

Bases ecológicas para la gestión de la conservación de los recursos forestales en la región Trifinio, América Central

Alexandra Coraça de Freitas¹, Lindsay Canet Desanti

Resumen

El estudio se desarrolló en la región Trifinio, ubicada en la zona fronteriza entre Guatemala, Honduras y El Salvador. La región abarca muestras representativas de ecosistemas amenazados y constituye una ruta transnacional para aves migratorias; además, es uno de los sistemas hídricos más importantes de América Central. La estrategia de conservación trazada para la región se enmarca en la propuesta del Corredor Biológico Trinacional Montecristo, con miras a gestionar el territorio para conservar y mantener la biodiversidad terrestre y mejorar la calidad de vida de las poblaciones humanas. Se seleccionaron dos paisajes de estudio (La Fortuna en Honduras y El Gigante en Guatemala), donde se caracterizaron los ecosistemas forestales y el estado actual de la conectividad del paisaje. Esta información servirá de base para la elaboración participativa de propuestas de manejo de los ecosistemas forestales. Los resultados indican que los dos paisajes presentan bajos índices de conectividad ecológica y características peculiares que deben ser consideradas en la planificación de las propuestas de intervención.

Palabras clave: Recursos forestales; conservación de los recursos; ecosistemas forestales; paisaje; conectividad funcional; Corredor Biológico Trinacional Montecristo; Región Trifinio; América Central.

Abstract

Ecological bases for management of forest-resources conservation in the Trifinio region, Central America.

The study was carried out in the Trifinio region, located in the border area between Guatemala, Honduras and El Salvador. The region contains representative samples of threatened ecosystems and constitutes a transnational route for migratory birds; in addition, it includes one of the most important water systems in Central America. The conservation strategy drawn up for the region is part of the proposal for the Montecristo Trinational Biological Corridor, aimed at managing the territory to conserve and maintain terrestrial biodiversity and improve the quality of life of human populations. Two study landscapes were selected (La Fortuna in Honduras and El Gigante in Guatemala), where forest ecosystems and the current state of landscape connectivity were characterized. This information will serve as the basis for participatory development of a proposal for management of forest ecosystems. The results indicate that the two landscapes present low rates of ecological connectivity and distinctive characteristics that should be considered in planning proposals for intervention.

Keywords: Forest resources; resource conservation; forest ecosystems; landscape; functional connectivity; Montecristo Tri-National Biological Corridor; Trifinio Region; Central America.

¹ MSc. Manejo y Conservación de Bosques y Biodiversidad, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. afreitas@catie.ac.cr



INTRODUCCIÓN

El Trifinio, ubicado en la región fronteriza entre Guatemala, Honduras y El Salvador, es una región estratégica porque integra uno de los sistemas hídricos de mayor importancia regional. Esta región no solo brinda servicios ecosistémicos a la sociedad; también es clave en la conservación de la biodiversidad mesoamericana y una vía transnacional de migración para gran cantidad de especies de aves. En la zona se encuentran muestras representativas de tres tipos de bosques amenazados en Centroamérica: el bosque seco, el bosque pino-encino y el bosque húmedo montano. Según estudios de la Comisión Trinacional del Plan Trifinio (CTPT 2011), la presión sobre los bosques en el Trifinio es alta -tasa de deforestación del 14% en la década del 2000-; de hecho, al 2015 la cobertura natural es de tan solo el 31%.

Debido a la importancia en términos de biodiversidad y prestación de servicios ecosistémicos, combinada con su alta vulnerabilidad, el Corredor Biológico Mesoamericano identificó al Trifinio como una zona prioritaria para el restablecimiento de la conectividad mesoamericana (CTPT 2011). Los corredores biológicos son una estrategia para la conservación de la biodiversidad a escala de paisaje. Su objetivo principal es restablecer la conectividad entre los remanentes de bosques, ya sean áreas protegidas o bosques privados, y así mantener la continuidad de los procesos ecológicos a través de paisajes que proveen servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar humano (Canet-Desanti *et al.* 2011). Para esto es necesario restaurar y/o conservar las áreas de bosques y mejorar las condiciones ambientales del agropaisaje circundante. Sin embargo, para alcanzar los objetivos de los corredores biológicos, es necesario asegurar la participación de los actores locales que hacen uso de los recursos y, a la vez, considerar el conocimiento local en el diseño e implementación de acciones que lleven a una conservación efectiva de la biodiversidad (Herrera y Finegan 2008, Canet-Desanti *et al.* 2008).

No obstante, para promover la conservación de la biodiversidad es preciso conocer la composición y estructura de los paisajes, a partir de la identificación de los tipos de bosque existentes y su grado de vulnerabilidad (Sánchez *et al.* 2007). Se sabe

que la distribución de los tipos de bosques en el paisaje es influenciada por factores climáticos (temperatura y precipitación), edáficos (tipos de suelo y contenido de nutrientes), fisiográficos (elevación y pendiente), geográficos (latitud y longitud) y de perturbación (Finegan *et al.* 2001, Louman *et al.* 2001, Murrieta *et al.* 2007a). Diversos autores coinciden en que la identificación y caracterización de los tipos de bosques es una herramienta necesaria para definir estrategias de manejo que promuevan la conservación efectiva y la provisión de servicios ecosistémicos (Finegan *et al.* 2001, Ramos y Finegan 2005, Murrieta *et al.* 2007b, Sánchez *et al.* 2007, Herrera y Finegan 2008).

Una vez identificados los tipos de bosques es preciso determinar el grado de vulnerabilidad. Para esto se puede partir de dos parámetros: el grado de fragmentación y el estado de la conectividad del paisaje (Finegan *et al.* 2001). Por medio del análisis a escala de paisaje es posible establecer la diversidad de tipos de hábitats y su distribución, la presencia de parches (número, tamaño, forma) y el grado de complejidad (Murrieta *et al.* 2007b). Estos parámetros se relacionan directamente con la calidad del hábitat y su grado de fragmentación. Según DeClerck y Ramos (2010), la contextualización de los diferentes tipos de bosques a escala de paisaje es fundamental en la elaboración de estrategias y ejecución de esfuerzos de conservación exitosos.

La presente investigación pretende contribuir al restablecimiento y mantenimiento de la conectividad en el Corredor Biológico Trinacional Montecristo del Trifinio, por medio del manejo sostenible de los bosques (Freitas 2012).

El sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Corredor Biológico Trinacional Montecristo (CBTM), Trifinio (Figura 1). La región está comprendida entre 88°45'-89°50' W y entre 14°05'-15°12' N y abarca un área de 7541 km². La región contiene un total de 45 municipios en donde habita una población aproximada de 700.000 personas (CTPT 2011). En la región de estudio, se seleccionaron dos sitios con base en criterios socioambientales: la importancia para la conectividad

y para la provisión del recurso hídrico, así como la jerarquización de sitios de acción que se hizo con la colaboración de actores locales para el plan estratégico del CBTM. El primer sitio seleccionado se denominó La Fortuna y corresponde a los límites de la microcuenca del río Gila, departamento de Copán, Honduras. El segundo sitio seleccionado se denominó El Gigante y corresponde a los límites de acción del Programa Bosques y Cuencas, en el departamento de Chiquimula, Guatemala (Figura 2).

Metodología

Para la identificación y caracterización de los ecosistemas forestales en los sitios seleccionados se utilizó el sistema de información geográfica e información secundaria recopilada y analizada. Para determinar el estado actual de la conectividad se hizo un análisis del paisaje con imágenes de satélite de los años 2007, 2010, 2011 y 2012; además se usaron mapas del uso del suelo disponibles para las zonas de estudio (Sanfiorenzo 2008) y herramientas de los sistemas de información geográfica.

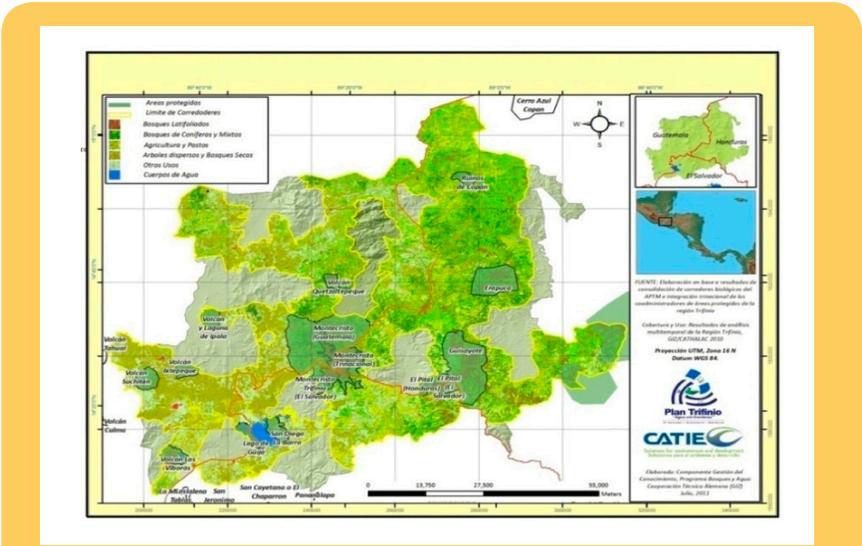


Figura 1. Ubicación del Corredor Biológico Trinacional Montecristo en la región Trifinio

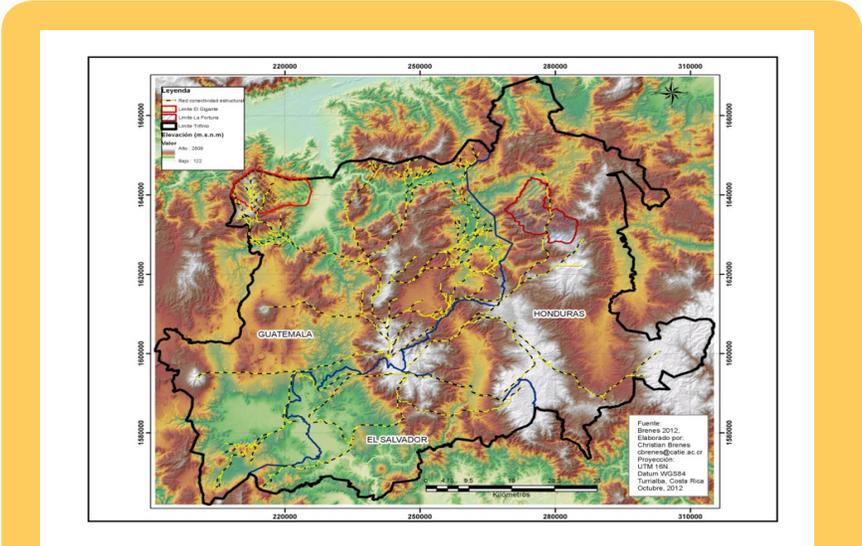


Figura 2. Ubicación de los paisajes La Fortuna y El Gigante en la región Trifinio
Fuente: elaborado por Christian Brenes

Cuadro 1. Ecosistemas forestales presentes en La Fortuna y El Gigante, Trifinio

Ecosistema forestal	Principales características	Estudios relacionados
Bosque seco	Ocurre en condiciones climáticas estacionales influenciadas por fuertes periodos de sequía. Tiene una alta diversidad local y regional de especies y alto índice de endemismo. Los árboles en general presentan troncos cortos, corteza gruesa y sistema radicular profundo.	Agudelo (1987) Almazán <i>et al.</i> (2009) Cárdenas <i>et al.</i> (2003) Cardoza (2011) Cathalac (2011) CEA-UVG (2007)
Bosque de coníferas	Es relativamente homogéneo; más del 70% de las especies son de <i>Pinus</i> . Presenta los más bajos niveles de riqueza de especies, endemismo y diversidad, en comparación con el bosque tropical de hoja ancha. Ocurre en forma natural en condiciones topográficas de pendiente fuerte.	Chacón y Harvey (2006) DeClerck <i>et al.</i> (2011) Dinerstein <i>et al.</i> (1995) Doblado (2011) Ferrando (1998)
Bosque latifoliado	Está conformado por un 70% de especies latifoliadas o de hoja ancha. Presenta especies semi-decíduas, un dosel cerrado y sotobosque abundante. Se desarrolla en climas calientes y húmedos. Presenta una gran riqueza de especies, altos índices de endemismo y marcada especificidad de hábitats.	Harvey <i>et al.</i> (2004a,b) Herrera (2003) Jiménez <i>et al.</i> (2001) Lentijo y Kattan (2005) León (2005)
Bosque mixto	Presenta una combinación de especies latifoliadas con coníferas, en similar proporción.	Milder <i>et al.</i> (2010) Murrieta <i>et al.</i> (2007a,b) Paniagua y Vélez (1994)
Matorrales	Corresponden a la fase inicial del proceso de sucesión secundaria del bosque. Su composición puede ser influenciada por el tipo de vegetación que existía antes en el sitio, la germinación de semillas existentes en el suelo, el tipo de vegetación en los alrededores; así como los factores climáticos (temperatura y precipitación) que inciden en el establecimiento de la vegetación.	Pérez <i>et al.</i> (1991) Pérez <i>et al.</i> (2001) Pérez <i>et al.</i> (2011) Ramírez (2006) Ramos y Finegan (2005)
Sistemas agroforestales y silvopastoriles	Son sistemas productivos que combinan especies forestales con la cría de ganado y/o cultivos agrícolas. Representan una estrategia que concilia la producción y la conservación de los recursos naturales, amortigua el efecto de la fragmentación de los bosques naturales, proporciona hábitat oportuno para algunas especies de la fauna y contribuye al mantenimiento de los procesos ecológicos entre parches de bosques aislados.	Rasal <i>et al.</i> (2011) Sáenz <i>et al.</i> (2007) Sánchez <i>et al.</i> (2007) Sanfiozeno (2008) Schroth <i>et al.</i> (2004) Segura (2012) Tobar <i>et al.</i> (2006) Useche (2006)

El análisis del paisaje La Fortuna se basó en el mapa de uso del suelo generado por Sanfiozeno (2008) para la subcuenca del río Copán. Este mapa fue elaborado con el programa ArcGIS a partir de una imagen Ikonos del año 2007, con cuatro bandas espectrales y recolección de información –fotointerpretación- en campo. Con una escala de 1:5000 y unidad mínima de mapeo de 0,5 ha, el mapa reconoce veinte categorías de uso del suelo. El análisis del paisaje El Gigante se basó en el mapa de uso del suelo generado por Christian Brenes para toda la región Trifinio con la metodología de clasificación supervisada. El mapa fue elaborado con el programa ArcGIS a partir de imágenes *RapidEye* de los años 2010 a 2012 y chequeo de puntos en campo. Con una escala de 1:25.000 y unidad mínima de mapeo de 2 ha, el mapa ofrece una resolución de 5 metros y 11 categorías de uso del suelo.

En ese estudio se analizó la conectividad estructural con el fin de conocer el grado de fragmentación y la calidad de hábitats existentes; además, se caracterizó el arreglo espacial de los ecosistemas forestales en el paisaje. El patrón del paisaje se evaluó con el *software*

FragStats 3.3 (McGarigal *et al.* 2002), que permitió determinar métricas descriptivas del paisaje para dos áreas de aproximadamente 130 km² de extensión y elaborar mapas que facilitarían la interpretación visual y el análisis de los datos.

Se calculó el área y la proporción de cada uno de los usos del suelo en el paisaje, sus grados de dispersión e índices de forma (métrica de clases), el porcentaje del paisaje compuesto por el parche mayor, el grado de contagio y el grado de conectividad del paisaje (métrica del paisaje)². Debido a las diferencias metodológicas en la elaboración de los mapas-base, no fue posible hacer un estudio comparativo entre las métricas de los dos paisajes.

RESULTADOS

Caracterización de los ecosistemas forestales

Los principales ecosistemas forestales identificados en los paisajes estudiados fueron: bosque latifoliado,

² Mayores detalles sobre las métricas e índices descriptivos del paisaje se encuentran en el manual del programa FragStats 3.3 (McGarigal *et al.* 2002).

bosque mixto, bosque seco, bosque de coníferas, matorrales, sistemas silvopastoriles (SSP) y sistemas agroforestales (SAF). Se realizó la revisión y compilación de 33 estudios relacionados con estos ecosistemas (Cuadro 1).

De acuerdo con los mapas de uso del suelo del paisaje La Fortuna, se evidencia una matriz agropecuaria en donde predominan los SSP y SAF, aunque en la parte más alta de la microcuenca se encuentran fragmentos de bosque natural latifoliado (Figura 3). El Gigante presenta una mayor variedad de ecosistemas forestales; entre ellos, matorrales en áreas en regeneración natural que, bajo condiciones adecuadas, podrían llegar a ser bosques secundarios (Cathalac 2010). En cuanto a los bosques naturales, hay predominancia de bosques de coníferas (Cuadro 2).

El paisaje La Fortuna presenta una matriz agropecuaria y un alto grado de perturbación del hábitat remanente en donde predomina el bosque latifoliado, con parches de mayor tamaño y en mejor estado de conservación. Los resultados coinciden con estudios anteriores que demuestran que la composición y estructura del paisaje La Fortuna sigue el mismo patrón encontrado a una escala mayor (Sanfiorenzo 2008). En la subcuenca del río Copán, este autor encontró que el paisaje fragmentado contiene una alta proporción de sistemas agropecuarios; el bosque natural representa únicamente el 25%. De manera similar, el bosque con mayor representatividad fue el tipo latifoliado, con altos grados de dispersión y fragmentación.

Un análisis del paisaje a nivel de municipios en la subcuenca del río Copán identificó que el municipio de Cabañas, que abarca casi la totalidad del paisaje La Fortuna, presenta el mayor grado de perturbación en función de los indicadores medidos en campo (Bejarano 2009).

Por otro lado, el paisaje El Gigante alberga un mayor porcentaje de ecosistemas forestales, en comparación con La Fortuna. Los usos dominantes del suelo son los matorrales y los bosques naturales de coníferas. Distintos estudios señalan el importante papel que los matorrales y los bosques de coníferas desempeñan en la conservación de la biodiversidad local.

Aunque los valores para la conservación de los sistemas agropecuarios son menores que los del bosque natural, principalmente para especies raras o altamente especializadas, siempre debieran ser considerados en las estrategias de conservación de la biodiversidad. Sanfiorenzo (2008) señala que los sistemas silvopastoriles y agroforestales cumplen un rol importante en la provisión de hábitat de calidad para las especies tolerantes a la perturbación, en especial para las aves de los géneros *Icterus* y *Dendroica*. Milder *et al.* (2010) encontraron abundancia relativa de aves migratorias en estos ecosistemas, lo que evidencia su rol en la conectividad del paisaje y la necesidad de incorporarlos a las estrategias de conservación planteadas para la región.

Milder *et al.* (2010) encontraron valores de densidad de especies y abundancia media de aves mayores en los matorrales, en comparación con otros usos del suelo; asimismo, los bosques de coníferas mostraron la mayor abundancia de aves migratorias. Según Dinerstein *et al.* (1995), los bosques de coníferas ofrecen vínculos altitudinales importantes para la migración de especies estacionales. De manera similar, el estudio de CEA-UVG (2007) señala que los bosques de coníferas en el paisaje El Gigante presentan una humedad relativa más alta, en comparación con los bosques vecinos a la misma altitud, lo que garantiza un hábitat adecuado y facilita la migración temporal de fauna hacia los bosques nubosos de la Sierra de las Minas. Es evidente, entonces, que estos ecosistemas son de especial importancia ecológica y deben ser considerados en las estrategias para el fortalecimiento de la conectividad a nivel regional.

Caracterización de la conectividad del paisaje

Las métricas relacionadas con el paisaje indican que los parches de bosque existentes en La Fortuna y El Gigante se distribuyen de manera irregular (índices de forma menores que 25). El índice de parche mayor tuvo un valor aproximado del 6%; o sea que el mayor parche en los paisajes ocupa una pequeña proporción del área total de estudio. El área promedio de los parches varía entre 10 y 18 ha, con gran cantidad de parches de tamaño pequeño. Los índices de contagio tuvieron un valor aproximado del 65%,

lo que indica que los parches en los dos paisajes de estudio se encuentran dispersos e intercalados y reflejan altos grados de heterogeneidad espacial –o sea que la continuidad de un uso del suelo se ve interrumpida por otras clases de usos- (Cuadro 3).

Los índices de conectividad indican que ambos paisajes presentan bajos grados de conectividad estructural (Figura 4). La métrica se expresa en porcentaje y se puede calcular a partir de distintos valores de umbrales críticos de distancia. Según Turner *et al.* (2001), el umbral crítico de distancia corresponde al “*punto donde hay un cambio abrupto en la calidad, propiedad o fenómeno*”. En ecología de paisaje, los umbrales críticos corresponden al rango donde el hábitat pierde o gana conectividad; este rango se asocia con la capacidad de movilización de las especies en el territorio. Así, un mismo paisaje presenta un grado de conectividad mayor para las especies capaces de moverse a grandes distancias, que para las especies con desplazamientos relativamente cortos. En este rango de transición, el cambio en el patrón espacial puede producir efectos en los procesos ecológicos a escala de paisaje (Turner *et al.* 2001).

Los resultados indican que para los organismos de desplazamiento corto (hasta los 2000 metros de distancia) los paisajes presentan bajos valores de conectividad. El índice de conectividad del paisaje sobrepasa el 50% a partir de umbrales de 5500 metros y llega a valores mayores que el 80% recién después de los 9000 metros de distancia (Cuadro 4).

De manera general, los bosques naturales ubicados en los dos paisajes estudiados se encuentran en alto grado de dispersión y fragmentación y presentan bajos valores de conectividad para los organismos

de desplazamiento reducido (como las ardillas, entre otros pequeños mamíferos). En cuanto a los organismos con gran capacidad de desplazamiento (como las aves migratorias), los bosques naturales de ambos paisajes constituyen importantes ecosistemas para la red de conectividad a nivel regional.

Las estrategias de conservación de la biodiversidad en el paisaje La Fortuna deben enfocarse en la diversificación de la matriz productiva mediante la incorporación de especies maderables de alto valor para la producción y conservación. En función de los tipos de bosques existentes, los servicios ecosistémicos que brindan y las características estructurales del paisaje, las acciones para la conservación deben orientarse de manera prioritaria al sector este del paisaje, el cual abarca la parte alta de la microcuenca, con el fin de diversificar la matriz productiva agroforestal para promover la conectividad entre los mayores fragmentos de bosque latifoliado presentes en el área de estudio.

En el paisaje El Gigante, las acciones prioritarias para el fortalecimiento de la conectividad deben enfocarse en el sector oeste, con el fin de promover el manejo sostenible y conservar los bosques remanentes -especialmente los bosques de coníferas ubicados en las partes más altas de la montaña-. Además, se debiera promover la reforestación en áreas degradadas y el desarrollo de la estructura en la vegetación de matorrales.

En ambos sitios es necesario involucrar a los actores y poblaciones locales que hacen uso de los recursos; asimismo, se debiera considerar el conocimiento local en el diseño de propuestas y ejecución de acciones que impulsen la conservación efectiva de la biodiversidad.

Cuadro 2. Ecosistemas forestales en los paisajes La Fortuna y El Gigante, Trifinio

Paisaje	Área total (ha)	Tipo de bosque (ha)					SSP	SAF
		Latifoliado	Mixto	Coníferas	Seco	Matorrales		
La Fortuna	13.098	1372	567	4	0	1466	5881	1801
%		10	4	0	0	11	45	14
El Gigante	13.301	1391	3	3219	1128	3128	0	0
%		10	0	24	8	24	0	0

Cuadro 3. Conectividad del paisaje en La Fortuna y El Gigante, Trifinio

Paisaje	Número de parches	Índice de forma	Índice de parche mayor (%)	Área promedio de los parches (ha)	Contagio (%)
La Fortuna	1197	22,78	6,0	10	65
El Gigante	723	24,82	5,7	18	64

Cuadro 4. Índices de conectividad según distintos valores de umbral en los paisajes La Fortuna y El Gigante, Trifinio

Umbral de distancia (m)	500	2000	3500	5000	6500	8000	9500	11.000	12.500	13.000	13.500	14.000
Conectividad (%) El Gigante	2,939	15,637	32,695	49,050	62,847	74,166	82,613	89,413	94,757	96,187	97,328	98,304
Conectividad (%) La Fortuna	2,56	13,14	28,17	44,51	60,49	73,95	84,20	91,40	96,07	97,116	97,90	98,55

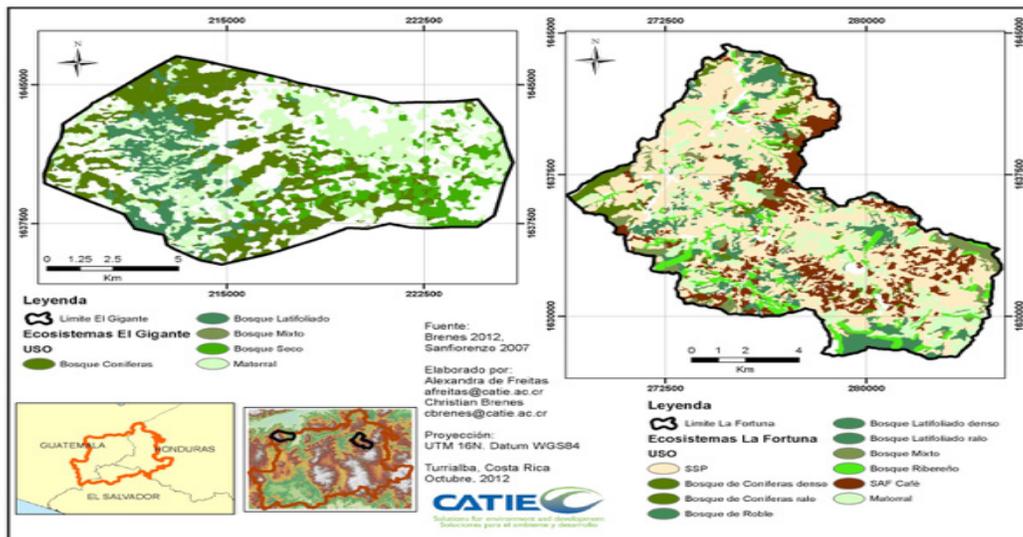


Figura 3. Ecosistemas forestales existentes en los paisajes La Fortuna y El Gigante, Trifinio
 Fuente: Sanfiozeno (2008)

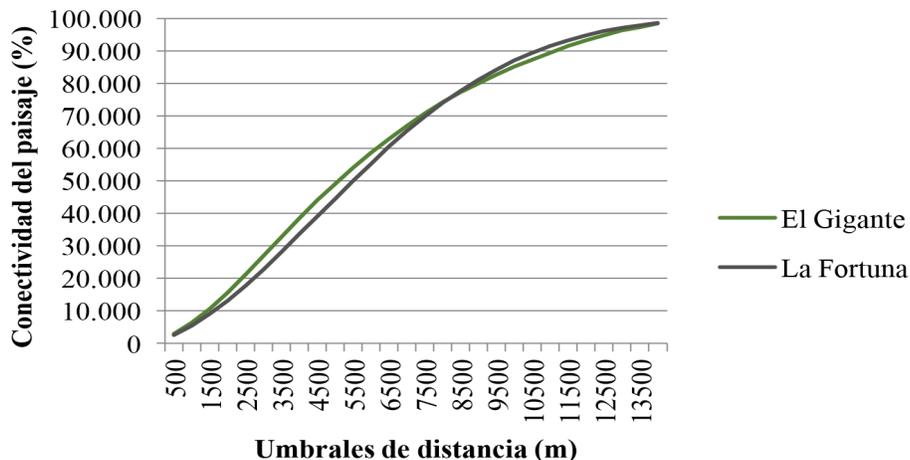


Figura 4. Índices de conectividad según distintos valores de umbral en los paisajes La Fortuna y El Gigante, Trifinio

Literatura citada

Agudelo, N.C. 1987. Ecosistemas terrestres de Honduras. Tegucigalpa, Honduras, Asociación Hondureña de Ecología. 16 p.

Almazán-Núñez, R.C.; Puebla-Olivares, F.; Almazán-Juárez, A. 2009. Diversidad de aves en bosques de pino-encino de Guerrero, México (en línea). *Acta Zoológica Mexicana* 25(1): 123-142 p. Consultado 1 oct. 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/575/57511206011.pdf>.

Bejarano Banegas, L.F. 2009. Evaluación metodológica del enfoque de ecoagricultura para medir el desempeño de un paisaje con matriz agropecuaria en la subcuenca del río Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 190 p.

Canet-Desanti, L.; Finegan, B.; Bouroncle, C.; Gutiérrez, I.; Herrera, B. 2008. El monitoreo de la efectividad del 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.

Canet-Desanti, L.; Finegan, B.; Herrera, B. 2011. Principios, criterios e indicadores para la evaluación en la efectividad de manejo de corredores biológicos. Turrialba, Costa Rica, CATIE.

Cárdenas, G.; Harvey, C.; Ibrahim, M.; Finegan, B. 2003. Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):78-85.

Cardoza, F.S.R. 2011. Diversidad y composición florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Montecristo, El Salvador. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 127 p.

Cathalac (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe). 2011. Cobertura y uso de la tierra de la región del Trifinio: estudio de los años 1986, 2001 y 2010 mediante métodos de teledetección. Chiquimula, Guatemala. 73 p.

CEA-UVG (Centro de Estudios Ambientales de la Universidad del Valle de Guatemala). 2007. Institucionalidad local para el manejo de bosque y agua en comunidades indígenas: sitio Finca Pacalaj, sitio Bosque El Gigante. Guatemala, Guatemala, Universidad del valle. 164 p.

Chacón León, M.; Harvey, C. 2006. Live fences and landscape connectivity in a neotropical landscape. *Agroforestry Systems* 68(12): 15-26.

CTPT (Comisión Trinacional del Plan Trifinio). 2011. Estado de la Región Trifinio: variables e indicadores a nivel municipal. Esquipulas, Guatemala. 88 p.

DeClerck, F.; Ramos, Z. 2010. Curso de Ecología de Paisajes: herramientas para el estudio de patrones de paisajes y procesos ecológicos; manual de laboratorios. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 73 p.

DeClerck, F.; Martínez, A.; DeClerck, R. 2011. Aves en cercas vivas. *In* Conservación de biodiversidad en paisajes agrícolas: un desafío para la producción ganadera. *Agroforestería en las Américas* 48: 21-25.

Dinerstein, E.; Olson, D.; Graham, D.; Webster, A.; Primm, S.; Bookbinder, M.; Ledec, G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las eco-regiones terrestres de América Latina y el Caribe. Washington USA, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial. 135 p.

Doblado Amador, L.S. 2011. Identificación y caracterización de tipos de bosque y su relación con variables ambientales, en un paisaje fragmentado en el Norte de Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 61 p.

Ferrando, J. 1998. Composición y estructura del bosque latifoliado de la costa norte de Honduras; pautas ecológicas para su manejo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 81 p.

Finegan, B.; Palacios, W.; Zamora, N.; Delgado, D. 2001. Ecosystem-level forest biodiversity and sustainability assessments for forest management. *In* Raison, RJ; Brown, AG; Flinn, DW. (Eds.). *Criteria and indicators for sustainable forest management*. Viena, Austria, CABI Publishing/IUFRO. p. 341-378.

Freitas, A.C. 2012. Gestión participativa de los ecosistemas forestales como estrategia para la conectividad en el Corredor Biológico Trinacional Montecristo, Trifinio. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 173 p.

Harvey, C.A.; Sáenz, J.; Montero, J.; Medina, A.; Sánchez, D.; Vilchez, S.; Hernández, B.; Maes, J.M.; Sinclair, F.L. 2004a. Abundance and species richness of trees, birds, bats, butterflies and dung beetles in silvopastoral systems in the agricultural landscapes of Cañas, Costa Rica and Rivas, Nicaragua. *In*: CATIE. VI Semana Científica, Resúmenes. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 82-84.

- Harvey, C.A.; Tucker, N.I.J.; Estrada, A. 2004b. Live fences, isolated trees, and windbreaks: tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscape. In Schroth, G.; da Fonseca, G.A.B.; Harvey, C.A.; Gascon, C.; Vasconcelos, H.L.; Izac, A.N. (Eds.). *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, DC. Island Press. p. 261-289.
- Herrera, A.H.T. 2003. Hacia una silvicultura sostenible en el trópico seco: el caso de la finca Pedra Rala, Nicaragua (en línea). *Ecología y Medio Ambiente*. 12(2): 1-8. Consultado 2 oct. 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/540/54012220.pdf>
- Herrera, B.; Finegan, B. 2008. La planificación sistemática como instrumento para la conservación de la biodiversidad: experiencias recientes y desafíos en Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* no.54: 4-13.
- Jiménez, F.; Amend, T.; Köpdel, E. 2001. Agroforestería, zonas de amortiguamiento y áreas protegidas. In Jiménez, F.; Muschler, R.; Kopsell, H. (Eds.). *Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 139-154.
- Lentijo, G.M.; Kattan, G. 2005. Estratificación vertical de las aves en una plantación monoespecífica y en un bosque nativo en la cordillera central de Colombia. *Ornitología Colombiana* 3:51-61 p.
- León, W.J.H. 2005. Anatomía ecológica del xilema secundario en un bosque seco tropical de Venezuela (en línea). *Acta Botanica Venezuelica* 28(2): 257-273. Consultado 4 oct. 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/862/86228206.pdf>
- Louman, B.; Quiros, D.; Nilsson, M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 265 p. (Serie técnica. Manual Técnico no. 46).
- McGarigal, K.; Cushman, S.A.; Neel, M.C.; Ene, E. 2002. *FragStats: spatial pattern analysis program for categorical maps*. Amherst, Massachusetts, University of Massachusetts.
- Milder, J.C.; DeClerck, F.; Sanfiorenzo, A.; Sánchez, D.; Tobar, E.; Zuckerberg, B. 2010. Effects of farm and landscape management on bird and butterfly conservation in western Honduras. *Ecosphere* 1(1): art2. doi:10.1890/ES10-00003.1
- Murrieta, E.; Finegan, B.; Delgado, D.; Villalobos, R.; Campos, J. 2007a. Identificación y caracterización florística de bosques naturales en el Corredor Biológico Volcánica Central - Talamanca, Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* no. 51-52: 57-68.
- Murrieta, E.; Finegan, B.; Delgado, D.; Villalobos, R.; Campos, J. 2007b. Propuesta para una red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico Volcánica Central -Talamanca, Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* no. 51-52: 69-76.
- Paniagua, A.P.; Vélez, A.M. 1994. Caracterización y comparación estructural de la sucesión de un bosque mixto en diferentes edades en el corregimiento de Aquitania. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 154 p.
- Pérez, C.; Armesto, J.J.; Ruthsatz, B. 1991. Descomposición de hojas, biomasa de raíces y características de los suelos en bosques mixtos de coníferas y especies laurifolias en el Parque Nacional Chiloé, Chile (en línea). *Revista Chilena de Historia Natural* v. 64: 479-490. Consultado 03 ago. 2012. Disponible en http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1991/3/Perez_et_al_1991.pdf.
- Pérez, E.; Richers, B.; DeClerck, F.; Casanoves, F.; Gobbi, J.; Benjamin, T. 2001. Uso y manejo de la cobertura arbórea en sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Copán, Honduras. *Agroforestería en las Américas* 48: 26-35.
- Pérez, E.; Richers, B.; DeClerck, F.; Casanoves, F.; Gobbi, J.; Benjamin, T. 2011. La cobertura forestal de Honduras (en línea). In Kleinn, C.; Soihet, C. (Eds). Programa de evaluación de recursos forestales (FRA 2000). Roma, Italia, FAO-CATIE. Consultado 20 ene 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/ac768s/AC768S00.htm#TOC>
- 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.
- Ramos, Z.; Finegan, B. 2005. Una red ecológica para la conservación de la biodiversidad: Corredor Biológico San Juan-La Selva. *Recursos, Ciencia y Decisión* 4: 3 p.
- Rasal, M.S.; Troncos, J.C.; Lizano, C.D.; Parihuamán, O.G.; Quevedo, C.D.; Rojas, C.I.; Delgado, G.P. 2011. Características edáficas y composición florística del bosque estacionalmente seco La Menta y Timbes, región Piura, Perú (en línea). *Ecología Aplicada* 10(2): 61-74. Consultado 2 oct. 2012. Disponible en <http://www.redalyc.org/principal/ForCitArt.jsp?iCve=34122395002>.
- Sáenz, J.C.; Villatoro, F.; Ibrahim, M.; Fajardo, D.; Pérez, M. 2007. Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería en las Américas* 45:37-48.
- Sánchez, D.; Finegan, B.; Harvey, C.; Delgado, D. 2007. Tipos de bosques en el sector sur del Corredor Biológico del Atlántico, Nicaragua. *Recursos Naturales y Ambiente* no. 51-52: 48-56.
- Sanfiorenzo, A.R.G.L. 2008. Contribución de diferentes arreglos silvopastoriles a la conservación de la biodiversidad, mediante la provisión de hábitat y conectividad en el paisaje de la sub-cuenca del río Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 94 p.
- Schroth, G.; da Fonseca, G.A.B.; Harvey, C.A.; Vasconcelos, H.L.; Gascon, C.; Izac, A.N. 2004. Introduction: The role of agroforestry in biodiversity conservation in tropical landscapes. In Schroth, G.; da Fonseca, G.A.B.; Harvey, C.A.; Gascon, C.; Vasconcelos, H.L.; Izac, A.N. (Eds.). *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, DC. Island Press. p. 1-12.
- Segura, C. 2012. Identificación y caracterización de tipos de bosques en la zona de usos múltiples de la Reserva de Biosfera Maya, impactos del manejo forestal y propuesta de una red de parcelas permanentes de muestreo para su monitoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 158 p.
- Tobar López, D.; Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Casasola, F. 2006. Diversidad de mariposas diurnas en un paisaje agropecuario del Pacífico Central de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* no. 45:58-65.
- Turner, M.; Gardner, R.; O'Neill, R.V. 2001. *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. Springer Publishers, New York, USA. 79 p.
- Useche Rodríguez, D.C. 2006. Diseño de redes ecológicas de conectividad para la conservación y restauración del paisaje en Nicaragua, Centroamérica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 223 p.