the New Millennium Data Set Update: The State of the Jaguar in 2006. Wildlife Conservation Society, Bronx, New York. 77 p.

EL PAPEL DE LOS AGROECOSISTEMAS Y BOSQUES EN LA CONSERVACIÓN DE AVES DENTRO DE CORREDORES BIOLÓGICOS

THE ROLE OF AGROECOSYSTEMS AND FORESTS IN THE CONSERVATION OF BIRDS WITHIN BIOLOGICAL CORRIDORS

***Alejandra Martínez-Salinas y Fabrice DeClerck**

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Apartado 93-7170, Turrialba, 30501 Costa Rica

*Autor de correspondencia: amartinez@catie.ac.cr

Fecha de recepción: 7 de abril de 2010 - Fecha de aceptado: 10 de octubre de 2010

RESUMEN. El principal reto de los corredores biológicos como estrategia efectiva de conservación, es el de conciliar las necesidades de las poblaciones humanas con las de conservación de la biodiversidad. Lograr fusionar estas dos necesidades, requiere de comprender el papel de los agroecosistemas para esta conservación. Con el objetivo de explicar este aporte, se seleccionaron seis diferentes usos de suelo desde bosques hasta monocultivos de caña de azúcar. Por un período de doce meses, se capturó, evaluó y anilló a especies de aves residentes y migratorias. Se capturaron un total de 1,615 individuos distribuidos en 26 familias y 121 especies, con un esfuerzo de captura de 2,400 horas/red. Los hábitats de café agroforestal acumularon el 49% del total de individuos capturados, y en conjunto con el hábitat de cacao agroforestal aportaron 81% de las especies migratorias, siendo las dos más abundantes aquellas que son generalistas. Con respecto al número de especies acumuladas, hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el café agroforestal multiestrato y el bosque. Las cercas vivas (*pasturas*) presentaron el mayor número de especies esperadas (85.75 ± 22.26). Estos resultados muestran la importancia de los agroecosistemas para la conservación de aves residentes y migratorias neotropicales. El hábitat bosque, aportó once especies únicas y dependientes del mismo. Los agroecosistemas evaluados aportan a la conservación de la avifauna, sin embargo, es esencial que fragmentos de bosque sean conservados dentro de la matriz del paisaje porque estos aportan especies únicas y de importancia para la conservación.

Palabras clave: conectividad, dependientes de bosque, paisaje, dispersión, migratorias neotropicales.

ABSTRACT. The biggest challenge that biological corridor face in order to become an effective conservation strategy is their integration and function within agricultural landscapes meeting conservation needs, while contributing to, or minimizing their effects on production needs. In order to achieve this goal we must understand the role that agroecosystems play in this conservation. To fulfill this goal were selected six landuses on the CATIE farm including forests, coffee, cacao, pastures and sugar cane for a long-term bird monitoring project. During twelve months were captured, evaluated and banded resident and migratory bird species three days per week. A total of 1,615 individuals were caught distributed in 26 families and 121 species, with an overall mistnetting effort of 2,400 net/hours. Agroforestry coffee habitats accounted for 49% of the individuals captured, and in conjunction with cacao agroforests, they including 81% of all migratory species captured. The two most abundant species corresponded to those generalists. Accumulation curves showed significant differences ($p < 0.05$) between multiestrata agroforestry coffee and forests. Live fences (*pastures*) showed the greatest number of expected species (85.75 ± 22.26). Our results demonstrate the importance of agroecosystems for the conservation of resident and migratory Neotropical birds. While the forest habitat had the lowest species richness, this habitat included eleven unique and forest dependent species not found in any other landuse. While the agroecosystems evaluated are contributing to conservation of avian diversity, they fail to provide habitat for forest dependent species. As such, it is essential that forest fragments are maintained and protected within the landscape.

Key words: connectivity, forest dependent, landscape, dispersion, Neotropical migrants.

INTRODUCCIÓN

La pérdida y fragmentación de ambientes naturales y sus implicaciones para la conservación de la flora y la fauna tienen importancia global. Proveer “corredores” para enlazar hábitats aislados es una de las primeras recomendaciones prácticas que surgieron de estudios de fragmentación de hábitats (Bennett, 2004). El concepto de corredores como estrategia de conservación, ha tenido gran repercusión logrando con ello captar la atención de planificadores y gestores, así como de comunidades y estados que tienen en sus manos los recursos naturales. Como consecuencia, hoy en día el establecimiento y gestión de Corredores Biológicos se incluyen en los planes de conservación a nivel de país y muchos de ellos están en fases activas de construcción o manejo (Bennett, 2004).

Bajo esta influencia han nacido estrategias regionales, tales como la conceptualización del Corredor Biológico Mesoamericano, en el año 1997, que incluye acciones en los ocho países de la región mesoamericana (Mendieta y Vinocour, 2000). Este esfuerzo ha impulsado una serie de acciones entre las que destacan la creación de corredores biológicos de menor tamaño cuyo objetivo es consolidar el Corredor Biológico Mesoamericano y así lograr alcanzar las metas planteadas.

A pesar de su amplia aplicación y posibilidades, los corredores biológicos aún tienen muchos detractores, que basan sus críticas especialmente sobre la escasa información que se ha generado de como diferentes organismos pueden o no ser beneficiados por estas estrategias, y el cómo contribuyen a la viabilidad de poblaciones de aves en hábitats fragmentados (Simberloff y Cox, 1987; Simberloff *et al.*, 1992; Rosenberg *et al.*, 1997; Meerman, 2000; Dixon *et al.*, 2004; Hilty y Merenlender, 2004). Otros hacen énfasis en la necesidad de combinar estrategias de conservación y no basarse únicamente en la creación de corredores biológicos por muy eficientes que estos parezcan ser (MacDonald, 2003).

Por otro lado, y a pesar de la falta de información en muchos aspectos relacionados con los corredores biológicos, es ampliamente reconocida la necesidad de ampliar los diferentes esfuerzos de conservación de la biodiversidad fuera de las áreas tradicionalmente protegidas hacia las productivas (Pimental *et al.*, 1992; Harvey *et al.*, 2006; Gardner *et al.*, 2009), por el rápido cambio de uso del suelo de los bosques tropicales a suelos destinados a la producción agrícola (Kattan, 2002).

Es aquí donde los corredores biológicos juegan un papel fundamental, porque representan áreas de interés que en su gran mayoría comprenden mosaicos de diferentes usos de suelo que intentan conectar a otras que originalmente lo estuvieron y que fueron convertidas en paisajes manejados.

Muchos de éstos corredores biológicos han sido objeto de diversos estudios, específicamente sobre aves y la habilidad de estas especies de sobrevivir en áreas transformadas (Sekercioglu *et al.*, 2007). Algunos de los más notables, indican que las áreas de producción de café pueden llegar a representar una opción para la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, su valor de conservación está directamente relacionado con la complejidad de la estructura vertical presente en estos sistemas (Perfecto *et al.*, 1996; Greenberg *et al.*, 1997a; Greenberg *et al.*, 1997b; Cruz-Angón y Greenberg, 2005).

De igual forma, otros estudios han demostrado la importancia de la permanencia de cierta cobertura arbórea dentro de áreas productivas (Estrada *et al.*, 1997; Vilchez-Mendoza *et al.*, 2008), así como la de diferentes arreglos espaciales y tipos de hábitats productivos para lograr una mayor riqueza de especies de aves en ellos (Greenberg y Salgado-Ortiz, 1994; Cohen y Lindell, 2005; Harvey *et al.*, 2006; Tschardtke *et al.*, 2008). Es así, como se hace evidente la necesidad de generar mayor información con respecto al valor que poseen los diferentes agroecosistemas para la conservación de la avifauna en este tipo de paisajes.

En este sentido, el presente estudio tiene como objetivo el analizar la importancia que tienen seis diferentes tipos de uso del suelo y su relación con la conservación de especies de aves dentro del Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca ubicado en la zona central de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área general de ubicación corresponde al Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca (CBVC-T) designado como tal en el año 2003, con un área de 652,545 ha y ubicado entre las coordenadas CRTM (Costa Rica Transverse Mercator) X: 517421-569101 longitud y Y: 1115350-1075990 latitud (Canet, 2008). El área específica corresponde al campus del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), ubicado en la ciudad de Turrialba, Cantón de Cartago, Provincia de Cartago en Costa Rica, América Central. El campus del CATIE tiene un área aproximada de 1000 ha que incluye diversos sistemas de producción entre los que destacan

caña de azúcar, café y pastos. La zona está ubicada aproximadamente a 600 msnm y presenta un clima húmedo tropical, con una precipitación anual de 2636 mm y una temperatura promedio de 22 °C (Figura 1).

Dentro del campus del CATIE, se seleccionaron seis diferentes tipos de uso de suelo. Dos de ellos corresponden a sistemas agroforestales de café, el primero con plantas de café en asociación con poró (*Erythrina poeppigiana*)

Cada tipo de uso de suelo fue dividido en cinco parcelas de 100 m², en donde para cada una se midió el porcentaje de cobertura del dosel con cuatro lecturas en cuatro puntos de cada parcela. Se consideró también la altura del sotobosque (m) en cinco puntos por parcela. Se evaluaron los estratos empleando los métodos de Thiollay (1992), y además se evaluó el área basal de cada parcela utilizando un prisma con un factor de dos.

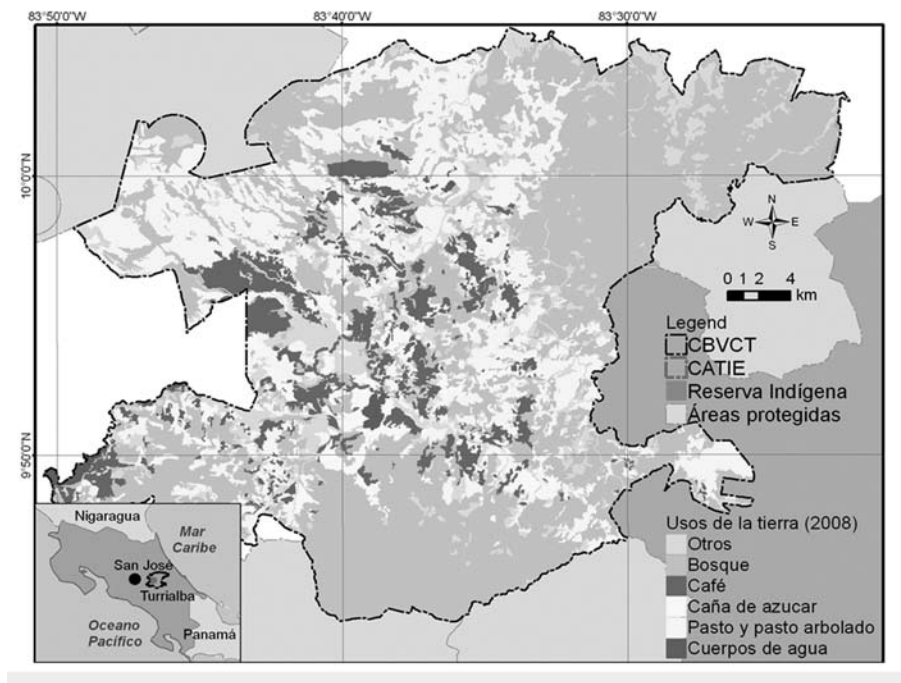


Figura 1. Localización del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) con relación al Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca.

y el segundo son parcelas con plantas de café y una estructura vertical más compleja que incluye árboles de poró (*E. poeppigiana*) y laurel (*Cordia alliodora*), de los cuales, este último también posee la característica de tratarse de parcelas en abandono, lo que ha propiciado la presencia de un estrato inferior provisto por especies arbustivas y herbáceas, así como evidencia de regeneración natural. El tercero corresponde a otro sistema agroforestal caracterizado por la presencia dominante de cacao (*Theobroma cacao*) en asociación con musáceas y árboles de laurel (*Cordia alliodora*). El cuarto se trata de cercas vivas inmersas en pasturas para ganado lechero. Un quinto tipo de uso de suelo corresponde a plantaciones puras de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), mientras que el último hábitat evaluado es de parches de bosque que no han sido aprovechados en los últimos veinte años.

En cada uno de los seis tipos de uso de suelo se establecieron estaciones de monitoreo permanentes. Las aves fueron capturadas con la ayuda de redes de niebla, método que permite la manipulación de los individuos y la fácil evaluación de diferentes variables necesarias para estimar su condición física (Wunderle, 1994; Ralph *et al.*, 1996) y así poder inferir sobre la calidad de los hábitats. Las dimensiones de las redes son estándar y corresponden a 12 m de largo por 2.5 m de alto y 30 mm de luz de malla, de acuerdo con lo recomendado por Wunderle (1994) y Ralph *et al.* (1996), para la captura de Passeriformes pequeños a medianos.

Una vez capturadas, las aves fueron extraídas de las redes e introducidas en bolsas de tela, de manera individual, para después trasladarlas a las áreas de procesamiento. Las redes

fueron operadas durante las primeras horas del día (entre 5 y 9 A.M.), tres veces por semana, alternando sitios, de tal manera que cada uno de ellos sea visitado cada quince días y así evitar que las aves se acostumbren a la posición permanente de las redes. Una vez abiertas fueron revisadas cada 40 minutos. La distancia entre las redes varió entre 10 a 20 m y la escogencia para la ubicación de las redes dependió básicamente de la continuidad del hábitat que se muestreó y de la facilidad para revisarlas en el tiempo adecuado, contribuyendo esto a la seguridad de los animales capturados (NABC, 2001).

Una vez mantenidos los individuos en la estación de monitoreo, fueron identificados a nivel de especie con la ayuda de Guías de Identificación de especies (Stiles y Skutch, 1989) para especies residentes y el del National Geographic “Bird Guide to the Birds of North America” (Dunn y Alderfer, 2006) para el caso de especies migratorias. A todos los individuos, excepto aquellos de especies de colibríes y de los que no se tienen tamaños de anillos adecuados (por ejemplo, el de las rapaces), se les coloca un anillo metálico numerado y único que permite la identificación de estos individuos y comparar la información colectada en capturas posteriores (recapturas). Estos anillos también permiten reconocer a cada uno de los individuos en caso de ser recapturados en otras áreas y así coleccionar datos sobre movilidad dentro de las áreas de monitoreo. Aproximadamente diez especies fueron anilladas con anillos de colores en lugar de anillos metálicos, debido a que estas especies son las que tienen mayor probabilidad de ser observadas en áreas abiertas porque su tamaño permite la observación e identificación más fácilmente.

Las combinaciones de colores son únicas para cada individuo. Una vez anillados, se evaluaron diferentes variables de condición física siguiendo el protocolo del Programa de Monitoreo de Supervivencia Invernal

(MoSI), modificado a partir del protocolo del Programa de Monitoreo de Productividad y Supervivencia Aviar (MAPS), ambos programas coordinados por el Instituto de Poblaciones de Aves (IBP) de California, Estados Unidos.

El presente estudio brinda los resultados parciales de datos colectados durante el año 2008 (enero-diciembre), con los que se establecieron comparaciones relacionadas con la riqueza de especies en los diferentes tipos de uso de suelo evaluados. Se generaron gráficos de especies esperadas basados en el estimador Chao 2, al igual que tablas con información sobre las especies de aves más comunes y abundantes en los diferentes tipos de uso de suelo.

Los análisis se realizaron con ayuda del programa estadístico *EstimateS versión 8.0* (Colwell, 2009) o con JMP IN 4 (SAS Institute), mientras que los gráficos se generaron a través del programa estadístico *SigmaPlot versión 10*. Todos los análisis se ejecutaron a un nivel de confianza del 95%. Para explorar las relaciones y la similitud de la composición de especies entre hábitats, con respecto a los doce meses de muestreo, se realizó un análisis de ordenación (Escalamiento Multidimensional No Métrico “NMS”).

RESULTADOS

Los usos de suelo evaluados mostraron diferencias significativas (Tabla 1) con respecto a la evaluación de la estructura vertical y horizontal de la cubierta vegetal de cada unidad de tipo de uso. El bosque tuvo la mayor cobertura de copa (85%) seguido por el cacao y el café multiestrato (50 y 56%, respectivamente). El café con poró tuvo un porcentaje de copa del 17% al momento de la caracterización del sitio, pero mediciones de copa tomadas cada dos semanas indican que este porcentaje de cobertura varió entre el 0 y el 85% en función de la poda del sitio. El

Tabla 1. Promedio de los factores de la estructura horizontal y vertical de la cubierta vegetal en cada uno de los tipos de uso de suelo evaluados y su significancia estadística (ANOVA).

MÉTRICA	BOSQ	CAOR	CAAB	CAPO	ESCV	CAAZ	p
Copa (%)	83.0	50.0	56.0	17.0*	8.5	0	<0.0001
Altura del sotobosque (m)	1.1	0.4	0.5	1.3	0.1	0	<0.0001
Estratos >20 m	1.8	0.6	0.6	0.7	0.0	0	0.006
Área basal (m ²)	52.0	18.4	14.0	16.0	10.0	0	<0.0001

hábitat cercas vivas mostró una copa reducida por el área que constituye la fila de árboles que la forman.

Ocho de las 10 redes colocadas en cercas vivas están adyacentes a una cerca que no recibe ningún tipo de poda, con copa continua y una longitud de más de 200 m. Los resultados del análisis de área basal indican que es mayor en el bosque, y cero en la caña de azúcar.

Se capturaron un total de 1,615 individuos de aves distribuidos en 121 especies y 26 familias, con un esfuerzo de captura de 2,400 horas/red. Las abundancias absolutas y relativas de las especies capturadas en cada uno de los sitios muestreados se dividieron en: café agroforestal multiestrato con 425 individuos (26%), café en asociación con poró (*E. poeppigiana*) con 367 (23%), cercas vivas con 277 (17%), caña de azúcar con 213 (13%), cacao agroforestal con 204 (13%) y bosque con 129 individuos (8%) (Figura 2).

Las diez especies de aves más comunes a los sitios muestreados (Tabla 2) suman el 58% del total de individuos capturados. La familia Emberizidae fue la más abundante,

con *Sporophila americana*, *Volatinia jacarina* y *Tiaris olivaceus*, quienes combinadas representan el 26% del total de individuos capturados en los diferentes hábitats. Solo dos especies de aves fueron comunes a todos los sitios (Tabla 2), *Amazilia tzacatl* (n = 232) y *Sporophila americana* (n = 206), que también fueron las de mayor abundancia relativa (n = 121), representando el 27% del total de individuos capturados.

Del total de especies (n = 121) e individuos (n = 1615) capturados, 21% y 13%, respectivamente, correspondieron a especies migratorias neotropicales (Tabla 3). En general, de los seis sitios muestreados los que presentaron la mayor riqueza y abundancia de especies migratorias fueron los sistemas agroforestales de café y cacao, obteniendo combinados un total de 21 especies (81%) y 159 individuos (74%) (Figura 3, Tabla 4).

El hábitat de café agroforestal fue el que obtuvo la mayor riqueza de especies (64), es decir el 53% del total de especies registradas en los seis hábitats monitoreados. El segundo y tercer hábitat con mayor riqueza correspondió al agroecosistema de café en asociación con poró (51,

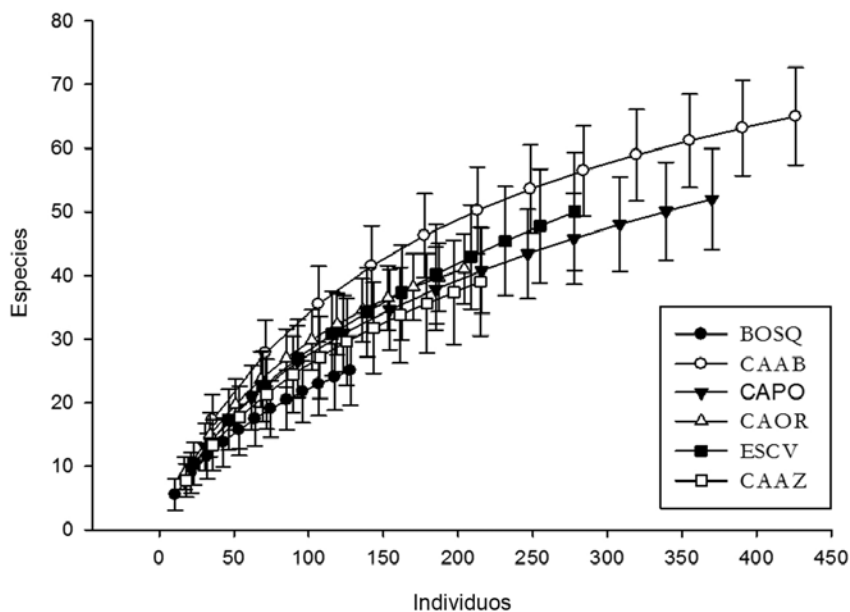


Figura 2. Curvas de acumulación de especies de aves indicando la relación entre el número de especies en cada uno de los sitios muestreados con respecto a nuevos individuos que ingresan a la muestra. BOSQ = bosque, CAAB = café agroforestal multiestrato, CAPO = café agroforestal en asociación con poró, CAOR = cacao orgánico agroforestal, ESCV = cercas vivas en pasturas y CAAZ = caña de azúcar.

Tabla 2. Diez especies de aves con mayor frecuencia de captura en los diferentes tipos de uso de suelo en el año 2008.

NOMBRE CIENTÍFICO	STILES (1985)								TOTAL
	HP	DB	BOSQ	CAAB	CAAZ	CAOR	CAPO	ESCV	
<i>Amazilia tzacatl</i>	NF, FE	3	3	57	4	76	75	17	232
<i>Sporophila americana</i>			3	88	22	9	51	33	206
<i>Volatinia jacarina</i>				28	47	2	10	41	128
<i>Tiaris olivaceus</i>				7	28	2	23	33	93
<i>Mionectes oleagineus</i>	FI, FE	2	43	15		7	17	2	84
<i>Oporornis philadelphia</i>				9	16	5	12	3	45
<i>Troglodytes aedon</i>				9	4		16	10	39
<i>Dendroica pensylvanica</i>	FC, FE, NF	2-3		17		9	11		37
<i>Manacus candei</i>	FE, FI	2	2	24		6	2		34
<i>Phaethornis striigularis</i>	FI, FE	2-3	10	9		14	1		34

NOTA: HP = hábitat preferido (FI = interior del bosque; FC = dosel del bosque; FE = borde del bosque; NF = no bosque). DB = dependencia del bosque (1 = necesita bosque continuo; 2 = necesita al menos parches de bosque; 3 = no necesita bosque). Las especies que no tienen estos códigos no aparecen en la lista original de Stiles (1985). BOSQ = bosque, CAAB = café agroforestal multiestrato, CAAZ = caña de azúcar, CAOR = cacao orgánico, CAPO = café agroforestal en asociación con poró (*Erythrina poeppigiana*), ESCV = cercas vivas en pasturas.

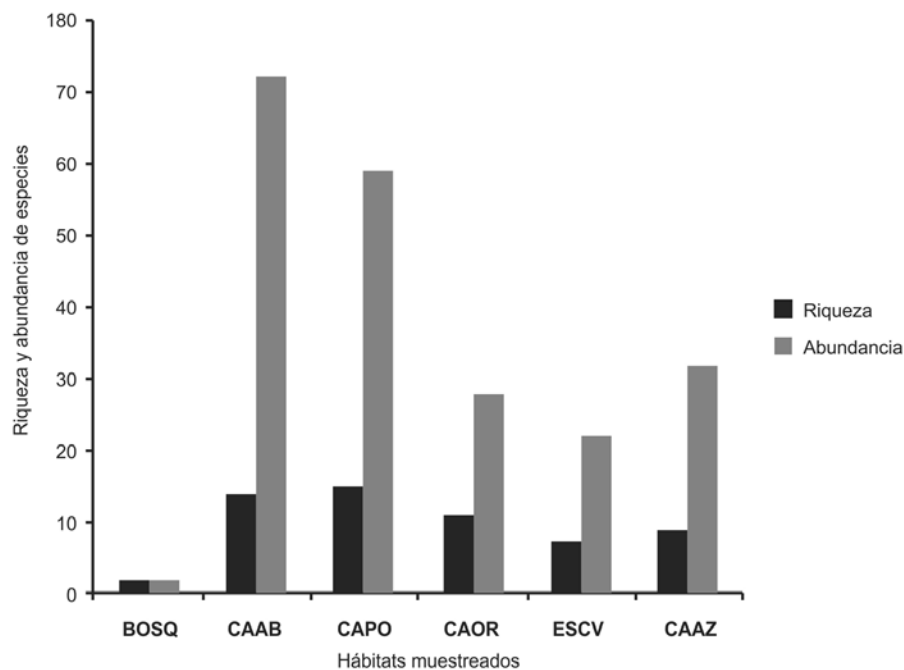


Figura 3. Riqueza y abundancia de especies de aves migratorias neotropicales en cada uno de los sitios muestreados. BOSQ = bosque, CAAB = café agroforestal multiestrato, CAPO = café agroforestal en asociación con poró, CAOR = cacao orgánico agroforestal, ESCV = cercas vivas en pasturas y CAAZ = caña de azúcar.

Tabla 3. Especies de aves migratorias registradas en el año 2008.

NOMBRE CIENTÍFICO	STILES (1985)		TOTAL
	HP	DB	
<i>Catbarus minimus</i>	FI, FE, FC	2-3	1
<i>Catbarus ustulatus</i>	FE, FI, FC, NF		3
<i>Contopus sordidulus</i>	FE, NF (FC)	2	1
<i>Dendroica pensylvanica</i>	FC, FE, NF	2-3	37
<i>Dendroica petechia</i>	NF, FE	3	20
<i>Dumetella carolinensis</i>	FE, NF	3	1
<i>Empidonax alnorum</i>	FE, NF	2-3	19
<i>Empidonax virescens</i>	FE, FI	2	4
<i>Hirunda rustica</i>			1
<i>Hylocichla mustelina</i>	FI, FE	1-2	10
<i>Icteria virens</i>			1
<i>Icterus spurius</i>	FE, NF	3	1
<i>Mniotilta varia</i>	FC, FE	2	5
<i>Oporornis formosus</i>	FI, FE	1	1
<i>Oporornis philadelphia</i>			45
<i>Piranga rubra</i>	FC, FE, NF	2-3	1
<i>Protonotaria citrea</i>	FE, FI, NF	2	1
<i>Seiurus aurocapilla</i>	FI, FE (NF)	2?	17
<i>Seiurus noveboracensis</i>	FE, NF	3	11
<i>Setophaga ruticilla</i>	FC, FE, NF	2-3	9
<i>Vermivora chrysoptera</i>	FI, FE	2	8
<i>Vermivora peregrina</i>	FE, FC, NF	2-3	8
<i>Vireo philadelphicus</i>			3
<i>Vireo olivaceus</i>	FE, NF	3	1
<i>Wilsonia citrina</i>	FI, FE	2	5
<i>Wilsonia pusilla</i>	FC, FE, NF	2-3	1
		ABUNDANCIA	215
		RIQUEZA	26

NOTA: HP = hábitat preferido (FI = interior del bosque; FC = dosel del bosque; FE = borde del bosque; NF = no bosque). DB = dependencia del bosque (1 = necesita bosque continuo; 2 = necesita al menos parches de bosque; 3 = no necesita bosque). Especies que no presentan estos códigos no aparecen en la lista original de Stiles (1985).

42%) y cercas vivas en pasturas (49, 40%). Mientras que la menor riqueza de especies se distribuyó entre los hábitats de cacao orgánico agroforestal con 41 (34%), caña de azúcar con 38 (31%) y finalmente el hábitat bosque con 25 (21%) (Tabla 4).

Las curvas de acumulación de especies indican que de aumentar el esfuerzo de captura, el café agroforestal

multiestrato sería el hábitat con la mayor probabilidad de que nuevas especies ingresen a la muestra basado en un índice de diversidad, mientras que el hábitat bosque fue el de menor probabilidad, con un nivel de confianza del 95% (Figura 2).

Se tuvieron diferencias significativas entre el bosque y el resto de hábitats (nivel de confianza del 95%) de acuerdo

Tabla 4. Riqueza y abundancia de aves capturadas en los diferentes tipos de uso de suelo en el año 2008.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	BOSQ	CAAB	CAAZ	CAOR	CAPO	ESCV	TOTAL
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>				1			1
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albigollis</i>		1		1			2
Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>						1	1
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>		2		1			3
Columbidae	<i>Columbina inca</i>			1				1
	<i>Columbina minuta</i>			2			9	11
	<i>Columbina talpacoti</i>			3			6	9
	<i>Geotrygon montana</i>	4						4
	<i>Leptotila cassini</i>		1					1
	<i>Leptotila verreauxi</i>		2			4	1	1
Corvidae	<i>Cyanocorax morio</i>				1	1		2
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>						1	1
Dendrocolaptidae	<i>Deconychura longicauda</i>	1						1
	<i>Dendrocolaptes picumnus</i>					1		1
	<i>Dendrocolaptes sanctibomae</i>	2						2
	<i>Lepidocolaptes affinis</i>		2		4			6
	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>				2	14	1	17
Emberizidae	<i>Arremonops conirostris</i>		1	1		1	3	6
	<i>Cyanocompsa cyanoides</i>	1	3					4
	<i>Melospiza biarcuatum</i>		3	12		2		17
	<i>Oryzoborus funereus</i>		3	4			11	18
	<i>Saltator maximus</i>		3	1	2	3	2	11
	<i>Sporophila americana</i>	3	88	22	9	51	33	206
	<i>Sporophila nigricollis</i>						1	1
	<i>Sporophila torqueola</i>			2			4	6
Furnariidae	<i>Tiaris olivaceus</i>		7	28	2	23	33	93
	<i>Volatinia jacarina</i>		28	47	2	10	41	128
	<i>Automolus ochrolaemus</i>		1		2			3
	<i>Dendrocincla anabatina</i>					1		1
	<i>Synallaxis brachyura</i>			1			2	3
Hirundinidae	<i>Xenops minutus</i>	2	1		1			4
	<i>Hirunda rustica</i>						1	1
	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>			2			5	7
Icteridae	<i>Amblycercus holosericeus</i>			3				3
	<i>Icterus spurius</i>			1				1
	<i>Molothrus aeneus</i>			1				1
	<i>Psarocolius montezuma</i>				2			2
Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>			1				1
Momotidae	<i>Momotus momota</i>	2						2
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>		3					3
	<i>Dendroica pensylvanica</i>		17		9	11		37
	<i>Dendroica petechia</i>		2	2	1	10	5	20
	<i>Geothlypis poliocephala</i>			10	1		19	30

	<i>Geothlypis semiflava</i>					4	4
	<i>Geothlypis trichas</i>		1				1
	<i>Icteria virens</i>		1				1
	<i>Mniotilta varia</i>	3		2			5
	<i>Oporornis formosus</i>	1					1
	<i>Oporornis philadelphia</i>	9	16	5	12	3	45
	<i>Parula pitiayumi</i>	1					1
	<i>Protonotaria citrea</i>			1			1
	<i>Seiurus aurocapilla</i>	10	6		1		17
	<i>Seiurus noveboracensis</i>		1	2	7	1	11
	<i>Setophaga ruticilla</i>	2		4	2	1	9
	<i>Vermivora chrysoptera</i>	6		1	1		8
	<i>Vermivora peregrina</i>	5	1		2		8
	<i>Wilsonia citrina</i>	5					5
	<i>Wilsonia pusilla</i>				1		1
Pipridae	<i>Corapipo altera</i>	1				1	2
	<i>Manacus candei</i>	2	24		6	2	34
Sylviidae	<i>Polioptila albiloris</i>			1		4	5
	<i>Polioptila plumbea</i>	3	1			4	8
	<i>Ramphocaenus melanurus</i>	3					3
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus atrinucha</i>	1					1
	<i>Thamnophilus doliatus</i>		10	6		3	19
Thraupidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	1				5	6
	<i>Euphonia laniirostris</i>					2	1
	<i>Habia fuscicauda</i>	3					3
	<i>Piranga rubra</i>					1	1
	<i>Ramphocelus passerinii</i>	12	7			3	11
	<i>Tachyphonus rufus</i>	4				3	7
	<i>Tangara larvata</i>	2	1			2	2
	<i>Thraupis episcopus</i>					6	5
	<i>Thraupis palmarum</i>				2		2
Tityridae	<i>Pachyrambus cinnamomeus</i>	1					1
	<i>Pachyrambus polychopterus</i>	1			1		2
Trochilidae	<i>Amazonia tzacatl</i>	3	57	4	76	75	17
	<i>Anthracothorax prevostii</i>		1				2
	<i>Florisuga mellivora</i>	2			2	3	1
	<i>Helimaster longirostris</i>						1
	<i>Phaethornis striigularis</i>	10	9		14	1	34
	<i>Phaethornis longirostris</i>	21	3		9	1	34
	<i>Thalurania colombica</i>	5			2	1	1
Troglodytidae	<i>Henicorbina leucophrys</i>	15					15
	<i>Microcerculus marginatus</i>	1					1
	<i>Microcerculus philomela</i>	1					1
	<i>Thryothorus atrogularis</i>		3				3
	<i>Thryothorus modestus</i>	9	6			13	2
	<i>Thryothorus nigricapillus</i>	1					1

	<i>Thryothorus rufalbus</i>				2		2	
	<i>Troglodytes aedon</i>	9	4		16	10	39	
Turdidae	<i>Catharus aurantirostris</i>		5				5	
	<i>Catharus minimus</i>	1					1	
	<i>Catharus ustulatus</i>		1	1	1		3	
	<i>Hylodichla mustelina</i>	1	5	1	3		10	
	<i>Turdus grayi</i>		6	1	10	11	1	29
Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	2	1	1			4	
	<i>Campostoma imberbe</i>		2				2	
	<i>Contopus cinereus</i>		1			1	2	
	<i>Contopus sordidulus</i>				1		1	
	<i>Contopus virens</i>		1				1	
	<i>Elaenia flavogaster</i>		2			8	10	
	<i>Empidonax albigularis</i>			1		1	2	
	<i>Empidonax alnorum</i>		3	3	3	10	19	
	<i>Empidonax atriceps</i>					1	1	
	<i>Empidonax flavescens</i>		4	4		1	9	
	<i>Empidonax virescens</i>		3			1	4	
	<i>Leptopogon superciliaris</i>	2					2	
	<i>Mionectes oleagineus</i>	43	15	7	17	2	84	
	<i>Myiarchus crinitus</i>		1				1	
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	1	2	2	8	1	14	
	<i>Myiozetetes similis</i>			1	11	2	14	
	<i>Pitangus sulphuratus</i>					3	3	
	<i>Todirostrum cinereum</i>		8	3	5	2	18	
	<i>Tolmomyias sulphureus</i>		3	4	1		8	
	<i>Tyrannus melancholicus</i>					1	1	
	<i>Zimmerius vilissimus</i>		1		1		2	
Vireonidae	<i>Hylophilus decurtatus</i>		1				1	
	<i>Vireo flavoviridis</i>			1			1	
	<i>Vireo philadelphicus</i>				3		3	
	<i>Vireo olivaceus</i>			1			1	
TOTAL		129	425	213	204	367	277	1615

NOTA: BOSQ = bosque, CAAB = café agroforestal multiestrato, CAAZ = caña de Azúcar, CAOR = cacao orgánico, CAPO = café agroforestal en asociación con poró (*Erythrina poeppigiana*); ESCV = cercas vivas en pasturas.

con el número de especies esperadas (Figura 4), mientras que el bosque presentó el menor número que el resto de hábitats.

Con respecto a las especies e individuos capturados en el hábitat bosque, es importante indicar que a pesar de ser el que tuvo el menor número (Figura 2), también aportó el 9% (n = 11) de especies únicas del total registradas para los seis sitios muestreados (Tabla 5). Por otro lado, del total de individuos capturados de *Mionectes oleagineus* (n = 84) y

Phaethornis longirostris (n = 34; antes *Phaethornis superciliosus*), más del 50% se ubicaron en el hábitat bosque (51% y 62%, respectivamente). Adicionalmente, éste también mostró el mayor porcentaje (19.38%) de individuos recapturados en comparación con los otros cinco sitios muestreados (Figura 5).

Con respecto a la composición de especies, el análisis de escalamiento multidimensional no métrico separa con el primer eje el bosque y el cacao de los hábitats café con poró, caña de azúcar y cercas vivas. El segundo eje separa

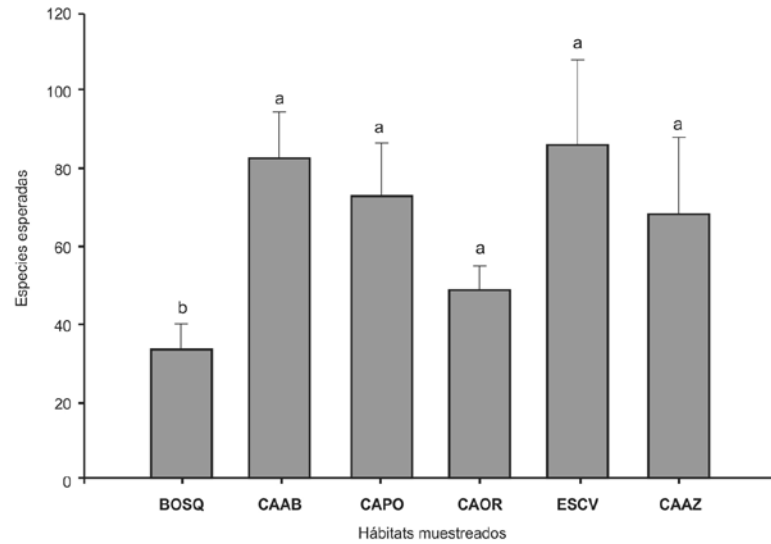


Figura 4. Especies de aves esperadas en los seis diferentes hábitats muestreados. ESCV = cercas vivas en pasturas (85.75 ± 22.26), CAAB = café agroforestal multiestrato (82.65 ± 11.40), CAPO = café agroforestal en asociación con poró (73.08 ± 13.49), CAAZ = caña de azúcar (68.03 ± 19.53), CAOR = cacao orgánico agroforestal (49.46 ± 5.92), BOSQ = bosque (33.64 ± 6.39). a, b = indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Tabla 5. Especies de aves únicamente capturadas en el hábitat bosque.

NOMBRE CIENTÍFICO	STILES (1985)		STATUS
	HP	DB	
<i>Catharus minimus</i>	FI, FE, FC	2-3	MN
<i>Deconychura longicauda</i>	FI	1	R
<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i> *	FC, FI, FE	2	R
<i>Geotrygon montana</i>	FI, FE	1	R
<i>Habia fuscicauda</i>	FI, FE	2	R
<i>Henicorbina leucophrys</i>	FI, FE	1	R
<i>Leptopogon superciliaris</i>	FI, FE	2	R
<i>Microcerculus marginatus</i>	FI	1-2	R
<i>Microcerculus philomela</i>	FI	1	R
<i>Momotus momota</i>	FE, NF (FI)	2-3	R
<i>Thamnophilus atrinucha</i> †	FI, FE	2	R

*En Stiles (1985), *Dendrocolaptes certhia*. †*Thamnophilus punctatus*.

NOTA: HP = hábitat preferido (FI = interior del bosque; FC = dosel del bosque; FE = borde del bosque; NF = no bosque). DB = dependencia del bosque (1 = necesita bosque continuo; 2 = necesita al menos parches de bosque; 3 = no necesita bosque). Status (MN = migratoria neotropical; R = residente).

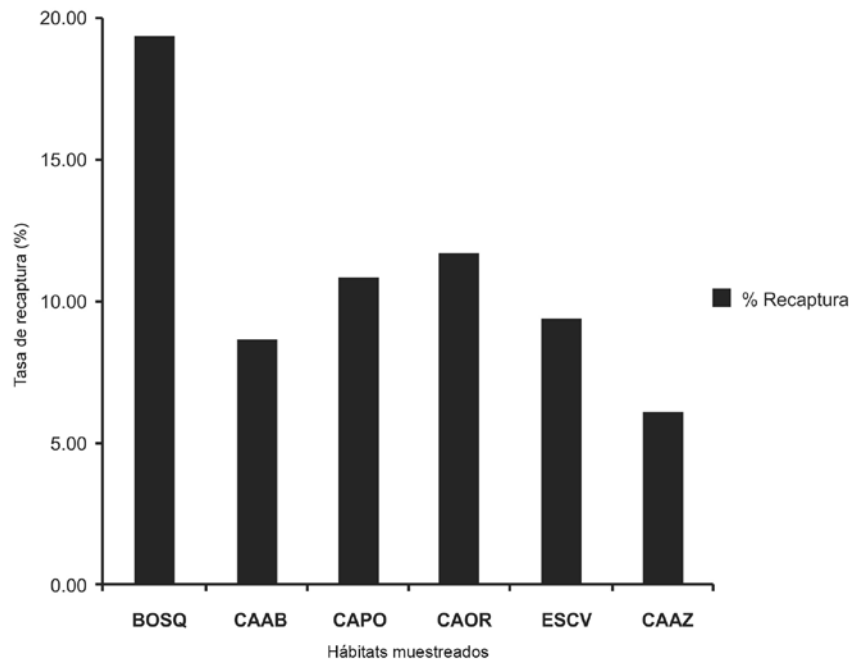


Figura 5. Tasa de recaptura, año 2008, en los seis diferentes hábitats muestreados. BOSQ = bosque (19.38%), CAOR = cacao orgánico agroforestal (11.76%), CAPO = café agroforestal en asociación con poró (10.90%), ESCV = cercas vivas en pasturas (9.39%), CAAB = café agroforestal multiestrato (8.73%), CAAZ = caña de azúcar (6.10%).

el bosque, del resto de los tipos de uso de suelo, indicando que este uso es el que menor número de especies comparte, siendo el cacao el que comparte la mayoría de especies con el bosque (Figura 6). El café con poró es el tipo de uso de suelo que comparte más especies con el resto de hábitats con una alta distribución de puntos ubicados cerca de casi todos los demás y ubicado en un punto intermedio en el espacio de los dos ejes. La representación gráfica de la ordenación de los meses de muestreo por cada hábitat tienen la mayor variabilidad explicada, siendo la varianza explicada en los dos ejes de ordenación de 66.7%.

DISCUSIÓN

En general, de las diez especies más comunes para todos los sitios, las capturadas con mayor frecuencia corresponden a las que pueden ser catalogadas como independientes de bosque (Stiles, 1985), y/o generalistas (Tabla 2). Sin embargo, también se incluyen dentro de éstas, *Mionectes oleagineus* (Tyrannidae, $n = 84$) y *Manacus candei* (Pipridae, $n = 34$), que son consideradas dependientes de parches de bosque (Stiles, 1985).

En este sentido y a pesar de que el hábitat bosque resultó ser el de menor riqueza y abundancia (Figura 2), también es el que tiene el mayor número de individuos de *M. oleagineus* (36% del total), confirmando así su importancia

para especies dependientes de este ecosistema. En el caso particular de *M. candei*, el mayor número de individuos se registró dentro del hábitat café agroforestal multiestrato (Tabla 2), que se localiza en parcelas de café abandonadas con altas densidades de especies arbustivas y arbóreas que podrían estar proveyendo de protección y alimento a esta especie. Estudios en sistemas de producción de café, han demostrado la importancia de estos hábitats para la conservación de la avifauna, que está directamente relacionada con la complejidad en la estructura vertical presente en estos sistemas (Perfecto *et al.*, 1996; Greenberg *et al.*, 1997a; Greenberg *et al.*, 1997b; Cruz-Angón y Greenberg, 2005). Con base en estos estudios y en los resultados obtenidos en nuestras áreas de muestreo, se infiere que este tipo de sistemas productivos puede y está proveyendo los recursos necesarios para que especies dependientes de bosque como *M. candei* y *Phaethornis longirostris* (antes *P. superciliosus*), consideradas de interior y borde de bosques tropicales siempre verdes, puedan sobrevivir en este hábitat alternativo, caso contrario al de hábitats con monocultivos como la caña de azúcar y cercas vivas (pasturas) en donde no se obtuvo ningún registro de estas especies (Stiles, 1985, Tabla 2).

Cabe resaltar, que la baja riqueza y abundancia registrada para el hábitat bosque, puede ser un efecto directo del

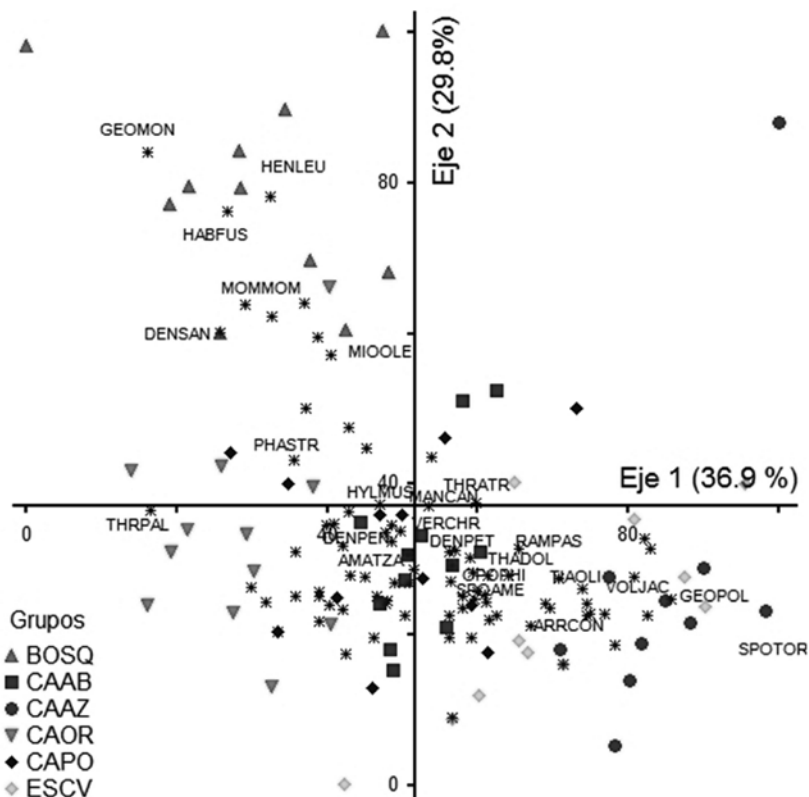


Figura 6. Relaciones y similitud de la composición de especies de aves entre los hábitats con respecto a doce meses de muestreo en el año 2008. Varianza explicada por ambos ejes es de 66.7%. BOSQ = bosque, CAAB = café agroforestal multiestrato, CAPO = café agroforestal en asociación con poró, CAOR = cacao orgánico agroforestal, ESCV = cercas vivas en pasturas y CAAZ = caña de azúcar. Los nombres de algunas especies han sido incluidos dentro del gráfico y corresponden a las primeras tres letras del género y la especie; para los nombres referirse a la Tabla 4 (por ejemplo, MIOOLE = *Mionectes oleagineus*).

método de muestreo utilizado. Las capturas ornitológicas son eficientes para la evaluación de la condición física de los individuos (Ralph *et al.*, 1996), sin embargo, tienen serias limitaciones en cuanto al área que puede muestrearse efectivamente (3-4 m sobre el suelo). Esto último es especialmente importante en el hábitat bosque, en donde la mayor diversidad y complejidad en la estructura vertical generan una serie de micro hábitats en el dosel y sección media, en donde las redes pierden efectividad (Tabla 1). Por lo anterior, se debe ser cuidadoso al interpretar estos resultados y resaltar el sesgo que existe con el método utilizado y la necesidad de utilizar otros complementarios (puntos de conteo y/o transectos) que permitan conocer la verdadera riqueza y abundancia de este hábitat.

Por otro lado, a pesar del inherente sesgo del método utilizado, el hábitat bosque contrario a los otros cinco evaluados, mostró la mayor fidelidad de sitio con una tasa de recaptura superior (Figura 5) y el mayor número de especies

asociadas a bosques (Tabla 5). Esto evidencia nuevamente la importancia de este hábitat para la conservación de individuos especialistas, principalmente dentro de paisajes productivos como el del CBVC-T. Esta importancia se ve resaltada en los resultados con respecto a la composición de especies (Figura 6), en donde se muestra claramente la diferencia entre las que están presentes en el hábitat bosque con respecto a aquellos que son productivos, indicando nuevamente que medidas como la riqueza y abundancia de especies no son suficientes para evaluar la importancia de los hábitats. En este sentido, y considerando paisajes manejados, MacDonald (2003) resalta el valor de los remanentes de bosque para la vida silvestre, especialmente para la conservación de la vegetación y de las aves, porque estos hábitats constituyen un componente importante para programas de conservación. Sin embargo, el mantener remanentes de bosques en estos paisajes no debe ser visto como la única medida de conservación posible, ya que las complementarias como la preservación de áreas extensas

de bosque son indispensables (MacDonald, 2003).

Con relación a los meses de monitoreo (2008) indican la importancia de los sistemas agroforestales, para la conservación de la avifauna dentro de agropaisajes. Importantes especialmente para la conservación de especies migratorias (Figura 3, Tabla 3), quienes estuvieron mayormente asociadas a sistemas agroforestales de café y cacao. En este sentido, los sistemas agroforestales de café promueven corredores biológicos importantes a nivel internacional para este grupo taxonómico.

La importancia de estos agroecosistemas también yace en que dentro de paisajes productivos, se convierten en una buena opción para mantener y ayudar a mejorar la conectividad del paisaje con elementos que pueden contribuir al movimiento de las especies y a la viabilidad de poblaciones aisladas, a través de la colonización de otros elementos dentro del paisaje (Revilla *et al.*, 2004). Esto último es crítico para la sobrevivencia de las poblaciones animales (Taylor *et al.*, 1993; Hames *et al.*, 2001).

Un ejemplo de la importancia de estos sistemas como conectores dentro de un paisaje productivo, fue la captura de un individuo macho joven de *Corapipo altera* (Pipridae) en el hábitat de cercas vivas y dos en el hábitat bosque (Tabla 4). Considerando estudios previos con especies de esta familia, que han demostrado que individuos machos suelen ser más sedentarios que las hembras y los jóvenes (Snow, 1962), se infiere que este individuo se dispersaba en busca de nuevos territorios, proceso ecológico bastante difícil de detectar y documentar (Haig *et al.*, 1998) y de gran importancia para la dinámica de poblaciones (Schumaker, 1996; Revilla *et al.*, 2004).

Se resalta la importancia de los agroecosistemas como conectores y hábitats temporales para muchas especies de aves (Taylor *et al.*, 1993; Martínez-Salinas *et al.*, 2008), ya sea para incursiones ocasionales dentro de la matriz del paisaje o bien para lograr la dispersión exitosa hacia otros elementos dentro del mismo (Schumaker, 1996; Beier y Noss, 1998; Sieving *et al.*, 2000; Martínez-Salinas *et al.*, 2008) que puedan contribuir a la permanencia de estas especies en aquellos que son productivos en el largo plazo.

También es importante considerar que mayor esfuerzo de monitoreo puede ayudar a aumentar observaciones de este fenómeno, y se reconoce que datos sobre la dispersión de juveniles son de gran importancia para entender el papel que juegan los agropaisajes en la distribución de especies dependientes de bosque y para la viabilidad de sus poblaciones.

Este primer año de datos, también muestra el uso de sistemas agroforestales por parte de especies de aves

tradicionalmente asociadas a bosque, caso contrario a áreas como pasturas y cercas vivas que están por lo general dominadas por especies generalistas (Ramírez, 2006; Vilchez-Mendoza *et al.*, 2008). El sistema multiestrato de cacao, que es el que muestra estructuralmente mayor similitud con el bosque (Tabla 1), fue el hábitat que también compartió el mayor número de especies (Figura 6). Este resultado también llama la atención a métodos de evaluación de la biodiversidad en paisajes agrícola, usando índices de riqueza y abundancia, el bosque queda con el uso de suelo con menor valor para la conservación, y el hábitat cercas vivas como el de mayor valor. Tomando en cuenta que el objetivo es conservar especies de aves dependientes de bosque, se constata que índices de similitud, en conjunto con índices de riqueza y abundancia proporcionan mayor información.

En el caso particular de las cercas vivas, su importancia para la provisión de hábitat para aves y otros taxa (Estrada *et al.*, 1997; Vilchez-Mendoza *et al.*, 2008), así como para la conectividad estructural dentro de paisajes agrícolas ha sido demostrada. Sin embargo, aún queda mucho que documentar sobre el valor de estos hábitats para la conservación de la avifauna en el largo plazo. Harvey *et al.* (2006) resaltan que su importancia depende de diversas variables como la composición de especies, la diversidad estructural y el arreglo espacial dentro de un paisaje dado, así como de los usos adyacentes a cada uno de los hábitats considerados (Tischendorf y Fahrig, 2000; Norris y Stutchbury, 2001; Vandermeer y Carvajal, 2001), que son fundamentales para determinar la presencia-ausencia de algunas especies de interés para la conservación.

Por último, el monitoreo a largo plazo es indispensable para tener evidencia sobre el valor de conservación de estos hábitats, particularmente mayor información sobre la dispersión en función a la biología de especies de interés. Aún más importante sí se realiza dentro de áreas como corredores biológicos, que si bien su importancia ya ha sido documentada (Beier y Noss, 1998; Dixon *et al.*, 2004), los datos obtenidos en el largo plazo contribuirán significativamente al desarrollo de estrategias que apoyen efectivamente la conservación. Además de validar la importancia de estas estrategias para la conservación de la biodiversidad en agroecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

El Programa Monitoreo de Aves (PMA) agradece especialmente a los voluntarios que en diferentes períodos contribuyeran con su valiosa participación en la obtención de datos, sin ellos este programa no existiría. A Sergio Vilchez-Mendoza por su colaboración en el análisis de los datos y su ayuda en campo. Se agradece también a los proyectos que apoyaron el desarrollo de las actividades de investigación y educación, Proyecto CAFNET/CATIE,

Proyecto PCP/CIRAD/CATIE, Proyecto “Mixing the matrix: participatory avian biodiversity monitoring within the Volcan Central Talamanca Biological Corridor-Parks, Pasture and Coffee” con fondos del US Fish and Wildlife Service a través del programa Wildlife Without Borders (WWB). De igual manera, se agradece a otras organizaciones que contribuyeron significativamente con el presente estudio, Idea Wild, Optics for the Tropics, The Tropics Foundation, Light Hawk, Institute for Bird Populations (IBP), Partners in Flight Costa Rica (PIF-Costa Rica) y a la Asociación Ornitológica de Costa Rica (AOCR), especialmente a Pablo Elizondo por su apoyo y disposición a colaborar en las actividades.

LITERATURA CITADA

- Beier, P. y R. Noss. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12(6): 1241-1252.
- Bennett, A. 2004. Enlazando el paisaje: el papel de corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. Trad. JM Blanch. San José, CR. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza/ UICN. 1278 p.
- Canet, L. 2008. Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca. Ficha Técnica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza/CATIE y The Nature Conservancy/TNC. Turrialba, Costa Rica. 97 p.
- Cohen, E. B. y C. A. Lindell. 2005. Habitat use of adult White-throated Robins during the breeding season in a mosaic landscape in Costa Rica. *Journal of Field Ornithology* 76(3): 279-286.
- Colwell, R. K. 2009. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6. User's guide and application. University of Connecticut, Storrs, Connecticut, U. S. A. Online, URL: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/Estimates8>.
- Cruz-Angón, A y R. Greenberg. 2005. Are epiphytes important for birds in coffee plantations? An experimental assessment. *Journal of Applied Ecology* 42: 150-159.
- Dixon, J., M. Oli, M. Wooten, T. Eason, J. McCown y D. Paetkau. 2004. Effectiveness of a regional corridor in connecting two Florida black bear populations. *Conservation Biology* 20(1): 155-162.
- Dunn, J. L. y J. Alderfer. 2006. National Geographic Field Guide to the Birds of North America. Fifth Edition. USA.
- Estrada, A. R. Coates-Estrada y D. A. Merrit Jr. 1997. Anthropogenic landscape changes and avian diversity at Los Tuxtlas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 6: 19-43.
- Gardner, T. A., J. Barlow, R. Chazdon, R. M. Ewers, C. A. Harvey, C. A. Peres y N. S. Sodhi. 2009. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters* 12: 561-582.
- Greenberg, R. y J. Salgado-Ortiz. 1994. Interspecific defense of pasture trees by wintering Yellow Warblers. *The Auk* 111(3): 672-682.
- Greenberg, R., P. Bichier, A. Cruz-Angón y R. Reitsma. 1997a. Bird populations in shade and sun coffee plantations in Central Guatemala. *Conservation Biology* 11(2): 448-459.
- Greenberg, R., P. Bichier y J. Sterling. 1997b. Bird populations in rustic and planted shade coffee plantations of Eastern Chiapas, Mexico. *Biotropica* 29(4): 501-514.
- Haig, S., D. Mehlman y L. Oring. 1998. Avian movements and wetland connectivity in landscape conservation. *Conservation Biology* 12(4): 749-758.
- Hames, R. S., K. V. Rosenberg, J. D. Lowe y A. A. Dhondt. 2001. Site reoccupation in fragmented landscapes: testing predictions of metapopulation theory. *Journal of Animal Ecology* 70(2): 182-190.
- Harvey, C., A. Medina, D. Merlo, S. Vilchez-Mendoza, B. Hernández, J. Saenz, J. M. Maes, F. Casanoves y F. Sinclair. 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications* 16(5): 1986-1999.
- Hilty, J. A. y A. M. Merenlender. 2004. Use of riparian corridors and vineyards by mammalian predators in Northern California. *Conservation Biology* 18: 126-135.
- Kattan, G. H. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. *In: Guariguata, M. R. y G. H. Kattan (eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. EULAC/GTZ. Ediciones LUR. Cartago, Costa Rica. pp. 561-590.*
- MacDonald, M. 2003. The role of corridors in biodiversity conservation in production forest landscapes: a literature review. *Tasforests* 14: 41-52.
- Martínez-Salinas, M. A. B. F. Finegan, F. DeClerck, J. Sáenz, F. Casanoves y S. Velázquez. 2008. Conectividad funcional para aves terrestres dependientes de bosque en un paisaje fragmentado en Matiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 141 p.
- Meerman, J. 2000. Feasibility study of the proposed Northern Belize Biological Corridors Project (NBBCP): Main Report. Belize. Volume I. 95 p.

- Mendieta, A. y A. Vinocour. 2000. Corredor Biológico Mesoamericano: del Paseo Panthera a un modelo de desarrollo sostenible, datos relevantes para una estrategia de comunicación. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo/CCAD y Banco Mundial. San José, Costa Rica. 71 p.
- North American Banding Council (NABC). 2001. The North American bander's manual for banding passerines and near passerines (excluding hummingbirds and owls). The North American Banding Council. Point Reyes Station, USA. 18 p.
- Norris, R. y B. Stutchbury. 2001. Extraterritorial movements of a forest songbird in a fragmented landscape. *Conservation Biology* 15(3): 729-736.
- Perfecto, I., R. A. Rice, R. Greenberg y M. E. Van Der Voort. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46(8): 598-608.
- Pimentel, D., U. Stachow, D. A. Takacs, H. W. Brubaker, A. R. Dumas, J. J. Meaney, J. A. S. O'Neil, D. E. Onsi y D. B. Corzilius. 1992. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *BioScience* 42(5): 354-362.
- Ralph, J., G. Geupel, P. Pyle, T. Martin, D. DeSante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Forest Service, U.S. Department of Agriculture. Albany, CA. Pacific Southwest Research Station. 44 p.
- Ramírez, L. 2006. Contribución ecológica y cultural de los sistemas silvopastoriles para la conservación de la biodiversidad en Matiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 175 p.
- Revilla, E., T. Wiegand, F. Palomares, P. Ferreras y M. Delibes. 2004. Effects of matrix heterogeneity on animal dispersal: from individual behavior to metapopulation-level parameters. *The American Naturalist* 164(5): 130-154.
- Rosenberg, D., B. Noon y C. Meslow. 1997. Biological corridors: form, function, and efficacy. *BioScience* 47(10): 677-687.
- Schumaker, N. 1996. Using landscape indices to predict habitat connectivity. *Ecology* 77(4): 1210-1225.
- Sekercioglu, C., S. R. Loarie, F. Oviedo-Brenes, P. R. Ehrlich y G. Daily. 2007. Persistence of forest birds in the Costa Rican Agricultural Countryside. *Conservation Biology* 21(2): 482-494.
- Sieving, K., M. Willson y T. DeSanto. 2000. Defining corridor functions for endemic birds in fragmented south-temperate rainforest. *Conservation Biology* 14(4): 1120-1132.
- Simberloff, D. S. y J. Cox. 1987. Consequences and costs of conservation corridors. *Conservation Biology* 1: 63-71.
- Simberloff, D. S., J. A. Farr, J. Cox y D. W. Mehlam. 1992. Movement corridors: conservation bargains or poor investments? *Conservation Biology* 6: 493-504.
- Snow, D. 1962. A field study of the black and white manakin, *Manacus manacus*, in Trinidad. *Zoologica: New York Zoological Society* 47: 65-104.
- Stiles, G. 1985. Conservation of forest birds in Costa Rica: problems and perspectives. *In: Diamond, A. W. y T. E. Lovejoy (eds.)*. Conservation of tropical forest birds. UICN. pp. 141-168.
- Stiles, G. y A. Skutch. 1989. A guide to the birds of Costa Rica. Cornell University Press. USA. 511 p.
- Taylor, P. D., L. Fahrig, K. Henein y G. Merriam. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68: 571-573.
- Thiollay, J. M. 1992. Influence of selective logging on bird species diversity in a Guiana rain forest. *Conservation Biology* 6(1): 47-63.
- Tischendorf, L. y L. Fahrig. 2000. ¿How should we measure landscape connectivity? *Landscape Ecology* 15: 633-641.
- Tscharntke, T., C. H. Sekercioglu, T. V. Dietsch, N. S. Sodhi, P. Hoehn y J. M. Tylianakis. 2008. Landscape constraints on functional diversity of birds and insects in tropical agroecosystems. *Ecology* 89(4): 944-951.
- Vandermeer, J. y R. Carvajal. 2001. Metapopulation dynamics and the quality of the matrix. *American Naturalist* 158: 211-220.
- Vilchez-Mendoza, S. C. A. Harvey, D. Sánchez-Merlo, A. Medina, B. Hernández y R. Taylor. 2008. Diversidad y composición de aves en un agropaisaje de Nicaragua. *In: Harvey, C. y J. Sáenz (eds.)*. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio. Costa Rica. pp. 547-576.
- Wunderle, J. 1994. Métodos para contar aves terrestres del Caribe. United States Department of Agriculture-Forest Service. USA. New Orleans, Louisiana. 28 p.

THE IMPORTANCE OF MANAGEMENT: CONTRIBUTIONS OF LIVE FENCES TO MAINTAINING BIRD DIVERSITY IN AGRICULTURAL LANDSCAPES

LA IMPORTANCIA DEL MANEJO: CONTRIBUCIONES DE LAS CERCAS VIVAS PARA MANTENER LA DIVERSIDAD DE AVES EN PAISAJES AGRÍCOLAS

*Kelly Garbach¹, Alejandra Martínez-Salinas² and Fabrice DeClerck²

¹University of California Davis, Department of Plant Sciences, 1 Shields Avenue, Davis, CA 95616. ²Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Apartado 93-7170, Turrialba, 30501 Costa Rica

*Autor de correspondencia: kgarbach@ucdavis.edu

Fecha de recepción: 7 de abril de 2010 - Fecha de aceptado: 10 de octubre de 2010

ABSTRACT. Adept management may help assure the capacity of agricultural lands to contribute to biodiversity conservation. However, we have limited understanding of how management of different elements within designated corridor areas influences resource use among wildlife and contributes to overall conservation value. This study explores how management of live fences within the Volcánica Central-Talamanca Biological Corridor influences bird diversity and resource use. Bird species visiting live fences were recorded for three management treatments: multistrata live fences (dominated by mature, un-pruned trees); simple live fences (dominated by immature trees, pruned regularly), and control (post-and-wire fences). Seventy-four resident and migratory bird species were observed across treatments. Species richness was highest in multistrata fences (28.67 ± 3.98 , mean ± 1 SD) intermediate in simple fences (16.20 ± 2.59), and lowest in post-wire-fences (9.00 ± 2.94). However, $\geq 90\%$ of migratory species and species that frequent forest patches and agroforestry plantations at the study site were observed in multistrata fences. In-fence behavior (perching, foraging, reproductive activity) was recorded for individuals actively using fences. Correspondence analysis showed that both foraging and reproductive behavior were more frequently associated with multistrata fences than simple or control fences. Live fences appear to provide important resources within a biological corridor. However, management that favors height and structural complexity, which characterize multistrata fences, enhance corridor use among a diverse range of bird species and may provide greater support for foraging and reproductive activities. Structurally complex live fences are expected to be particularly important for migrants and species that frequent forest and agroforestry patches.

Key words: agricultural landscapes, biodiversity conservation, Costa Rica, species composition, species richness, tropical bird assemblages.

RESUMEN. El manejo adecuado puede asegurar la capacidad de zonas agrícolas para mantener la biodiversidad y contribuir a la conservación. Sin embargo, tenemos conocimiento limitado de como el manejo de corredores biológicos y elementos dentro de ellos influyen el uso de recursos por la vida silvestre y contribuyen al valor de conservación de estas áreas. Se investigó como el manejo de cercas vivas dentro del Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca afecta la riqueza de aves y el uso de recursos. Las especies de aves visitando cercas fueron observadas en tres diferentes tratamientos: cercas vivas multiestrato, cercas vivas simples y control (alambre de púas). Setenta y cuatro especies de aves fueron observadas utilizando las cercas. La riqueza de especies fue más alta en las cercas multiestrato (28.67 ± 3.98 , promedio ± 1 DE), intermedia en las cercas simples (16.20 ± 2.59) y baja en los controles (9.00 ± 2.94). Sin embargo, $\geq 90\%$ de las especies migratorias y especies que utilizan parches de bosque o plantaciones agroforestales fueron observadas también en las cercas multiestrato. El comportamiento en la cerca (percharse, forrajear y reproducirse) fue registrado para los individuos utilizando las cercas activamente. Ambos comportamientos, reproducción y el forrajeo, están asociados con mayor frecuencia a las cercas multiestrato. Las cercas vivas son una fuente importante de recursos naturales dentro del corredor. Un manejo que favorezca la altura y complejidad estructural, características de las cercas multiestrato, proporciona recursos para un rango de especies diversas y puede favorecer actividades necesarias para sostener sus poblaciones.

Palabras clave: paisajes agrícolas, conservación de la biodiversidad, Costa Rica, composición de especies, riqueza de especies, ensamblaje de especies de aves tropicales.

INTRODUCTION

There is growing recognition of the need to evaluate the capacity of agricultural systems to support biodiversity conservation. This challenge is especially pressing in Mesoamerica, a biodiversity hotspot where approximately 80% of the region's vegetation has been converted to agriculture (Harvey *et al.*, 2008), and where the landscape has become increasingly fragmented (Laurance and Bierregaard, 1997; Harvey *et al.*, 2006). The survival of wildlife in agricultural areas and other fragmented habitats may ultimately depend on their ability to move through the landscape in order to access resources, maintain genetic diversity and ensure the reproductive capacity of populations (Petit *et al.*, 1995; Wiens, 1996; Laurance and Bierregaard, 1997; Buza and Thrall, 2000). Lack of movement between forest fragments for individuals of small populations may lead to local extinction (Andrén, 2004).

Establishing biological corridors has been proposed as a means to maintaining connectivity of habitat and ensuring the survival of animal populations (Bennett, 1999; Perlault and Lomolino, 2000). In addition, corridors can mitigate the negative effects of human impacts and fragmentation by connecting areas of otherwise isolated habitat (Soulé, 1991). However, the conservation value of corridors has been debated, largely due to lack of empirical data demonstrating their use by populations threatened by fragmentation (Hilty and Merenlender, 2004). In large corridors that encompass agricultural areas and various landuses, data on how the management of different elements within designated corridors influences resource use and movement among wildlife species is lacking. Management that determines composition and complexity of corridor elements is expected to be particularly influential given that some species may use vegetation strips and patches selectively, making use only of areas that are floristically diverse or of certain dimensions (Laurance and Laurance, 1999). Determining the influence of different management strategies upon corridor elements and corresponding resource use among local wildlife populations should be determined in order to correctly assess their contributions to conservation goals and to best advice land managers and planners.

Live fences are common elements in agricultural lands throughout Mesoamerica. They form linear networks of trees bordering cattle pastures and are dispersed throughout croplands and agroforestry systems (Harvey *et al.*, 2005).

Live fences provide vertical complexity and tree cover in otherwise structurally simple pasture environments, which is an important landscape characteristic (Wiens, 1996). They may also provide resources for wildlife and connectivity among patches of remnant forest and agroforestry plantings (Estrada *et al.*, 2000; León and Harvey, 2006). Live fences are most commonly incorporated as productive features of farmlands, providing barriers to livestock movement, posts for new fences, fodder for livestock, timber and edible fruit (Sauer, 1979; Beer, 1987; Somarriba, 1995; Harvey *et al.*, 2005). However, the management varies according goals and objectives of individual land managers ranging from very simple, single species live fences that are regularly pruned, to highly complex, species rich live fences that are never pruned. These differences can have important influences on the contributions of live fences make to both the conservation value and productivity of farmlands.

Due to their potential productive and conservation roles, live fences have been widely promoted by conservation programs including the World Bank's Payment for Ecosystem Services initiative in Colombia, Nicaragua, and Costa Rica. Reviews of experiences with Payment for Ecosystem Services indicated high adoption rates of live fences and other elements used to promote conservation in agricultural landscapes (Pagiola *et al.*, 2005). However, existing studies emphasize adoption rates and other process variables while much work is still needed to understand ecological outcomes of live fence use and management. Currently, resource and land management agencies, environmental organizations, and government associations are debating how to boost biodiversity conservation in farmlands and cattle ranches by increasing the use of live fences and other farm features that are expected to have high conservation value. Field data is needed to determine whether these conservation interventions are having the desired ecological effects and to determine how their management can be improved to increase their usefulness to a diverse range of species.

We documented bird species in live fences, and their patterns of resource use, in the context of a landscape dominated by agriculture in Costa Rica's Volcánica Central-Talamanca Biological Corridor. Our first goal was to assess the effect of live fence management and structure on bird diversity because these characteristics are often tailored for productive aims. Distinct management approaches such as species selection and pruning intensity/frequency may not provide the same conservation benefits. Additionally,

we studied the use of live fences by migratory birds and species observed in local forest patches and agroforestry plots to determine whether management approach affected the presence and activity of these groups of species in live fences. We used species data and observations of in-fence behaviors to explore contributions of live fences under different management to their conservation value for bird species in the corridor area.

MATERIALS AND METHODS

We conducted this live fence study on farmlands at the Center for Tropical Agriculture Research and Higher Education (CATIE) in Turrialba, Costa Rica (approximately 2000 ha of agricultural area; lat 9°54' N, long 83°41' W). The study site is located within the Volcánica Central-Talamanca Biological Corridor, which encompasses 652,545 hectares in the provinces of Cartago and Limón and includes the transition area between Costa Rica's central mountain range and the Talamanca Mountains (Desanti, 2008). The region is located 600 m above sea level and experiences climate conditions typical of the humid tropics, receiving 2636 mm of precipitation annually and average temp of 22 °C. We chose live fences that divide cattle pastures and are bordered by sugar cane, agroforestry plantings, remnant trees and forest patches as this variety of landuses is representative of agricultural areas throughout the corridor. Prior to current use for cattle production, pastureland at the site was in sugar cane production. The pasture that surround the selected live fences have been in use for the last 10-15 years and were established by planting improved hybrid grass species (including *Brachiaria decumbens*, *B. radicans*) or were allowed to regenerate naturally. Live fences are dominated by planted tree species including: *Erythrina costarricense* (poró), *E. fusca*, *E. poeppigiana* (poró gigante), *Gliricidia sepium* (madero negro), *Pithecellobium longifolium* (sota caballo), *Trichantera gigantea* (nacedero), and *Miconia* sp. (canilla de mula).

We recorded presence and resource use of bird species in 18 fences, through a single point count station located near the midpoint of each of the 18 fences studied. We selected the fences according to three treatments designed to represent the range of management approaches commonly used by farmers in the region: 1) multistrata live fences (dominated by mature, un-pruned trees); 2) simple live fences (dominated by immature posts and trees pruned every 6-12 months), and 3) a control treatment comprised of post-and-wire fences. We included six replicates representing both north-south and east-west

aspects in each treatment. We categorized the fences according to their average height and the radius of trees in the fences. Multistrata fences are composed of trees with mean height >6 m and mean canopy radius >4 m. Simple fences were composed of trees with a mean height <6 m and mean canopy radius <4 m. Both the simple and multistrata fences included recently planted posts with few branches and no canopy. The post and wire fences that we used as a control treatment in this study were characterized by wood or concrete posts ≤ 2 m tall with no living trees incorporated in the fence line. All fence treatments were strung with 3-5 strands of barbed wire as a barrier to animal movement.

We selected the fences so that there were sufficient replicates in each group and so that fence midpoints were ≥ 200 m apart to help ensure that the effects of each fence studied were independent of neighboring fences. There was a lack of control fences that fit these criteria, so three newly planted fences composed of live posts were trimmed to ≤ 2 m and stripped of vegetation at the start of the study period so that they were structurally similar to the other post-and-wire fences in the control treatment group. Active cattle pasture bordered each fence on at least one side although the landuse on the other side of the fence varied randomly across treatments.

We described the structural characteristics and composition of all the live fences in the study including all trees with >10 cm diameter breast height (dbh) along three randomly selected 10 m transects in each fence. We characterized the individuals as trees if they were >3 m in height and they had a developed canopy structure. We classified the trees that did not meet these characteristics as posts. All descriptive data are reported as raw means ± 1 standard deviation unless otherwise indicated.

We monitored bird species in fences at the study site from February to July 2009. We used ten-minute point counts to record all species visiting the fences as well as their behaviors (foraging, perching, or reproductive activity) while using the fences. We repeated the counts 10 times in each fence for a total of 100 minutes of observation. We marked birds not actively using the live fences (e.g. flying over head or perched nearby) only as present. We did not include species that could not be identified in estimates of species richness or in the calculation of the diversity indices, therefore our reported values are conservative (Luck and Daily, 2003). We recorded behavior opportunistically during each observation period, and did

not record behavior if foliage blocked our view. We only recorded foraging and reproductive behavior when the individual was seen actively engaged in the activity (e.g. taking fruit, sampling nectar, copulating, carrying nest materials, feeding offspring). Sampling effort was gauged by reviewing species accumulation curves (Figure 1) generated with EstimateS software (Colwell, 2009).

In addition to testing for differences in overall bird diversity among fence type, we tested for differences in richness and abundance of migratory birds and species observed in local forest patches and agroforestry plantations. We used long-term monitoring data from a mist netting study conducted in different landuses at the same study (Martínez-Salinas and DeClerck, 2009) and identified 109 species captured in local forest patches and agroforestry plots. Of these, five of the species found in forest and 35 agroforestry species were observed in fences during point counts. Migratory species were identified using data in Stiles and Skutch (1989) and cross-referenced with migratory activity observed at the study site by Martínez-Salinas and DeClerck (2009).

We used analysis of variance (ANOVA) tests to evaluate relationships between overall species richness and abundances and structural characteristics of live fences, as these data met assumptions for normality of residuals (Shapiro-Wilk test at $p < 0.05$) and homoestadicity (Levene, Browne-Forsythe, and O'Brien tests at $p < 0.05$). However, we used a Poisson regression to further explore differences in species richness and abundance of individuals, including for migratory species and birds commonly seen in forest patches and agroforestry plots since the Poisson distribution was the best fit for point count data. We report Wald Chi-squared statistics for this distribution. We used Fisher's Least Significant Difference (LSD) test to examine pair-wise differences between all treatments after the Poisson regression showed significant differences. We transformed data on Shannon and Simpson diversity indices using a power transformation to meet statistical test criteria and we explored differences between treatments explored using ANOVA tests. Finally, we explored relationships between bird behavior and fence type using correspondence analysis, and report Pearson's Chi-squared statistics. All analyses were done at the 95% confidence level ($p < 0.05$), and all descriptive data are raw means ± 1 SD unless otherwise noted.

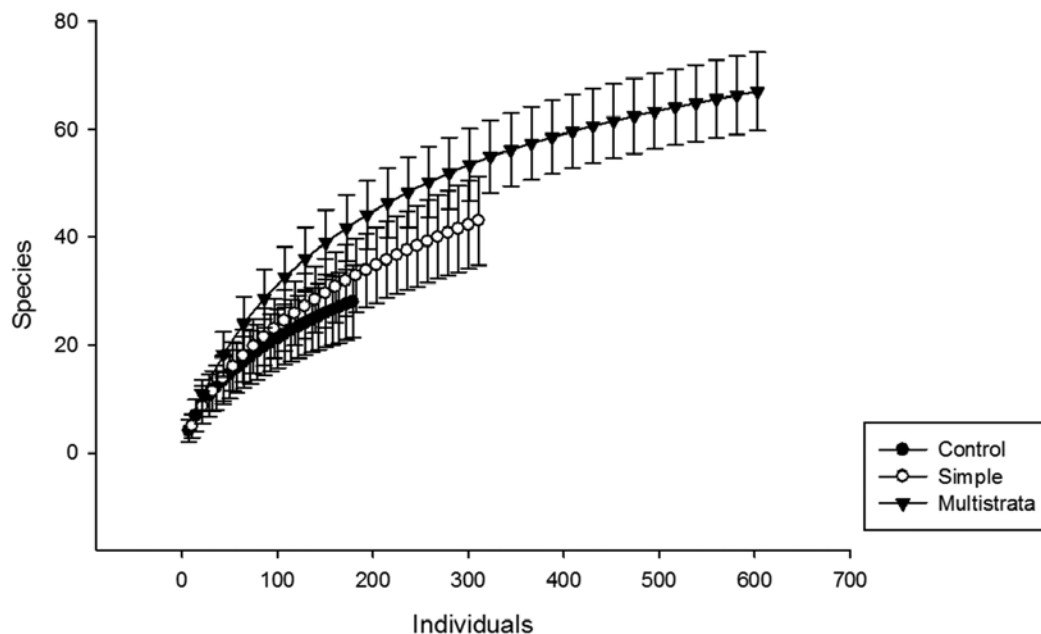


Figure 1. Species accumulation curves for control, simple and multistrata fences showing the relationship between number of species and individuals observed for each fence type. Multistrata fences have the highest species richness and individual observations among the three fence treatments. The shape of the curve (approaching an asymptote) suggests that sampling effort was sufficient to capture representative information on bird diversity in live fences.

RESULTS

Our analysis of the trees in live fences supports the notion that these systems are biologically and structurally distinct. Overall tree species richness was low and trees present represented those planted by farm management with few exceptions. *Erythrina fusca* (poró) was the dominant species representing 63% and 49% of all trees and posts for simple and multistrata fences, respectively. We found that simple and multistrata fences differed significantly in height and canopy radius (ANOVA $F_{1,9} = 14.89$ $p < 0.003$, height; ANOVA $F_{1,9} = 17.48$ $p < 0.002$, canopy radius) but not in diameter breast height ($F_{1,9} = 3.30$ $p < 0.102$). Live fences did not differ in species richness or planting density ($F_{1,9} = 3.30$ $p < 0.102$, species richness; $F_{1,9} = 0.163$ $p < 0.695$, planting density trees; $F_{1,9} = 0.001$ $p < 0.968$, planting density of trees and posts) (Table 1). Control fences differed significantly from both live fence treatments, as they included no planted trees and minimal levels of woody shrubs. Differences in fence structure, but not diversity or other characteristics, allowed us to test relationships between management altering height and canopy width and bird diversity and resource use in live and control fences.

We observed 122 species and 5227 individuals across all treatment groups during our point counts. Of these, 74 species and 1094 individuals were observed in the fences, where as the remainders were observed flying overhead, perched in nearby pasture or visiting adjacent landuses. We only include observations in fences in this analysis because the questions addressed by the study focused on how fence management influences diversity of bird species visiting the fences and using available resources.

Overall bird species richness was positively correlated with fence structure (ANOVA $F_{1,16} = 49.72$, $p < 0.0001$ (crown radius); $F_{1,16} = 50.74$, $p < 0.0001$ (fence height) (Figure 2). Species richness varied significantly by fence type ($\chi^2 = 71.48$, 2df, $p < 0.0001$) with a mean of 28.67 ± 3.98 species in multistrata fences compared with 16.20 ± 2.59 and 9.00 ± 2.94 in the simple and control fences respectively. The abundance of birds observed also varied according to the same pattern ($\chi^2 = 232.16$, 2df, $p < 0.0001$) with the highest number of individuals in multistrata fences (100.50 ± 20.19); intermediate numbers in simple fences (48.20 ± 6.30), and lowest in control fences (35.29 ± 21.75). Fisher's LSD comparisons showed significant differences among fence types for both species and individuals (Table 2).

Thirty-five species of birds frequently observed in forest patches and forest-like agroforests (cacao and multistrata coffee) were observed in live fences. The species richness of this group found in the live fences also varied significantly according to fence type ($\chi^2 = 62.34$, 2df, $p < 0.0001$). Multistrata fences hosted 13.16 ± 3.18 forest-agroforest species; simple fences, 4.6 ± 2.07 ; and control fences, 2.14 ± 0.89 . Bird abundances also varied by fence type ($\chi^2 = 334.28$, 2df, $p < 0.0001$) with 56.66 ± 11.41 in multistrata fences, 15.6 ± 8.98 in simple fences, and 6.42 ± 2.22 in control fences. Fisher's LSD comparisons showed that a significant differences among group means (Figure 3).

For migratory birds, species richness and individuals abundances followed the same trends as those observed for species common to forest patches and agroforestry systems. The diversity and abundance of migrants varied significantly according to fence treatment ($\chi^2 = 20.24$, 2df, $p < 0.0001$ for species; $\chi^2 = 73.10$, 2df, $p < 0.0001$ for individuals). We observed 2.83 ± 1.69 migratory species in multistrata fences; 1.0 ± 0.70 in simple fences; and 0.14 ± 0.37 in control fences. Group means differed significantly between multistrata and control fences but not among simple fences and the other treatments according to Fisher's LSD tests. Overall observations for migratory individuals were low, but treatment groups differed: 8.33 ± 6.62 in multistrata fences, 2.0 ± 1.41 in simple fences, and 0.14 ± 0.37 in control fences (Figure 3). It is also important to note that migratory birds were only present for half of our sampling period since most migrants return to North America in April.

We calculated both Shannon and Simpson (reciprocal) Diversity Indices for the bird assemblages by fence type (Table 2) and found that both values differ significantly. Simpson values differed significantly (ANOVA $F_{2,17} = 10.51$, $p < 0.0014$); multistrata fences were more diverse than both simple and control groups according to Fisher's LSD tests: 17.07 ± 2.31 for multistrata fences; 11 ± 5.05 for simple fences, and 6.87 ± 3.67 for control fences. Shannon values were significantly different among all treatment groups (ANOVA $F_{2,17} = 36.31$, $p < 0.0001$): 2.98 ± 0.12 for multistrata fences, 2.41 ± 0.30 for simple fences, and 1.8 ± 0.38 for control fences.

Species behavior was recorded whenever unobstructed views allowed us to note individuals' activity in the fences. Correspondence analysis showed that both foraging and reproductive behavior was more frequently associated

Table 1. Fence structure and species composition for simple and multistrata live fences at the study site, based on trees and posts with dbh >10 cm. Tree species richness per fence was relatively low and species represented almost exclusively those planted by farm management. Different letters following means indicate significant differences according to Fisher's LSD test, significance levels for ANOVA are reported for each fence characteristic.

VARIABLES	FENCE TYPE		SIGNIFICANCE LEVEL
	SIMPLE	MULTISTRATA	
Mean tree height (m)	5.02 ± 1.06 b	10.05 ± 2.72 a	p<0.003
Mean tree radius (m)	2.33 ± .42 b	4.63 ± 1.15 a	p<0.002
Mean tree dbh (cm)	37.4 ± 26.7 a	77.0 ± 83.7 a	p<0.102
Planting density trees only /10m of fence	3.3 ± 1.3 a	3.7 ± 1.4 a	p<0.695
Planting density trees & posts/10m of fence	7.8 ± 3.8 a	7.7 ± 3.5 a	p<0.968
Mean tree & post species richness	3.0 ± 1.5 a	4.1 ± 1.9 a	p<0.309
Five most common tree species present in live fences (% of species surveyed)	<i>Erythrina fusca</i> (62.7%) <i>Trichantera gigantea</i> (15.2%) <i>Erythrina costarricense</i> (9.3%) <i>Gliricidia sepium</i> (8.4%) <i>Vernonia patens</i> (2.5%)	<i>Erythrina fusca</i> (49.2%) <i>Trichantera gigantea</i> (17.1%) <i>Erythrina costarricense</i> (17.1%) <i>Miconia</i> sp. (5%) <i>Pithecellobium longifolium</i> (2.5%)	

Table 2. Summary of the number of species and individuals of different groups of birds observed in each fence treatment. Different letters following means indicate significant differences according to Fisher's LSD test; significance levels for ANOVA are reported for each group of birds by fence treatment.

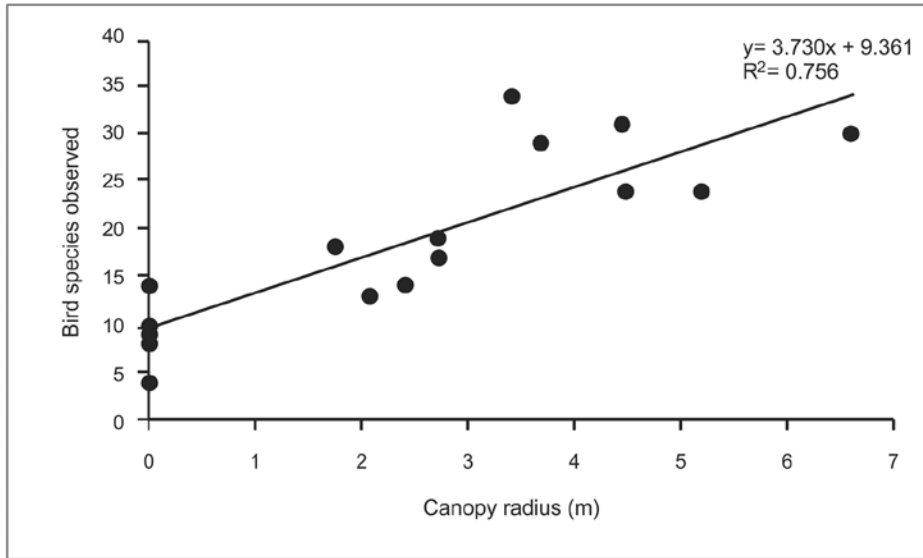
VARIABLES/ALL SPECIES	FENCE TYPE			SIGNIFICANCE LEVEL
	CONTROL	SIMPLE	MULTISTRATA	
Total species observed in treatment	29	38	57	
Species Richness per fence	9.00 ± 2.94 a	16.20 ± 2.59 b	28.67 ± 3.98 c	p<0.0001
Individuals per fence	35.29 ± 21.75 a	48.20 ± 6.30 b	100.50 ± 20.19 c	p<0.0001
Shannon Diversity Index	1.8 ± 0.38 a	2.41 ± 0.30 b	2.98 ± .12 c	p<0.0001
Simpson (reciprocal) Diversity Index	6.87 ± 3.67 a	11 ± 5.05 a	17.07 ± 2.31 b	p<0.0014
SPECIES FREQUENTING FOREST AND AGROFOREST				
Total species observed in treatment	6	17	33	
Species Richness per fence	2.14 ± 0.89 a	4.6 ± 2.07 b	13.16 ± 3.18 c	p<0.0001
Individuals per fence	6.42 ± 2.22 a	15.6 ± 8.98 b	56.66 ± 11.41 c	p<0.0001
MIGRATORY SPECIES				
Total species observed in treatment	1	3	9	
Species Richness per fence	0.14 ± 0.37 b	1.0 ± 0.70 ab	2.83 ± 1.69 a	p<0.0001
Individuals per fence	0.14 ± 0.37 a	2.0 ± 1.41 b	8.33 ± 6.62 c	p<0.0001

with multistrata fences than simple or control fences ($\chi^2 = 161.37$, 2df, $p < 0.0001$, foraging behavior; $\chi^2 = 20.12$, 2df, $p < 0.0001$, reproductive behavior) (Figure 4).

DISCUSSION

Our results indicate that live fences are important landscape elements for birds in pasture-dominated agricultural areas, but more importantly, that their value is directly related

a



b

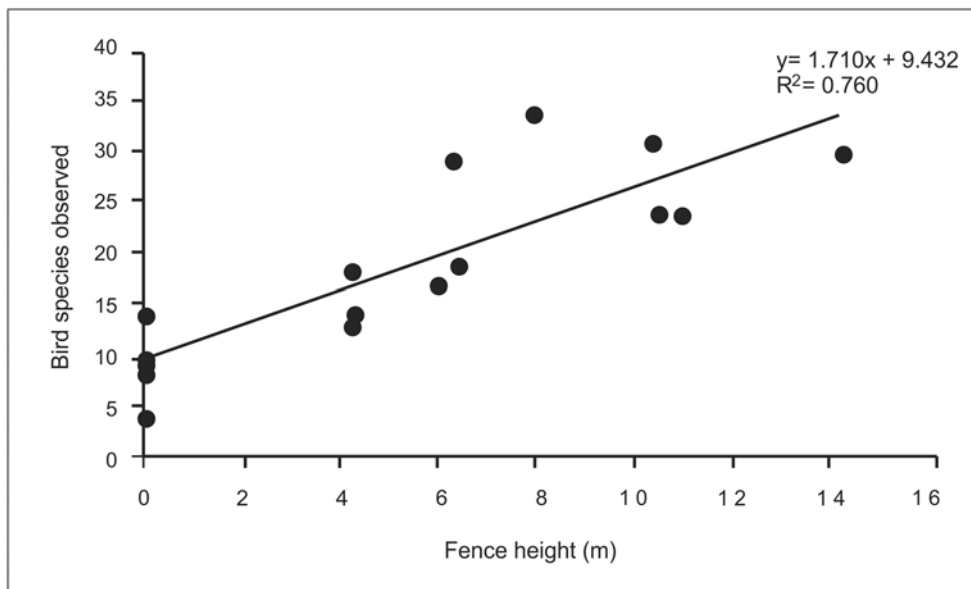


Figure 2. Relationship between bird species richness and live fence structure: a) canopy radius; b) height.

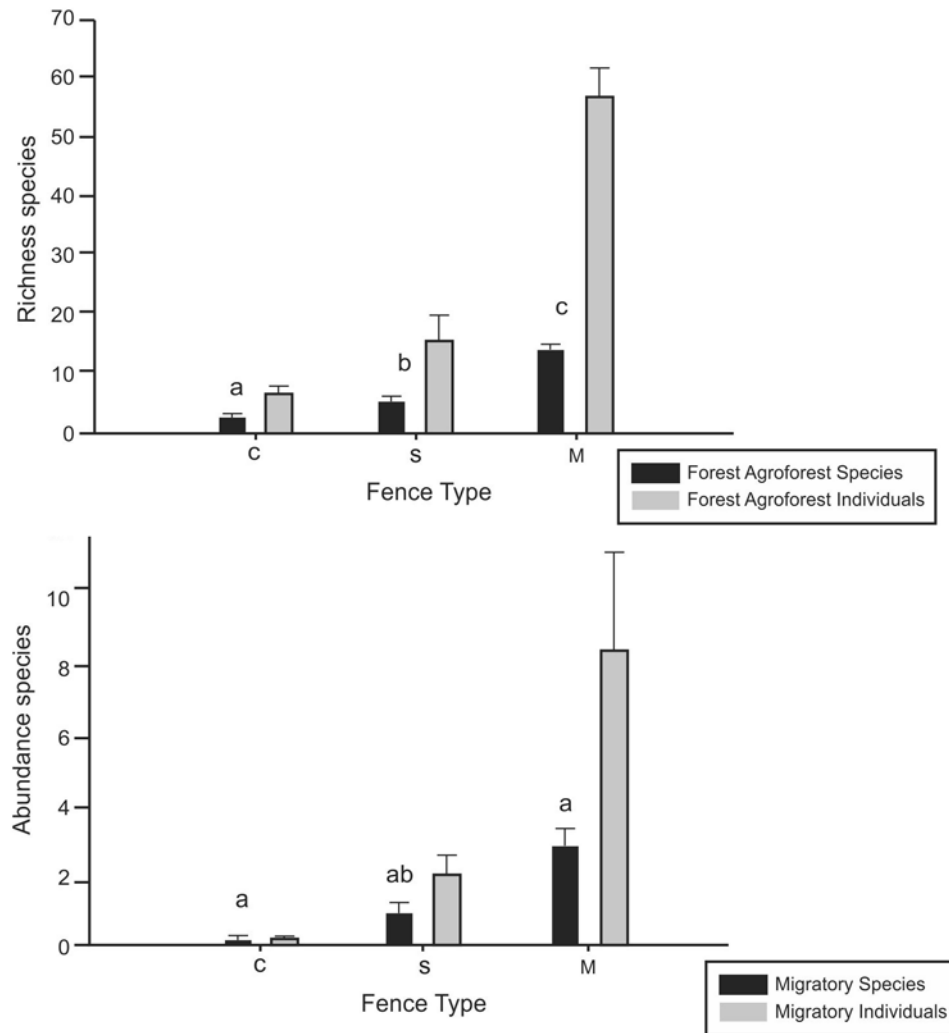


Figure 3. Summary of richness and abundance of forest and agroforest species and migratory species by fence type.

to their structure. Overall abundance and species richness of birds increases predictably with live fence management that favors structural complexity. Individual abundances approximately double and species richness was 1.75 times higher in taller, wider multistrata fences than simple fences. This finding mirrors patterns of species composition in naturally occurring vegetation corridors in the Australian rainforest (Laurance and Laurance, 1999) as well as riparian corridors in agricultural areas (Hilty and Merenlender, 2004).

We drew upon long-term monitoring data January 2008-present in diverse land uses (Martínez-Salinas and DeClerck, 2009) including forest patches and agroforestry plots (e.g. organic cacao and abandoned multistrata coffee) to determine which species locally common to forests and

complex agroforests were using live fences while moving through agricultural lands. Of 109 forest and agroforest species seen in the area only 35 were observed in live fences during our point counts (Appendix 1). Members of the Emberizidae family (including *Oryzoborus funereus*, *Saltator maximus*, *Tiaris olivacea*, and *Volatinia jacarina*) were not included in the analysis as species common to areas of highest tree cover (although they have been observed in agroforestry landuses) because they are largely generalist species seen throughout the study site (including pastures and sugar cane fields) and are not likely to provide additional information about the quality of live fences as woody habitat quality (Stiles and Skutch, 1989).

Of the 35 species of bird frequently observed in forest patches and agroforestry landuses, 94% (33 species) were

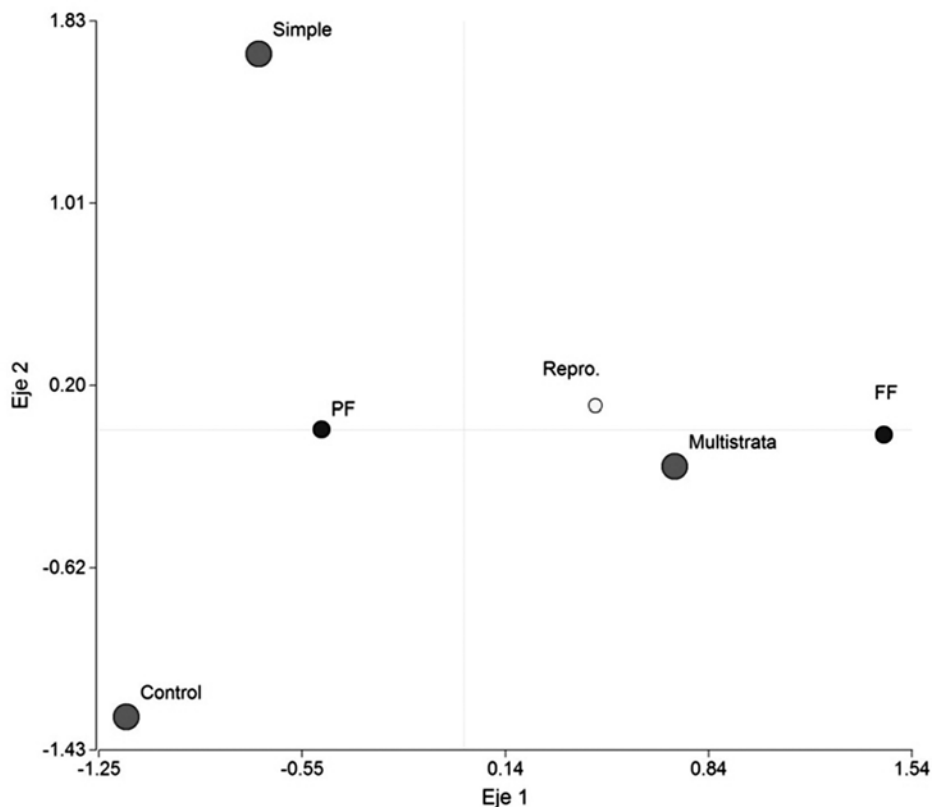


Figure 4. Correspondence analysis showed that both foraging (FF) and reproductive (Repro.) behavior were more frequently associated with multistrata fences than simple or control fences ($\chi^2= 161.37, 2df, p<0.0001$, foraging behavior; $\chi^2= 20.12, 2df, p<0.0001$, reproductive behavior). Perching (PF) behavior was observed in all fence treatments.

observed in multistrata fences, 49% (17 species) were observed in simple fences and 17% (six species) were observed in control fences. Results were similar for the 10 species of migratory birds observed in live fences: 90% of migratory species were observed in multistrata fences, 30% in simple fences, and 10% were observed in control fences. These trends suggest that multistrata fences may have significantly higher conservation value than other fence types as they host $\geq 90\%$ of migratory birds and forest-agroforestry species observed across fence treatments. For example, the Blue-crowned Motmot (*Momotus momotus*) and White-line Tanager (*Tachyphonus rufus*) were never found in simple and control fences, but were occasionally observed in multistrata fences. Additionally, individual abundances of migrants and birds associated with areas of highest tree cover were more than 4-fold higher in multistrata fences than simple fences, most forest and agroforest bird

species were rarely observed in control fences (Appendix 1). The most frequently observed agroforestry species seen in control fences was the Grey-crowned Yellowthroat (*Geothlypis poliocephala*), a generalist that is found in most landuses (including pasture and sugarcane) at the study site. However, individual abundances for this species were slightly higher in multistrata fences than control fences; this reflects use of a wide range of habitats rather than a preference for control fences.

Shannon and Simpson diversity index values reflect highest levels of bird diversity in multistrata fences. The Shannon diversity index takes into account both species richness and evenness (higher values represent higher numbers of species, but also greater equity among them (Barbour *et al.*, 1999) reflecting that both richness and evenness are higher in multistrata fences. The Simpson index scores reflect both diversity and dominance with

Appendix 1. Richness and abundance of individuals observed by fence type.

SPECIES	FOREST SPECIES	AGROFOREST SPECIES	MIGRATORY SPECIES	INDIVIDUALS OBSERVED PER FENCE TYPE		
				CONTROL	SIMPLE	MULTISTRATA
<i>Amazilia tzucatl</i>	x	x		1	5	27
<i>Anthracothorax prevostii</i>		x			1	5
<i>Arremonops conirostris</i>					2	3
<i>Attila spadiceus</i>		x				2
<i>Basileuterus rufifrons</i>		x			1	
<i>Buteo magnirostris</i>		x			1	4
<i>Butorides s. viriscens</i>					1	
<i>Columba flavirostris</i>				1	2	6
<i>Columbina minuta</i>				2		
<i>Columbina passerina</i>				1		
<i>Columbina talpacoti</i>				2		
<i>Coragyps atratus</i>						16
<i>Crotophaga sulcirostris</i>				5	9	16
<i>Cyanocorax morio</i>		x				14
<i>Dendroica pensylvanica</i>		x	x			4
<i>Dendroica petechia</i>		x	x		7	20
<i>Dives dives</i>						1
<i>Dryocopus lineatus</i>					1	
<i>Egretta thula</i>				6		
<i>Elaenia flavogaster</i>	x	x		8	6	25
<i>Elanus caeruleus</i>					1	
<i>Empidonax alnorum</i>		x	x	1	2	3
<i>Enphonia birundinacea</i>		x				8
<i>Florisuga mellivora</i>		x				1
<i>Geothlypis poliocephala</i>		x		32	32	34
<i>Geothlypis semiflava</i>				1	2	
<i>Heliomaster longirostris</i>						1
<i>Icterus g. galbula</i>						1
<i>Icterus spurius</i>			x			14
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>		x				4
<i>Leptotila verreauxi</i>		x			1	1
<i>Melanerpes hoffmannii</i>						3
<i>Mniotilta varia</i>		x	x			1
<i>Molothrus aeneus</i>				1	1	6
<i>Momotus momota</i>	x	x				1
<i>Myiarchus tuberculifer</i>		x				3
<i>Myiozetetes similis</i>					1	13
<i>Oporonis philadelphia</i>		x	x		1	
<i>Oryzoborus junereus</i>				2	13	2
<i>Pachyrampus polychopterus</i>		x				2
<i>Pionus senilis</i>						3
<i>Piranga rubra</i>		x	x			1

<i>Pitangus sulphuratus</i>			1	2	11
<i>Psarocolius montezuma</i>	x			1	9
<i>Quiscalus mexicanus</i>					4
<i>Ramphastos sulfuratus</i>					1
<i>Ramphocelus passerinii</i>	x		1	14	10
<i>Saltator atriceps</i>					6
<i>Saltator maximus</i>					1
<i>Sayornis nigricans</i>			1	1	3
<i>Seiurus noveboracensis</i>	x	x			4
<i>Sporophila aurita</i>			34	33	12
<i>Sporophila nigricollis</i>			3	3	
<i>Sporophila torqueola</i>			10	7	
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>			1	3	
<i>Sturnella magna</i>			2	7	
<i>Sturnella militaris</i>			2	5	
<i>Tachyphonus rufus</i>					6
<i>Tangara larvata</i>	x			2	3
<i>Thamnophilus doliatus</i>	x			2	
<i>Thraupis episcopus</i>	x				71
<i>Thraupis palmarum</i>	x				5
<i>Thryothorus modestus</i>	x			1	5
<i>Tiaris olivacea</i>			23	11	5
<i>Todirostrum cinereum</i>	x			3	33
<i>Troglodytes aedon</i>	x		3	5	48
<i>Turdus grayi</i>	x				19
<i>Tyrannus melancholicus</i>			4	3	22
<i>Vermivora peregrina</i>	x	x			2
<i>Vireo flavifrons</i>	x				3
<i>Vireo flavoviridis</i>	x				8
<i>Volatinia jacarina</i>			92	37	26
<i>Wilsonia canadensis</i>	x	x			1
<i>Zonotrichia capensis</i>			1		
TOTAL INDIVIDUALS OBSERVED PER FENCE			247	244	603

more abundant species weighted more heavily than rare species. The simple and control fences did not differ significantly according to this diversity index. This may be because both simple and control fences are most frequently visited by generalist species (e.g. granivores and generalist species that frequent pasture areas as well as perch in fences). Diversity indices are just one description of the community, on par with species lists or other metrics (Barbour *et al.*, 1999). However, both indices suggest that multistrata fences may have the higher conservation value since we expect richness to be one of the best predictors

of areas or patches with highest conservation potential (Bock *et al.*, 2007).

Data from a mist netting study conducted in different plots at the same study site have shown that individual recaptures are less common in agroforestry plots and live fences than local forest patches (Martínez-Salinas and DeClerck, 2009). This suggests that agroforestry plots and live fences may facilitate movement between other elements of the agricultural matrix, but do not provide high quality permanent habitat. The behavioral observations collected

during point counts support this finding. However they also suggest multistrata fences support more foraging and reproductive activities when compared to simple and control fences. This does not suggest that live fences can replace primary habitat, however it does reflect that fence management that allows for greater height and canopy width may provide significantly more resources to support activities needed to sustain bird populations during local movement and migrations.

Infrequent use and the absence of some species seen in forest patches and complex agroforests indicate that pasture dominated areas may be an impediment to movement for some species (Wood and Samways, 1991). Additionally, the absence of some species from areas that are predominately pasture suggests that the configuration of remaining habitat patches in the landscape may influence species distributions (Ricketts *et al.*, 2001). Low detection of species associated with high tree cover and open gallery forest areas such as motmots, and some tanagers, indicates that pasture has a low connectivity value for these species. As agricultural areas, particularly cattle ranching systems, expand (Lutz and Daly, 1991; Harvey *et al.*, 2008) the occurrence and dispersal ability of bird species common to forest patches is likely to decrease unless conservation interventions are implemented (León and Harvey, 2006). If live fences and other connectivity measures are not implemented, species of conservation interest may be relegated to isolated forest patches and become prone to local extinctions.

Additional factors beyond height and canopy size may influence fence use among bird species. Due to low tree species diversity and dominance of planted species in the study area it was not possible to detect the effects of tree species richness on the richness and composition of bird assemblages. However, this consistency does allow the study to directly address effects of pruning, which following planting, is the main management intervention on fences and largely determines height and width variations within fences of similar species diversity. During the study period we noted that most of the species associated with forest patches and forest-like agroforestry plots were observed in fences that were close to forest patches or older agroforestry plots. Previous work indicates landscape context to be an important factor affecting bird species composition in agricultural areas (Luck and Daily, 2003). Currently a follow-up study and further analysis is underway to determine how landscape context influence the assemblages of birds visiting live fences, since effective

conservation of local communities requires consideration of management influence in an appropriate landscape context (Cadenasso and Pickett, 2001).

These results should be considered within the context of the goals of the broader biological corridor area. While we focused on birds in an agricultural area within the corridor, the larger corridor includes agricultural and natural areas and multiple guilds of fauna. Other guilds may also benefit from increased tree cover in pasture areas (Laurance and Bierregaard, 1997; Harvey *et al.*, 2006) and may have greater sensitivity to vegetation composition, including association with particular plants. Further studies should investigate how corridor elements, including live fences, can be managed for structure and composition that favors use among diverse taxa. More information is also needed on the population dynamics and local movement of bird species that are forest dependent or semi-forest dependent, a group that has been categorized as the most threatened (Stotz *et al.*, 1996). This understanding will help assess their status in the region and determine how corridor management can best support their persistence.

The Volcánica Central-Talamanca Biological Corridor encompasses both agricultural and natural areas. Past studies have found that birds provide a suite of services ranging from pest predation in agroforestry plantations (Perfecto *et al.*, 2004) and seed dispersal promoting forest regeneration (Luck and Daily, 2003) that support both productive goals and natural ecosystem processes. We expect that management that supports diverse species assemblages will help support the availability of the wide range of ecosystem services they provide. In addition to the benefits increased tree cover provides in agricultural regions with large areas in cattle pasture, multistrata live fences provide resources needed to support more diverse assemblages of birds than other common fence types.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to the members of Grupo GAMMA and Alejandro Molina, CATIE's farm manager, for their support and cooperation during the project.

LITERATURE CITED

Andrén, H. 2004. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71: 355-366.

- Barbour, M., J. Burk, W. Pitts, F. Gillam and M. Schwartz. 1999. Terrestrial plant ecology. Third Edition. Benjamin-Cummings, Menlo Park, CA. 649 p.
- Beer, J. 1987. Experiences with fence line fodder trees in Costa Rica and Nicaragua. *In*: Beer, J., H. W. Fassbender, and J. Heuvelink (eds.). Advances in Agroforestry Research. CATIE Technical Series. CATIE, Costa Rica. pp. 215-222.
- Bennett, A. F. 1999. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. World Conservation Union, IUCN. Gland, Switzerland. 254 p.
- Bock, C. E., Z. Jones and J. Bock. 2007. Relationships between species richness, evenness, and abundance in a southwestern savanna. *Ecology* 88: 1322-1327.
- Buza, L. A. and P. Thrall. 2000. Genetic erosion, inbreeding and reduced fitness in fragmented populations of the endangered tetraploid pea *Swinsona recta*. *Biological Conservation* 93: 177-86.
- Cadenasso, M. and S. T. A. Pickett. 2001. Effect of edge structure on the flux of species into forest interiors. *Conservation Biology* 15: 91-97.
- Colwell, R. K. 2009. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6. User's guide and application. University of Connecticut, Storrs, Connecticut, U. S. A. Online, URL: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/Estimates8>.
- Desanti, L. K. 2008. Ficha Técnica Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 97 p.
- Estrada, A., P. L. Cammarano and R. Coates-Estrada. 2000. Bird species richness in vegetation fences and in strips of residual rain forest vegetation at Los Tuxtlas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 9: 1399-1416.
- Harvey, C. A., A. Villanueva, J. Villacís, M. Chacón, D. Muñoz, M. López, M. Ibrahim, R. Gómez, R. Taylor, J. Martínez, A. Navas, J. Saenz, D. Sánchez, A. Medina, S. Vélchez, B. Hernández, A. Pérez, F. Ruiz, F. López and I. Lang. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes in Central America. *Agriculture, Ecosystems and Environment Journal* 111: 200-230.
- Harvey, C. A., A. Medina, D. Sánchez-Merlo, S. Vélchez, B. Hernández, J. Sáenz, J. Maes, F. Casanovas and F. L. Sinclair. 2006. Patterns of animal diversity associated with different forms of tree cover retained in agricultural landscapes. *Ecological Applications* 16: 1986-1999.
- Harvey, C. A., O. Komar, R. Chazdon, B. G. Ferguson, B. Finegan, D. M. Griffith, M. Martínez-Ramos, H. Morales, R. Nigh, L. Soto-Pinto, M. Van Breugel and M. Wishnie. 2008. Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. *Conservation Biology* 22: 8-15.
- Hilty, J. A. and A. M. Merenlender. 2004. Use of riparian corridors and vineyards by mammalian predators in Northern California. *Conservation Biology* 18: 126-135.
- Laurance, W. F. and R. O. Bierregaard Jr. 1997. Tropical forest remnants. The University of Chicago Press, Chicago. 317p.
- Laurance, S. G. and W. F. Laurance. 1999. Tropical wildlife corridors: use of linear rainforest remnants by arboreal mammals. *Biological Conservation* 91: 231-239.
- León, M. C. and C. A. Harvey. 2006. Live fences and landscape connectivity in a neotropical agricultural landscape. *Agroforestry Systems* 68: 15-26.
- Luck, G. W. and G. C. Daily. 2003. Tropical countryside bird assemblages: richness, composition, and foraging differ by landscape context. *Ecological Applications* 13: 235-247.
- Lutz, E. and H. Daly. 1991. Incentives, regulations, and sustainable land use in Costa Rica. *Environmental and Resource Economics* 1: 179-294.
- Martínez-Salinas, A. and F. DeClerck. 2009. Bird dynamics and use of coffee and cacao agroforests, silvopastoral systems, sugarcane and forest land uses in the Central Volcanic-Talamanca Biological Corridor. Poster presentation at World Agroforestry Congress 2009, Nairobi, Kenya.
- Pagiola, S., P. Agostini, J. Gobbi, C. de Haan, M. Ibrahim, E. Murgueitio, E. Ramírez, M. Rosales and J. P. Ruiz. 2005. Paying for biodiversity conservation services: experience in Colombia, Costa Rica, and Nicaragua. *Mountain Research and Development* 25: 206-211.

- Perfecto, I., J. H. Vandermeer, G. L. Bautista, G. I. Nuñez, R. Greenberg, P. Bichier and S. Langridge. 2004. Greater predation in shaded coffee farms: the role of resident neotropical birds. *Ecology* 85: 2677-2681.
- Perlault, L. J. and M. V. Lomolino. 2000. Corridors and mammal community structure across a fragmented, old growth forest landscape. *Ecological Monographs* 70: 401-422.
- Petit, L. J., D. R. Petit and T. E. Martin. 1995. Landscape-level management of migratory birds: looking past the trees to see the forest. *Wildlife Society Bulletin* 23: 420-429.
- Ricketts, T. H., G. C. Daily, P. R. Erlich and J. P. Fay. 2001. Countryside biogeography of moths in a fragmented landscape: species richness in native and agricultural habitats. *Conservation Biology* 16: 378-388.
- Sauer, J. D. 1979. Living fences in Costa Rican agriculture. *Turrialba* 29: 225-261.
- Somarriba, E. 1995. Guayaba en los potreros: establecimiento de cercas vivas y recuperación de pasturas degradadas. *Agroforestería de las Américas* 6: 27-29.
- Soulé, M. E. 1991. Theory and strategy. *In*: Hudson, W. E. (ed.). *Landscape linkages and biodiversity*. Island Press, Washington, D.C. pp. 91-104.
- Stiles, F. G. and A. F. Skutch. 1989. *A Guide to the Birds of Costa Rica*. Christopher Helm Publishers Ltd., Cornell University, Ithaca, NY. 511p.
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker and D. K. Mos. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago, IL. 502 p.
- Wiens, J. A. 1996. Wildlife in patchy environments: metapopulations, mosaics, and management. *In*: McCullough, D. R. (ed.). *Metapopulations and wildlife conservation*. Island Press, Clovelo, CA. pp. 53-84.
- Wood, P. A. and M. J. Samways. 1991. Landscape element pattern and continuity of butterfly flight paths in an ecologically landscaped botanic garden, Natal, South Africa. *Biological Conservation* 58: 149-166.

EFEECTO DE LA COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL Y EL CONTEXTO PAISAJÍSTICO EN LA AVIFAUNA DE SISTEMAS AGROFORESTALES CAFETALEROS DENTRO DEL CORREDOR BIOLÓGICO VOLCÁNICA CENTRAL-TALAMANCA, COSTA RICA

THE EFFECT OF STRUCTURAL COMPLEXITY AND LANDSCAPE CONTEXT IN THE AVIFAUNA OF COFFEE AGROFORESTRY SYSTEMS WITHIN VOLCÁNICA CENTRAL-TALAMANCA BIOLOGICAL CORRIDOR, COSTA RICA

***Elena Florian¹, Celia A. Harvey², Bryan Finegan¹, Tamara Benjamin¹ y Gabriela Soto¹**

¹Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Apartado 93-7170, Turrialba, 30501 Costa Rica. ²Conservation International, 2011 Crystal Drive, Suite 500, Arlington, VA 22202, USA

*Autor de correspondencia: eflorian@catie.ac.cr

Fecha de recepción: 7 de abril de 2010 - Fecha de aceptado: 10 de octubre de 2010

RESUMEN. Numerosos estudios han mostrado la importancia de los sistemas agroforestales cafetaleros para la biodiversidad de avifauna. Sin embargo, se ha generado poco conocimiento para entender cómo la complejidad estructural y el contexto paisajístico de estos sistemas afectan la diversidad y la composición de aves. Este estudio exploró las relaciones entre la complejidad estructural, el contexto paisajístico (cobertura de bosque aledaño) y las comunidades de aves presentes en estos sistemas en el Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca (CBVCT), Costa Rica. Se examinaron las características estructurales, florísticas y de manejo de 20 cafetales con sombra de *Erythrina poeppigiana* (CE) y 20 con sombra de *E. poeppigiana* y *Cordia alliodora* (CEC). Se calculó el porcentaje de cobertura de bosque alrededor de cada finca a radios de distancia de 500 m, 1000 m y 1500 m para examinar el efecto del contexto de paisaje. Se realizaron muestreos de aves en las 40 fincas cafetaleras y cinco bosques, utilizando puntos de conteo. Se registraron 1687 individuos (101 especies de aves) en los cafetales, la mayoría fueron generalistas. En total, 1064 individuos (85 especies) fueron registrados en cafetales CEC y 623 individuos (56 especies) fueron registradas en cafetales CE, indicando una mayor riqueza, mayor abundancia y mayor diversidad de aves en cafetales con una mayor complejidad estructural por la presencia de especies maderables como *C. alliodora*, epífitas y un dosel alto. La cobertura de bosque aledaño a los cafetales tuvo un efecto negativo en la abundancia, riqueza y diversidad de aves generalistas, pero fue positivo en aves especialistas, lo cual indica que los sistemas agroforestales cafetaleros con mayor complejidad estructural y alta cobertura de bosque pueden albergar algunas especies de alto valor para la conservación. Incrementar la complejidad estructural de los sistemas agroforestales y la cobertura de bosque aledaño puede favorecer la conservación de la avifauna en paisajes antropogénicos.

Palabras clave: biodiversidad, cobertura de bosque, conectividad, *Coffea arabica*, *Cordia alliodora*, *Erythrina poeppigiana*, fragmentación, paisajismo.

ABSTRACT. Numerous studies have shown the importance of coffee agroforestry systems for avifauna biodiversity. However, there is still little known on how the structural complexity of coffee agroforestry systems and landscape context affect composition in these systems. This study explored the relationships between structural complexity, landscape context (surrounding forest cover), and bird communities present in these systems within the Volcánica Central-Talamanca Biological Corridor (CBVCT), Costa Rica. We examined the structural, floristic and management characteristics of 20 shade coffee farms with *Erythrina poeppigiana* (CE) and 20 shade coffee farms with *E. poeppigiana* and *Cordia alliodora* (CEC). The percentage of forest cover around each farm was calculated at distance radius of 500 m, 1000 m and 1500 m in order to examine the effect of landscape context. Birds were sampled in the 40 coffee farms and five forests by using point counts. A total of 1687 individuals (101 species of birds) were observed in coffee farms, the majority of which were generalist species. A total of 1064 individuals (85 species) were registered in CEC farms and 623 individuals (56 species)

were registered in CE farms, indicating greater species richness, abundance and bird diversity in coffee farms with greater structural complexity explained by the presence of a timber tree species such as *C. alliodora*, epiphytes and a higher canopy. The surrounding forest cover had a negative effect in the overall abundance, species richness, and diversity of generalist birds, but had a positive effect on specialists, indicating that coffee agroforestry systems with greater structural complexity and high surrounding forest cover can harbor some bird species with a high conservation value. Increasing the structural complexity of coffee agroforestry systems and forest cover around coffee plantations can aid bird conservation efforts in anthropogenic landscapes.

Key words: biodiversity; forest cover; connectivity, *Coffea arabica*, *Cordia alliodora*, *Erythrina poeppigiana*, fragmentation, landscape.

INTRODUCCIÓN

La acelerada pérdida del hábitat natural y la fragmentación de bosques han traído serias consecuencias para la conservación de la biodiversidad en paisajes agrícolas (Tejeda-Cruz *et al.*, 2010). Los sistemas agroforestales cafetaleros tienen el potencial de albergar alta riqueza de especies y constituyen una herramienta valiosa que podría emplearse para complementar los esfuerzos de conservación. El café es un cultivo que tiene gran importancia económica, el cual domina en muchos paisajes agrícolas del trópico. Se ha demostrado que los sistemas agroforestales con mayor complejidad estructural son capaces de albergar alta biodiversidad (Greenberg *et al.*, 1997a; Greenberg *et al.*, 1997b; Moguel y Toledo, 1999; Somarriba *et al.*, 2004; Tejeda-Cruz *et al.*, 2010).

Los sistemas indicados pueden atraer gran variedad de aves y proveer refugio para estos organismos. Sin embargo, la capacidad de atraerlos y mantenerlos dependerá de su complejidad estructural y la composición del paisaje (Wunderle y Latta, 1998; Moguel y Toledo, 1999; Somarriba *et al.*, 2004), además se ha indicado la importancia que tiene la relación entre la complejidad de los sistemas agroforestales de café y la diversidad de aves (Tejeda-Cruz *et al.*, 2010). Sin embargo, no existe mucha información para entender cómo la complejidad estructural de estos sistemas y el contexto del paisaje (cobertura de bosque) alrededor de las fincas afectan las comunidades de aves.

Explorar este tipo de relaciones es importante ya que el café se cultiva en paisajes muy heterogéneos bajo un amplio rango de contextos paisajísticos, lo que puede tener implicaciones importantes en el manejo y conservación de la avifauna (Tejeda-Cruz *et al.*, 2010). Por lo anterior, este estudio buscó evaluar el efecto de la complejidad estructural de los sistemas agroforestales cafetaleros y la cobertura

del bosque alrededor de fincas agroforestales de café en comunidades de aves presentes en el Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca (CBVCT) en Costa Rica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El CBVCT se ubica en los cantones de Turrialba y Jiménez de la Provincia de Cartago (09°73' Lat. N y 83°43' Long. W) con una extensión de 71,386 ha. Presenta un mosaico de usos de suelo compuesto principalmente por bosques (40%), pasturas (24%) y café (14%) (Murrieta, 2006). El relieve es topográficamente diverso y varía entre los 500 y 3000 m de altitud, mientras que las condiciones climáticas de la zona están fuertemente influenciadas por los vientos alisios. Para este estudio se seleccionaron 20 cafetales con sombra de *Erythrina poeppigiana* (CE) y 20 cafetales con sombra de *E. poeppigiana* y *Cordia alliodora* (CEC), mediante un muestreo aleatorio en función de las tipologías cafetaleras, es decir, de acuerdo con la composición y la complejidad estructural, y obtenidos de las bases de datos de la Asociación de Productores Orgánicos de Turrialba (APOT), así como del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE). Estas tipologías fueron verificadas visualmente en el campo. Los cafetales fueron seleccionados de acuerdo con la tipología, rango altitudinal de 650 a 1000 m y un área mínima de 2.5 ha. El rango promedio de las fincas seleccionadas fue de 18 ± 4.9 ha. Cada punto de conteo se ubicó a distancias de 500 m, 1000 m y 1500 m.

Caracterización florística, estructural y manejo de los cafetales

En cada cafetal se establecieron dos parcelas de 50 x 50 m a una distancia de 100 m entre parcelas para caracterizar la vegetación y su estructura. En cada parcela, se identificaron, contaron y midieron todos los árboles con un diámetro a la

altura del pecho mayor de 10 cm. La altura del dosel se midió con un clinómetro. Además, se registraron todas aquellas plantas que produjeron flores o frutos en el momento del muestreo. Para caracterizar el manejo del cafetal, se midió la altura de 10 cafetos seleccionados al azar y se contó el número de cafetos con poda parcial o total.

Para caracterizar de forma más detallada el manejo, se subdividió la parcela de vegetación en subparcelas de 10 x 10 m. En el centro de cada una de las 25 subparcelas, se calculó el índice de heterogeneidad estructural (Thiollay, 1992), el cual estima el porcentaje de cobertura foliar para cada uno de los estratos del cafetal (0-2, 2-9, 10-20 y >20 m) a través de la aplicación de un índice que va de 1 a 3 (1 = 1-33%, 2 = 34-66%, 3 = 67-100% de cobertura foliar). El índice de heterogeneidad estructural se genera a partir de la suma de los índices de cada uno de los estratos. Adicionalmente, se calculó el porcentaje de cobertura del dosel, el porcentaje de cobertura de malezas y la altura de las malezas.

Cobertura del bosque alrededor de las fincas de café (contexto paisajístico)

La interpretación y la digitalización de la cobertura de bosque fueron realizadas con el programa Arc View versión 3.3 (ESRI, 2002) en fotografías aéreas infrarrojas del año 2003, a una escala de 1:15,000. Cada finca se colocó en el centro de círculos concéntricos con radios de 500, 1000 y 1500 m, y se calculó el porcentaje de cobertura del bosque dentro de cada círculo con ayuda del programa Arc View versión 3.3.

Caracterización de las comunidades de aves

En cada uno de los 40 cafetales, se establecieron dos puntos de conteo (parcelas circulares, radio de 25 m), para realizar los conteos de aves (Hutto *et al.*, 1986; Ralph *et al.*, 1996). Además, se establecieron dos puntos de conteo en cada uno de los cinco bosques seleccionados, como puntos de referencia. Se realizaron las observaciones en cada punto de conteo por un periodo de 10 minutos entre las 6:00 y las 8:00 h y entre las 15:30 y las 17:50 h. Los conteos se realizaron durante estos dos periodos de tiempo entre los meses de abril a mayo y junio a agosto de 2005. Para cada periodo de observación, se recopiló la siguiente información: especie, sexo (donde fuera posible) y estrato de ocurrencia. Se registraron únicamente aquellas especies de aves que estuvieran dentro de cada punto de conteo. Para entender las relaciones de las aves con la complejidad

estructural del sistema se clasificaron por estrato de ocurrencia, preferencia alimenticia y nivel de dependencia de bosque (Stiles, 1985; Stiles y Skutch, 1989).

ANÁLISIS DE DATOS

Para cada parcela de café, se resumieron los datos de las características estructurales, florísticas y de manejo. Para los datos de aves, se calculó la riqueza de especies, la equidad y los índices de diversidad de Shannon y Simpson. La prueba t se utilizó para comparar la abundancia (número de individuos), riqueza (número de especies), los índices de diversidad, los gremios de alimentación y la dependencia de bosque entre los cafetales (CE y CEC). Un ANCOVA se empleó para determinar si las co-variables de cobertura de bosque y las variables de complejidad estructural, manejo y composición florística afectaron la abundancia y la diversidad de especies de aves entre los diferentes tipos de sistemas agroforestales. Se generaron curvas de rarefacción con SigmaPlot (2000) para evaluar el muestreo aplicado y comparar la riqueza de especies entre los dos tipos de cafetales y los bosques.

Se aplicó un análisis de cluster para diferenciar los tipos de cafetales con relación a la composición de las especies de aves presentes en estos sistemas (Gauch, 1982) y un análisis de especies indicadoras (Dufrene y Legendre, 1997) para identificar las especies indicadoras de cada grupo. El análisis de cluster y el análisis de especies indicadoras se realizaron con el programa PcOrd (McCune y Mefford, 1999). El análisis de regresión múltiple fue empleado para explorar la relación entre las características estructurales y florísticas de los cafetales y la cobertura forestal alrededor de las fincas con la abundancia y riqueza de especies de las comunidades de aves. Este análisis permitió identificar las variables que más influyeron en la abundancia y riqueza de especies de aves.

RESULTADOS

Caracterización florística, estructural y manejo de los cafetales

Se obtuvieron diferencias en la caracterización florística y estructural de los cafetales CE y CEC. Los resultados indican que la altura promedio de la cobertura arbórea, el índice de heterogeneidad estructural y la cobertura de epífitas en cafetales CEC fueron significativamente mayores que en cafetales CE, mientras que no se registraron diferencias significativas en la abundancia de la cobertura arbórea, riqueza de especies, diámetro a la altura del pecho

y diámetro del dosel entre los dos tipos de cafetales. No hubo diferencias significativas en las características de manejo como en el porcentaje de especies de sombra podadas, la densidad de cafetos, el porcentaje de sombra y la cobertura de malezas (Tabla 1).

Caracterización de la avifauna en sistemas agroforestales cafetaleros

Un total de 1687 individuos de 101 especies de aves fueron registrados en los cafetales. La mayoría de las especies fueron generalistas, las cuales no requieren el hábitat del bosque para subsistir (66.3%), mientras que el 27.7% de las especies tuvieron cierto grado de afinidad a áreas abiertas, márgenes del bosque y hábitat de bosque alterado. Solo el 4.9% fueron consideradas especialistas con un alto grado de afinidad por el hábitat de bosque poco alterado. Un total de 623 individuos de 56 especies fueron observados en los cafetales CE, mientras que los cafetales CEC registraron 1064 individuos de 85 especies.

Los cafetales CEC tuvieron mayor abundancia promedio de aves ($t = 4.81$, $p = 0.0001$) y mayor riqueza de especies ($t = 4.73$, $p = 0.0001$) que los cafetales CE (Figura 1 A y B). Los resultados del análisis de cluster y del análisis de especies indicadoras indicaron diferencias en la composición de especies entre los dos tipos de cafetales, y se lograron identificar las especies más representativas de cada uno de los sistemas. La especie más representativa para los cafetales CE fue la Reinita cabecicastaña (*Basileuterus rufifrons*) mientras que Tangara azuleja (*Thraupis episcopus*), Trepador cabecirrayado (*Lepidocolaptes souleyetti*), Urraca parda (*Cyanocorax morio*) y Tangara capuchidora (*Tangara larvata*) fueron las especies más representativas en cafetales CEC.

La mayoría de las aves en cafetales y bosques fueron especies insectívoras y omnívoras, sin embargo, la abundancia y la riqueza de especies frugívoras y nectarívoras fueron mucho mayores en los bosques. Adicionalmente, la mayoría de las especies de aves observadas en cafetales fueron generalistas y no hubo diferencias significativas entre los cafetales. Por otro lado, en los bosques se destacó la alta presencia de aves dependientes de bosques.

Comunidades de aves y su relación con el contexto paisajístico

La cobertura de bosque alrededor de la plantación afectó de forma negativa la abundancia, la riqueza de especies de aves y su diversidad. Es posible que este patrón se deba a

que la mayoría de ellas registradas en los cafetales fueron especies generalistas. El análisis de co-varianza (ANCOVA) mostró que la cobertura de bosque tuvo un efecto negativo en la abundancia y la riqueza general de especies de aves a un radio de distancia de 500, 1000 y 1500 m. Para el caso de las especialistas de bosque, la cobertura de bosque aledaño tuvo un efecto positivo en su abundancia y riqueza (Tabla 2).

DISCUSIÓN

Comparación de las características florísticas, estructurales, de manejo y paisaje

Los resultados de este estudio mostraron diferencias significativas en la estructura y composición de las especies de sombra en los cafetales CE y CEC. Los cafetales CE se caracterizaron por no contar con un dosel superior dominado por especies maderables. Estas fincas presentaron un dosel medio dominado principalmente por *E. poeppigiana*, la cual fue manejada de forma intensiva a través de podas frecuentes. Además, la cobertura de epífitas y la diversidad florística fueron mucho más bajas que en los cafetales CEC. No hubo diferencias significativas en cuanto al manejo de las parcelas: ambos tipos tuvieron un manejo intensivo dado por la baja riqueza de especies arbóreas, siembra de altas densidades de cafetos, lo cual limitó el espacio disponible para establecer especies adicionales de sombra, podas frecuentes de *E. poeppigiana* y aplicaciones de agroquímicos.

La baja abundancia y riqueza de especies en cafetales CE indican que los sistemas agroforestales que cuentan con un solo estrato dominado por *E. poeppigiana* proveen un hábitat de menor calidad para las aves. Esto probablemente se deba al manejo intensivo de las podas frecuentes que sufre *E. poeppigiana* para regular el nivel de sombra. Este manejo afecta la presencia de follaje, flores y frutos, por lo que puede alterar los patrones de forrajeo, abundancia y anidación de muchas aves (Calvo y Blake, 1998). Sin embargo, los cafetales CEC proveen un mejor hábitat para las aves debido a que los sistemas agroforestales con mayor complejidad estructural proveen alimento, sitios para anidación y reproducción (Greenberg *et al.*, 1997a; Greenberg *et al.*, 1997b; Somarriba *et al.*, 2004; Tejeda-Cruz y Sutherland, 2004).

La cobertura de epífitas presente en *C. alliodora* parece beneficiar la abundancia, la riqueza de especies y la diversidad de aves, ya que provee una variedad de micro hábitats que se consideran sitios importantes de refugio

Tabla 1. Características estructurales, florísticas y de manejo de los cafetales con sombríos de *Erythrina poeppigiana* (CE) y sombríos de *E.* y *Cordia alliodora* (CEC). Los datos presentados corresponden a valores promedios \pm el error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas.

CARACTERÍSTICAS	TIPO DE CAFETAL		VALOR P
	CE (n = 20)	CEC (n = 20)	
Estructura			
Número total de árboles	1,474	1,728	
Diámetro del dosel (m)	1.84 \pm 0.22	2.05 \pm 0.2	0.474
Diámetro a la altura del pecho (cm)	24.46 \pm 1.83	26.29 \pm 0.89	0.3739
Altura del dosel (m)	6.15 \pm 0.86	8.38 \pm 0.66	0.0464*
Porcentaje de árboles con epífitas	6.52 \pm 3.35	20.33 \pm 4.37	0.0165*
Índice de heterogeneidad estructural	4.44 \pm 0.09	5.66 \pm 0.13	0.0001*
Composición			
Número total de especies	18	19	
Número promedio de árboles/parcela	73.6 \pm 9.01	86.40 \pm 7.27	0.1426
Número de especies/parcela	2.65 \pm 0.39	3.4 \pm 0.31	0.2756
Individuos <i>E. poeppigiana</i> /parcela	68.55 \pm 8.02	51.85 \pm 5.03	0.0870
Individuos <i>C. alliodora</i> /parcela	0.40 \pm 0.18	26.60 \pm 3.99	0.0001*
Manejo			
Porcentaje de especies de sombra podadas	5.19 \pm 0.71	5.66 \pm 0.13	0.5172
Densidad de café/ha	8.65 \pm 0.23	8.55 \pm 0.25	0.7692
Porcentaje de cobertura de sombra	44.56 \pm 3.82	50.00 \pm 3.77	0.3176
Índice de cobertura de malezas	0.79 \pm 0.18	0.70 \pm 0.17	0.7410

Tabla 2. Análisis de co-varianza (ANCOVA) indicando la relación entre la abundancia y la riqueza de especies de aves generalistas y especialistas de bosque con la cobertura de bosque a un radio de 1000 m.

	AVES GENERALISTAS		AVES ESPECIALISTAS	
	ABUNDANCIA	RIQUEZA	ABUNDANCIA	RIQUEZA
Modelo	0.0034	0.0083	0.0126	0.0161
Tipo de plantación	0.0062	0.0118	0.6233	0.9999
% de cobertura de bosque (co-variable)	0.0331	0.0548	0.0037	0.0043
Pendiente	-0.2	-0.05	0.01	0.01

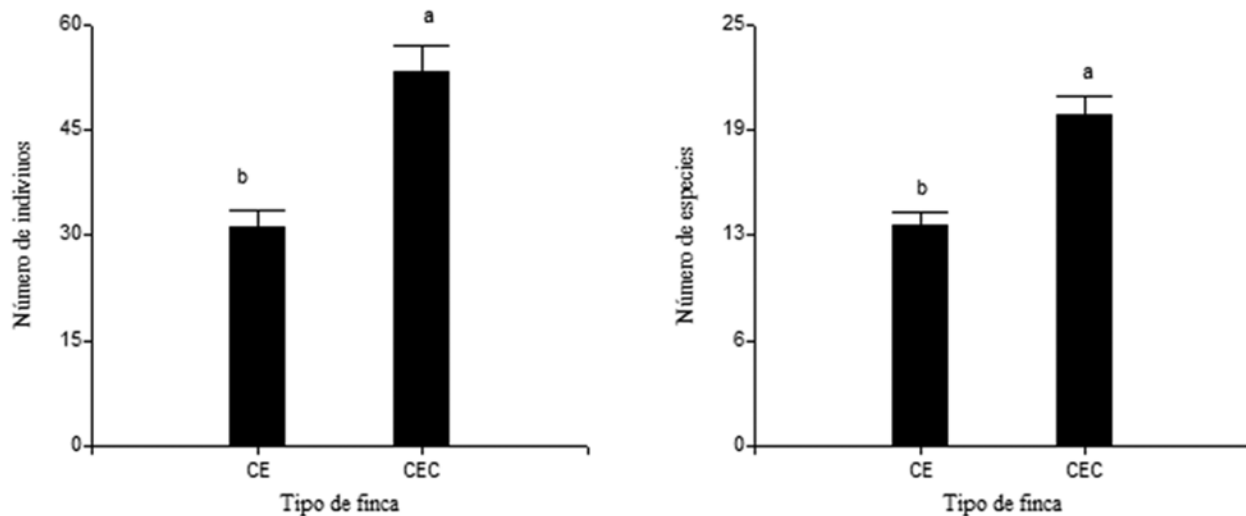


Figura 1. Abundancia (A) y riqueza de especies (B) de aves registradas en cafetales con sombríos de *Erythrina poeppigiana* (CE) y cafetales con sombríos de café de *E. poeppigiana* y *Cordia alliodora* (CEC). a, b = indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

y alimentación (Somarriva *et al.*, 2004; Cruz-Angón y Greenberg, 2005; Philpott *et al.*, 2008), sobre todo cuando las demás especies de sombra no están en el periodo de floración o fructificación. El 40% de la cobertura de bosque del CBVCT en un paisaje dominado por una matriz de pasturas y cafetales. Sin embargo, el alto grado de fragmentación y la presencia de un bajo nivel de complejidad estructural parecen favorecer las especies generalistas y ponen en amenaza la supervivencia de aquellas que son dependientes de bosque.

Efectos de la complejidad estructural del cafetal y cobertura de bosque

Las fincas con mayor complejidad estructural lograron albergar mayor abundancia y mayor riqueza de especies de aves que los cafetales con menor complejidad estructural. La incorporación de la cobertura arbórea incrementó la complejidad estructural del sistema agroforestal, el cual logra proveer hábitat y recursos adicionales a las aves para su alimentación, protección y reproducción (Greenberg *et al.*, 1997a; Greenberg *et al.*, 1997b; Somarriva *et al.*, 2004; Tejeda-Cruz y Sutherland, 2004).

La mayoría de las especies de aves presentes en las parcelas agroforestales fueron generalistas, las cuales se adaptan mejor en áreas abiertas y no necesariamente requieren bosque para subsistir. Solo el 4.9% de las especies de aves registradas en las fincas agroforestales con café fueron especialistas de bosque debido a los pocos

recursos disponibles para muchas de estas especies. Las pocas que fueron especialistas de bosque se observaron en su mayoría en fincas con mayor complejidad estructural y alta cobertura de bosque alrededor, lo cual resaltó la importancia de la conectividad de los bosques en el paisaje para facilitar el desplazamiento de muchas aves a otros sitios (Tejeda-Cruz y Sutherland, 2004).

Las aves generalistas no requieren bosque para subsistir y se espera que estas especies se adapten mejor en paisajes sumamente fragmentados y donde el efecto de borde es mayor (Forman, 1995; Gutzwiller y Barrow, 2002; Tejeda-Cruz y Sutherland, 2004). Sin embargo, los cafetales con mayor cobertura forestal tendieron a favorecer especies dependientes de bosque. Esto se debe a que las aves especialistas requieren hábitat de “bosque interior” y extensiones grandes de bosque o áreas interconectadas de bosque para vivir y reproducirse, y son especies sensibles a la fragmentación del paisaje (Lord y Norton, 1990; Tejeda-Cruz y Sutherland, 2004).

CONCLUSIONES

Los sistemas agroforestales cafetaleros con mayor complejidad estructural tienen el potencial de mantener mayor abundancia y mayor riqueza de especies de aves dentro del CBVCT, por lo tanto es necesario promover prácticas que contribuyan a incrementar la diversificación de los cafetales.

Es necesario tomar en cuenta la estructura espacial y la estructura temporal del componente arbóreo en fincas agroforestales. Para esto se podrían incorporar otras especies arbóreas que favorezcan a especies de otros gremios de alimentación como aves frugívoras y nectarívoras.

Cafetales con mayor complejidad estructural y mayor cobertura de bosque alrededor de las plantaciones favorecen la presencia de especies de aves dependientes de bosque, lo cual refleja la importancia de conservar el hábitat forestal para garantizar la persistencia de muchas de estas especies en paisajes dominados por una matriz agrícola.

Es importante implementar programas de certificación, los cuales podrían generar nuevas estrategias de mercado. Esto puede contribuir a conservar y promover la diversificación de sistemas agroforestales o la conversión de cafetales sin sombra a cafetales con una mayor complejidad estructural y considerar, la importancia de mantener los fragmentos de bosques aledaños a las fincas de café.

LITERATURA CITADA

- Calvo, L. y J. Blake. 1998. Bird diversity and abundance on two different shade coffee plantations in Guatemala. *Bird Conserv. Int.* 8: 297-308.
- Cruz-Angón, A. y R. Greenberg. 2005. Are epiphytes important for birds in coffee plantations? *J. Appl. Ecol.* 42: 150-159.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). 2002. Arc View GIS 3.3 software. HCL Technologies Ltd.. New Delhi, India.
- Dufrene, M. y P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67: 345-366.
- Forman, R. T. T. 1995. Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. 663 p.
- Gauch, H. G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. 298 p.
- Greenberg, R., P. Bichier, A. Cruz-Angón y R. Reitsma. 1997a. Bird populations in shade and sun coffee plantations in Central Guatemala. *Conserv. Biol.* 11: 448-459.
- Greenberg, R., P. Bichier y J. Sterling. 1997b. Bird populations in rustic and planted shade coffee plantations of eastern Chiapas, Mexico. *Biotropica* 29: 501-514.
- Gutzwiller, K. J. y W. C. Barrow. 2002. Does bird community structure vary with landscape patchiness? A Chihuahuan desert perspective. *Oikos* 98: 284-298.
- Hutto, R. L., S. M. Pletschet y P. Hendricks. 1986. A fixed-radius point count method for non-breeding season use. *The Auk* 103: 593-602.
- Lord, J. M. y D. A. Norton. 1990. Scale and the spatial concept of fragmentation. *Conserv. Biol.* 4: 197-202.
- McCune, B. y M. J. Mefford. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, OR, USA. 237 p.
- Moguel, P. y V. M. Toledo. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems in Mexico. *Conserv. Biol.* 12: 1-11.
- 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. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 125 p.
- Philpott, S. M., W. J. Arendt, I. Armbrrecht, P. Bichier, T. V. Diestch, C. Gordon, R. Greenberg, I. Perfecto, R.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo recibido por parte de la Comisión de Gestión del Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca (CBVCT), el Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE), la Asociación de Productores Orgánicos de Turrialba (APOT) y los miembros del equipo del Proyecto IGERT-CAFÉ. Adicionalmente, se agradece la valiosa asistencia de José Manuel Torres, Christian Brenes, Alexis Pérez, Nixon Navarro, Anna Marsch, Fernando Casanoves, Diego Delgado, Gustavo López, Patricia Hernández, José Luis Santiváñez y Philippe Tanimoto. Se agradece también a los productores de café y propietarios de bosques, quienes nos brindaron permiso para trabajar en sus propiedades. Este estudio se realizó gracias al apoyo financiero de la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) de los Estados Unidos de América a través de la Universidad de Idaho y del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

- Reynoso-Santos, L. Soto-Pinto, C. Tejada-Cruz, G. Williams-Linera, J. Valenzuela y J. M. Zolotoff. 2008. Biodiversity loss in Latin American coffee landscapes: review of the evidence on ants, birds, and trees. *Conservation Biology* 22(5): 1093-1105.
- Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Puly, T. E. Martin, D. F. De Sante y B. Milla. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report, Pacific Southwest Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Albany, California. 46 p.
- SigmaPlot. 2000. SPSS Science Ships SigmaPlot 2000. Versión 10.0.
- Somarriba, E., C. A. Harvey, F. A. Samper, J. González, C. Staver y R. A. Rice. 2004. Biodiversity conservation in Neotropical (*Coffea arabica*) plantations. *In: Gotz, S., A. B. da Fonseca, C. A. Harvey, H. L. Vasconcelos y A. M. N. Izac (eds.). Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes.* Island Press, Washington, DC. pp. 198-226.
- Stiles, F. G. 1985. Conservation of forest birds in Costa Rica: problems and perspectives. *In: Diamond, A. W. y T. E. Lovejoy (eds.). Conservation of tropical birds.* Technical Publication No. 4, International Council of Bird Preservation, Cambridge, England. pp. 142-169.
- Stiles, F. G. y A. F. Skutch. 1989. A guide to birds of Costa Rica. Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York.
- Tejada-Cruz, C., E. Silva-Rivera, J. R. Barton y W. J. Sutherland. 2010. Why shade coffee does not guarantee biodiversity conservation. *Ecology and Society* 15(1): 13.
- Tejada-Cruz, C. y W. J. Sutherland. 2004. Bird responses to shade coffee production. *Animal Conservation* 7(2): 169-179.
- Thiollay, J. M. 1992. Influence of selective logging on bird species diversity in Guiana rain forest. *Conservation Biology* 6: 47-63.
- Wunderle, J. y S. C. Latta. 1998. Avian resource use in Dominican shade coffee plantations. *Wilson Bulletin* 110: 271-281.

NOTA CIENTÍFICA

DISEÑO DE UNA RED ESTRUCTURAL DE CONSERVACIÓN EN UN SECTOR DEL CORREDOR BIOLÓGICO SAN JUAN-LA SELVA, COSTA RICA

DESIGNING A STRUCTURAL NETWORK OF CONSERVATION IN SAN JUAN-LA SELVA BIOLOGICAL CORRIDOR, COSTA RICA

Adriana Baltodano-Fuentes y *Juan Carlos Zamora-Pereira

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Apartado 93-7170, Turrialba, 30501 Costa Rica

*Autor de correspondencia: jzamora@catie.ac.cr

Fecha de recepción: 19 de mayo de 2010 - Fecha de aceptado: 10 de octubre de 2010

RESUMEN. Los procesos antrópicos que provocan la fragmentación del bosque, han sido muy evidentes en el sector conocido como “Tapón de Chilamate” en el Corredor Biológico San Juan-La Selva (CBSS). La vulnerabilidad de este ecosistema ha provocado que solamente quede un remanente boscoso capaz de proveer conectividad en dicho paisaje. Ante ese fenómeno deben buscarse herramientas integrales para restablecer la conectividad en el sector, y que sirva como modelo para todo el CBSS. Se estableció una red estructural de conservación tomando en cuenta los niveles de prioridad de distintos parches boscosos, la fricción que los distintos usos del suelo suponen para la conectividad, así como las características socioeconómicas y la percepción de las comunidades. Esta metodología integral fue realizada a escala detallada (1:25,000), siendo pionero en el trabajo a esta escala para la definición de una red de conectividad.

Palabras clave: Corredor biológico, red estructural de conservación, fragmentación, paisaje, conectividad.

ABSTRACT. Anthropic processes that cause forest fragmentation have been very evident in a sector of San Juan-La Selva Biological Corridor, known as “Tapón de Chilamate” (Chilamate’s Stopper). Due to ecosystem vulnerability, only one of the forest fragments of the region is capable of providing connectivity in this particular landscape. To face this problem, integral tools must be sought to reestablish connectivity in the area and to become a model for the whole Biological Corridor. A Structural Conservation Network was created, considering conservation priority levels of different patches, as well as the friction that distinct soil uses generate on connectivity and socioeconomical characteristics and communities perception. This integral methodology was developed at a detailed scale (1:25,000), being pioneer on the work at this scale for the definition of a connectivity network.

Key words: Biological Corridor, structural conservation network, fragmentation, landscape management.

INTRODUCCIÓN

La zona norte de Costa Rica alberga el último remanente boscoso capaz de asegurar la conectividad entre los ecosistemas del sur de Nicaragua con los ecosistemas del norte de Costa Rica (Chassot *et al.*, 2005). Este paisaje en el que está inmerso el Corredor Biológico San Juan-La Selva, está amenazado por actividades productivas que se llevan a cabo en forma acelerada. Éstas tienen como resultado la reducción de las áreas de bosque, así como incrementos en la fragmentación del paisaje. Aunque se han realizado esfuerzos por restablecer la conectividad

en esta zona, ninguno de ellos utiliza una metodología integral que asegure la óptima identificación de los sitios clave para las especies animales, así como la inclusión del criterio de las comunidades en el proceso de consolidación de la conectividad.

Los paisajes fragmentados como el mencionado, poseen gran número de parches boscosos que son utilizados en las propuestas de conectividad. Tal es el caso de la red de conectividad, una herramienta desarrollada para identificar enlaces entre zonas núcleo. Generalmente, estos núcleos

son fragmentos de bosque y los enlaces están comúnmente definidos por las rutas que generan una menor resistencia al movimiento de especies (Miller *et al.*, 2001; Bennett y Mulongoy, 2006; SINAC, 2007).

Las redes de conectividad dentro de corredores biológicos integran criterios de importancia en el desplazamiento y sobrevivencia de las especies animales, como cercanía a fragmentos de bosque o a cuerpos de agua, así como se alejan de usos del suelo que limiten el paso de las especies (fricción). Pero no toman en cuenta el criterio de los pobladores dentro del área de estudio, por lo cual la propuesta deja de ser integral, a pesar que los corredores biológicos son una estrategia de gestión, que busca no solamente el mejoramiento de los componentes naturales del ecosistema, sino también de las condiciones socioeconómicas de la población.

El objetivo principal planteado para solucionar este problema es diseñar una red estructural de conservación, definida como una estrategia integral a escala detallada para incrementar la conectividad en un corredor biológico que contribuya con el cumplimiento de sus objetivos de conservación. Ramos y Finegan (2005) desarrollaron una red de conectividad para todo el Corredor Biológico San Juan-La Selva (CBSS), y mediante esta herramienta se determinó al sector conocido como Tapón de Chilamate, como un área crítica para asegurar la conectividad en todo el corredor, por este motivo se utilizará como área piloto (Figura 1).

Las anteriores metodologías buscan la identificación de rutas a mayores escalas de trabajo, debido a las fuentes de datos o el tamaño del área de estudio. Ante este antecedente, se ofrece un aporte metodológico importante, al buscar el diseño de rutas de conexión local a escala detallada (1:25,000). Además, las propuestas de conexión se establecen siguiendo distintos criterios, considerando al ser humano y su forma de intervención en el medio a conectar, aumentando la integralidad de la herramienta.

MATERIAL Y MÉTODOS

La red de conectividad es un elemento espacial que se utiliza para priorizar rutas dentro de los corredores biológicos, pero su diseño se basa principalmente en criterios estructurales de los parches de bosque (Bennett y Mulongoy, 2006). En investigaciones realizadas en la región mesoamericana se han construido redes de conectividad estructural (Ramos y Finegan, 2005; Céspedes, 2006; Useche 2006) que indican criterios referidos a la estructura

de los bosques, así como la resistencia al paso de las especies animales ofrecida por los diversos usos del suelo, conocida como fricción (Sastre *et al.*, 2002). Debido a estos criterios, las principales actividades para la generación de las redes fueron la cuantificación y caracterización de los núcleos a conectar (parches de bosque), así como la caracterización de la matriz de usos del suelo.

La construcción de la red estructural de conservación integra los dos criterios antes mencionados, junto con la caracterización de las condiciones socioeconómicas de las comunidades inmersas dentro del área de estudio. Además toma como elemento de importancia la percepción de los pobladores en el diseño de la red, tratando siempre de conservar la integralidad dentro de la elaboración.

La metodología para construir este diseño integral se basó en la revisión de literatura sobre construcción de redes de conectividad, la cual se dividió en tres pasos: 1) identificación de elementos útiles de otras metodologías, 2) integración de nuevas etapas, y 3) validación del nuevo diseño de red en el sitio piloto establecido (Tapón de Chilamate, CBSS).

Las metodologías analizadas coinciden en definir el diagnóstico de la conectividad como el primer paso a seguir (Céspedes 2006; Useche 2006). La investigación de Useche (2006) establece la importancia de caracterizar el estado del bosque en el área de estudio, por lo cual se toman en cuenta sus criterios. Sus principales aportes son la fotointerpretación de la matriz paisajística, así como el análisis biométrico de los parches de bosque presentes en esta zona. Posteriormente, la construcción de la red de conectividad se hace siguiendo los pasos establecidos en los estudios de Ramos y Finegan (2005), Céspedes (2006) y Useche (2006). En ellos, se hace notable el aporte de los Sistemas de Información Geográfica. Además, se introduce el criterio de expertos en la selección de los elementos prioritarios para la construcción de la red (Céspedes, 2006).

Tradicionalmente, el diagnóstico de conectividad contempla las características del bosque y los demás usos del suelo que los rodean. En busca de una metodología integral se plantean dos actividades no contempladas. Se realizó la corroboración de los usos del suelo en la totalidad del área de estudio, ya que el pequeño tamaño de la misma (1567 ha) permite que sea recorrida en poco tiempo. Esta actividad ayuda a fortalecer las conclusiones sobre el tamaño y distribución espacial de la fragmentación del bosque. En este sentido, el tamaño del área de estudio

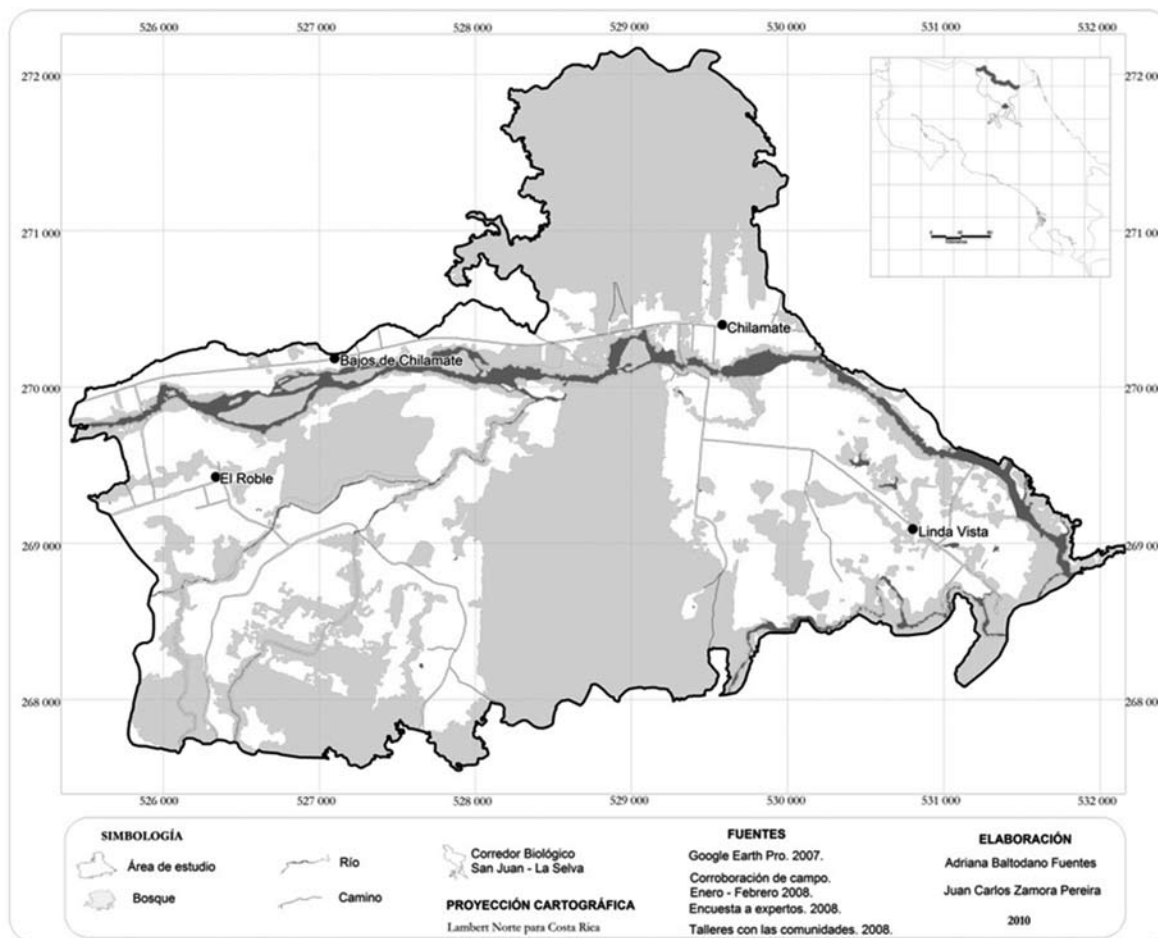


Figura 1. Ubicación del área de estudio, un sector del Tapón de Chilamate, CBSS.

permite a su vez el trabajo a una escala espacial nunca antes utilizada en el diseño de una red (1:25,000), mejorando la identificación de sitios prioritarios.

El segundo aporte importante es el uso de las condiciones socioeconómicas de la población dentro del corredor biológico. En el Tapón de Chilamate se obtuvo información de este tipo mediante un censo de población realizado por el Centro para el Aprendizaje y la Conservación de Sarapiquí (CECOS, 2006). De este modo se facilitó el conocimiento de las necesidades de los pobladores y se incluyeron dentro del diagnóstico de conectividad en el área de estudio. Además, el contar con datos precisos agilizó la construcción de la red estructural de conservación en una escala tan detallada. Dicho enfoque de trabajo fue utilizado en respuesta a las necesidades de CECOS con respecto a sus objetivos para el desarrollo comunitario.

La construcción de una red de conectividad es un proceso computacional en el cual se establecen las rutas con base, principalmente, en la fricción al movimiento de las especies animales provocada por los usos del suelo. Sin embargo, en un paisaje la diversidad de especies animales puede ser muy alta y entre ellos la preferencia de paso por un uso del suelo cualquiera puede variar, alterando los valores de fricción a su vez. Por este motivo la red estructural de conservación plantea la necesidad de validar con las comunidades el diseño de la red y de ese modo corroborar el paso de las especies animales por los sitios priorizados.

De lo anterior, se obtiene una metodología integral para la identificación de rutas importantes en el desplazamiento de las especies animales, en las cuales se puedan implementar acciones para la consolidación de la red que contemplen las necesidades de la población humana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La metodología empleada para elaborar una red estructural de conservación para el incremento de la conectividad estructural, consta de tres etapas: 1) un diagnóstico de conectividad para determinar las características actuales de la zona de estudio y tener así un primer acercamiento con la fragmentación de bosque en el área estudiada; 2) el diseño de la red estructural de conservación dentro del Tapón de Chilamate; y 3) la validación del diseño de la red estructural de conservación con las comunidades.

El diagnóstico es realizado por medio de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con corroboración en campo de los resultados obtenidos. El diagnóstico contempla la caracterización cualitativa y cuantitativa del bosque, el análisis gráfico y numérico de la matriz paisajística en la que este bosque está inmerso y una caracterización de los medios de vida de los pobladores del área de interés, con el fin de conocer las características y necesidades de la población. De esta manera, brinda elementos para una mejor comprensión de la situación de conectividad en el sector centro occidental del Tapón de Chilamate, Corredor Biológico San Juan-La Selva.

La elaboración de la red estructural de conservación para el área de estudio se realiza tomando como base la metodología seguida por Useche (2006). Se propone aquí generar la red estructural en cuatro etapas. Primero se asignan niveles de prioridad a los fragmentos de bosque. Se seleccionan las áreas núcleo prioritarias, se modelan las rutas de conectividad estructural potencial de acuerdo con los valores de fricción de los tipos de uso del suelo, y por último, se crean escenarios de redes ecológicas de conectividad potencial. Se utiliza la superposición ponderada de criterios de conectividad estructural por medio del SIG, basado en el juicio de expertos en el tema consultados por medio de una encuesta (Céspedes, 2006). Los expertos determinan valores de clasificación para los elementos utilizados en la construcción de dichas redes.

De lo anterior, resalta la creación de tres escenarios de redes estructurales de conservación, partiendo de importantes parches de bosque ubicados en el sector Occidental, Central y Oriental (Figura 1). Aunque existen fragmentos de la red que se repiten en numerosas ocasiones, cada escenario posee algunos elementos que son únicos, por lo que se realiza entonces una red simplificada, que integra los segmentos que se repiten en los distintos escenarios.

Para validar los escenarios de conectividad potencial con las comunidades del área de estudio, se realizan talleres en donde los pobladores definen los sitios clave dentro de la red. Allí se incluyen también segmentos que no estaban contemplados dentro de las rutas generadas para el área de estudio. Se integran los criterios técnicos y comunales en una propuesta final de red estructural de conservación para el área de estudio. Finalmente, se elabora un diseño único de red estructural de conservación que incluye los elementos únicos aportados por cada escenario y los segmentos sugeridos por las comunidades. De esta manera se obtiene un solo mapa, que constituye la propuesta final para la red estructural de conservación.

CONCLUSIONES

La red estructural de conservación constituye una herramienta pionera en el trabajo integral hacia la búsqueda de la conectividad en un paisaje. El criterio de las comunidades se suma a las características naturales del sitio para ubicar las rutas que generan la menor fricción al movimiento de las especies animales, buscando siempre el aumento de la conectividad estructural en el área de estudio.

La forma irregular del área de estudio hizo necesario aplicar tres ensayos de red estructural de conservación, gracias a lo cual se asegura mayor posibilidad de conectar todos los fragmentos de bosque. La red estructural de conservación utiliza en su mayoría elementos lineales como ríos para conectar el bosque, ya que sus valores de fricción son mínimos. Otro criterio de importancia para considerar los ríos como elementos de conectividad es el valor agregado de los bosques riparios, importantes en la dispersión de especies por toda el área de estudio.

El trabajo conjunto de comunidades y organizaciones dedicadas a la protección de los recursos es un objetivo que debe perseguirse para obtener mejores resultados para la conservación, concientizando a la comunidad sobre la necesidad de conservar en el sentido dinámico del término, debido a que ellos también necesitan formas de subsistir para que no haya depredación de los recursos naturales.

LITERATURA CITADA

Bennett, G. y K. J. Mulongoy. 2006. Review of experience with ecological networks, corridors and buffer zones. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Technical Series No. 23. Canadá. 100 p.

- Centro para la Conservación y el Aprendizaje de Sarapiquí (CECOS). 2006. Censo de población para las comunidades El Roble, Bajos de Chilamate, Chilamate, Linda Vista, Loma Linda, La Esperanza, El Progreso. Sarapiquí, Heredia, Costa Rica.
- Céspedes, M. 2006. Diseño de una red ecológica de conservación entre la Reserva de Biosfera La Amistad y las áreas protegidas del Área de Conservación Osa, Costa Rica. Tesis de Maestría en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Chassot, O., G. Monge y V. Jiménez. 2005. Hábitat potencial para la danta centroamericana (*Tapirus bairdii*) en el Corredor Biológico San Juan-La Selva, Costa Rica. Centro Científico Tropical. Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva. San José, Costa Rica. 17 p.
- Miller, K., E. Chang y N. Johnson. 2001. En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Mesoamericano. World Resources Institute. USA. 49 p.
- Ramos, Z. y B. Finegan. 2005. Red ecológica de conectividad potencial. Estrategia para el manejo del paisaje en el Corredor Biológico San Juan-La Selva. Recursos Naturales y Ambiente. Costa Rica. No. 49-50: 112-123.
- Sastre, P., J. V. de Lucio y C. Martínez. 2002. Modelos de conectividad del paisaje a distintas escalas. Ejemplos de aplicación en la comunidad de Madrid. www.revistaecosistemas.net/pdfs/287.pdf.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2007. GRUAS II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la Conservación para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 1: Análisis de Vacíos de la Representatividad e Integridad de la Biodiversidad Terrestre. San José, Costa Rica. 100 p.
- Useche, D. C. 2006. Diseño de redes ecológicas de conectividad para la conservación y restauración del paisaje en Nicaragua, Centroamérica. Tesis de Maestría en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 233 p.

NOTA CIENTÍFICA

ESTRATEGIA PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LA CONECTIVIDAD EN UN SECTOR DEL CORREDOR BIOLÓGICO SAN JUAN-LA SELVA, COSTA RICA

STRATEGY FOR THE STRENGTHENING OF CONNECTIVITY ON A SECTOR OF SAN JUAN-LA SELVA BIOLOGICAL CORRIDOR, COSTA RICA

***Adriana Baltodano-Fuentes y Juan Carlos Zamora-Pereira**

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Apartado 93-7170, Turrialba, 30501 Costa Rica

*Autor de correspondencia: abaltodano@catie.ac.cr

Fecha de recepción: 30 de julio de 2010 - Fecha de aceptado: 10 de octubre de 2010

RESUMEN. El Corredor Biológico San Juan-La Selva (CBSS), al norte de Costa Rica, es una iniciativa de conservación que pretende fungir como enlace entre los espacios boscosos de Nicaragua y Costa Rica. Ante la inminencia del proceso de fragmentación en el CBSS, surge la necesidad de buscar estrategias que permitan mantener y mejorar la conectividad del mismo. Se tomó un área piloto dentro del Tapón de Chilamate, que es el sector que presenta mayor vulnerabilidad ante la fragmentación del paisaje, para buscar estrategias de consolidación de conectividad para el CBSS. Esta área abarca 1567 ha y comprende cuatro comunidades, así como actividades agrícolas, ganaderas y fragmentos de bosque, además es un paisaje diverso y complejo, una muestra del Corredor Biológico y un laboratorio viviente para buscar el fortalecimiento de la conectividad ecológica. Por tratarse de un esfuerzo de conservación con miras al desarrollo sostenible, se trabajó tanto a nivel biofísico como con las comunidades, porque son los pobladores quienes finalmente deciden cómo manejar sus tierras. Se establecieron rutas de conectividad estructural y una vez identificadas, se propusieron distintos métodos para lograr que esta conectividad sea posible. Las estrategias fueron propuestas a distintas escalas temporales (corto, mediano y largo plazo) para garantizar la efectividad de las mismas. El estudio fue realizado a escala detallada (1:25,000), por lo que los resultados obtenidos pueden fungir casi como un manual de acción para los tomadores de decisiones dentro del área de interés.

Palabras clave: Corredor biológico, conectividad, conservación, desarrollo sostenible, red estructural de conservación.

ABSTRACT. San Juan-La Selva Biological Corridor (SJSBC), in northern Costa Rica, is a conservation initiative that pretends to act as linkage between forested spaces of Nicaragua and Costa Rica. Due to the imminence of the fragmentation process that SJSBC has suffered, a need to search for strategies to maintain and improve connectivity in this Biological Corridor has risen. A pilot area was defined inside a sector called “Tapón de Chilamate” (Chilamate’s Stopper), which is considered as the most vulnerable zone of the whole Corridor to landscape fragmentation, to seek for connectivity consolidation strategies. The pilot area has 1567 ha and involves four communities, agricultural and cattling activities, as well as several forest fragments; in addition it is a diverse and complex landscape, a sample of the Biological Corridor and a living laboratory to search for the strengthening of ecological connectivity. Because it is a conservation effort that looks towards sustainable development, both biophysical environment and communities were issued, regarding that it is the population who finally decides how to manage their own lands. Structural connectivity routes were traced, and once identified, different methods were proposed to achieve this goal. Strategies were defined at different time scales (short, medium and long term) to guarantee their effectiveness. The study was conducted at a detailed scale (1:25,000), causing the results to act almost as a manual for decision makers in the interest area.

Key words: Biological corridor, connectivity, conservation, sustainable development, structural conservation network.

INTRODUCCIÓN

Con la llegada del nuevo milenio, se propusieron estrategias y objetivos para lograr acercar la sociedad al desarrollo sostenible, siendo una de las metas la necesidad de tener un ambiente sano, por lo que la conservación de los recursos naturales es prioridad indiscutible (ONU, 2008). Se habla de áreas protegidas y su conservación, así como de áreas de amortiguamiento y de gestión integral de los recursos. Sin embargo, la conservación de espacios desarticulados no garantiza el mantenimiento de los procesos ecológicos necesarios para garantizar la salud del planeta (Bennett, 2004), razón por la que se plantean entonces espacios de unión entre las áreas naturales protegidas creándose así los Corredores Biológicos.

El Corredor Biológico viene a ser el espacio ideal donde se tiene una matriz de paisaje heterogénea compuesta por distintos usos del suelo —muchos de ellos productivos— y donde existen también remanentes de ecosistemas que tienen especial interés para la conservación. Son espacios habitados, donde los intereses principales de los pobladores son los de garantizar sus medios de vida y no necesariamente en proteger el ecosistema natural que está en su entorno. Así, es un reto más para este milenio naciente lograr que los corredores biológicos sean espacios de concertación entre los intereses socioeconómicos de las comunidades y los intereses de conservación biológica.

Una de las estrategias para mantener los procesos ecológicos dentro de grandes territorios es la creación de redes de conectividad, que justamente lo que pretenden es encontrar la forma más factible de unir los remanentes de bosque o de ecosistemas naturales (Miller *et al.*, 2001; Bennett y Mulongoy, 2006; SINAC, 2007; SINAC, 2008). Esta red se ha llegado a definir a través de criterios integrales, que consideran tanto las necesidades biofísicas como las sociales. Sin embargo, aún no se han logrado traducir las propuestas de redes de conectividad en estrategias de implementación.

Este es el caso del Corredor Biológico San Juan-La Selva (CBSS), al norte de Costa Rica. Para este Corredor se diseñó una red de conectividad estructural en el año 2003 (Ramos y Finegan, 2007). Sin embargo, esta no tiene las herramientas adecuadas que permitan llevar a la gestión los criterios técnicos de priorización de sitios para conectividad, por lo que, tratando de responder a la necesidad del CBSS, se planteó la estrategia de consolidación de conectividad en un área piloto, eligiéndose para ello, un sector del llamado “Tapón de Chilamate”, que es el área

más crítica que puede garantizar la conectividad en todo este Corredor Biológico.

Con la presente nota (Baltodano-Fuentes y Zamora-Pereira, 2010) se busca diseñar una estrategia de implementación de la Red Estructural de Conservación tomando en cuenta las necesidades diferenciadas para la gestión que hay dentro del área propuesta. Además, también se consideró importante integrar los criterios técnicos de esta Red con las necesidades propias de las comunidades interesadas a través de procesos participativos y de comunicación constante.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente planteamiento es una propuesta de definición de rutas y estrategias con el fin de consolidar la conectividad en un sector del CBSS. Para ello, se parte en principio, de una red estructural de conservación elaborada con un método integral, el cual contempla aspectos técnicos tanto a nivel biofísico como social. Además, involucra la validación de las redes por parte de las comunidades.

Una vez establecida la red estructural de conservación para el sector de estudio, se procede a diseñar las mejores estrategias para implementarla. La red estructural de conservación definida atraviesa todo el paisaje estudiado, con lo que la mayoría de los usos predominantes están representados en la trayectoria de la misma. Esta red constituye una herramienta útil en la definición de los fragmentos de bosque que deben ser priorizados para obtener una conectividad estructural real en el área de estudio, pero no es suficiente para asegurarla.

Las estrategias para la implementación de la red de conectividad se refieren a las acciones necesarias para consolidar la conectividad estructural de los fragmentos de bosque. Dichas acciones son propuestas tomando en cuenta los usos del suelo distintos al bosque que son atravesados por la red, ya que estos vienen a ser los principales obstáculos para la conectividad del bosque. Los usos del suelo que perturban la conectividad del bosque en el área de estudio son diversos y están ordenados de manera desigual en todo el paisaje. Por esta razón las estrategias no pueden ser establecidas del mismo modo para todo el paisaje y se torna necesario el establecimiento de niveles de prioridad para la implementación de las estrategias. Estos niveles a su vez son los que ordenan la periodicidad en la cual se aplican las estrategias.

Las acciones que se llevan a cabo para consolidar la conectividad estructural tienen distintas escalas de gestión.

Estas escalas son conocidas como los niveles de prioridad dentro de dicha red, los cuales se diferencian en cuanto a tiempo y espacio de aplicación, según sea el nivel de prioridad de cada fragmento de la red.

Para llevar a cabo esta priorización de la red se toman en cuenta tres criterios:

1. En el área de estudio, otros investigadores han desarrollado trabajos tendientes a mejorar la conectividad de fragmentos de bosque en ciertas zonas con problemáticas muy puntuales. Tal es el caso del estudio de Bogantes (2008), quien prioriza sectores ribereños con el objetivo de orientar las acciones de restauración ecológica en un plazo corto de tiempo. Esta propuesta de priorización de sitios se utiliza en esta investigación como un criterio en la designación de sitios prioritarios en la red de conectividad estructural para el área de estudio.
2. La Red Estructural de Conservación favorece el paso a través de los usos del suelo que generan menor fricción o dificultad de desplazamiento por distintos tipos de hábitat (Sastre *et al.*, 2002). La red también atraviesa otros usos del suelo que generan mayor fricción, lo que origina problemas para consolidar la conectividad del bosque a lo largo de la red definida. Otra propuesta de priorización de sitios se obtiene mediante la superposición de la Red Estructural de Conservación con los potreros (abiertos, arbolados dispersos y arbolados densos) y cultivos, por ser considerados estos como los usos más problemáticos por su nivel de fricción y amplia distribución espacial en el área de estudio.

Los sitios priorizados son aquellos por los cuales la red atraviesa 50 m o más por los usos antes definidos, medida que corresponde al promedio estadístico del trayecto que la red atraviesa sobre estos usos.

3. Existen otros niveles de priorización de sitios para su recuperación ecológica, los cuales son más generales y aplicables a escalas mayores. Éstos se refieren a la legislación ambiental de Costa Rica, la cual establece áreas que deben ser protegidas con base en sus características y posibles beneficios para el mantenimiento de los procesos biológicos.

Para definir esta tercer propuesta de priorización de sitios se utiliza el Inciso b del Artículo 33 de la Ley Forestal (1996) de Costa Rica, el cual determina un área

de protección absoluta en todas las riberas de los cuerpos de agua y zonas de recarga acuífera y nacies. Para ello, se prioriza una franja de 15 m en dirección horizontal a ambos lados en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, por considerarse el terreno plano y estar ubicado en zona rural.

Una vez definidas las tres propuestas de priorización de sitios, se realiza la unión de todas las alternativas para definir los niveles de prioridad. Estos tres criterios se comparan espacialmente para localizar los sitios en donde se repiten. El nivel de prioridad será mayor según la cantidad de criterios traslapados en un mismo sitio. Así, donde se superponen los tres criterios será un sitio muy prioritario, donde haya dos un sitio prioritario y donde solamente se presente uno de los criterios, es definido un sitio poco prioritario.

La estrategia de manejo divide a la red estructural de acuerdo con su nivel de prioridad, ya sea poco prioritario, prioritario o muy prioritario. Cada uno de estos niveles trae consigo un reto en cuanto al manejo para lograr la conectividad de los fragmentos de bosque. Por eso es necesaria la búsqueda de actividades específicas para cada uno de ellos, tomando en consideración que el nivel de prioridad indica el tipo de acciones que se deben recomendar para ese sitio.

En la gestión de la Red Estructural de Conservación se asigna una escala temporal a cada nivel de prioridad para su realización, siendo el periodo más corto en tanto más prioritario es el sitio. Así, las acciones a corto plazo (menos de un año) se realizan en los sitios muy prioritarios, a mediano plazo (uno a cinco años) en los sitios prioritarios y a largo plazo (cinco a diez años) en los sitios poco prioritarios. La gestión de la red sigue una lógica de planificación estratégica, por lo que es necesario realizar evaluaciones y redefinición de metas de manera constante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Red Estructural de Conservación por sí sola no es suficiente para lograr reducir la fragmentación del bosque en este paisaje. Es necesario desarrollar acciones de gestión ambiental, porque no todas las secciones de la red tienen el mismo nivel de prioridad con respecto a las estrategias.

La Red Estructural de Conservación se subdivide en áreas de alta, mediana y baja prioridad. Esta subdivisión se complementa con la proposición de estrategias tendientes

a apoyar la conectividad de los fragmentos de bosque, a la vez que se favorezca a los pobladores de la zona por donde la red atraviesa en el paisaje. Estas estrategias de conectividad son las medidas de gestión necesarias para que los pobladores de la zona de estudio puedan desarrollar sus acciones cotidianas y con ellas colaborar con la conectividad del bosque en el área de estudio.

El resultado de esta priorización se aprecia en la Figura 1, en donde se indica que por medio de los trayectos de alta, mediana y baja prioridad se tiene la herramienta inicial para la orientación de las estrategias que se proponen para mejorar la conectividad. Cada nivel de gestión establecido en el mapa de prioridades conlleva acciones de acuerdo con su nivel de necesidad para la conectividad y que se describen a continuación.

El nivel muy prioritario está representado por el 2.77% del total de la red establecida para el área de estudio. En estos sectores la acción debe ser llevada a cabo en un corto tiempo. Su importancia es alta ya que los problemas son más evidentes y puntuales, y la gestión involucra tareas que impacten directamente en los ecosistemas dañados, como zonas de ribera y áreas de recarga acuífera que están siendo afectadas en el sector de estudio propuesto.

Para la definición de estrategias se cuenta con el apoyo de la iniciativa llevada a cabo por Bogantes (2008), que define sitios de importancia ecológica principalmente en zonas de ribera para impulsar aquí actividades de restauración ecológica.

Las estrategias de conectividad del nivel muy prioritario están relacionadas con las técnicas de reforestación de riberas y el mantenimiento de dichas actividades, como es la restauración pasiva que corresponde a sectores identificados con menor grado de perturbación antrópica, en los que se activará el proceso de regeneración natural, evitando cualquier intervención humana.

Otro proceso que puede ser iniciado en estos sectores es la reforestación o repoblación forestal, identificándose sectores con mayor afectación antrópica en los que se diseñaría un plan de reforestación que incluya una delimitación exacta de los sitios con su respectiva señalización de los puntos en donde se sembrarán los árboles. Dichos árboles deben ser especies nativas y resistentes a características ribereñas. Debido a que se quiere imitar a las condiciones naturales, es necesario el asegurar una diversidad de especies similar a la alta densidad de los ecosistemas de bosque muy húmedo tropical, predominante en la zona de estudio.

Generalmente estas áreas identificadas como de alta prioridad están dentro de zonas ganaderas, con lo cual el ganado vacuno se convierte en un problema para la supervivencia de las especies sembradas y la conectividad de las áreas. Para ello, se propone establecer cercas de alambre para limitar el paso del ganado a estas áreas, al menos por los primeros años, hasta que el árbol alcance una altura considerable, donde no pueda ser dañado nuevamente. Además es importante considerar que también se deben utilizar cercas vivas en la delimitación de las zonas para así favorecer aún más la conectividad.

Con base en este estudio se definieron estrategias de rápida acción, bajo costo económico y que además pudieran ser realizadas por la mayoría de los dueños de los terrenos en donde estaban ubicados estos sitios.

Con relación al nivel prioritario, la Red Estructural de Conservación propuesta está representada por el 21.13% de su área total. Este nivel se visualiza con una mediana relevancia ya que, si bien es cierto, los sitios delimitados en el área no presentan evidencias tan directas como el nivel muy prioritario, pero son de gran importancia porque en su mayoría se localizan sobre riberas y potreros.

En este sentido, se buscan estrategias que respondan a las necesidades ecológicas de estos sitios y que a la vez brinden posibilidades directas de mejoramiento de la producción de estos usos del suelo.

Las estrategias de conectividad para este nivel no son tan directas como en el anterior, por lo que el tiempo de cumplimiento de las mismas es mayor y deben ser iniciadas una vez que las acciones muy prioritarias sean desarrolladas. Para el nivel prioritario, las acciones requieren más tiempo para su cumplimiento, e implican mayor capacitación a los pobladores en temas relacionados con el manejo de agrosistemas, que son los sectores predominantes por donde los trayectos prioritarios de la red se agrupan.

Para lo anterior, se propone el diseño y aplicación de talleres participativos para las comunidades incluidas en las zonas donde se localizan los segmentos prioritarios de la red de conectividad. Dichos talleres deben tratar temas como la promoción de técnicas de mejoramiento de la agricultura (agricultura conservacionista), que utiliza los recursos naturales del medio de modo tal que el desgaste en ellos sea mínimo haciendo uso de tecnologías de bajo impacto (MAG y FAO, 1996), además de apoyar el establecimiento y mejoramiento de los ya existentes sistemas agroforestales.

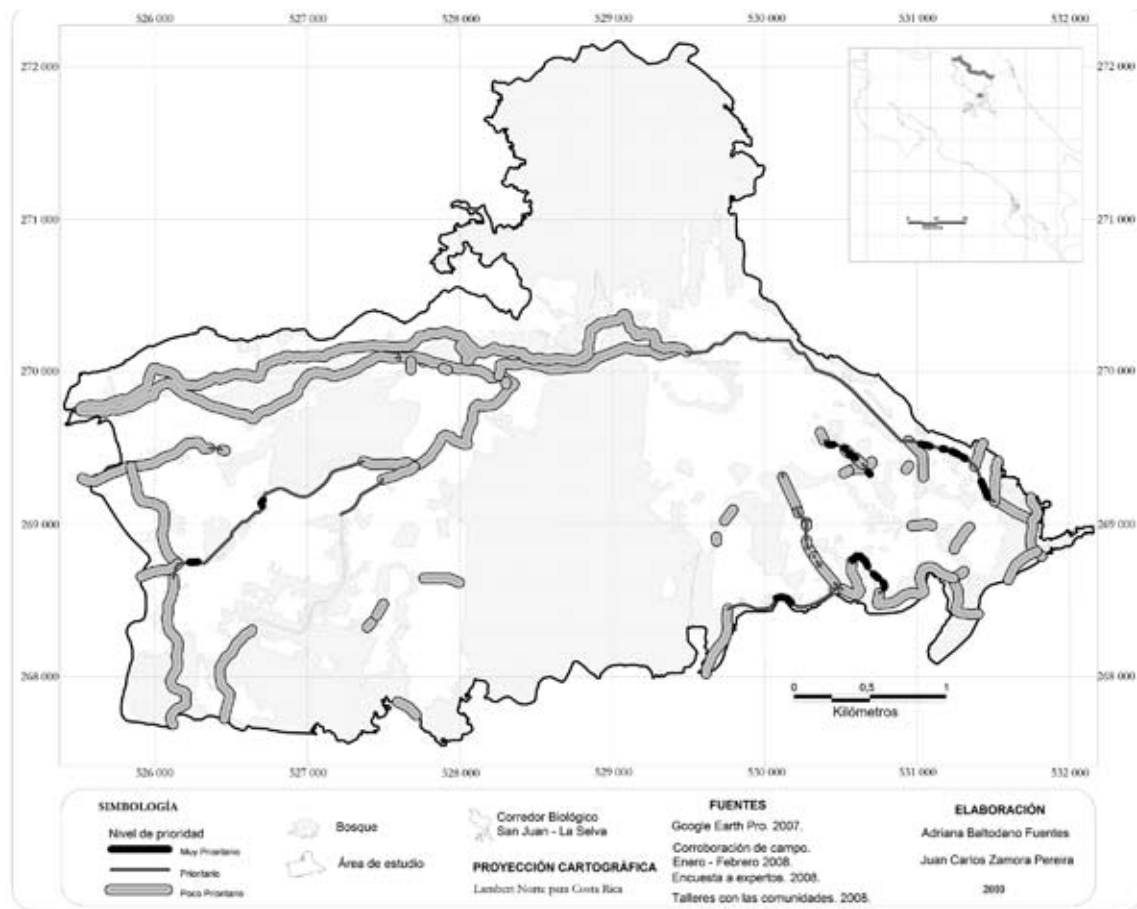


Figura 1. Niveles de prioridad consideradas en la orientación de las estrategias para mejorar la conectividad en el Corredor Biológico San Juan-La Selva.

De acuerdo con el mapa de sitios prioritarios, gran porcentaje de éstos están atravesando potreros, por lo que las estrategias en zonas ganaderas deben incluir la división del potrero en apartos, que son divisiones del potrero en áreas iguales. Aquí se pueden hacer uso de las cercas vivas para que a la vez sirvan de forraje para el ganado (Chi, 2005). Además, se debe restringir el acceso del ganado a las zonas de recarga acuífera, ya que éste podría producir contaminación fecal a las mismas. Por ello es necesaria la zonificación de las fincas, en donde se establezcan las zonas de uso agropecuario y las zonas de protección absoluta dentro de la finca, estableciendo cercas vivas para su delimitación.

El establecimiento de ganadería semiestabulada es otra opción para tener un mejor aprovechamiento de los desechos del ganado (como combustible para biodigestores o como materia base para el desarrollo de abonos orgánicos), así como el mejoramiento en la alimentación de los animales. No se contempla el desarrollo de la ganadería estabulada

por el alto nivel de estrés que podría significar para el ganado, dadas las altas temperaturas del área de estudio.

Los sitios correspondientes al nivel poco prioritario en la red de conectividad propuesta para el área de estudio son los más predominantes, con un 76.1% del total de la red. Corresponden a sitios de mayor extensión espacial por lo cual necesitan mayor esfuerzo e inversión humana para lograr consolidar la conectividad de los fragmentos de bosque, por lo que son los que se plantean en un lapso mayor para su cumplimiento. Las estrategias se fundamentaron en la búsqueda de una pequeña base legal que pudiera ser aplicada en los sitios descritos bajo estas características, considerando además fomentar la reforestación de estos sitios.

La Ley de Biodiversidad (1998) establece una serie de incentivos a quien conserve, los mismos pueden ser utilizados como premios para los campesinos comprometidos con la conservación y protección de los

recursos. En la Ley Orgánica del Ambiente (1995) se establece que el agua es de dominio público y se debe conservar y usar racionalmente, ya que es un asunto de interés social, y considerando que una gran parte de los sitios priorizados como bajos están relacionados con cuerpos de agua, es importante tomar en cuenta esta ley y sus criterios de conservación para incentivar la protección de dichos sitios.

La Ley Forestal (1996) también es aplicable en estos sitios de baja prioridad, ya que en sus artículos se establecen técnicas para la protección y regeneración de bosques, así como incentivos para llevar a cabo estas acciones. Entre las técnicas esta el certificado para la conservación del bosque, el cual puede ser propuesto a dueños de grandes extensiones de bosque que deseen conservar dichos terrenos, obteniendo a cambio beneficios tributarios o cualquier otro que pueda negociarse.

La regeneración voluntaria de bosques puede establecerse a los propietarios de terrenos con aptitudes forestales y que tengan un uso diferente, que deseen regenerar estos terrenos, generando beneficios tributarios para el propietario de las tierras. Además esta legislación contempla otros incentivos para la reforestación como la exención de impuestos relacionados con la propiedad objeto de la reforestación. También se debe insistir en la protección de las zonas de recarga acuífera, así como las riberas de los cuerpos de agua, que se ve reflejado en el Artículo 33 de esta Ley.

CONCLUSIONES

La subdivisión de la Red Estructural de Conservación en niveles de prioridad facilita su aplicación y busca una mejor gestión ambiental para la protección de los recursos, pudiendo ser todo este proceso ensayado en otras zonas con problemas similares a los que motivaron el trabajo en esta área.

Las estrategias para la implementación de la Red de Conectividad Estructural se propusieron de acuerdo al nivel de prioridad de los distintos sitios, con el objetivo de ir logrando mayor participación comunitaria con el paso del tiempo, proponiéndose acciones como la restauración ecológica, la capacitación para el manejo de sistemas agroforestales, esto último por la necesidad de que los pobladores tengan actividades productivas y que vayan también adquiriendo conciencia de los efectos que estas actividades tienen sobre la biodiversidad si son llevadas a cabo de manera irresponsable y cumpliendo una meta con

la educación ambiental como eje transversal en todos los niveles.

La colaboración de comunidades y organizaciones dedicadas a la protección de los recursos es un objetivo que debe perseguirse para obtener mejores resultados para la conservación, concientizando a la comunidad sobre la necesidad de conservar en el sentido dinámico del término, debido a que ellos también necesitan formas de subsistir para que no haya depredación de los recursos naturales.

Las acciones que se plantean en la estrategia propuesta son una primera aproximación a la gestión de una red de conectividad estructural en el área estudiada, y se orientan hacia ello. Sin embargo, es necesario que se realicen estudios en conectividad funcional para que la conservación pueda cumplir realmente sus objetivos.

La legislación ambiental en Costa Rica es bastante amplia, pero es necesario el establecer trabajos tendientes a obtener un marco legal aplicable a corredores biológicos o zonas de amortiguamiento de áreas protegidas, para que pueda funcionar como una herramienta de ordenamiento territorial en áreas complejas, donde deben coexistir espacios naturales y antrópicos.

Es importante tener en cuenta, además, que pese a que es de gran importancia contar con legislación que obliga a la protección de los recursos naturales, es más importante aún lograr que las comunidades se involucren en la conservación porque perciben beneficios. Así, es realmente una prioridad el trabajo conjunto con las comunidades en todas las etapas del proceso de gestión.

LITERATURA CITADA

- Baltodano-Fuentes, A. y J. C. Zamora-Pereira. 2010. Estrategia para la consolidación de la conectividad en un sector del Corredor Biológico San Juan-La Selva: un esfuerzo para preservar las rutas de migración en los ecosistemas mesoamericanos. Lic. en Geografía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 111 p.
- Bennett, A. F. 2004. Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. Programa de Conservación de Bosques UICN. Conservando los ecosistemas boscosos Serie No. 1. San José, Costa Rica. 276 p.
- Bennett, G. y K. J. Mulongoy. 2006. Review of experience with ecological networks, corridors and buffer zones. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Technical Series No. 23. 100 p.

- Bogantes, J. 2008. Plan de restauración ecológica en el Tapón de Chilamate. Proyecto Naturaleza y Comunidad. CE-CBSS. Heredia, Costa Rica. 18 p.
- Chi, H. 2005. Manejo de pastos: división del potrero en apartos. Extensión Agropecuaria. INTA, ACCS. San José, Costa Rica.
- Ley de Biodiversidad. 1998. Ley No. 7788. La Gaceta No. 101. 27 de mayo de 1998. San José, Costa Rica. 59 p.
- Ley Forestal. 1996. Ley No. 7575. La Gaceta No. 72. 27 de mayo de 1998. San José, Costa Rica. 19 p.
- Ley Orgánica del Ambiente. 1995. Ley No. 7554. La Gaceta No. 215. 13 de noviembre de 1995. San José, Costa Rica. 16 p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Sin fecha. Aspectos de producción y conservación de suelos y agua en las áreas ganaderas. San José, Costa Rica. 63 p.
- Miller, K., E. Chang y N. Johnson. 2001. En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Mesoamericano. Word Resources Institute. USA. 49 p.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2008. Objetivos de desarrollo del milenio. Informe 2008. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. Nueva York. 52 p.
- Ramos, B. Z. y B. Finegan. 2007. Red ecológica de conectividad potencial. Estrategia para el manejo del paisaje en el Corredor Biológico San Juan-La Selva. Revista Recursos Naturales y Ambiente No. 49-50: 112-123.
- Sastre, P., J. V. de Lucio y C. Martínez. 2002. Modelos de conectividad del paisaje a distintas escalas. Ejemplos de aplicación en la comunidad de Madrid. Ecosistemas: 11(2). Disponible en: www.revistaecosistemas.net/pdfs/287.pdf.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2007. GRUAS II: Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 1. Análisis de vacíos de la representatividad e integridad de la biodiversidad terrestre. San José, Costa Rica. 100 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2008. Guía práctica para el diseño, oficialización y consolidación de corredores biológicos en Costa Rica. SINAC-MINAE. San José, Costa Rica. 53 p.

NOTA CIENTÍFICA

CORREDOR BIOLÓGICO SAN JUAN-LA SELVA, COSTA RICA: LECCIONES APRENDIDAS DE LA GESTIÓN DE UN PAISAJE FUNCIONAL

SAN JUAN-LA SELVA BIOLOGICAL CORRIDOR, COSTA RICA: LESSONS LEARNED FROM THE MANAGEMENT OF A FUNCTIONAL LANDSCAPE

Rodrigo Villate¹, Lindsay Canet-Desanti², *Olivier Chassot^{3,4} y Guisselle Monge-Arias³

¹Fundación Yanama, Carrera 13 A No. 89-38 Oficina 627, Edificio Nippon Center, Bogotá, Colombia. ²Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Apartado 93-7170, Turrialba, 30501 Costa Rica. ³Centro Científico Tropical, Apartado Postal 3-8970-1000 San José, Costa Rica. ⁴Escuela Latinoamericana de Áreas Protegidas, Universidad para la Cooperación Internacional, Apartado Postal 504-2050, San José, Costa Rica

*Autor de correspondencia ochassot@cct.or.cr

Fecha de recepción: 7 de abril de 2010 - Fecha de aceptado: 10 de octubre de 2010

RESUMEN. El bosque tropical atlántico húmedo del norte de Costa Rica mantiene el único hábitat viable de llanura capaz de mantener la continuidad del Corredor Biológico Mesoamericano entre Costa Rica y Nicaragua, la brecha más grande en la ruta del Corredor entre Honduras y Colombia. El Corredor Biológico San Juan-La Selva rellena ese vacío preservando la conectividad de fragmentos de bosque entre Nicaragua y Costa Rica. Se analizó la iniciativa y el modelo de conservación desarrollado por el Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva desde una perspectiva histórica para poder extraer sus principales tendencias, características y lecciones aprendidas.

Palabras clave: Costa Rica, Maquenque, conectividad, *Ara ambiguus*, gestión ambiental participativa.

ABSTRACT. Costa Rica's Northern Atlantic Zone supports the last viable lowland forest habitat capable of sustaining the continuity of the Mesoamerican Biological Corridor between Costa Rica and Nicaragua, the largest breach in the Corridor route between Honduras and Colombia. The San Juan-La Selva Biological Corridor fills this gap by preserving connectivity between forest fragments of Nicaragua and Costa Rica. We analyze the conservation initiative and model developed by the Executive Committee of the San Juan-La Selva Biological Corridor from a historic perspective in order to extract its main tendencies, characteristics and lessons learned.

Key words: Costa Rica, Maquenque, connectivity, *Ara ambiguus*, participatory environmental management.

INTRODUCCIÓN

Las tasas de deforestación alcanzadas en Costa Rica durante el periodo comprendido de 1950 a 1980 propiciaron el proceso de degradación, reducción y fragmentación de los hábitats naturales que condujo a la transformación del 75% de la cobertura natural en el país (Watson *et al.*, 1998; FAO, 1999; Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2002; FAO, 2007). Específicamente en la región norte, como una externalidad de las principales actividades productivas del país (ganadería y extracción maderera), se generaron las tasas más altas de deforestación. Esto ocasionó que

tan sólo quedará un poco más del 30% de los bosques naturales intactos (Chassot *et al.*, 2009).

El aumento en la rapidez del deterioro del capital natural en esta zona atrajo la atención de diferentes conservacionistas. Entre ellos destaca George Powell, quien en 1993 inició una investigación preliminar sobre el estado de la población de la “lapa verde” (*Ara ambiguus*) en la zona norte, debido a que su rango de distribución histórica para el país, reportado por Stiles y Skutch (1989) a lo largo de los bosques de tierras bajas del Atlántico, estaba restringiéndose a un paso acelerado (Chassot y Monge-Arias, 2008). Los resultados preliminares de la

investigación confirmaron la disminución del 90% de esta especie en el área de distribución histórica. Además, se estimó la presencia de 25 a 35 parejas reproductivas en el noroeste del territorio nacional, para una población total de 210 lapas (Powell *et al.*, 1999; Chassot *et al.*, 2001). El estado vulnerable de la población de la lapa motivó el inicio y establecimiento del Proyecto de Investigación y Conservación de la “lapa verde” en 1994, en Costa Rica.

Historia de un proyecto de conservación a escala de paisaje funcional

Los diferentes matices e inflexiones que ha adquirido la conservación de la “lapa verde” nos llevan en un recorrido histórico, desde los factores que motivaron la posible extinción de la especie hasta el día de hoy. Estos matices e inflexiones han sido parte del manejo adaptativo de la experiencia, la cual ha ampliado su rango de acción y sus objetivos desde el enfoque de una especie hasta la escala de paisaje, fundamentándose con la conservación de su hábitat.

El Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde iniciado en 1994 ha tenido continuidad hasta el presente, y desde 1997 cuenta con el respaldo administrativo y legal del Centro Científico Tropical en Costa Rica. El objetivo de este proyecto, como una inversión en capital natural, fue recopilar información básica sobre la ecología de la lapa, con el fin de establecer prioridades para la conservación de un área que sustentará una población viable en los bosques húmedos de tierras bajas de la vertiente atlántica de Costa Rica (Chassot *et al.*, 2009). Con el inicio del proyecto se emprende una intensiva campaña de formación ambiental para fortalecer el capital humano en la región. Uno de los importantes logros es la puesta en marcha de un programa de educación ambiental en torno a la “lapa verde”. Este comienza en las escuelas y comunidades aledañas a la zona de anidamiento y migración, y es implementado por la Fundación Ambio, con la colaboración del Ministerio del Ambiente y Energía, la Asociación para el Bienestar Ambiental de Sarapiquí, la Asociación VIDA y posteriormente la Comisión Nacional Lapa Verde (Chassot *et al.*, 2001).

Las investigaciones conducidas en años subsiguientes por el Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde indican que de 37 especies de forrajeo para esta especie, las principales son los árboles de “almendro de montaña” (*Dipteryx panamensis*, Leguminosae) y “titor” (*Sacoglottis trichogyna*, Humiriaceae). Asimismo, se confirma la preferencia por las cavidades naturales del

almendro para la anidación y la predilección por sus frutos para el forrajeo durante la época de anidación y cría de pichones (Powell *et al.*, 1999).

Esta información es de gran impacto en la comunidad conservacionista de Costa Rica, por lo que refuerza la necesidad de implementar acciones de conservación integrales para disminuir las tendencias poblacionales detectadas de la “lapa verde”. Al tener en cuenta la distribución limitada de la “lapa verde” y su dependencia a un complejo arreglo de recursos alimenticios, queda implícito que la protección de su hábitat y recursos florísticos que aprovecha para su alimentación y anidación, beneficia a una multitud de otras especies de organismos que habitan en los bosques donde la “lapa verde” se desarrolla (Chassot *et al.*, 2009).

Para 1996, los resultados del Proyecto Lapa Verde propician la creación de la Comisión Nacional Lapa Verde, la cual es oficializada mediante el Decreto Ejecutivo No. 27815-MINAE de 1999. Esta comisión inter-sectorial trabaja por la conservación de dicha especie y su hábitat, y funciona como órgano asesor del Ministerio del Ambiente y Energía en torno a la problemática ambiental en la zona norte (Chassot y Monge-Arias, 2008). Gracias a su gestión, el Gobierno decreta la restricción para el aprovechamiento del “almendro de montaña” en esta zona, e igualmente, establece como delito la caza, colecta o extracción de huevos, crías y adultos de la “lapa verde” de su hábitat natural, de acuerdo con el Decreto Ejecutivo No. 25167-MINAE de 1996. Esta situación resalta la incidencia de la información científica en el fortalecimiento del capital político.

En 1996, Costa Rica presenta la Propuesta Técnica de Ordenamiento Territorial con Fines de Conservación de la Biodiversidad, conocida como Proyecto Gruas I. Entre sus resultados se sugiere el establecimiento de un área silvestre protegida en la localidad de Maquenque, con la finalidad de proteger los remanentes del bosque tropical lluvioso de bajura. Esta zona contiene el área prioritaria de anidación para la “lapa verde” (Chassot y Monge-Arias, 2002). En 1998 se inician las acciones propiamente de conservación para esta especie con la primera versión e implementación del “Plan de Conservación de la Lapa Verde” (Powell *et al.*, 1999). Este audaz plan de conservación integral logra plasmarse como Corredor Biológico San Juan-La Selva e incluye la creación de un área silvestre protegida que abarca el área de anidación de la Lapa Verde en Maquenque (Chassot y Monge-Arias, 2006).

En junio del 2000, el Ministerio del Ambiente y Energía organiza el “Taller para la Elaboración de una Propuesta de Conectividad entre Parches de Bosque” en Horquetas de Sarapiquí, con el financiamiento del Corredor Biológico Mesoamericano-Costa Rica y con la participación de todas las organizaciones locales y gubernamentales en San Carlos y Sarapiquí. Durante este taller se sintetizan las propuestas existentes para adaptarlas a las propuestas de conectividad de las Áreas de Conservación en la zona norte. Así mismo, el Centro Científico Tropical elabora la propuesta “El Corredor Biológico San Juan-La Selva: una Iniciativa del Corredor Biológico Mesoamericano para la Protección de la Lapa Verde y su Bosque Lluvioso”, la cual integra los insumos técnicos propuestos por la Asociación para el Bienestar Ambiental de Sarapiquí, el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central y el Área de Conservación Arenal Huetar Norte (CCT, 2001).

Como resultado de estas acciones se forma oficialmente un pequeño grupo de organizaciones que incluye la oficina nacional del Corredor Biológico Mesoamericano, el Centro Científico Tropical, la Organización para Estudios Tropicales y la Wildlife Conservation Society para impulsar el Corredor Biológico San Juan-La Selva. Para el año 2001, se logra oficializar el Corredor Biológico San Juan-La Selva dentro del marco del proyecto Corredor Biológico Mesoamericano – Sección Costa Rica (Canet-Desanti, 2007). Estas primeras acciones para la gestión del Corredor Biológico San Juan-La Selva fueron coordinadas por el Centro Científico Tropical, desde el seno de la Comisión Nacional Lapa Verde. Sin embargo, durante el proceso, la falta de divulgación y de consulta sobre algunas de sus propuestas a diferentes sectores genera la sensación de que la Comisión no se visualizará como efectiva para la gestión de la propuesta de creación del Parque Nacional Maquenque que el concepto del Corredor Biológico San Juan-La Selva implica (Solís *et al.*, 2002).

Para la segunda fase del Corredor Biológico San Juan-La Selva, se colabora con la organización de una comisión local, conformándose así el Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva. Para mediados del año 2001, el primer núcleo del Comité Ejecutivo se integra por el Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde, el Centro Científico Tropical, el Corredor Biológico Mesoamericano – Costa Rica, la Organización para Estudios Tropicales y la Wildlife Conservation Society (Chassot y Monge-Arias, 2002). Desde la constitución del Comité Ejecutivo se acordó que el Centro Científico Tropical asumiría la coordinación del Comité

Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva y buscaría y administraría sus fondos. Desde entonces esta organización no gubernamental ha seguido una política de transparencia tanto a lo interno como a lo externo del Corredor Biológico.

A diferencia de la Comisión Nacional Lapa Verde, el Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva se creó de manera formal pero sin el peso institucional y sin estar inmerso dentro de la estructura gubernamental. Esto permitió que la toma de decisiones fuera más ágil, más directa y consensuada. Uno de los factores clave ha sido el aporte del Centro Científico Tropical con un espacio de oficina, internet y poco a poco las indispensables partidas salariales de los profesionales encargados de coordinar la gestión del Corredor Biológico San Juan-La Selva.

Desde entonces, el Comité Ejecutivo ha estado abierto para todos los que estén interesados en participar. No se han establecido requisitos muy excluyentes para que un grupo se integre, solamente que asista al menos a tres reuniones para que pueda constatar que esté es el foro que realmente corresponde a sus expectativas. De ser así, se manda una carta formal de la institución expresando su interés por formar parte de la alianza. Desde su creación se han agregado nuevas organizaciones y fortaleciendo las actividades del Comité Ejecutivo. Sin embargo, desde sus inicios cada una de las organizaciones que lo integran han asumido responsabilidades específicas para lograr las metas del corredor, y se han implementado planes de trabajo anuales (Canet-Desanti, 2007).

Cuando se consolida la alianza y se forma el Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva, se decide utilizar a la “lapa verde” como la especie bandera del Corredor Biológico. Esta especie carismática goza de la simpatía de las personas, permitiendo atraer su atención sobre objetivos de conservación. Además, depende de un complejo conjunto de recursos alimentarios, por lo que la protección de su hábitat y recursos beneficia a una multitud de otras especies del bosque, ejerciendo así un efecto sombrilla.

Durante el año 2002 se cierra exitosamente una fase intensa del programa de monitoreo de la Lapa Verde con telemetría, el cual fue iniciado en 1994. Asimismo, el Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva dirige gran parte de sus esfuerzos hacia la creación de un área silvestre protegida de 51,855 ha en Maquenque, como prioridad para la consolidación del Corredor Biológico San Juan-La Selva (Monge *et al.*, 2002;

Chassot y Monge-Arias, 2006; Canet-Desanti, 2007). Por otra parte, las acciones tendientes a la conservación de la Lapa Verde y de sus espacios de conectividad adquieren una dimensión paisajística en el ámbito binacional. El proceso de colaboración entre Costa Rica y Nicaragua en el tema ambiental es el resultado de varios talleres para construir un modelo integrado que inició en los años ochenta con la iniciativa SI-A-PAZ (Sistema Internacional de Áreas Protegidas para la Paz). En los años 2000 y 2001, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo ha venido fomentando reuniones binacionales entre instituciones nicaragüenses y costarricenses, conformando una red de grupos de trabajo de los sectores ambientales, académicos, culturales y mediáticos.

A partir del 2001, el Corredor Biológico Mesoamericano apoya fuertemente experiencias de colaboración binacional, retomando los espacios de colaboración originados desde SI-A-PAZ. En este contexto, el Centro Científico Tropical (Costa Rica) y la Fundación del Río (Nicaragua) se acercan y deciden extender la labor realizada en Costa Rica en torno a la Lapa Verde en el territorio del sureste de Nicaragua, capitalizando sobre la experiencia del Centro Científico Tropical y adaptando sus componentes a la realidad nicaragüense. La experiencia binacional demuestra que las áreas protegidas de Nicaragua y Costa Rica mantienen un vínculo biológico y social evidente en la Cuenca del Río San Juan, siendo el 2002 el año de trabajo intenso para la consolidación de estos vínculos.

A mediados del 2002, se decide fortalecer la identificación de actores realizando acciones concretas y se realizan cuatro talleres sobre la biología y conservación de la lapa verde en Nicaragua. Este proceso de encuentros e intercambios binacionales conduce a la creación de la Comisión Binacional del Corredor Biológico El Castillo-San Juan-La Selva en noviembre 2002, la cual se integra por agencias de los gobiernos, municipios y organizaciones de la sociedad civil de ambos países, con el fin de articular las acciones binacionales que hasta la fecha se desarrollaban de manera aislada e informal (Chassot y Monge-Arias, 2008).

La posibilidad de adquirir terrenos para el propuesto Parque Nacional Maquenque provoca una especulación por el precio de la tierra en la zona. Como resultado de ello, se genera cierta fricción con los propietarios de los mismos. Sin embargo, en el año 2003 se publica el Decreto

31215-MINAE, el cual restringe el uso de los recursos naturales y establece los límites preliminares del propuesto Parque Nacional, haciendo más tensa la situación.

En ese marco de interacciones se constituye la Fundación Maquenque Bosques para la Humanidad, que la integran varios terratenientes de la región con el fin de participar en la gestión y manejo de la nueva área protegida. Basados en las recomendaciones de la Fundación Maquenque y de las municipalidades de Sarapiquí y de San Carlos, en el año 2004, se acuerda de forma consensuada entre los interesados renunciar a la propuesta de creación de parque nacional y solicitar en su defecto la creación de un área silvestre protegida con categoría de Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto (Chassot y Monge-Arias, 2006). En concordancia con este proceso, el Presidente de Costa Rica (Abel Pacheco de la Espriella) y el Ministro del Ambiente y Energía (Carlos Manuel Rodríguez) firman el Decreto 34215-MINAE de creación del Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque en mayo de 2005.

Las acciones que llevaron a un proyecto de investigación a convertirse en una estrategia binacional de conservación y en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto son reflejo de las tendencias predominantes en los modelos de gestión para políticas sociales. El Comité Ejecutivo está estructurado de manera multicéntrica, a manera de red interinstitucional que comprende diferentes actores, organizaciones o nódulos vinculados entre sí a partir del establecimiento y mantenimiento de objetivos comunes. Además, el Comité Ejecutivo presenta una dinámica gerencial compatible y adecuada. Sus acciones están orientadas a vincular estrechamente la gestión de políticas ecológicas con un territorio y una población específica.

De este proceso, un aspecto fundamental ha sido la inclusión de las comunidades en los espacios de concertación y de toma de decisión. El proceso ha contribuido a que las personas se apropien de la iniciativa, favoreciendo su éxito. Otras características ventajosas de esta red de gestión son la inclusión y pluralidad de actores, mediante la incorporación de organizaciones pequeñas y cercanas al origen de los problemas. Además, se posibilita una mayor movilización de recursos y una amplia diversidad de opiniones, ya que la participación de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales ha permitido una presencia pública sin crear estructuras burocráticas. Finalmente, se trata de una alianza horizontal en la cual los participantes mantienen su autonomía y han sido partícipes del establecimiento de sus

metas. Esto genera mayor compromiso y responsabilidad para el cumplimiento de los objetivos de conservación y sostenibilidad.

Bases estratégicas del Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva

Las bases estratégicas del Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva contienen las orientaciones más generales del plan e indican los retos esperados en el largo plazo y la visión ideal que guiará el trabajo de la organización.

El propósito del Corredor Biológico San Juan-La Selva (CBSS) es “restablecer la conectividad ecológica entre el sureste de Nicaragua y la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica, para el beneficio de las actuales y futuras generaciones” (CE-CBSS, 2003). Su visión es que dicho Corredor sea una unidad territorial donde se ha detenido el proceso de fragmentación del ecosistema y se evidencia la recuperación de las áreas naturales y de las poblaciones de especies en vías de extinción, contribuyendo con el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades. Los impactos futuros ideales que busca el Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva son (CE-CBSS, 2003):

1. Restablecimiento de la conectividad ecológica entre el sureste de Nicaragua y la Cordillera Volcánica Central en Costa Rica.
2. Aumento de los índices de biodiversidad.
3. Establecimiento y consolidación del área protegida Maquenque.
4. Consolidación de las áreas silvestres protegidas dentro del CBSS.
5. Logro del ordenamiento territorial del CBSS a partir de la capacidad de uso del suelo.
6. Trabajo del Comité Ejecutivo en todo el territorio del CBSS, incluyendo el ámbito binacional con Nicaragua.
7. Valoración positiva y protección de la vida silvestre por parte de la población del CBSS.
8. Acciones de conservación contribuyendo al desarrollo socioeconómico de las comunidades ubicadas en el CBSS.
9. Reconocimiento a nivel local, nacional e internacional del CBSS como modelo de conservación.

El Comité Ejecutivo defiende algunos valores impulsores que contribuyen al alcance de las metas (CE-CBSS, 2003):

1. La Lapa Verde es la especie bandera y el orgullo del CBSS.
2. Se apoyan las actividades productivas sostenibles para cambiar los modelos de explotación de los recursos naturales.
3. Existen mecanismos de trabajo y de comunicación transparentes que promueven la armonía entre los actores e interesados del CBSS.
4. Funcionamiento del Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva

El Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva es una alianza que agrupa a 27 organizaciones de la sociedad civil y del Gobierno de Costa Rica, de las cuales cada una aporta su experiencia y tiempo de manera voluntaria, con un objetivo común. La principal meta de este Comité es dar seguimiento a la primera fase de implementación del Corredor iniciada en 1999 por parte del Corredor Biológico Mesoamericano-Sección Costa Rica con la colaboración de ABAS (Chassot *et al.*, 2005).

La coordinación del Comité está a cargo de dos técnicos del Centro Científico Tropical especialistas en manejo de recursos naturales. Las necesidades y los proyectos que implementa se aprueban por consenso en el seno de la alianza durante sus sesiones ordinarias. En la medida de lo posible, el Comité Ejecutivo se reúne una vez al mes, diez veces al año (por lo general omiten enero y algún otro mes en el cual se juntan varias actividades del mismo). Se utiliza un plan estratégico como base para presentar propuestas de financiamiento a diferentes donantes, haciendo que la disponibilidad de capital financiero sea limitada y, por lo general, fluctuante. Además, la participación voluntaria favorece las complicaciones a la hora de implementar los proyectos. En la actualidad, el Centro Científico Tropical contribuye con buena parte de los salarios de la Coordinación, facilidades de oficina (papelera, equipo de computo, teléfono, acceso a Internet, servicio de mensajería, agencia de comunicación mediática), viáticos y transporte, que le dan una estructura un poco centralizada a la gestión del Corredor. Sin embargo, cada organización miembro del Comité tiene asignada una serie de responsabilidades específicas y forma parte de distintas sub-comisiones que orientan sus acciones hacia temáticas específicas (, elaboración de propuestas de financiamiento, investigación y monitoreo).

Lecciones aprendidas

La historia de este Corredor Biológico, con una amplia influencia sobre el desarrollo de la zona norte de Costa Rica, ha dejado valiosas lecciones aprendidas. Estos aportes al conocimiento de la gestión y coordinación de estrategias de conservación son compartidos con otras experiencias de corredores biológicos en Costa Rica. Gracias al Programa Nacional de Corredores Biológicos estas diferentes estrategias de manejo del paisaje cuentan con espacios de intercambio de experiencias. Los diferentes comités y comisiones locales pueden acceder a asesorías técnicas de diferentes expertos en el tema de gestión y coordinación de corredores biológicos.

Desde sus inicios, el Corredor Biológico San Juan-La Selva ha invertido gran parte de sus recursos en levantar una base científica sólida que respalde y justifique las diferentes acciones implementadas. Por medio de la información científica generada y difundida por el Proyecto de Investigación y Conservación de la Lapa Verde, se ha logrado una incidencia política a diferentes niveles. Una de las lecciones importantes ha sido la aplicación de políticas ambientales que favorezcan los procesos de descentralización, buscando una gobernabilidad local que pueda responder a las necesidades regionales. Asimismo, la inclusión de actores locales provenientes de diferentes sectores de la comunidad ha favorecido la participación en los procesos de toma de decisiones. El resultado es una cohesión social que parte de una identidad cultural compartida.

El largo e intenso proceso de formación ambiental, apoyado por campañas de educación, divulgación de la información, eventos culturales y otras actividades ha logrado que las diferentes comunidades habitantes del Corredor Biológico se identifiquen con la conservación de la “lapa verde”. Incluso, la participación directa y activa de la comunidad (por ejemplo, Red de Niños Monitores) en el proceso de investigación y conservación favorece el empoderamiento de la comunidad en torno a la conservación y protección de los recursos naturales. Por lo tanto, estas inversiones directas en capital humano fortalecen valores culturales que trascienden a nivel social, con ideales compartidos alrededor de un concepto ambiental.

Este concepto de Corredor Biológico para promover la conservación de la “lapa verde” ha probado ser un buen modelo de gestión para los recursos naturales y el manejo de un paisaje. Como parte de su éxito, es importante

resaltar que la implementación de esta estrategia se ha realizado con transparencia institucional (en el manejo de recursos financieros y de la información), se ha fortalecido con una base científica sólida, y se ha mantenido abierta con una amplia inclusión comunitaria local por cercanía al origen de los problemas. Esto ha generado una confianza institucional que ha permitido que la alianza crezca con el paso de los años. Sin embargo, la coordinación de esta estrategia de conservación no se podría llevar a cabo sin una infraestructura básica que permita la ejecución de algunas actividades. Si bien el Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva se apoya principalmente en su capital social para desarrollar sus actividades cotidianas de gestión, la coordinación de estos eventos necesita de un espacio físico. Una oficina con las facilidades de comunicación y los materiales que la conforman son esenciales para el funcionamiento de este tipo de procesos. De la misma manera, la sostenibilidad financiera de las actividades de coordinación debe ser asegurada desde el inicio de la estrategia de conservación. Aunque se trate de procesos comunitarios basados en la buena voluntad de las personas, también son procesos que buscan crear espacios de trabajo. Además, el tiempo y esfuerzo de esta ardua labor debe ser recompensada de alguna manera.

Algunas lecciones aprendidas son también requisitos indispensables para el funcionamiento óptimo del Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva:

Manejo adaptativo y abordaje multidisciplinar: la flexibilidad y versatilidad del Comité Ejecutivo en saber abordar temas distintos de acuerdo con las condiciones que el momento le ha permitido alcanzar mediante la habilidad de poder reaccionar de forma rápida y eficiente frente a los continuos desafíos de la biología de la conservación.

Gestión horizontal, con participación abierta e igualitaria: una alianza con igualdad de condiciones y las mismas oportunidades de participación y de poder expresarse sin temor y en total libertad han convertido al Comité Ejecutivo en una plataforma donde interactúan organizaciones de distintos horizontes y sectores, con competencias y habilidades diferentes y complementarias, sin importar el grado de experiencia de cada una de ellas.

Transparencia en el manejo de los fondos y de la información: el manejo transparente total de los fondos y de la información generada por el Comité Ejecutivo ha sido fundamental en desarrollar una imagen de intachable ética y honestidad. Por medio de una ayuda de memoria publicada y enviada a miembros e interesados, se detallan

los gastos de los proyectos incluyendo todas las partidas presupuestarias tales como salarios y gastos de viáticos. El Comité Ejecutivo ha resistido a los ataques del tiempo gracias a su consistencia y su dedicación en divulgar toda la información y compartir créditos con todos los miembros y socios de la alianza.

Toma de decisión consensuada: En cerca de 80 reuniones mensuales del Comité Ejecutivo, se han tomado absolutamente todos los acuerdos de forma totalmente consensuada, utilizando un modelo en el cual prevalece la exposición clara de los puntos de vista (a veces contrarios) y un análisis colectivo que lleva a encontrar el consenso por medio de un acuerdo unánime. Este *modus operandi* ha permitido seguir una vía media y fortalece la imagen del Comité Ejecutivo, ya que prueba ser una plataforma en la cual todas las organizaciones y sectores pueden presentar su punto de vista.

Liderazgo, seguimiento, compromiso, ética y mística de la coordinación: la figura de la Coordinación es esencial para mantener la alianza funcionando; adquiere un compromiso moral con la iniciativa que va más allá de las posibilidades de generar proyectos y beneficios institucionales o personales.

LITERATURA CITADA

- Canet-Desanti, L. 2007. Herramientas para el diseño, gestión y monitoreo de corredores biológicos de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- Centro Científico Tropical (CCT). 2001. El Corredor Biológico San Juan-La Selva: un proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano para la conservación de la lapa verde y su hábitat. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 39 p.
- Chassot, O. y G. Monge-Arias. 2002. Corredor Biológico San Juan-La Selva: ficha técnica. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 80 p.
- Chassot, O. y G. Monge-Arias. 2006. Plan de manejo del Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque, 2006-2010. Resumen para el usuario. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Centro Científico Tropical. Ciudad Quesada, Costa Rica. 63 p.
- Chassot, O. y G. Monge-Arias. 2008. Experiencia binacional para la conservación de la Lapa Verde, Nicaragua-Costa Rica, 2000 - 2008. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 117 p.
- Chassot, O., G. Monge-Arias, G. V. N. Powell, P. Wright y S. Palminteri. 2005. Corredor Biológico San Juan-La Selva, Costa Rica: un proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano para la conservación de la Lapa Verde y su entorno. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 98 p.
- Chassot, O., G. Monge-Arias y G. Powell. 2009. Biología de la conservación de la Lapa Verde (1994-2009), 15 años de experiencias. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 12 p.
- Chassot, O., G. Monge-Arias, G. Powell, S. Palminteri, U. Alemán, P. Wright y K. Adamek. 2001. Lapa verde, víctima del manejo forestal insostenible. Ciencias Ambientales 21: 60-69.
- Comité Ejecutivo del Corredor Biológico San Juan-La Selva (CE-CBSS). 2003. Plan estratégico institucional. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 44 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1999. State of the world's forest

Asimismo, la credibilidad de la Coordinación crece con el paso del tiempo.

Eficiencia en la inversión financiera: los recursos financieros y humanos siendo limitados, son imprescindibles para que exista un manejo eficiente y sabio de las inversiones, con el fin de maximizar los fondos disponibles. En muchas ocasiones, el Comité Ejecutivo ha realizado trabajos propios y generado la información necesaria que en muchos casos se hubieran producido por medio de consultorías externas costosas.

Investigación aplicada como base para la gestión: la investigación generada en el territorio del Corredor debe ser utilizada por el CE-CBSS cuando es aplicada a la gestión de los recursos naturales y genere aportes en los procesos de ordenamiento territorial.

Estos elementos han contribuido a fomentar una cultura organizacional única que ha servido de modelo para otras iniciativas similares en Costa Rica y en Mesoamérica, por lo que es necesario el realizar gestiones para establecer prioridades en la conservación de áreas naturales protegidas.

1999. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 135 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2007. Situación de los bosques del mundo 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 140 p.
- Monge, G., O. Chassot, R. López y H. Chaves-Kiel. 2002. Justificación biológica para la creación del propuesto Parque Nacional Maquenque. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 50 p.
- Powell, G. V. N., P. Wright, U. Alemán, C. Guindon, S. Palminteri y R. Bjork. 1999. Resultados y recomendaciones para la conservación de la lapa verde (*Ara ambiguus*) en Costa Rica. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 39 p.
- Sánchez-Azofeifa, A., G. Daily, A. Pfaff y C. Busch. 2002. Integrity and isolation of Costa Rica's national parks and biological reserves: examining the dynamics of land-cover change. *Biological Conservation* 109: 123-135.
- Solís, V., I. Ayales y M. Hidalgo. 2002. Democracia y gobernabilidad en la gestión ambiental, aprendizaje desde la Comisión Nacional Lapa Verde. Coopesolidar. San José, Costa Rica. 42 p.
- Stiles, F. y A. Skutch. 1989. A guide of the birds of Costa Rica. Cornell University Press. New York. 580 p.
- Watson, V., S. Cervantes, C. Castro, L. Mora, M. Solís, I. Porras y B. Cornejo. 1998. Abriendo espacio para una mejor actividad forestal. Políticas exitosas para los bosques y la gente. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 114 p.

NOTA CIENTÍFICA

IMPORTANCIA AMBIENTAL Y SOCIAL DEL CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO EN MÉXICO

ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPORTANCE OF THE MESOAMERICAN BIOLOGICAL CORRIDOR IN MEXICO

***Pedro Álvarez-Icaza Longoria y Martha Ileana Rosas Hernández**

Director General y Coordinadora de Asuntos Internacionales, respectivamente, del Corredor Biológico Mesoamericano-México (CBMM), programa dependiente de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) de México. Liga Periférico-Insurgentes Sur, Núm. 4903, Col. Parques del Pedregal, Delegación Tlalpan. C. P. 14010, México, Distrito Federal

*Autor de correspondencia: pedroalvarez@cbmm.gob.mx

Fecha de recepción: 7 de abril de 2010 - Fecha de aceptado: 10 de octubre de 2010

RESUMEN. El artículo ofrece un breve recuento histórico del Corredor Biológico Mesoamericano en la región y, especialmente en México (CBM-M). El objetivo es presentar de manera breve y puntual algunos logros alcanzados para este Corredor en México, en la consolidación de políticas públicas para el desarrollo sustentable. Para ello se expone el Proyecto Desarrollo Rural Sustentable para la Región de Marqués de Comillas, Chiapas, cuyos ejes parten de la convicción de que la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad no es posible si no se trabaja al mismo tiempo en reducir la pobreza y en fortalecer la viabilidad económica de las poblaciones rurales en un marco de transversalidad de políticas y acciones públicas. Como conclusión, se incluyen algunas reflexiones sobre el futuro del Corredor Biológico Mesoamericano en México y en la región mesoamericana. La importancia del artículo reside en que, a nueve años de iniciadas las actividades, se puede concluir que las acciones del CBM-M han demostrado que los corredores biológicos son herramientas útiles de manejo sostenible del territorio para la conservación de la biodiversidad y, sobre todo, que es posible conciliar el cuidado de la naturaleza con el desarrollo económico sostenible de sus pobladores, lo que abre una puerta para replicar la experiencia en otros espacios de México y la región mesoamericana.

Palabras clave: corredores biológicos, políticas públicas, conservación, desarrollo sostenido.

ABSTRACT. This article offers a brief historical account of the origin of the Mesoamerican Biological Corridor in the region, and especially in Mexico (M-MBC). The objective is to present briefly some accomplishments of this Corridor in Mexico (M-MBC) in strengthening public policies for sustainable development in the region. As an example, the article focuses on the Sustainable Rural Development Project for the Region of Marqués de Comillas, Chiapas, based on the conviction that the conservation of ecosystems and their biodiversity is not possible without working simultaneously on the reduction of poverty and strengthening the economic viability of rural populations within a framework of policy mainstreaming and public action. The conclusion includes some reflections on the future of the Mesoamerican Biological Corridor in Mexico and Mesoamerican region. The significance of the article resides in that it can be concluded that the activities of M-MBC, which started nine years ago, have shown that biological corridors are useful tools for sustainable land use, for biodiversity conservation and, above all, it is possible to reconcile conservation with sustainable economic development, opening the opportunity to replicate the experience in other areas of Mexico and Mesoamerica.

Key words: biological corridors, public policies, conservation, sustainable development.

Un acercamiento a la problemática de la región

Los indicadores socioeconómicos y ambientales en Mesoamérica son alarmantes, en los países de la región se pierden 44 hectáreas de bosque cada hora debido al crecimiento de la red carretera, la industria maderera, la ampliación de la frontera agrícola y el uso de leña como combustible, práctica que subsiste en más de 60% de los hogares. Aproximadamente el 80% de las aguas negras de la región son vertidas a los ríos y otros cuerpos de agua sin tratamiento alguno. Además, en las selvas tropicales de México, los ecosistemas terrestres que han sufrido las mayores transformaciones antropogénicas, sólo el 17% manifiestan actualmente un grado de conservación y de estructura similares al de la selva intacta (CCAD, 2006; Eccardi, 2008).

Las causas de esta problemática son complejas y diversas como la pobreza ubicua, consecuencia de modelos intensivos y arcaicos de producción que generan espejismos al cosechar dinero para unos pocos y producir para muchos los indeseables y bastante reales efectos del cambio de uso de suelo, la deforestación y la contaminación de las fuentes hídricas, entre otras.

Mesoamérica es una de las regiones más vulnerables a los efectos del cambio climático por la condición estrecha de su territorio y su exposición a las corrientes del Pacífico y el Atlántico. Ciudades mal o nulamente planificadas sufren el azote frecuente de fenómenos meteorológicos extremos, como los huracanes Paulina (1997), Mitch, (1998), Wilma (2005), Stan (2006), Dean y Félix (2007), por mencionar algunos de los más recientes y devastadores. Estos fenómenos, si bien siempre han existido, en los últimos años parecen haber aumentado en frecuencia e intensidad debido al cambio climático mundial (Magaña, 2004).

Mesoamérica se caracteriza también por su diversidad cultural y complejidad social, con más de 50 pueblos indígenas con sus propias lenguas, respectivos usos y costumbres, y prácticas culturales (que incluyen las del manejo de la biodiversidad). Dicha complejidad también se refleja en las estructuras sociales, los procesos de organización y el nivel de participación social (Navarrete, 2008)

A primera vista, el panorama del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) a nivel regional, se antoja oscuro y paralizante. No obstante, hay mucho que hacer y las esperanzas son grandes. La organización de la sociedad civil

se multiplica y se consolida la iniciativa intergubernamental para la conservación más importante de la región que es también una de las más relevantes a nivel mundial por su avanzado nivel de integración, por su extensión, su riqueza y su diversidad biológica.

El CBM surgió como una iniciativa de carácter regional que incluye en su territorio a ocho países: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá. En total, su área aproximada es de 769,000 kilómetros cuadrados, que corresponde al 0.5% del territorio mundial, además posee las cifras de diversidad y endemismo biológico más elevadas del planeta; la segunda barrera coralina más grande del mundo -el Sistema Arrecifal Mesoamericano, compartido con México, Belice, Guatemala y Honduras, en el Mar Caribe, con una longitud de más de mil kilómetros-; y la segunda masa forestal tropical más extensa en América después del Amazonas (CCAD-PNUD-GEF, 2002).

Con cerca del 30% del territorio de la región centroamericana, el CBM tiene como objetivos conectar, más allá de las fronteras políticas, distintos espacios naturales -hasta el momento incluye a más de 420 áreas protegidas-, para contribuir activamente en la solución de algunos de los problemas ambientales que afectan a la región, y colaborar en el ordenamiento y la coordinación de políticas públicas para el desarrollo sostenible. De esta manera, el CBM constituye un complemento a los esfuerzos de conservación y protección de la biodiversidad, de la mano con el establecimiento de áreas naturales protegidas.

A continuación se presenta información sobre el origen de esta iniciativa regional y sobre el contexto institucional y geográfico en el que se desarrolla en México. También se resumen algunos de los logros alcanzados por este Corredor en México (CBM-M) y se expone detalladamente un proyecto digno de resaltarse en el marco de las acciones llevadas a cabo por México: el Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable para la Región de Marqués de Comillas, Chiapas, cuyos ejes parten de la convicción de que la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad no es posible si no se trabaja al mismo tiempo en reducir la pobreza y en fortalecer la viabilidad económica de las poblaciones rurales en un marco de coadyuvancia y transversalidad de políticas y acciones públicas. Para finalizar, se incluyen algunas reflexiones sobre el futuro del CBM en México y en la región mesoamericana.

Breve historia del Corredor Biológico Mesoamericano-México

En 1994, el esfuerzo regional de conservación de tierras silvestres generado por un grupo de organizaciones ecologistas internacionales (la Caribbean Conservation Corporation y la Wildlife Conservation Society, entre otras), desembocó en la creación del proyecto *Paseo Pantera*, que considero conservar la biodiversidad mediante la protección de áreas desde el sur de México hasta Panamá. A la luz de tal proyecto, se sopesó la viabilidad de la propuesta para establecer dicho Corredor, que fue la base para que en 1997, y en el marco de la XIX Cumbre de Presidentes Centroamericanos celebrada en la ciudad de Panamá, Panamá, se firmara una declaratoria conjunta que definió al CBM (CONABIO, 2003) de la siguiente manera:

El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) es un sistema de ordenamiento territorial, compuesto de áreas naturales bajo regímenes de administración especial, zonas núcleo, de amortiguamiento, de usos múltiples y áreas de interconexión, organizado y consolidado que brinda un conjunto de bienes y servicios ambientales a la sociedad centroamericana y mundial, proporcionando los espacios de concertación social para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de los recursos.

Previamente, México firmó en el año 1995 con la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) la Declaración Conjunta México-Centroamérica con el fin de impulsar, consolidar e instrumentar políticas que promovieran el desarrollo sostenible, la conservación y el uso racional de los recursos naturales y la protección del entorno ecológico de la región, así como privilegiar la asociación con los países centroamericanos. En 1996, en la II Cumbre de Jefes de Estado y de Gobierno del Mecanismo de Diálogo y Concertación de Tuxtla (Mecanismo de Tuxtla), en San José, Costa Rica, se suscribió el Plan de Acción que establecía las acciones de cooperación regional a emprender. Entre ellas estaban las de armonizar las políticas ambientales y promover el establecimiento del CBM, desde el sur de la cordillera neovolcánica de México hasta Panamá.

La primera etapa del CBM se pactó en San Salvador, en 1998, en la III Cumbre del Mecanismo de Tuxtla. El liderazgo en la implementación de este Corredor como plataforma multinacional de desarrollo sostenible regional lo tienen la CCAD y el gobierno de México, con el apoyo de la cooperación internacional. Para el funcionamiento

de dicho Corredor a nivel regional, la CCAD funcionó como la agencia ejecutora y es la principal contraparte regional en Centroamérica. Sus organizaciones de base son las autoridades nacionales de medio ambiente, bosques y áreas protegidas de los ocho países de la región. Con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), el proyecto CBM funcionó en Centroamérica de 1999 a 2006, y en México inició en 2002 y concluyó en 2009.

En México, hasta el año 2009 el financiamiento se canalizaba por medio del Banco Mundial y la agencia ejecutora era la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (DOF, 1992). Para su operación interna, el Corredor Biológico Mesoamericano en México (CBM-M) cuenta con una unidad técnica nacional y con unidades técnicas regionales para la Península de Yucatán y el estado de Chiapas. Además, para implementar y revisar el cumplimiento de los planes operativos anuales, tiene un consejo nacional y cuatro consejos estatales integrados por diferentes sectores de la sociedad.

Además de las dependencias del sector ambiental, colaboran con esta iniciativa los gobiernos estatales y municipales, los organismos no gubernamentales, las organizaciones de productores, la iniciativa privada, las instituciones académicas y también la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Secretaría de Educación Pública (SEP), la Secretaría de la Reforma Agraria (SRA) y la Secretaría de Salud (SSA).

En este marco de colaboración interinstitucional es importante señalar que en el año 2007 la SEMARNAT y la SAGARPA firmaron el convenio "Sustentabilidad Ambiental para el Corredor Biológico Mesoamericano en México", en el que se establecen las bases para realizar acciones conjuntas a favor de la inducción del manejo sostenible de los recursos naturales en las zonas de baja producción agropecuaria en áreas con valor de conectores biológicos en ecosistemas naturales y poco alterados en municipios de los estados en los que trabaja el CBM-M.

Con este convenio, el gobierno de México dio un paso muy importante para enfrentar los procesos de cambio de uso de suelo que aquejan la zona, estrategia acompañada

de un conjunto de estímulos a los dueños de terrenos forestales dedicados al manejo y uso sostenible del bosque. Dichas Secretarías se comprometieron a lo siguiente:

1. Desarrollar acciones tendientes a limitar el crecimiento de la frontera agropecuaria, con la promoción de la participación de otras dependencias del gobierno federal y los gobiernos estatales, así como del sector social y privado.
2. Incluir en sus programas reglas que eviten el cambio de uso de suelo.
3. Acordar criterios ambientales que incluyan buenas prácticas productivas para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad.
4. Participar en los consejos estatales, distritales y municipales para el desarrollo rural sustentable.
5. Promover conjuntamente las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) en vinculación con la Unión de Ganaderos Diversificados en los lugares establecidos de común acuerdo.
6. Compartir capacidades operativas e intercambiar información.
7. Establecer apoyos para la innovación y la adaptación tecnológica, y
8. Apoyar la comercialización de productos orgánicos a través de mecanismos de certificación y de promoción, tanto en México como en el extranjero.
9. Presencia del Corredor Biológico Mesoamericano en México

La iniciativa del Corredor Biológico Mesoamericano-México (CBM-M) busca la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en corredores biológicos localizados en el sureste del país, además de promover el uso de criterios de conservación en el gasto público, la planificación local y las políticas de desarrollo.

El CBM-M opera desde el año 2002 en los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán. Desde agosto del año 2008, Tabasco, estado que alberga el 50% de los humedales y el 10% de los manglares del país (CONABIO, 2008), se integró a esta iniciativa. Cabe señalar que los estados de Oaxaca y Guerrero, también de capital importancia por su biodiversidad y rezago social, se integrarán próximamente al CBM-M.

El territorio de los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán, donde opera el CBM-M, representa en conjunto el 12% del territorio nacional y tiene importancia estratégica para la seguridad alimentaria del país, ya que hospeda a los parientes silvestres de cultivos esenciales, como el maíz, el cacao y el frijol, entre otros.

Además, con base en la gran extensión de bosques y selvas del sur y sureste del país, México ocupa el primer lugar mundial en especies de pinos y encinos, segundo en reptiles y tercero en mamíferos, y contribuye con el 25% de la masa forestal total del CBM. Aunado a ello, la riqueza y la diversidad biológicas del CBM-M son extraordinarias, porque existen en la región 2,941 especies de plantas y 22 especies de aves endémicas, destacando entre ellas la codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*) y el colibrí cola hendida (*Doricha eliza*) (CONABIO, 2008).

Como se aprecia en la Tabla 1, en los estados que integran el CBM-M habitan cerca de 10 millones de habitantes, cerca del 10% de la población de México. De acuerdo con el censo del año 2000 y el Censo de Población y Vivienda del 2005, el crecimiento demográfico de la región en 10 años fue del 24%, mientras que en el ámbito nacional fue de 14%.

De los corredores biológicos presentes en el CBM-M, dos están en Chiapas, tres en la Península de Yucatán y otros tres en Tabasco. En Chiapas, el primer Corredor conecta las Reservas de la Biosfera El Triunfo y La Sepultura con la de El Ocote a través de la Sierra Madre del Sur; el segundo conecta la Selva Lacandona con El Ocote y pasa por la zona zoque. En la Península de Yucatán, un Corredor en la costa norte une las Reservas de la Biosfera Celes Tún y Ría Lagartos; otros dos corredores unen las Reservas de la Biosfera de Calakmul y Sian Ka'an, en los estados de Campeche y Quintana Roo. En Tabasco, se definieron tres corredores, uno de ellos vincula la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla con las Áreas Naturales Protegidas Laguna de Términos y Cañón del Usumacinta.

La superficie total aproximada de estos ocho corredores es de 8.2 millones de hectáreas (sin incluir la superficie marina), la extensión total de cada uno de ellos y la de las áreas naturales protegidas se indican en la Tabla 2.

El proyecto consta de tres componentes y seis indicadores básicos, en los cuales se enmarca el trabajo y se miden los resultados logrados por el CBM-M a lo largo de su trayectoria (Tabla 3).

Tabla 1. Cifras poblacionales de los estados mexicanos que integran el Corredor Biológico Mesoamericano-México.

ESTADO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN INDÍGENA	SUPERFICIE (KM ²)	DENSIDAD (HABITANTES/KM ²)
Campeche	754,730	174,853	50,812	14.9
Chiapas	4'293,459	1'261,752	74,211	57.9
Quintana Roo	1'135,309	342,572	50,212	22.6
Tabasco	1'989,969	101,581	80,148	24.8
Yucatán	1'818,948	966,787	38,402	47.4
TOTAL	9'992,415	2'847,545	293,785	34.0
NACIONAL	103'263,388	9'854,301	1'964,375	52.6

*FUENTES: Navarrete (2008) e INEGI (2010).

Estos componentes de acuerdo con Ramírez (2003) incluyen lo siguiente:

1. Diseño y monitoreo de corredores. Se refiere principalmente a aspectos de ordenamiento espacial y ecológico y a la definición de prioridades en las áreas de importancia para la conservación y el uso sostenible con la participación de la población.
2. Integración de los criterios de conservación de corredores en los programas de desarrollo. Se busca fortalecer la visión ambiental en planes y programas de desarrollo de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) para contribuir a la integración de criterios de conservación de la biodiversidad, ordenamiento ecológico y uso sostenible de los recursos naturales.
3. Uso sostenible de los recursos. Se refiere al desarrollo de un enfoque integral que promueva prácticas de uso racional y sostenible de la biodiversidad en los corredores.

El Corredor Biológico Mesoamericano en México ha operado con una estructura compacta, pero con el apoyo de una red de organizaciones de la sociedad civil, instituciones académicas y centros de investigación, gobiernos estatales y municipales, y empresas consultoras. Desde su establecimiento, este Corredor ha contribuido a la movilización de recursos financieros, de los que ha aportado únicamente el 9.3% (SEMARNAT-CONABIO-GEF, 2009), es decir, el CBM-M ha servido de catalizador de la inversión hacia la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en la región en la que opera.

Con estos recursos ha financiado cerca de 200 consultorías para estudios técnicos, programas de comunicación, asesoría técnica y capacitación, formulación de planes

y proyectos comunitarios participativos, diagnósticos, monitoreo y evaluación. Asimismo, ha desarrollado alrededor de 150 proyectos para el manejo directo de recursos y la conservación del medio ambiente, destacando entre ellos los siguientes: de agrodiversidad, apicultura, cafecultura, ecoturismo, forestería y agroforestería, manejo de biodiversidad y vida silvestre, mantenimiento de ecosistemas y producción artesanal, entre otros. También ha ofrecido asesoría técnica, capacitación y financiamiento directamente a más de 550 comunidades rurales e indígenas (SEMARNAT-CONABIO-GEF, 2009), lo que ha favorecido su desarrollo económico mediante el uso sostenible de los recursos naturales.

Se ha fomentado la conectividad con acciones que promueven la estabilización de la cobertura de ecosistemas remanentes (mecanismos de conservación diversos como ordenamientos, reservas comunitarias, etc.), e impulsar el manejo sostenible en áreas pobladas y la restauración de áreas críticas deterioradas.

Se ha dado mayor énfasis también, en la planeación participativa. Ejemplo de ello son los trabajos relacionados con el ordenamiento territorial en la Península de Yucatán: a) Desarrollo e implementación de planes piloto de buen manejo apícola, vinculados al ordenamiento apícola y monitoreo de la calidad de miel en los corredores de Quintana Roo y sus áreas de influencia; b) Programa de ordenamiento ecológico del territorio de Yucatán; c) Ordenamiento ecológico territorial e identificación de proyectos prioritarios de manejo sostenible en las comunidades de X-Hazil y Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo; y d) Creación de bases para el ordenamiento ecológico regional participativo en La Montaña, Campeche.

Destaca también que, gracias al financiamiento del CBM-M, miles de productores cafetaleros, apícolas,

Tabla 2. Datos de los corredores biológicos y áreas protegidas que integran el Corredor Biológico Mesoamericano-México.

ESTADO	CORREDORES BIOLÓGICOS	SUPERFICIE (HA) ¹	ÁREAS PROTEGIDAS	SUPERFICIE (HA) ²
Campeche	1. Calakmul-Sian Ka'an	1'462,858.39	1.1. Reserva de la Biósfera Calakmul	722,814
			1.2. Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax ³	128,390
Chiapas	2. Selva Maya-Zoque	2'000,588.38	2.1. Reserva Integral de la Biósfera Montes Azules	327,639
			2.2. Reserva de la Biósfera Lacan-Tun	62,949
			2.3. Monumento Natural Bonampak	4,357
			2.4. Área de Protección de Flora y Fauna Chan-Kin	12,182
			2.5. Monumento Natural Yaxchilán	2,632
			2.6. Área de Protección de Flora y Fauna Naha	3,845
			2.7. Área de Protección de Flora y Fauna Metzabok	3,369
			2.8. Área de Protección de Flora y Fauna Cascada de Agua Azul	2,316
			2.9. Reserva de la Biósfera Selva El Ocote	101,289
			2.10. Reserva de la Biósfera La Sepultura ³	167,310
Quintana Roo	3. Sierra Madre del Sur	773,872.16	3.1. Reserva de la Biósfera La Sepultura ³	167,310
			3.2. Reserva de la Biósfera El Triunfo	119,183
			3.3. Reserva de la Biósfera La Encrucijada	144,872
			3.4. Reserva de la Biósfera Volcán Tacaná	6,378
Quintana Roo	4. Sian Ka'an-Calakmul	1'354,408.55	4.1. Reserva de la Biósfera Sian Ka'an	527,966
			4.2. Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax ³	128,390
			4.3. Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil	89,081
Yucatán	5a. Costa Norte de Yucatán (terrestre)	1'178,997.94	5.1. Reserva de la Biósfera Ría Celestún	81,481
	5b. Costa Norte de Yucatán (marina)	448,798.69	5.2. Reserva de la Biósfera Ría Lagartos	60,348
			5.3. Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam	153,952
			5.4. Parque Nacional Isla Contoy	5,125
			5.5. Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc	8,621
Tabasco⁴	6. Chontalpa	693,026.98		
	7. Ríos	378,701.85	7.1. Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla	302,707
			7.2. Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos	705,017
			7.3. Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta	46,128
8. Sierra	330,822.39	8.1. Área certificada Rancho La Asunción (privada)	572 ⁵	

¹Superficie calculada con el programa ArcInfo ArcGIS ver. 9.2. Límites del CBM-M, 2007. Escala 1:250,000. Extraído de la consultoría CBM-M/UTN/2A/018/2006 "Edición y manejo de cartografía y bases de datos biológicas del Corredor Biológico Mesoamericano-México". Fuente: CONABIO (2007), <http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/lim2007>.

²La superficie fue obtenida de la página web de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (www.conanp.gob.mx/sig/index.htm); fecha de consulta: 11 de enero de 2010.

³Estas áreas protegidas están repetidas porque son la unión entre dos corredores.

⁴Los corredores de Tabasco se definieron a partir del trabajo conjunto entre la Dirección Técnica de Análisis y Prioridades y la Subdirección de Sistemas de Información Geográfica de la CONABIO. La superficie fue calculada con el programa ArcGIS ver. 9.2. Los datos de las áreas protegidas se obtuvieron a partir de la cobertura digital liberada el 29 de junio de 2009 por la CONANP.

⁵El área reportada fue calculada con un sistema de información geográfica por la CONANP.

Tabla 3. Componentes e indicadores básicos del Corredor Biológico Mesoamericano-México.

Componentes	1. Diseño y monitoreo de corredores
	2. Integración de los criterios de conservación de corredores en los programas de desarrollo
	3. Uso sostenible de los recursos biológicos
Indicadores básicos	1. Mejoramiento de la conectividad
	2. Impacto en reversión de la tasa de deforestación
	3. Impacto en acciones de adaptación al cambio climático
	4. Impacto en reorientación de las políticas públicas
	5. Mejoramiento en el nivel de vida de la población local
	6. Fortalecimiento de capacidades de las comunidades locales

forestales, chicleros, ganaderos y agrícolas ya utilizan abonos orgánicos, bancos vegetales de proteínas, cercas vivas, estufas ahorradoras de leña y manuales de observación de aves. Además, muchas comunidades y organizaciones de productores han obtenido certificados y sellos orgánicos que mejoran oportunidades de comercializar sus productos, e incluso les ha ayudado a ofertar servicios turísticos que se distinguen por promover la preservación del entorno natural.

Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable para la Región de Marqués de Comillas, Chiapas

Ante la crisis económica y la acelerada pérdida de biodiversidad a escala global y nacional, las zonas rurales se perfilan como verdaderas oportunidades para el desarrollo, siempre con la participación informada de sus habitantes, con pleno respeto a usos y costumbres de los pueblos indígenas ahí asentados y con la acción conjunta de todos los actores involucrados: los tres órdenes de gobierno, las comunidades y los ejidos, la iniciativa privada, las organizaciones de la sociedad civil y las instituciones académicas. Dichas zonas requieren y son propicias para impulsar proyectos novedosos con perspectiva ambiental. Es ahí donde se insertan las actividades de los corredores biológicos, y donde una estrategia nacional encuentra un terreno muy fértil. En este sentido, y como un ejemplo aleccionador de la aplicación de los componentes del CBM-M señalados arriba, se presentan algunos aspectos relevantes del Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable para la Región de Marqués de Comillas en Chiapas, México.

Se trata de una propuesta interinstitucional en la que convergen el gobierno federal (a través de la SAGARPA, la SEMARNAT y la CONABIO), el estatal y el municipal, además los núcleos agrarios y la sociedad civil. La misión del Proyecto es generar el desarrollo regional a través de

la conservación del patrimonio natural, el incremento sostenible de la productividad y, aunado siempre al fortalecimiento de las capacidades locales, el mejoramiento del bienestar social y comunitario (CONABIO, 2006).

Los alcances del proyecto buscan: a) estabilizar y conservar los ecosistemas naturales que existen en la cuenca del río Usumacinta (concretamente, alrededor de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, en el Corredor Selva Maya-Zoque); b) incrementar, bajo criterios de sustentabilidad ambiental, la productividad de la región; c) incentivar una adecuada ocupación del territorio y mejorar el acceso a los servicios; y d) fortalecer las capacidades locales para el desarrollo sostenible.

La superficie de estos municipios representa poco más del 18% del Corredor Biológico Selva Maya-Zoque. Los proyectos de inversión que se están aplicando son tres:

1. *Uso y manejo de recursos naturales para la producción primaria*, con los subproyectos Mejoramiento de traspatio; Sedentarización de la milpa: intensificación del tornamil (ciclo agrícola primavera-verano del maíz, el cual se cosecha regularmente en agosto); Introducción de árboles forrajeros y división de potreros; Restauración de potreros y mejoramiento de pastizales; y, Enriquecimiento de acahuals. Con ellos se espera fomentar la recuperación de la selva, con la eliminación del uso del fuego y las prácticas extensivas; así como promover la reconversión productiva hacia sistemas agroforestales y elevar la productividad de las distintas actividades agropecuarias que desarrollan las Unidades Económicas de Producción Campesina (UEPC).
2. *Activos para la producción*, con los subproyectos Equipamiento para reducir el uso de agroquímicos en

Tabla 4. Los municipios del proyecto en la región de Marqués de Comillas, Chiapas, en cifras*.

MUNICIPIO	SUPERFICIE (KM ²)	LOCALIDADES RURALES	LOCALIDADES URBANAS	POBLACIÓN INDÍGENA	POBLACIÓN TOTAL
Benemérito de las Américas	976	31	1	11,731	14,436
Maravilla Tenejapa	411	46	1	3,394	10,526
Marqués de Comillas	933	23	1	3,078	8,580
Ocosingo	8,617	1,002	5	101,617	146,696
TOTAL	10,937	1,101	8	119,820	180,238

*FUENTE: INEGI (2010).

la agricultura de riego; Estanquería para la producción de especies nativas; Infraestructura para la producción de semillas de abonos verdes; Infraestructura para el establecimiento de agricultura protegida para la producción de chile y verduras; Turismo de naturaleza; Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre; y, Viveros para la producción de árboles y arbustos. Con estos subproyectos se espera impulsar el desarrollo de cadenas productivas asociadas a innovaciones tecnológicas, que consoliden grupos de productores emprendedores dispuestos a apostar en proyectos alternativos, aprovechar los recursos naturales de forma sostenible y beneficiarse del potencial biológico y ambiental de la región con productos destinados al mercado verde.

3. *Capacitación*: de equipos técnicos para la elaboración y seguimiento de proyectos, para planeación territorial, para agroforestería, para manejo de suelos, para acuacultura y para restauración y manejo de vida silvestre; de grupos productivos para la elaboración de proyectos y sistemas de información; de comunidades, en comunicación popular y medio ambiente y desarrollo.

El modelo de operación del Proyecto está basado en la arraigada vida asamblearia, sinónimo de democracia y participación, de las comunidades y los ejidos del país, con lo que se garantiza la viabilidad del proyecto una vez que la población acepta participar. A grandes rasgos, la operación inicia con la capacitación de promotores de la propia comunidad, quienes explican el proyecto a las autoridades ejidales (comisario, secretario, tesorero y comité de vigilancia) y colocan carteles que difunden los componentes del programa. Se convoca a participar a grupos organizados, de mujeres y hombres, y se identifican los programas de gobierno y de otras instancias de interés para la comunidad. Se convoca a una asamblea comunitaria

informativa y se conforman grupos de trabajo. En nueva asamblea se suscribe el proyecto de inversión comunitario y, finalmente, se elabora el programa comunitario. De esta manera, existen acuerdos con las UEPC para mejorar los actuales sistemas productivos, reconvertir las actividades que provocan deterioro y acordar distintas formas de apropiación del territorio. La transformación de las UEPC a través de mejorar y reconvertir los sistemas productivos, permite transitar hacia el ordenamiento territorial de la comunidad y fortalecer los procesos de gestión territorial local.

El programa ha respondido a las expectativas de los beneficiarios, y las encuestas reflejan que desde su inicio empezaron a cambiar prácticas productivas en beneficio de la conservación y de estrategias productivas más sustentables (CEIBA y USAID, 2009). Además, los beneficiarios se reconocen como el agente principal de la conservación, si bien con el apoyo gubernamental, aceptan mayoritariamente que las selvas tendrán futuro sólo si se interviene y se hace algo para mantenerlas, y que los principales perjudicados del deterioro ambiental serían los propios campesinos (CEIBA-USAID, 2009). Entre otros logros, a fines del año 2009 existían 30 grupos de trabajo (en igual número de localidades) con proyectos de reconversión productiva y activos compatibles con la conservación; más de 1500 familias con proyectos de agroecología, y planes de negocios y proyectos funcionando para ocho organizaciones de productores.

Futuro del Corredor Biológico Mesoamericano en México

A casi nueve años de iniciado el Corredor Biológico Mesoamericano en México (CBM-M), se puede decir que se ha consolidado una nueva visión de los Corredores Biológicos. Se ha dado un paso conceptual más allá de la conectividad biológica y rumbo a la conectividad socioambiental y de integración regional de políticas públicas. Se ha demostrado que los Corredores Biológicos

son herramientas útiles de manejo sostenible del territorio para la conservación de la biodiversidad y, sobre todo, que es posible conciliar el cuidado de la naturaleza con el desarrollo económico sostenible de sus pobladores.

Asimismo, existen indicadores que evidencian la recuperación de los ecosistemas de la región, y los preceptos y objetivos del CBM-M han influido en las políticas públicas de uso del territorio, quizá no con la celeridad que se requiere pero sí de manera sostenida. Por ejemplo, se ha logrado incidir en el mejoramiento del nivel económico de la población local con ingresos directos a través de actividades alternativas como el ecoturismo, la elaboración de artesanías y el cultivo de hortalizas orgánicas y café de sombra; se ha confirmado el uso de Corredores remanentes con el monitoreo de especies indicadoras de salud de los ecosistemas y existen evidencias de moderación de la deforestación en las cañadas donde se cultiva café de sombra. No menos importante, se ha logrado mantener un mapeo regional y por Corredor del estado de la vegetación y los impactos de la intervención humana y de los fenómenos meteorológicos. En este sentido, el monitoreo es la herramienta poderosa para incidir en la toma de decisiones de política pública regional.

A partir del año 2009 comienza una nueva etapa para el CBM-M, ya que funciona con presupuesto aportado principalmente por el gobierno de México, que permitirá cumplir todos sus objetivos, entre ellos, el inicio de

operaciones en nuevos Corredores; la continuidad en el pago de servicios ambientales y del Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable para la región de Marqués de Comillas en Chiapas, y la promoción de la red de monitoreo ecológico multiescala. El camino por recorrer aún es vasto, pero se puede afirmar con toda certeza que los modelos que ha desarrollado el CBM-M en poco menos de dos lustros abren la puerta para replicar esta experiencia con muchas posibilidades de éxito en otros espacios de México y la región mesoamericana.

A escala regional, Mesoamérica enfrenta innumerables problemas y el compromiso con la conservación varía de un país a otro; no obstante, se cuenta con diversos mecanismos que facilitan el diálogo sobre asuntos ambientales entre los gobiernos de la región, mucho mejor que en otras eco regiones terrestres prioritarias en el mundo. Otros indicadores positivos son la visión compartida del Corredor Biológico Mesoamericano, los altos porcentajes de territorio que están dentro de áreas protegidas, la creación de varias instituciones nacionales para la investigación de la biodiversidad y la conservación, el valor comprobado de alternativas como el ecoturismo y los productos forestales no maderables, el interés y la participación ininterrumpida de diversas agencias de cooperación y organismos internacionales para la conservación, y el fomento de iniciativas de aprovechamiento sostenible que incluyen la promoción de certificaciones y ecoetiquetados para productos, servicios y cadenas productivas.

LITERATURA CITADA

- Centro Interdisciplinario de Biodiversidad y Ambiente (CEIBA) y Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). 2009. Síntesis del estudio sobre el Programa de Desarrollo Rural Sustentable CBMM-CONABIO-SAGARPA en la región de Marqués de Comillas, Chiapas. México. 19 p.
- Comisión Centroamericana de Medio Ambiente y Desarrollo (CCAD). 2006. Centroamérica. Un corredor de vida. Ministerio de Medio Ambiente de España. España. 333 p.
- Comisión Centroamericana de Medio Ambiente y Desarrollo (CCAD), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Global Environment Facility (GEF). 2002. Corredor Biológico Mesoamericano México. Proyecto para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. Serie Técnica 5. México. 103 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2003. El Corredor Biológico Mesoamericano. *Biodiversitas* 47: 1-3.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Consultado el 10 de enero de 2010 en: http://www.conabio.gob.mx/2ep/images/3/37/capital_natural_2EP.pdf
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2007. Límites del CBM-M, 2007, escala 1:250,000. Extraído de la consultoría CBM-M/UTN/2A/018/2006 “Edición y manejo de cartografía y bases de datos biológicas del Corredor Biológico Mesoamericano-México”. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/lim2007>.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2008. Corredor Biológico Mesoamericano-México. Informe de Avances. Misión Banco Mundial. México, D. F. 91 p. Consultado el 11 de enero de 2010 en: http://www.cbmm.gob.mx/test/consultoriasweb/concluidas/compa/CentroGEO_A.C_informefinal.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1992. Acuerdo presidencial de creación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Marzo de 1992. México, D. F.
- Eccardi, F. 2008. Biodiversidad y consumo responsable. Corredor Biológico Mesoamericano-México. CONABIO, SEMARNAT, Fomento Ecológico BANAMEX y Gaia Editores. México, D. F. 112 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010. México en cifras, Marqués de Comillas, Chiapas. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras>.
- Magaña, R. V. O. 2004. El cambio climático global: comprender el problema. *En*: Martínez, J. y Fernández, B. A. (comps.). Cambio climático: una visión desde México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. pp. 17-27.
- Mittermeier, R. A., J. Schipper, G. Davidse, P. Koleff, J. Soberón, M. Ramírez, B. Goettsch y C. G. Mittermeier. 2005. Mesoamérica, un reto para la conservación. Suplemento La Jornada Ecológica, La Jornada. 4 de abril de 2005. México. <http://www.jornada.unam.mx/2005/04/04/eco-cara.html>.
- Navarrete, L. F. 2008. Los pueblos indígenas de México. Col. Pueblos Indígenas del México Contemporáneo. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). México, D. F. 141 p.
- Ramírez, G. 2003. El Corredor Biológico Mesoamericano en México. *Biodiversitas* 47: 4-7.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAP), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Global Environment Facility (GEF). 2009. Corredor Biológico Mesoamericano en México. Informe de Avances. Primer Semestre de 2009. Consejo Consultivo Estatal CBM-M. 35 p. Consultado el 12 de enero de 2010 en: http://sernapam.tabasco.gob.mx/CorredorBiologico/presentacio_consejo_CBM.pdf.

NOTA CIENTÍFICA

CORREDORES BIOLÓGICOS, SU IMPORTANCIA PARA LA GESTIÓN DE PAISAJES MARINOS

BIOLOGICAL CORRIDORS, ITS IMPORTANCE FOR THE MANAGEMENT OF SEASCAPES

Rodrigo Villate¹ y *Lindsay Canet-Desanti²

¹Fundación Yanama, Carrera 13 A # 89-38 Oficina 627, Edificio Nippon Center, Bogotá, Colombia. ²Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Apartado 93-7170, Turrialba, 30501 Costa Rica

*Autor de correspondencia: lcanet@catie.ac.cr

Fecha de recepción: 2 de agosto de 2010 - Fecha de aceptado: 10 de octubre de 2010

RESUMEN. La comunidad científica mundial ha manifestado su preocupación ante el evidente aumento en la tasa de pérdida de la biodiversidad. Tradicionalmente, la mayoría de los esfuerzos de conservación se han enfocado principalmente a la implementación de estrategias dirigidas al ámbito terrestre, dejando de lado su integralidad con los componentes dulceacuícolas y marinos. La complejidad del desequilibrio del planeta hace un llamado urgente para abordar el problema con estrategias integrales. Como parte de los esfuerzos propuestos por diferentes naciones del mundo, dentro del marco de la Convención de la Diversidad Biológica, una de las estrategias para reducir la pérdida de biodiversidad es el establecimiento de Corredores Biológicos. Esta alternativa se orienta a restablecer la conectividad biológica estructural y funcional entre Áreas Protegidas y hábitats naturales. En el caso de Costa Rica, los corredores biológicos representan uno de los ejes principales dentro de la estrategia de conservación por parte del Gobierno, las ONG y la sociedad civil. El arduo, pero rico proceso de alrededor de 10 años de gestión de Corredores Biológicos en el país han dejado un invaluable número de lecciones aprendidas, experiencias y conocimiento que en este artículo proponemos se adapten a la gestión de Áreas Marinas Protegidas, Áreas de Pesca Responsable, Corredores Marinos y manejo de paisajes marino-costeros.

Palabras clave: recursos marinos, Áreas Marinas Protegidas, corredores biológicos, corredores marinos.

ABSTRACT: The scientific community has expressed its concern at the apparent increase in the rate of biodiversity loss. Traditionally, most conservation efforts have focused primarily on the implementation of strategies for the terrestrial domain, leaving aside its entirety with fresh and sea components. The complexity of the imbalance of the planet makes an urgent call to address the problem with inclusive strategies. As part of the efforts proposed by different nations of the world, within the framework of the Convention on Biological Diversity, one of the strategies to reduce loss of biodiversity is the establishment of biological corridors. This alternative aims to restore the structural and functional biological connectivity between protected areas and natural habitats. In the case of Costa Rica, biological corridors are one of the main axes in the conservation strategies proposed by the Government, NGOs and civil society. The hard, but rich process of about 10 years of managing biological corridors in the country have left a number of invaluable lessons learned, experiences and knowledge that we now propose they should adapt to the management of coastal and marine landscapes, Marine Protected Areas, Areas for Responsible Fisheries and Marine Corridors.

Key words: marine resources, marine protected areas, biological corridors, marine corridors.

INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2008) estimó para el año 2006 que 43.5 millones de personas se dedicaban de modo directo a la pesca o acuicultura, la mayoría de ellos lo hacen de manera artesanal y a pequeña escala. Este sector pesquero ha desempeñado un papel muy significativo en

el desarrollo cultural, social, político y económico de todas las comunidades costeras y no costeras en el mundo. Sin embargo, también ha experimentado una marginalización de su actividad productiva a nivel global, dejándolo en un alto grado de vulnerabilidad y dependencia directa sobre los recursos naturales a su disposición. Esta histórica dependencia sobre los recursos marinos ha tenido

un significativo efecto sobre diferentes ecosistemas y comunidades marino costeras (Jennings y Kaiser, 1998; Jackson *et al.*, 2001; Carr *et al.*, 2003; Brander, 2007).

La pesca ha afectado a especies poco o no comerciales, como: tiburones, mamíferos marinos, tortugas y aves marinas, con cambios en las estructuras biológicas y modificaciones de sus hábitats dejando en riesgo su integridad ecológica. Incluso, la pesca artesanal intensiva ha transformado los arrecifes del Caribe de manera tal que comprometen su funcionalidad ecológica y la provisión de servicios ambientales, de los cuales depende un importante sector de la economía mundial (Jennings y Kaiser, 1998; Pauly *et al.*, 1998; Stevens *et al.*, 2000; Jackson *et al.*, 2001; Carr *et al.*, 2003; Myers y Worm, 2003; Bellwood *et al.*, 2004; Lewison *et al.*, 2004; Myers *et al.*, 2007).

A esta situación de sobrepesca se deben añadir otras amenazas antropogénicas como la contaminación por residuos sólidos (Kazarian, 2006; Young *et al.*, 2009), la alteración y degradación de la calidad del agua (Guinotte *et al.*, 2006) y los efectos del calentamiento global. Algunas consecuencias que alteran la funcionalidad en los ecosistemas marinos incluyen el aumento del nivel del mar por la expansión térmica de las aguas (Meehl *et al.*, 2005; Domínguez *et al.*, 2008; Solomon *et al.*, 2009); la acidificación de los océanos por su alta capacidad de absorción de CO₂ (Sabine *et al.*, 2004; Sabine y Gruber, 2005; Manning y Keeling, 2006; Doney *et al.*, 2009); y la expansión de las zonas de bajas concentraciones de oxígeno disuelto, especialmente en el Atlántico este tropical y el Pacífico ecuatorial (Stramma *et al.*, 2008).

Dado que los ecosistemas marinos están conectados a través de múltiples escalas por flujos de agua y desplazamientos de diferentes especies (Levin y Lubchenco, 2008), estos impactos cambiarán las dinámicas ecológicas en la columna de agua, los fondos y superficie del océano, además de las zonas de transición a ecosistemas terrestres. Muchas de las diferentes especies que habitan en arrecifes de coral, estuarios, manglares, praderas de pastos marinos, bosques de algas y áreas polares son muy sensibles a cambios climáticos drásticos y prolongados (Doney *et al.*, 2009; Herr y Gallad, 2009), además de estar muy ligados entre sí por los diferentes requerimientos de alimento y hábitat durante sus ciclos de vida y desarrollo ontogenético (Carr *et al.*, 2003).

Estos efectos sobre los ecosistemas tendrán diferentes consecuencias para la humanidad (Herr y Gallad, 2009;

World Bank, 2009). Worm *et al.* (2006), al analizar los impactos de la pérdida de la biodiversidad sobre diferentes servicios ecosistémicos de los ambientes marinos, sugieren que la tendencia en la disminución de la capacidad del océano para proporcionar alimento, mantener la calidad del agua y recuperarse a perturbaciones puede ser revertida.

Áreas de Conservación Marina

En los últimos 20 años la conservación marina ha tomado relevancia dentro de las agendas de conservación (Kelleher y Kenchington, 1992; Agardy, 1994; Halpern y Warner, 2002; Agardy *et al.*, 2003). Las primeras Áreas Marinas Protegidas (AMP) fueron declaradas a principios del Siglo XX, con un significativo aumento a partir de los años 70 (Kelleher y Kenchington, 1992; Green y Paine, 1997; Agardy *et al.*, 2003). Pese a los esfuerzos, en la actualidad, menos del 1% del océano del mundo (el 0.65% de las áreas marinas y el 1.6% del área total dentro de la Zona Económica Exclusiva), están bajo algún tipo de protección (Wood *et al.*, 2008; Herr y Gallad, 2009).

Tradicionalmente, la conservación marina se ha desarrollado desde cuatro enfoques principales: 1) la regulación y manejo de actividades puntuales (p.ej. restricciones en artes de pesca, esfuerzo de captura, de aprovechamiento de especies); 2) la creación de pequeñas AMP para protección especial de áreas particularmente valiosas; 3) el establecimiento de grandes AMP con diferentes niveles de protección y uso múltiple bajo un sistema de gestión integrado (Kelleher y Kenchington, 1992; Agardy *et al.*, 2003; Lubchenco *et al.*, 2003); y 4) la formación de redes de AMP diseñadas para conectar áreas (costeras y en alta mar) de particular importancia para los ciclos de vida y desarrollo de diferentes especies para cumplir con objetivos sociales y ecológicos, además de tener una amplia representatividad de la biodiversidad marina de una región (Agardy, 2000; Agardy *et al.*, 2003; Lubchenco *et al.*, 2003; Laffoley, 2008).

En la actualidad, la comunidad internacional ha hecho un llamado urgente para aumentar entre el 20 al 30% la protección de zonas marino costeras para finales del año 2012 (Plan de Implementación 2002 de la Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible (CMDS) y las recomendaciones del V Congreso de Parques del Mundo en el año 2003). Las Áreas Protegidas (AP) han sido el bastión para la protección y conservación de la naturaleza. Sin embargo, la creciente demanda por recursos naturales, debido a la acelerada explosión demográfica y el deterioro ambiental del planeta, ha dejado a estas AP en un alto grado de vulnerabilidad ecológica.

La importancia para el bienestar de la humanidad que tienen los bienes y servicios obtenidos de los ecosistemas ha dejado clara la necesidad de fortalecer las estrategias de conservación a escala de paisaje. Esta condición ha sido reconocida a nivel internacional en la Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible (CMDSD, 2002) y la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB, 2002), que recomiendan el establecimiento de “corredores ecológicos”, a nivel regional y nacional, para cumplir con los siguientes objetivos: 1) conservación de la biodiversidad, 2) desarrollo sostenible, y 3) equidad en los beneficios percibidos por el uso de los recursos genéticos. De igual forma, la 7ª conferencia de las partes de la Convención sobre Diversidad Biológica en el año 2004 elaboró el Programa de Trabajo en Áreas Protegidas con el objetivo de establecer y mantener Sistemas de Áreas Protegidas, terrestres para el 2010 y marinas para el 2012. Estos Sistemas deberán ser comprehensivos, estar efectivamente manejados y ser ecológicamente representativos, de manera que en forma colectiva, reduzcan la tasa de pérdida de la biodiversidad (CDB, 2002; Herrera y Finegan, 2008).

En el caso de las estrategias terrestres de conservación, la integración de estos sistemas se da a partir de una planificación sistemática del territorio que integra a las AP, las zonas de amortiguamiento y los diferentes tipos de uso del suelo, a través de interconexiones o corredores biológicos (Bennett, 2004; Herrera y Finegan, 2008). Inicialmente, los corredores biológicos eran concebidos como áreas de bosques continuos que conectaban un AP con otra. Su propósito era restablecer la conectividad entre fragmentos aislados de bosques y así posibilitar el flujo genético entre las poblaciones silvestres (Noss, 1991; Hobbs, 1993; Bennett, 1998). Sin embargo, el concepto ha ido evolucionando en las últimas décadas y adaptándose a los contextos ambientales, sociales, políticos y económicos. Es así, como hoy en día, un corredor biológico se convierte en una estrategia de manejo de paisaje, con una amplia participación de diversos actores que en conjunto gestionan acciones para mantener o restaurar las funciones ecológicas, conservando la biodiversidad, mientras se provee a las comunidades de oportunidades apropiadas para el uso sostenible de los recursos naturales (Bennett, 2004, Canet-Desanti *et al.*, 2008).

Una de las experiencias más sobresalientes, es el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), el cual ha asumido el reto de restablecer la conectividad entre las AP desde el sur de México hasta Panamá, proyecto que fue apoyado por los Jefes de Estado en la XIX Cumbre de Presidentes Centroamericanos celebrada en la Ciudad de Panamá en

1997. En su primera fase el proyecto se planteó generar un conjunto de mecanismos políticos, institucionales, económicos y financieros, sociales y científico-técnicos. Así, al cabo de los seis años de duración, cada uno de los países signatarios sería capaz de establecer, dentro de su estructura, un programa nacional de corredores biológicos que promueva y acompañe las iniciativas de corredores biológicos para restablecer la conectividad entre las AP y brindara servicios ecosistémicos a la sociedad (Miller *et al.*, 2001).

Por su parte, Costa Rica cuenta con el Programa Nacional de Corredores Biológicos establecido en el año 2006 por el Decreto Ejecutivo No. 33106-MINAE e inserto dentro de la estructura del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (PNCB, 2009), con alrededor de 30 iniciativas de corredores biológicos, gestionadas a partir de la integración de grupos sociales de base que trabajan en conjunto con agencias del gobierno, la academia, el sector productivo, ONG y la empresa privada (Canet-Desanti, 2009). Paralelamente, se han generado una serie de herramientas que han contribuido a orientar los procesos de corredores biológicos desde lo particular hacia una meta común de país (Canet-Desanti *et al.*, 2008; Canet-Desanti, 2009; SINAC, 2009a).

En este sentido, existen algunas propuestas para establecer corredores marinos. Tal es el caso del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) o el Corredor Marino del Pacífico Este Tropical, que al igual que el CBM, representan iniciativas de cooperación regional para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.

Sin embargo, al igual que en los inicios del CBM, las estrategias de corredores marinos en general, aún necesitan la generación de insumos que puedan aterrizar la propuesta desde lo político hasta lo operativo. En donde se puedan articular los objetivos de conservación con los medios de vida de las comunidades costeras. El arduo, pero rico proceso de alrededor de 10 años de gestión de Corredores Biológicos en Costa Rica han dejado un invaluable número de lecciones aprendidas, experiencias y conocimiento que pueden ser adaptadas para la gestión de Áreas Marinas Protegidas, Áreas de Pesca Responsable, Corredores Marinos y Manejo de Paisajes Marino-Costeros de Costa Rica.

Una propuesta para Costa Rica

La alta diversidad y riqueza en recursos marino costeros que caracteriza a Costa Rica se fundamenta en el acceso a

dos costas, el Pacífico y el Caribe, y en su amplio territorio marino. Este último, con una extensión de 589,683 km², diez veces mayor que el territorio terrestre (51,100 km²). Otras características de importancia que favorecen esta condición son: el Domo Térmico de Costa Rica, la dorsal oceánica de Cocos y la fosa oceánica mesoamericana, todas en el Pacífico, en donde convergen numerosos recursos biológicos, minerales e hidrotermales todavía sin explorar (CIZZE-CR, 2008; Cortez y Wehermann, 2009; SINAC, 2009a).

En general, la biodiversidad marina del país comprende un total de 6,778 especies, que representan el 3.5% de todas las especies marinas conocidas en el mundo. De éstas, 4745 están registradas para la costa Pacífica y 2321 para el Caribe, 288 se comparten en ambas costas y 85 especies son endémicas para el país (Wehermann *et al.*, 2009). En este sentido, se resalta la importancia de la Isla del Coco, porque el 41.2% de los endemismos están en esa isla. Aún más, ésta aumenta considerablemente la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Costa Rica, confiriéndole frontera marina con Colombia y Ecuador además de Nicaragua y Panamá (Wehermann *et al.*, 2009; Cortez y Wehermann, 2009).

En la actualidad, Costa Rica tiene dieciocho áreas protegidas marinas, que administran el 23% de la línea de costa pacífica y el 29% de la línea de costa caribeña, el 17.2% de sus aguas marinas territoriales bajo protección y solamente el 0.9% de la ZEE bajo conservación, lo que representa una extensión protegida del área jurisdiccional marina del 0.01%, lo cual es insuficiente ante las enormes presiones de uso, contaminación y vulnerabilidad climática a la cual están sometidos estos ecosistemas (Estado de la Nación, 2008; Estado de la Nación, 2009; SINAC, 2009b).

Asimismo, la Estrategia Nacional para la gestión integral de los recursos marinos y costeros de Costa Rica (CIZEE-CR, 2008) y el Plan de Implementación: GRUAS II Ámbito Marino Fase I (2008-20012) (SINAC, 2009b) identificaron como limitantes para su implementación la falta de articulación y coordinación entre organizaciones e instituciones, una limitada capacidad técnica y experiencia en la administración y manejo del recurso, vacíos en el marco legal y administrativo, y poca capacidad de gestión.

El país cuenta con la Red Nacional de Corredores Biológicos integradas por las organizaciones con injerencia nacional en la mayoría de los sectores científico, ambientalista, agropecuario, turístico, hídrico, planificación,

entre muchos más. En este sentido, estos corredores deben servir como plataforma para la gestión y conservación de paisajes marinos.

El primer paso para establecer un corredor biológico consiste en identificar aquellos elementos de la biodiversidad que se desean conservar. Estos pueden ser ecosistemas, especies o ambos. En el caso de los corredores biológicos en Costa Rica, antes de que iniciara el CBM en 1999, el país elaboró la Propuesta Técnica de Ordenamiento Territorial con fines de Conservación de la Biodiversidad, conocido como GRUAS I. El objetivo de la propuesta era determinar la extensión territorial requerida para conservar al menos el 90% de la biodiversidad del país (García, 1996). Esta fue la base para identificar las zonas prioritarias para el establecimiento de corredores biológicos. Diez años después, el país elaboró GRUAS II para reevaluar las metas de conservación.

A diferencia de GRUAS I, esta nueva propuesta, además de contemplar vacíos de conservación terrestre, evaluó vacíos en aguas continentales y ecosistemas marinos y costeros (SINAC, 2008b). En cuanto al componente marino, el estudio identificó 35 sitios de importancia para la conservación marino costera. Esta propuesta de conservación cubre un espacio de 20,071 km², de los cuales el 90.5% (19,076 km²) están por fuera de las AP y se distribuyen en 1,323 km² para el litoral del Caribe y 17,753 km² para el Pacífico (SINAC, 2008b). Lo anterior deja claro que las AP no están siendo suficientes para conservar estos sitios de importancia.

Por otro lado, de estos 35 vacíos de conservación marinos, seis están ubicados en altamar y 28 a lo largo de la costa, 23 en la pacífica y cinco en la atlántica. De esta forma, de los 23 sitios en el Pacífico solamente cuatro no están dentro de corredores biológicos, mientras que en el atlántico, solamente uno está fuera de los corredores biológicos (Figura 1) (SINAC, 2009b). Asimismo, es indiscutible la importancia de integrar esfuerzos con estos corredores biológicos, para que además de interconectar a las AMP, también incluyan dentro de su planificación estratégica una línea para la gestión de los recursos marino costeros.

Asimismo, GRUAS II hace un llamado para integrar las estrategias de conservación orientadas a los componentes: terrestre, dulceacuícola y marino costero (SINAC, 2008a). La mayoría de los corredores biológicos en el país, dedican importantes esfuerzos al rescate del recurso hídrico, siendo este un primer paso hacia la integración con el componente

dulceacuícola. De igual forma, este proceso se debe dar hacia lo marino. En el caso del Corredor Biológico Paso de la Danta (ubicado al sur de la costa del Pacífico), este invierte importantes esfuerzos a la conservación de playas de anidamiento de tortugas marinas y a la conservación de manglares.

Es importante tener claro que los factores biofísicos clave para la conectividad terrestre son diferentes en el ámbito marino. Una de las diferencias más obvias es la prevalencia de un medio fluido y tridimensional en los ambientes marinos (Carr *et al.*, 2003; Dudley, 2009). Esta condición ambiental influye en procesos ecológicos como las migraciones ontogenéticas entre diferentes hábitats (Carr *et al.*, 2003; Mumby, 2006), tanto para vertebrados (Bellwood *et al.*, 2004; Whaylen *et al.*, 2006) y grandes predadores (Carr *et al.*, 2003) como invertebrados (Hiddink, 2003); incluso entre hábitats dulceacuícolas y el mar (Lenormand *et al.*, 2004). Así mismo, genera la existencia de flujos multi-direccionales como olas, mareas y corrientes (Dudley, 2009), que influyen sobre dinámicas de transporte de materiales y organismos generando patrones de conectividad y dispersión a pequeña y gran escala entre hábitats, ecosistemas y regiones (Roberts y Suhayda, 1983; Reeb *et al.*, 2000; Carr *et al.*, 2003). Esta característica tiene una profunda influencia sobre la estructura (abierto) de diferentes poblaciones, las interacciones tróficas entre especies y la capacidad de las especies para responder espacialmente a cambios ambientales (Carr *et al.*, 2003). Otro factor a tomar en consideración son los ciclos de vida de las especies de interés. Esto debido a que la protección completa puede sólo ser necesaria durante épocas y lugares definidos para proteger periodos y áreas reproductivas. Ecosistemas tales como los arrecifes de coral, estuarios y praderas de pastos marinos son imprescindibles para el mantenimiento de los ciclos de vida de varias especies (Reid *et al.*, 2009). Incluso, las escalas a las que se produce la conectividad marina pueden ser muy extensas, abarcando jurisdicciones de diferentes países e interacciones entre el mar y la tierra (Carr *et al.*, 2003; Dudley, 2009).

Aunado a lo anterior, las áreas marinas son consideradas “zonas comunes” o bienes de uso común, sin un régimen de tenencia, en las cuales el control de acceso, el uso, la protección y la conservación resultan particularmente difíciles de regular y gestionar (Hardin, 1968; Dietz *et al.*, 2003). Igualmente compleja es la aplicación de límites y restricciones a influencias externas, teniendo en cuenta que las AMP están “abiertas” a influencias que ocurren fuera del área de control (Dietz *et al.*, 2003; Dudley, 2009).

Por tal razón, es necesario que dentro de estos corredores existan diferentes categorías de manejo que les permita gestionar estos ecosistemas dentro de los límites de su funcionamiento, sin dejar de lado, la importancia que estos tienen dentro de la economía de las comunidades humanas que dependen de ellos (Agardy, 1994; Allison *et al.*, 1998; Halpern y Warner, 2002; Halpern, 2003; Agardy *et al.*, 2003; Lubchenco *et al.*, 2003; Laffoley, 2008; Wood *et al.*, 2008).

Considerando lo anterior, en el año 2008, se ampliaron las categorías de manejo de AP, incluyendo dos categorías establecidas específicamente para áreas marinas: las Reservas Marinas y las Áreas Marinas de Manejo (Gaceta no. 68 del 2008, Decreto #34433-MINAE, reglamento a la Ley de Biodiversidad). Así mismo, en el año 2009 se oficializó el reglamento para el establecimiento de Áreas Marinas de Pesca Responsable por medio del Decreto #35502-MAG, que establece al Instituto Costarricense de Acuicultura y Pesca (INCOPESCA) como la instancia encargada de la gestión de dichas áreas.

CONSIDERACIONES FINALES

La importancia mundial que han tomado las acciones de conservación de los recursos marinos y costeros, además de las metas de conservación mundiales, indica que el momento es oportuno para plantear estrategias que integren los componentes terrestre, dulceacuícola y marino costero. A su vez, es imprescindible que se promuevan modelos de gobernanza que reconozcan el aporte de las comunidades a la conservación de sitios clave, junto con la funcionalidad de los ecosistemas, que proporcionan servicios a la sociedad. El establecimiento de áreas para la conservación, la pesca responsable, y el buen uso de los recursos marinos deben integrarse mediante sistemas comprensivos, que estén efectivamente manejados y que sean ecológicamente representativos.

No se trata de crear otras plataformas de gestión, se trata de integrar esfuerzos con iniciativas ya existentes. Los procesos de implementación de corredores biológicos en el país han demostrado que estas estrategias generan considerables beneficios para las comunidades presentes en estas áreas, ya que han servido como alternativas para la inclusión y participación social, permitiendo una mejora en el manejo del paisaje, lo que ha favorecido una descentralización y una mejor gobernanza. Así mismo, fortalecen una identidad cultural, la cohesión social, además de mejorar la calidad de vida de las personas.

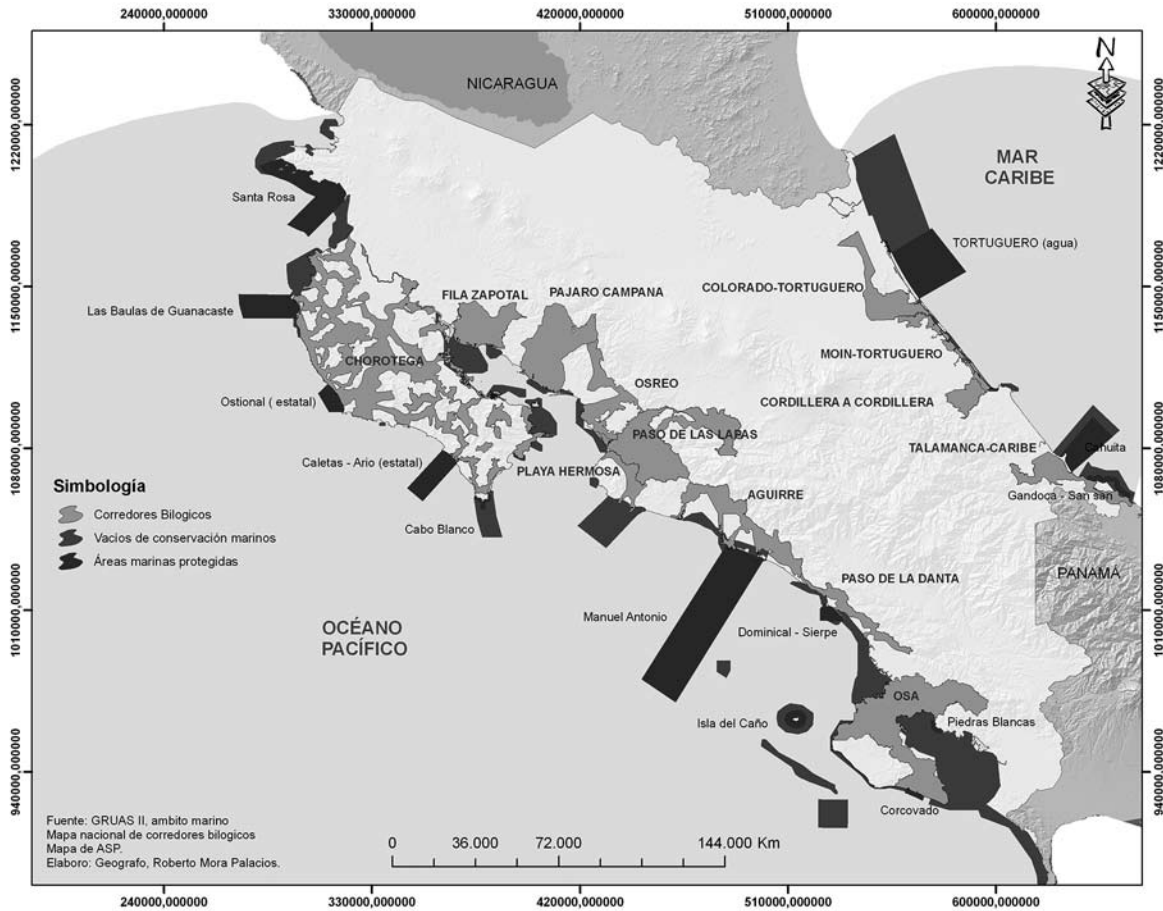


Figura 1. Vacíos de Conservación Marina, Áreas Protegidas y Corredores Biológicos en Costa Rica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Roberto Mora por su colaboración en la elaboración del mapa utilizado en la presente Nota Científica, así como todos sus aportes en la elaboración de este manuscrito.

LITERATURA CITADA

Agardy, T. 1994. Advances in marine conservation: the role of marine protected areas. *Trends in Ecology and Evolution* 9(7): 267-270.

Agardy, T. 2000. Opportunities and constrains for using marine protected areas to conserve reef ecosystems. *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium*. Bali, Indonesia. 23-27 October. pp. 7.

Agardy, T., P. Bridgewater, M. Crosby, J. Day, P. Dayton, R. Kenchington, D. Laffoley, P. McConney, P. Murray, J. Parks y L. Peau. 2003. Dangerous targets? Unresolved

issues and ideological clashes around marine protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Fresh Water Ecosystems* 3: 353-367.

Allison, G., J. Lubchenco y M. Carr. 1998. Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation. *Ecological Applications* 8(1): 79-92.

Bellwood, D. R., T. P. Hughes, C. Folke y M. Nystrom. 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature* 424: 827-833.

Bennett, A. 1998. Enlazando el paisaje: el papel de los corredores biológicos y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. IUCN. Gland, Suiza. 276 p.

Bennett, G. 2004. Integrating biodiversity conservation and sustainable use: lessons learned from ecological networks. IUCN. Gland, Suiza y Cambridge, UK. 55 p.

- Brander, K. M. 2007. Global fish production and climate change. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 104(50): 19709-19714.
- Canet-Desanti, L. 2009. Diagnóstico Nacional sobre la efectividad de manejo de los corredores biológicos de Costa Rica (en línea). Consultado el 20 de enero 2010. Disponible en www.corredoresbiologicos.go.cr.
- Canet-Desanti, L., B. Finegan, C. Bouroncle, I. Gutiérrez y B. Herrera. 2008. El monitoreo de la efectividad de manejo de corredores biológicos: una herramienta basada en la experiencia de los comités de gestión en Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* 54: 51-58.
- Carr, M., J. Neigel, J. Estes, S. Andellman, R. Warner y J. Largier. 2003. Comparing marine and terrestrial ecosystems: implications for the design of coastal marine reserves. *Ecological Applications* 13(1): S90-S107.
- Comisión Interinstitucional de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica (CIZEE-CR). 2008. Estrategia nacional para la gestión integral de los recursos marinos y costeros de Costa Rica. San José, Costa Rica. 74 p.
- Convención sobre Diversidad Biológica (CDB). 2002. Objective and structure of the Program of Work on Protected Areas. Disponible en: <http://www.cbd.int/protected/objectives.shtml>.
- Cortez, J. e I. Wehermann. 2009. Diversity of marine habitats of the Caribbean and Pacific of Costa Rica. *In*: Wehermann, I. y J. Cortez (eds.). *Marine biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer Verlag. San José, Costa Rica. pp. 1-45.
- Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible (CMDSD). 2002. Plan de implementación de la cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible. Johannesburgo Agosto 24-Septiembre 4. Disponible en: http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanImpl.pdf.
- Dietz, T., E. Ostrom y P. Stern. 2003. The struggle to govern the commons. *Science* 302: 1907-1912.
- Domínguez, C., J. Chirch, N. White, P. Gleker, S. Wijffels, P. Barker y J. R. Dunn. 2008. Improved estimates of upper ocean warming and multidecadal sea level rise. *Nature* 453: 1090-1092.
- Doney, S., V. Fabry, R. Feely y J. Kleypas. 2009. Ocean acidification: the other CO₂ problem. *Annual Review of Marine Science* 1: 169-192.
- Dudley, N. 2009. Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. UICN. Gland, Suiza. 96 p.
- Estado de la Nación. 2008. Decimocuarto informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Programa estado de la nación en desarrollo humano sostenible (Costa Rica). San José, Costa Rica. pp. 64.
- Estado de la Nación. 2009. Decimoquinto informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Programa estado de la nación en desarrollo humano sostenible (Costa Rica) San José, Costa Rica. pp. 64.
- García, R. 1996. Propuesta Técnica de Ordenamiento Territorial con Fines de Conservación de Biodiversidad: Proyecto GRUAS. Informe de país: Costa Rica. Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano. CCA-PNUD/GEF-RLA/95/G41. San José, Costa Rica. 114 p.
- Green, B. J. y J. Paine. 1997. State of the world's protected areas at the end of the twentieth century. Paper presented at UICN Commission on Protected Areas Symposium on "Protected Areas in the 21st century: from islands to networks". Albany, Australia. 24-29 November.
- Guinotte, J., J. Orr, S. Cairns, A. Freiwald, L. Morgan y R. George. 2006. Will human induced changes in sea water chemistry alter the distribution of deep sea scleractinian corals? *Frontiers in Ecology and the Environment* 4(1): 141-146.
- Halpern, B. 2003. The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter? *Ecological Applications* 13(1): 117-137.
- Halpern, B. y R. Warner. 2002. Marine reserves have rapid and lasting effects. *Ecology Letters* 5: 361-366.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science*. 162(3859): 1243-1248.

- Herr, D. y G. Gallad. 2009. The ocean and climate change. Tools and guidelines for action. UICN, Gland, Suiza. 72 p.
- Herrera, B. y B. Finegan. 2008. La planificación sistemática como instrumento para la conservación de la biodiversidad: experiencias recientes y desafíos para Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente 54: 4-13.
- Hiddink, J. G. 2003. Modeling the adaptive value of intertidal migration and nursery use in the bivalve *Macoma balthica*. Marine Ecology Progress Series 252: 73-185.
- Hobbs, R. 1993. Can revegetation assist in the conservation of biodiversity in agricultural areas? Pacific Conservation Biology 1: 389-391.
- Jackson, J., M. Kirby, W. Berger, K. Bjorndal, L. Botsford, B. Bourque, R. Bradbury, R. Cooke, J. Erlandson, J. Estes, T. Hughers, S. Kidwell, K. Lange, H. Lenihan, J. Pandolfi, C. Peterson, R. Stenek, M. Tegner y R. Warner. 2001. Historical over-fishing and recent collapse of coastal ecosystems. Science 293: 629-637.
- Jennings, S. y M. J. Kaiser. 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. Advances in Marine Biology 34: 201-352.
- Kazarian, U. 2006. Islands of garbage continue to grow in the pacific. Sustainable Development Law and Policy 7(1): 1-63.
- Kelleher, G. y R. Kenchington. 1992. Guidelines for establishing Marine Protected Areas. A marine conservation and development report. IUCN. Gland, Suiza. 79 p.
- Laffoley, D. 2008. El camino hacia las redes mundiales de áreas marinas protegidas. Plan de acción de la Comisión Mundial de Áreas Protegidas. UICN-CMAP. Gland, Suiza. 22 p.
- Lenormand, S., J. Dodson y A. Menard. Seasonal and ontogenetic patterning the migration of anadromous brook Charr (*Salvelinus fontinalis*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 61: 54-67.
- Levin, S. y J. Lubchenco. 2008. Resilience, robustness and marine ecosystem based management. BioScience 58(1): 1-7.
- Lewison, R., L. Crowder, A. Read y S. Freeman. 2004. Understanding impacts of fisheries by-catch on marine megafauna. Trends in Ecology and Evolution 19(11): 598-604.
- Lubchenco, J., S. Palumbi, S. Gaines y S. Andelman. 2003. Plugging a hole in the ocean: the emerging science of marine reserves. Ecological Applications 13(1): S3-S7.
- Manning, A. y R. Keeling. 2006. Global oceanic and land biotic carbon sinks from the Scripps atmospheric oxygen flask sampling network. Tellus 58B: 95-116.
- Meehl, G., W. Washington, W. Collins, J. Arblaster, A. Hu, L. Buja, W. Strand y H. Teng. 2005. How much more global warming and sea level rise? Science 307: 1769-1772.
- Miller, K., E. Chang y N. Johnson. 2001. En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Mesoamericano. World Resources Institute, World Wildlife Foundation y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Educación. Washington, USA. 49 p.
- Mumby, P. 2006. Connectivity of reef fish between mangroves and coral reefs: algorithms for the design of marine reserves at seascape scales. Biological conservation 128: 215-222.
- Myers, R. A., J. Baum, T. Shepherd, S. Powers y C. Peterson. 2007. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. Science 315: 1846-1850.
- Myers, R. A. y B. Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. Nature 423: 280-283.
- Noss, R. 1991. Landscape connectivity: different functions at different scale. In: Hundson, W. (ed.). Landscape linkages and biodiversity. Defender of Wildlife. USA. 196 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2008. Estado mundial de la pesca y la acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma, Italia. 218 p.
- Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Foese y F. Torres. 1998. Fishing down marine food webs. Science New Series 279(5352): 860-863.
- Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB). 2009. Plan Estratégico 2009-2014. Sistema Nacional de

- Áreas de Conservación (SINAC). San José, Costa Rica. 37 p.
- Reeb, C. A., L. Arcangeli y B. A. Block. 2000. Structure and migration corridors in Pacific populations of the sword fish (*Xiphius gladius*), as inferred through analysis of mitochondrial DNA. *Marine Biology* 236: 1123-1131.
- Reid, C., J. Marshall, D. Logan y D. Kleine. 2009. Coral reefs and climate change, the guide for education and awareness. The University of Queensland, Brisbane. 256 p.
- Roberts, H. y J. Suhayda. 1983. Wave current interactions on a shallow reef, Nicaragua Central America. *Coral Reefs* 1(1): 209-214.
- Sabine, C., R. Feely, N. Gruber, R. Key, K. Lee, J. Bullister, B. Tilbrook, F. Millero, T. H. Peng, A. Kozyr, T. Ono T y A. Ríos. 2004. The oceanic for anthropogenic CO₂. *Science* 305: 368-371.
- Sabine, C. y N. Gruber. 2005. Response to comment on the ocean sinks for anthropogenic CO₂. *Science* 308: 1743.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2008a. GRUAS II: Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. *En*: Volumen I: análisis de vacíos de representatividad e integridad de la biodiversidad terrestre. San José, Costa Rica. 60 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2008b. GRUAS II: Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. *En*: Volumen II: Análisis de vacíos de representatividad e integridad de la biodiversidad de los sistemas de aguas continentales. San José, Costa Rica. 93 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2009a. GRUAS II: Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. *En*: Volumen III: análisis de vacíos de representatividad e integridad de la biodiversidad marina y costera. San José, Costa Rica. 60 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2009b. Plan de implementación: Grúas ámbito Marino. *En*: Fase I (2008-2012): fortalecimiento de las capacidades para la gestión. San José, Costa Rica. 54 p.
- Solomon, S., G. K. Plattner, R. Knutti y P. Friedlingstein. 2009. Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 106(6): 1704-1709.
- Stevens, J. D., R. Bonfil, N. K. Dulvy y P. A. Walker. 2000. The effect of fishing on sharks, rays and chimeras (Chondriactians) and the implications for marine ecosystems. *Journal of Marine Science* 57: 476-494.
- Stramma, L., G. Johnson, J. Sprintall y V. Mohrholz. 2008. Expanding oxygen minimum zones in the tropical oceans. *Science* 320: 655-657.
- Wehermann, I., J. Cortez y S. Echeverria-Saenz. 2009. Marine biodiversity of Costa Rica: perspectives and conclusions. *In*: Wehermann, I. y J. Cortez (eds.). *Marine biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer Verlag. San José, Costa Rica. pp. 521-530.
- Whaylen, L., P. Bush, B. Johnson, C. Luke, C. Macoy, S. Heppel, B. Semmens y M. Boardman. 2006. Aggregation dynamics and lessons learned from monitoring Nassau grouper spawning aggregations in Little Cayman island. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute Proceedings*. Disponible en: <http://www.reef.org/data/Whaylenetal2006GCFI.pdf> Pp. 1 -14
- Wood, L. J., L. Fish, J. Laughren y D. Pauly. 2008. Assessing progress towards global marine protection targets: shortfalls in information and action. *Oryx* 42: 340-351.
- World Bank. 2009. Convenient solutions to an inconvenient truth: ecosystem based approaches to climate change. Environment and Development. Washington DC. USA. 132 p.
- Worm, B., E. Barbier, N. Beaumont, E. Duffy, C. Folke, B. Halpern, J. Jackson, H. K. Lotze, F. Micheli, S. Palumbi, E. Sala, K. Selkoe, J. J. Stachowicz y W. Watson. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314: 787-790.
- Young, L., C. Vanderlip, D. Duffy, A. Vsevolod y S. Shaffer. 2009. Bringing home the trash: do colony based differences in foraging distribution lead to increased plastic ingestion in Laysan albatrosses? *PLoS ONE* 4(10): 1-2.

GUÍA PARA AUTORES

Mesoamericana

Criterios de aceptación. Los manuscritos propuestos a publicación, deberán ser textos científicos inéditos y estar enfocados a la región mesoamericana y caribeña, es decir, los países centroamericanos, México y el Caribe. Dichos documentos se recibirán en el entendido de que todos los autores están de acuerdo con su publicación. Los resultados o ideas contenidas en los trabajos deberán ser originales, es decir, que no hayan sido publicados ni enviados simultáneamente a otra revista para su publicación y de esta manera, sean una contribución original y nueva a la literatura científica. Deben contener todas las secciones estipuladas en esta Guía y ser formateados correctamente. Deben seguir las reglas gramaticales y ortográficas. Serán escritos en un estilo preciso y conciso en el uso de conceptos y términos científicos. Todos los manuscritos serán evaluados por árbitros o dictaminadores anónimos seleccionados por el Comité Editorial. Posterior a haberse considerado las revisiones y opiniones de los árbitros, el Comité Editorial tomará la decisión final acerca de la publicación de los manuscritos.

Proceso editorial. Se priorizarán aquellos documentos sometidos por orden de recepción. Estos pueden demorarse en su publicación dependiendo de la revisión necesaria y de la cantidad de publicaciones pendientes. Los trabajos rechazados no serán reconsiderados. En caso de ser aceptado con cambios sugeridos por los revisores, el dictamen se enviará a los autores para cumplir con las observaciones y modificaciones pertinentes. Si la versión corregida no regresa al Editor en el tiempo indicado en el dictamen, se considerará que el trabajo ha sido retirado para su publicación.

Idioma. Los manuscritos deben ser escritos en castellano o inglés, con resúmenes en ambos idiomas.

Cargos por derecho de página. No existen cargos por derecho de página en el caso de publicación en blanco y negro. Cuando se requiera de una página a color se cobrará la cuota correspondiente en dólares. A los autores se les enviará su artículo en formato .pdf.

Tipos de publicaciones

Artículos en extenso. Son trabajos originales sobre sistemática, biogeografía, ecología, etología, evolución o conservación de taxones distribuidos en Mesoamérica y el Caribe, así como de temas relacionados a la biología realizados en esta región, o de otra región pero que sean de interés científico por su relevancia.

Listados científicos. Se recibirán listados de especies que contengan un análisis detallado de la información presentada para la región.

Notas científicas o comunicaciones cortas. En este formato se publican trabajos cuya extensión no sobrepase cinco cuartillas, con información concluyente, pero insuficiente para su análisis en extenso, tomando en cuenta que no se aceptarán resultados preliminares. Pueden incluirse resultados relevantes que se quieren difundir de forma rápida y no detallada.

Reseñas de libros y literatura reciente. Son revisiones de libros y artículos de reciente publicación (en los últimos tres años) en el área de la biología y la conservación de alta relevancia para la SMBC.

Obituarios. Se publicarán obituarios de personalidades distinguidas en el área de la Biología.

Nota: el autor debe indicar en que sección desea que su manuscrito sea incluido. Los manuscritos de las secciones “reseñas de libro y literatura reciente” y “obituarios” no deben incluir resumen.

Indicaciones para los autores. Los manuscritos se enviarán en su versión electrónica como anexos a un mensaje de correo electrónico, o bien, grabados en disco compacto a la oficina editorial: Dr. Jaime Raúl Bonilla-Barbosa, M. en C. Jorge Luna Figueroa o MSc. Olivier Chassot, Revista Mesoamericana, Departamento de Biología Vegetal y/o Laboratorio de Hidrobiología y Acuicultura, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209. Cuernavaca, Morelos, México. Con copia para Centro Científico Tropical (CCT) Apdo. Postal 8-3870-1000 San José, Costa Rica. Correos electrónicos: bonilla@uaem.mx, jluna@uaem.mx, ochassot@cct.or.cr.

Antes de someter un manuscrito a la Revista *Mesoamericana*, el autor deberá cerciorarse de haberlo preparado de acuerdo con las normas editoriales. Para facilitar su seguimiento, deberá cotejarse el manuscrito con las siguientes instrucciones:

1. Si el manuscrito está escrito en inglés y los autores no son anglo-parlantes, un experto deberá revisar el uso del lenguaje antes de enviarse a la revista.
2. El manuscrito deberá acompañarse de una carta de presentación en la que se detalle la relevancia de la investigación y la pertinencia de su publicación en esta revista.
3. El escrito se enviará en formato Word versión 2003 o 2007.
4. En esta primera versión del manuscrito, las figuras deberán enviarse en formato JPEG o Word versión 2003 o 2007, con baja resolución, sólo suficiente para que los revisores puedan evaluarlas.
5. El texto deberá escribirse a doble espacio con todos los márgenes de 25 mm como mínimo.
6. La letra deberá ser tipo Garamond de 11 puntos a lo largo de todo el manuscrito.
7. Deberá dejarse una sangría de medio centímetro a partir del segundo párrafo de cada título o subtítulo.
8. Las palabras no deben ir separadas en sílabas al final del renglón, pero sí se justificará el margen derecho.
9. No se dejará espacio extra entre párrafos.
10. Las figuras y tablas deberán numerarse consecutivamente.
11. Los nombres científicos se escribirán completos la primera vez que se utilicen en el texto. Subsecuentemente, el nombre genérico se abreviará, excepto cuando aparezca al principio de una oración. Deberán escribirse en cursivas, no subrayados.
12. Las autoridades y fechas son indispensables sólo en los trabajos de sistemática. En estos casos, sólo se anotarán la primera vez que se mencione el nombre de la especie en el resumen y en el texto.
13. Los manuscritos sobre Sistemática deberán apegarse a los Códigos Internacionales de Nomenclatura.
14. Los autores y fechas citadas como autoridades de nombres científicos no deberán incluirse en la sección de literatura citada.
15. Los números del 1 al 9, que designen cosas se escribirán con letra y del 10 en adelante será con número a menos que éste, inicie la oración.
16. Invariablemente para la utilización de unidades de medida siempre se utilizarán números.
17. Las abreviaturas de las unidades de medida estarán dadas con letras minúsculas y sin punto al final, de acuerdo con las normas internacionales para la citación de unidades de medida.
18. Todos los nombres comunes, vulgares o vernáculos se escribirán con letras minúsculas y entre comillas.
19. Todo mapa deberá contener su cuadro de acotaciones, donde se incluirán datos como: fuente, año, escala y por supuesto, la rosa de los vientos.
20. Si los mapas fueron reconstruidos o elaborados por el o los autores, se inscribirá al final del pie de figura: elaborado por (el o los autores, año).

Artículos en extenso

Los manuscritos deberán incluir los siguientes elementos, además de que las páginas deberán numerarse consecutivamente, iniciando con la página del título.

Cornisa o encabezado de página. En negritas, al inicio de la primera página, escribir el apellido de los autores (usar et al. para más de dos) y un título corto del trabajo, que no debe exceder de 60 espacios, incluyendo los blancos; por ejemplo, Eaton y Farrell.- Variations in the nutrients.

Título. A continuación, aparecerá el título que será escrito en negritas y centrado, debe ser claro, descriptivo, y lo más corto posible. En renglón aparte, la versión del título en inglés. Si el manuscrito está en inglés, el título en este idioma aparecerá en primer lugar. No contendrá nombres de autoridades ni fechas de los nombres científicos.

Nombre(s) del/ los autor(es). A continuación debe incluirse el nombre y los apellidos de todos los autores, sin negritas, escribiéndolos centrados en un nuevo renglón, indicando con un asterisco el nombre del autor a quien se enviará la correspondencia.

Dirección(es). En seguida y en un nuevo renglón se indicarán la institución, dirección postal, teléfono, fax y correo electrónico. Se publicará únicamente el correo electrónico del autor principal.

Resumen en español. Debe escribirse un resumen que no exceda de 300 palabras, en idioma español, que contenga objetivo, métodos utilizados, conclusiones e importancia del trabajo. Esta sección se iniciará con la palabra “Resumen” al margen izquierdo, con letras negritas y sin punto. El texto deberá iniciarse inmediatamente después, en un solo párrafo, sin subdivisiones y sin citas bibliográficas.

Palabras clave. En línea aparte, proporcionar un máximo de nueve palabras clave.

Resumen en inglés o Abstract. Todo manuscrito debe incluir una versión en inglés del resumen con una extensión máxima de 300 palabras.

Key words. Presentadas en la misma forma que en español.

Cuerpo del manuscrito. No se debe hacer referencia en el texto al número de página; en caso necesario puede hacerse referencia a las secciones.

Introducción. El título para esta sección, así como para los de Materiales y métodos, Resultados, Discusión y Agradecimientos, deberá escribirse en negritas, al inicio del margen izquierdo de la página (sin sangría). El texto debe escribirse sin subdivisiones.

Materiales y métodos. Esta sección deberá proporcionar la información suficiente para permitir la repetición del estudio.

Resultados. El texto contendrá información nueva y concisa. Los datos que se presenten en tablas y figuras no deben repetirse en el texto. Evitar detallar métodos e interpretar resultados en esta sección. En los trabajos taxonómicos, el subtítulo “Resultados” se sustituye por “Descripción”. Igualmente sin sangría, se inicia el renglón con el nombre científico del taxón en cursivas, con autoridades, fecha y si es el caso, referencia a figuras. En el siguiente renglón, se inicia el texto de la descripción; seguirá a la descripción un “Resumen taxonómico”, que incluye, localidad, número de acceso de la colección donde se han depositado los ejemplares y, en el caso de especies nuevas, etimología. En la sección denominada “Comentarios taxonómicos”, que reemplaza la Discusión de otros artículos, se comparan taxones similares o relacionados. Esta secuencia de subsecciones se repite para cada taxón. Si en los manuscritos taxonómicos la Descripción no incluye todos los resultados, ésta se incorporará a la sección normal de Resultados. Para el caso de los ejemplares depositados en museos, se requiere indicar los números de acceso para el material tipo y *vouchers*. Para el caso de tejidos congelados depositados en museos, así como de secuencias de ADN depositadas en bases de datos, se deberán incluir también los números de acceso. Indíquese el número del permiso de recolecta de los ejemplares cuando sea pertinente.

Discusión. En esta parte se incluirá una interpretación y una explicación de la relación entre los resultados y los conocimientos previos sobre el tema.

Agradecimientos. Es relevante. En todo caso debe de ser corto y conciso. La ética requiere que se consulte previamente a los colegas cuyos nombres se desee incluir en esta sección.

Literatura citada. Se debe seguir el formato que se encuentra en el siguiente apartado (para más detalles, puede referirse a los artículos incluidos en este número). Se listará alfabéticamente. Todas las referencias en el texto deberán aparecer en esta sección y viceversa. No se aceptarán citas de estudios o registros no publicados, pero sí las tesis de cualquier grado, que no hayan sido publicadas. Es necesario notar que los títulos de las revistas no se abrevian y que hay espacios entre las iniciales.

En el texto se citará de la siguiente manera: (Aguilar, 2000) o Aguilar (2000); (Aguilar y Camacho, 2001) o Aguilar y Camacho (2001); (Aguilar et al., 2002) o Aguilar et al. (2002); (Juárez, 1954; Aguilar, 2000). En orden cronológico (Juárez, 1954; Aguilar, 2000; Méndez, 2000). En orden cronológico y alfabético en el mismo año (Juárez, 1954,

1960, 1960a, 1960b).

En la sección de Literatura citada, las citas que aparezcan en el texto, se anotarán en orden alfabético según los ejemplos que se dan a continuación:

Artículo en revista

Bonilla-Barbosa, J., A. Novelo, Y. Ornelas O. y J. Márquez-Guzmán. 2000. Comparative seed morphology of Mexican *Nymphaea* species. *Aquatic Botany* 68: 189-204.

Libro

Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. Nueva York. 1262 p.

Capítulo en libro

Ferrusquia, V. A. 1998. Geología de México: una sinopsis. *En*: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp. 3-108.

Tesis

Martínez, M. R. 2011. Flora y vegetación acuáticas vasculares del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. Tesis, Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 161 p.

Ilustraciones. Todas las figuras deben aparecer en un archivo separado en formato JPEG, no en el documento que contiene el texto. Cada figura debe estar acompañada por una leyenda que haga la ilustración entendible, sin necesidad de explicación adicional en el texto. Se aceptan ilustraciones en color, pero es posible que sean publicadas en blanco y negro, además si así lo desea las figuras a color generarán un cargo para el autor. Todos los pies de figura se agruparán en forma de párrafos, en el orden que están numerados, en la última página del manuscrito. Se iniciará cada párrafo con la palabra "Figura" y el número correspondiente en negritas. No es necesario enviar los originales de las figuras la primera vez que se somete a revisión un manuscrito; sin embargo, las copias deberán tener la calidad suficiente para que los revisores puedan evaluar la figura. Se requerirán los originales cuando el manuscrito haya sido aceptado para su publicación. Sólo entonces, en su caso, se enviará la versión electrónica de las figuras en formato JPEG o TIFF con una resolución de 600 dpi si se trata de fotografías, y de 1200 dpi si son dibujos, gráficas o mapas.

Tablas. La inclusión de tablas deberá limitarse a casos en que los datos no puedan incorporarse adecuadamente en el texto. Se incluirán al final del texto (después de la sección de literatura citada), se numerarán consecutivamente y en esa misma secuencia se referirán en el texto. El encabezado de cada tabla se incluirá en la parte superior de éste. El diseño de la tabla se hará de manera que no rebase los márgenes de una sola página. No se aceptarán foto-reducciones.

Notas científicas

Al igual que los artículos en extenso, las notas deben incluir cornisa, títulos en español/inglés, nombres de autores y sus datos, un resumen en español y su versión en inglés, así como las palabras clave. Agregar antes de títulos, la leyenda: Nota Científica como renglón aparte. El texto deberá escribirse de continuo y sin espacio extra entre párrafos. Los agradecimientos se pondrán como último párrafo, sin encabezado. La literatura citada, figuras y tablas seguirán el mismo formato que en los artículos en extenso.

Imagen de la portada. Como parte de las normas establecidas por la SMBC, las ilustraciones consideradas serán aquellas que fueron ganadoras en el Congreso Anual anterior a la publicación de los números de la revista del año siguiente y que se publicará en la portada de los números correspondientes.

Arbitraje de artículos por pares. Para fomentar la calidad profesional de la Revista *Mesoamericana* y así salvaguardar la ética profesional y reputación de la SMBC y de sus miembros, cada artículo recibido se somete a un proceso de arbitraje, de acuerdo con los siguientes pasos:

1. El Editor General y Editor Asociado reciben el artículo sometido y lo evalúa con el fin de determinar si cumple con las secciones y características editoriales requeridas de acuerdo con la guía de autores. Si el manuscrito no cumple con estas características será devuelto a los autores con las observaciones correspondientes, con el objeto de ser nuevamente reenviado a la revista *Mesoamericana*.
2. En caso de cumplir con las características editoriales, el artículo se envía a árbitros anónimos que evaluarán la calidad académica.
3. Los árbitros son profesionales dentro de los campos de la Biología y la Conservación o disciplinas relacionadas con el ámbito temático de *Mesoamericana*, con suficiente experiencia para poder juzgar los méritos académicos de cada trabajo y basándose en los “Criterios de aceptación de artículos” descritos arriba.
4. En un tiempo de 15 días, el Editor General y el Editor Asociado recibirán los comentarios de los árbitros y los enviarán al autor, indicándole el resolutive de los revisores.
5. En caso de que un revisor recomiende la publicación del trabajo y otros no, el Editor General y el Editor Asociado tendrán la decisión final.
6. En caso de que se rechace la publicación del manuscrito como artículo, el Editor General y el Editor Asociado podrán sugerir e invitar al autor a que escriba en otro formato (Nota Científica), si fuera pertinente.

REVISORES VOLUMEN 14 (3)

Mesoamericana agradece sinceramente a los siguientes especialistas su colaboración con el Comité Editorial al participar como Árbitros de los trabajos procesados en esta Edición Especial de Corredores Biológicos de Mesoamérica.

Belinda Maldonado Almanza
Cristina Saldaña Fernández
Fernando González García
Fernando Urbina Torres
Hortensia Colín
Jaime Raúl Bonilla-Barbosa
Jorge Luna-Figueroa
Juan de Dios Valdez Leal
María del Coro Arizmendi Arriaga
Olivier Chassot
Oscar Dorado Ramírez
Rafael Monroy
Sarah Otterstrom

MESOAMERICANA
**Revista Oficial de la Sociedad Mesoamericana
para la Biología y la Conservación**

Responsable de esta edición:
Jaime Raúl Bonilla-Barbosa

Volumen 14, Número 3, se terminó de imprimir el día 30 de Noviembre de 2010,
en los talleres de La Semana Gráfica, S. A., ubicados en
Andador 7 Núm. 8, Col. San Isidro, Jiutepec, Morelos, México
Teléfonos (777) 3202714 y (777) 3203794

La edición consta de 1,000 ejemplares