

TESIS DE MAESTRÍA ACADÉMICA

**EVALUACIÓN DE LA CONECTIVIDAD DEL PAISAJE DE LA
CUENCA MEDIA DEL CAÑÓN DEL RÍO BARBAS, MUNICIPIO
DE FILANDIA, COLOMBIA**

ANGÉLICA MARÍA OSORIO GIRALDO

2018

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN

PROGRAMA DE POSGRADO

**EVALUACIÓN DE LA CONECTIVIDAD DEL PAISAJE DE LA CUENCA MEDIA DEL
CAÑÓN DEL RÍO BARBAS, MUNICIPIO DE FILANDIA, COLOMBIA**

**Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de
Posgrado como requisito para optar al grado de**

MAGISTER SCIENTIAE

en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad

Angélica María Osorio Giraldo

Turrialba, Costa Rica

2018

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y CONSERVACIÓN
DE BOSQUES TROPICALES Y BIODIVERSIDAD**

FIRMANTES:

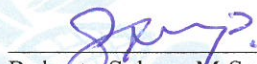


Adina Chain, Ph.D.
Codirectora de tesis

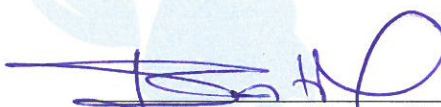


Lindsay Canet, M.Sc.
Codirectora de tesis

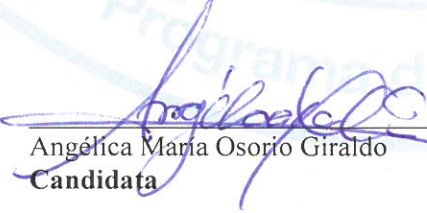
Juan C. Zamora, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Roberto Salom, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Isabel A. Gutiérrez-Montes, Ph.D.
Decana Programa de Posgrado



Angélica María Osorio Giraldo
Candidata

DEDICATORIA

*A mi madre,
por su amor incondicional,
y ejemplo de vida.*

*A mi hermanita,
por ser mi más grande alegría.*

*A Alán,
por ser mi familia entera
en Costa Rica.*

AGRADECIMIENTOS

A Adina Chain y Lindsay Canet, por sus conocimientos, orientación y paciencia.

A Juan Carlos Zamora y Roberto Salom, por sus valiosos aportes, disposición e interés.

A Christian Brenes y Allan Guerrero, por el apoyo en la realización de las actividades cartográficas.

A Fernando Builes, por su acompañamiento incondicional en la fase de campo.

A Socorro Giraldo y Gladis Cuadros, por toda la información suministrada y espíritu de colaboración.

A la Alcaldía Municipal de Filandia, especialmente a Oswaldo Osorio por toda la información proporcionada.

A la Unidad de Sistemas de Información Geográfica del Instituto Alexander von Humboldt, por la información cartográfica.

A todos los distintos actores que participaron de las entrevistas, por disponer un poco de su tiempo y compartir sus conocimientos y observaciones.

A todos los propietarios, que permitieron el ingreso a sus predios.

Al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos quienes a través del fondo de becas Wallace, me brindaron la oportunidad de cursar una maestría en el exterior.

A mis compañeros y amigos de la Promoción 2016 - 2017, por compartir un pedacito de sus países y convertir mi estadía en CATIE en una experiencia de vida.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	3
IV. MARCO CONCEPTUAL.....	3
4.1. Fragmentación de hábitat y su efecto en la biodiversidad.....	3
4.2. Importancia del agropaisaje en la conservación de la biodiversidad	4
4.3. Ecología del paisaje.....	5
4.3.1. Conectividad del paisaje	6
4.3.2. Tecnologías SIG para cuantificar los patrones del paisaje y la planificación de la conectividad	7
4.3.3. Herramientas de manejo del paisaje como promotoras de la conectividad	9
4.4. Descripción de las especies bajo estudio.....	10
4.4.1. Pava caucana (<i>Penelope perspicax</i>)	10
4.4.2. Guagua loba (<i>Dinomys branickii</i>)	11
V. RESULTADOS PRINCIPALES	12
VI. LITERATURA CITADA	13
VII.EVALUACIÓN DE LA CONECTIVIDAD DEL PAISAJE DE LA CUENCA MEDIA DEL CAÑÓN DEL RÍO BARBAS, MUNICIPIO DE FILANDIA, COLOMBIA	22
7.1. Resumen	22
7.2. Introducción.....	24
7.3. Metodología.....	26
7.3.1. Área de estudio	26
7.3.2. Identificación del estado actual de las herramientas de manejo del paisaje y la percepción de los actores clave sobre este proceso en el territorio.....	28
7.3.3. Evaluación de la conectividad del paisaje	29
7.4. Resultados.....	34
7.5. Discusión	45
7.6. Recomendaciones	49
7.7. Conclusiones.....	50
7.8. Literatura citada.....	51
7.9. Anexos.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ejemplos de <i>software</i> , herramientas SIG y sitios web empleados para cuantificar los patrones espaciales y planificación de la conectividad en estudios a escala de paisaje.....	7
Cuadro 2. Ponderación de la conductancia de los usos del suelo para las especies pava caucana (<i>Penelope perspicax</i>) y guagua loba (<i>Dinomys branickii</i>).....	32
Cuadro 3. Escenarios modelados con el <i>software</i> Circuitscape.....	34
Cuadro 4. Métricas de composición de paisaje y tamaño de parche para los usos/cobertura de la tierra del paisaje de la cuenca media del cañón del río Barbas, Filandia y Pereira, Colombia.....	38
Cuadro 5. Métricas de forma y agregación para las masas boscosas y bosques ribereños del paisaje de la cuenca media del cañón del río Barbas, Filandia y Pereira, Colombia	38
Cuadro 6. Matriz de cambios de uso/cobertura de tierra para el periodo 2003 - 2014.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio en el límite entre los municipios de Filandia, departamento del Quindío y Pereira, departamento de Risaralda, Colombia	26
Figura 2. Corredores biológicos establecidos en la cuenca media del cañón del río Barbas, municipios de Filandia y Pereira, Colombia	27
Figura 3. Línea del tiempo de los principales hechos que contribuyen al cambio en la composición y configuración del paisaje ligados al establecimiento de las herramientas de manejo del paisaje, municipios de Filandia y Pereira, Colombia.....	28
Figura 4. Metodología desarrollada para la evaluación de la conectividad dentro del área de estudio, municipios de Filandia y Pereira, Colombia.....	30
Figura 5. Predios con herramientas de manejo del paisaje en los municipios de Filandia y Pereira, Colombia.....	36
Figura 6. Año 2003 – Línea base	41
Figura 7. Año 2014 – Línea base	42
Figura 8. Año 2014 – Escenario 1 con cercos vivos y árboles dispersos en potrero	43
Figura 9. Año 2014 – Escenario 2 con cercos vivos y potreros con cobertura arbórea mayor al 5%	44

LISTA DE ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y UNIDADES

AI	índice de agregación (por sus siglas en inglés)
bmh-MB	bosque muy húmedo montano bajo
CA	Área total de la clase
CARDER	Corporación Autónoma Regional de Risaralda
CRQ	Corporación Autónoma Regional del Quindío
ENN	Vecino Euclidiano más cercano (por sus siglas en inglés)
ESRI	Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (por sus siglas en inglés)

FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (por sus siglas en inglés)
GEF	Fondo Mundial para el Medio Ambiente (por sus siglas en inglés)
ha	hectárea
HMP	Herramientas de manejo del paisaje
IAvH	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IJI	Índice de esparcimiento y yuxtaposición (por sus siglas en inglés)
LPI	Índice del parche más grande (por sus siglas en inglés)
JAC	Junta de acción comunal
m	Metros
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
NP	Número de parches
PD	Densidad de parches
PLAND	Porcentaje del paisaje (por sus siglas en inglés)
par/ha	parches por hectárea
SIG	Sistema de Información Geográfica
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UMATA	Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria
UNISIG	Unidad de Sistemas de Información Geográfica del Instituto Alexander von Humboldt
WCS	Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (por sus siglas en inglés)

RESUMEN

En la cuenca media del cañón del río Barbas, en los municipios de Filandia (Quindío) y Pereira (Risaralda), Colombia, en el año 2005 se desarrolló un conjunto de prácticas conocidas como herramientas de manejo del paisaje (HMP), para promover el hábitat natural, la conservación de la biodiversidad nativa y aumentar la conectividad funcional del paisaje. Desde su implementación, la efectividad de los corredores biológicos como hábitat para especies de fauna ha sido evaluada, pero no el aporte de las demás HMP al ecosistema. El presente estudio, a través de entrevistas y un protocolo de observación cualitativa en el campo, caracterizó el estado actual de cuatro de las siete herramientas que se establecieron inicialmente en el paisaje y evaluó las percepciones de productores, propietarios y tomadores de decisiones de la región sobre el medio ambiente y el impacto económico que este tipo de prácticas han representado en las fincas. Además, a través de la implementación de herramientas computacionales, se analizaron las dinámicas de uso de la tierra entre el 2003 y 2014, se evaluó la configuración y composición del paisaje y las rutas de movimiento potencial para dos especies con diferentes niveles de movilidad y amenaza de conservación: la pava caucana (*Penelope perspicax*) y la guagua loba (*Dinomys branickii*). La caracterización del estado actual de las herramientas evidenció que aquellas que requerían mayor cuidado y esfuerzo por parte de los productores, como cercos vivos y árboles dispersos en potreros, eran más propensas a la desaparición. Por otro lado, la identificación de las rutas ecológicas de conectividad proporcionó herramientas para la planificación del territorio, a través del reconocimiento de aquellas áreas que requieren la promoción de HMP para reducir la presión de las actividades antrópicas y aumentar la conectividad funcional para el mantenimiento de la diversidad biológica.

Palabras clave: conectividad, guagua loba (*Dinomys branickii*), herramientas de manejo del paisaje (HMP), pava caucana (*Penelope perspicax*), rutas de movimiento potencial.

ABSTRACT

In the middle basin of the Barbas river canyon, in the municipalities of Filandia (Quindío) and Pereira (Risaralda) - Colombia, in the year 2005, a set of practices known as landscape management tools (LMT) were developed and aimed to promote natural habitat, native biodiversity conservation and increase landscape functional connectivity. Since its implementation, the effectiveness of the biological corridors as habitat for fauna species has been evaluated; however, the contribution of other LMTs to the ecosystem has not. The present study, through interviews and a qualitative observation protocol in the field, characterized the current state of four of the seven tools that were initially established in the landscape and evaluated the perceptions of producers, owners and decision-makers from the region about the environmental and economic impact that this type of practices have represented in the farms. Moreover, through the implementation of computational tools, the dynamics of land use between 2003 and 2014 were analyzed, the configuration and composition of the landscape was evaluated, and the potential movement routes for two species with different levels of mobility and threat of conservation were modeled: the cauca guan (*Penelope perspicax*), and the pacarana (*Dinomys branickii*). The characterization of the current state of the tools evidenced that those tools that required greater care and efforts from the producers, such as live fences and scattered trees in pasture, were more prone to disappearance. On the other hand, the identification of the ecological routes of connectivity provided tools for territory planning, through the recognition of those areas that require the promotion of LMT to reduce the pressure of anthropic activities and increase the functional connectivity for the maintenance of biological diversity.

Key words: cauca guan (*Penelope perspicax*), connectivity, landscape management tools (LMT), pacarana (*Dinomys branickii*), potential movement routes.

I. INTRODUCCIÓN

La fragmentación del hábitat ha sido generalmente definida como un proceso a escala de paisaje que involucra la ruptura del hábitat natural (Saunders *et al.* 1991; Debinski y Holt 2000; Farigh 2003), quedando numerosos fragmentos pequeños de bosque separados unos de otros por una matriz diferente a la original (Wilcove *et al.* 1986). De acuerdo al estudio de la FAO (Lindquist *et al.* 2012), los trópicos, con énfasis en Suramérica, son el área más grande de conversión de bosques a otros usos de la tierra, estimando que el incremento total neto de la superficie agrícola, fue superior a 100 millones de ha para el periodo 1980 - 2000, donde casi el 80% provenía del uso de tierras forestales (Gibbs *et al.* 2010).

Por lo anterior, muchas áreas boscosas han sido convertidas a agropaisajes, conformados por mosaicos complejos de pequeños fragmentos de bosque, bosques ribereños angostos con formas irregulares, áreas de barbecho, árboles dispersos en potrero y cercos vivos, inmersos en una matriz agropecuaria; estos fragmentos se han convertido para algunas especies en la única posibilidad de mantener la conectividad de sus poblaciones (Harvey *et al.* 2005a; Harvey *et al.* 2008a; Ranganathan y Daily 2008), pues además de generar recursos para la vida silvestre, también promueven en alguna medida la conectividad estructural y funcional en el paisaje (Harvey *et al.* 2006; Vélchez *et al.* 2007), al suscitar conexiones directas entre los parches remanentes de bosque y sitios de paso (Chacón y Harvey 2008).

Diferentes estudios mencionan que los agropaisajes ayudan a mantener servicios y procesos ecológicos, y que posiblemente esto se deba a la heterogeneidad de los usos y coberturas del suelo (Guevara *et al.* 1998; Harvey y Haber 1999; Estrada *et al.* 2000; Lozano-Zambrano *et al.* 2006; Harvey *et al.* 2006, 2008b). Esto parece estar altamente relacionado con la presencia de remanentes de hábitat natural y la cobertura arbórea presente en potreros y cultivos, los cuales son generalmente ignorados en los proyectos de conservación (Sáenz *et al.* 2007).

La región andina colombiana, gracias a su complejidad topográfica, es una de las áreas a nivel mundial con mayor diversidad de especies y endemismo en un espacio limitado (Etter y Van Wyngaarden 2000). Esta región a su vez, soporta casi dos tercios de la población del país, por lo que históricamente ha sufrido grandes transformaciones en sus ecosistemas naturales ligadas a actividades antropogénicas (Cavelier y Etter 1995; Pardo y Ochoa 2003). El Eje Cafetero colombiano no ha sido ajeno a esta situación, convirtiendo sus paisajes naturales en complejos mosaicos de pasturas, cultivos, fragmentos de bosque y zonas residenciales (Kattan y Álvarez-López 1996).

Esta amenaza a la biodiversidad hizo necesario el desarrollo de prácticas que mejoraran el hábitat e incrementaran la conectividad en ecosistemas fragmentados; fue así como surgieron

las herramientas de manejo del paisaje (HMP), impulsadas en Colombia por el Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt (IAvH), para agrupar aquellos instrumentos que aportan a la conectividad funcional y estructural de un paisaje fragmentado (Lozano-Zambrano *et al.* 2006; Rubiano y Guerra 2014).

En la vertiente occidental de la cordillera central colombiana, límite entre los municipios de Filandia en el departamento del Quindío y Pereira en el departamento de Risaralda, se encuentra ubicada la cuenca media del cañón del río Barbas, conformada por dos grandes masas boscosas, la Reserva Forestal Bremen – La Popa y el cañón del río Barbas, las cuales se encuentran rodeadas por una matriz agropecuaria, dominada por pastizales, plantaciones forestales y cultivos (Renjifo *et al.* 2003).

Aun cuando representa un paisaje fragmentado, cuenta con un alto número de especies endémicas y amenazadas de la región, debido a la cantidad de hábitat boscoso disponible, el cual para el año 2003 ocupaba el 41% del área de estudio (Mendoza *et al.* 2007). La configuración del paisaje y las especies ahí conservadas, llevaron a la Alcaldía Municipal de Filandia, Quindío en convenio con el IAvH a implementar varias HMP en predios privados y públicos con el objeto de aumentar la conectividad.

Sin embargo, desde el momento de implementación de las herramientas, la mayoría de las investigaciones se han enfocado en evaluar únicamente el aporte a la conectividad de los corredores biológicos, mediante el estudio puntual de una especie o grupo biológico, dejando a un lado la evaluación de las demás herramientas, y sin considerar todos los demás elementos que conforman el paisaje.

La presente investigación busca evaluar la conectividad de la cuenca media del cañón del río Barbas y la implementación de cuatro HMP (corredores biológicos, minicorredores, árboles dispersos en potrero y cercos vivos), a través de la modelación multitemporal de la conectividad del paisaje para dos especies: la pava caucana (*Penelope perspicax*), endémica de Colombia y categorizada en estado de peligro (Renjifo *et al.* 2014; UICN 2016), y la guagua loba (*Dinomys branickii*), en estado vulnerable (Resolución 2014; UICN 2016), cada una afectada en su movilidad de manera diferente por la composición y configuración del paisaje.

Se espera que este trabajo contribuya al diagnóstico de las rutas de conectividad dentro del paisaje seleccionado e identificar áreas prioritarias para conservación de hábitat, implementación de herramientas y fomento de la conectividad que permita a los tomadores de decisiones enfocar las acciones de conservación a realizar.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la conectividad del paisaje de la cuenca media del cañón del río Barbas, municipio de Filandia Colombia.

2.2. Objetivos específicos

- 2.2.1. Identificar el estado actual de las herramientas de manejo del paisaje instauradas en el año 2005.
- 2.2.2. Modelar y evaluar la conectividad del paisaje entre parches de hábitat para el potencial movimiento de las especies pava caucana (*Penelope perspicax*) y guagua loba (*Dinomys branickii*) antes y después de la instauración de las herramientas de manejo del paisaje.
- 2.2.3. Identificar las áreas prioritarias en el paisaje para conservación de hábitat, implementación de herramientas y fomento de la conectividad.

III. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 3.1.¿Cuál es el estado actual de las herramientas de manejo del paisaje?
- 3.2.¿Ofrece el paisaje actual conectividad para el potencial movimiento entre parches de hábitat de las especies estudiadas?
- 3.3.¿Ha cambiado la conectividad del paisaje a través del tiempo?
- 3.4.¿La implementación de las herramientas de manejo del paisaje fomenta la conectividad para el potencial movimiento de las especies?
- 3.5.¿Es necesario mejorar la conectividad y fortalecer el potencial movimiento de las especies, o ha sido suficiente con las herramientas de manejo del paisaje implementadas a la fecha?

IV. MARCO CONCEPTUAL

4.1.Fragmentación de hábitat y su efecto en la biodiversidad

El término fragmentación se utiliza principalmente para describir los cambios que se producen cuando se eliminan grandes masas boscosas, quedando numerosos fragmentos

pequeños de bosque separados unos de otros por una matriz de hábitat diferente a la original (Wilcove *et al.* 1986).

La fragmentación de hábitat es un proceso continuo y dinámico generado a lo largo del tiempo a escala de paisaje, que involucra la pérdida y ruptura de hábitat (Saunders *et al.* 1991; Bennett 1998), y que conlleva a cuatro efectos sobre el patrón del hábitat en un paisaje: 1) reducción de la cantidad de hábitat; 2) incremento en el número de parches; 3) disminución en el tamaño de los parches; y 4) mayor aislamiento entre los parches. No obstante, los diferentes efectos del proceso de fragmentación sobre el patrón del hábitat, repercuten de manera diferentes sobre la biodiversidad (Fahrig 2003).

Entre las principales causas de la fragmentación, se encuentran las secuelas derivadas de las acciones antrópicas, tales como: la expansión urbana, infraestructura vial, procesos de industrialización, agricultura y silvicultura intensiva los cuales conllevan a una modificación intensa del territorio (Múgica *et al.* 2002). Sin embargo, autores como Kattan (2002) y Turner (2005) argumentan que para poder predecir el efecto que la fragmentación tiene sobre las distintas especies, hay que tener en cuenta la escala espacial (a nivel de paisaje, regional o local) y temporal a la que ocurre cada proceso, de aquí que un paisaje fragmentado para una especie puede no serlo para otra.

4.2.Importancia del agropaisaje en la conservación de la biodiversidad

De acuerdo al informe de la FAO elaborado por Lindquist *et al.* (2012), los trópicos, con énfasis en Suramérica, son el área más grande de conversión de bosques a otros usos de la tierra, pues casi el 80% del incremento total neto de la superficie agrícola para el periodo 1980 – 2000, proviene de coberturas boscosas (Gibbs *et al.* 2010), conllevado al cambio de estas áreas a paisajes agrícolas.

Los agropaisajes son áreas dominadas por una matriz pecuaria y agrícola, pero que aún conservan alguna cobertura arbórea dispersa en forma de pequeños parches remanentes de bosques, franjas angostas de bosques ribereños y árboles dispersos en potrero; en algunos casos cuentan con cercos vivos que han sido establecidos por los productores para dividir linderos y evitar el ingreso de animales (Harvey *et al.* 2005a; Harvey *et al.* 2008a; Ranganathan y Daily 2008).

Históricamente se había asumido que los agropaisajes albergaban poca diversidad; esta suposición estaba basada en las relaciones área – especie y las tasas de destrucción del bosque (Lawton y May 1995; Sáenz *et al.* 2007). Solo hasta finales de los años noventa, un número progresivo de investigaciones se enfocó en resaltar la importancia que tienen los relictos de hábitat natural y algunos sistemas productivos para la conservación de las especies nativas y

la oferta de servicios ambientales (Guevara *et al.* 1998; Harvey y Haber 1999; Estrada *et al.* 2000; Lozano-Zambrano 2006; Harvey *et al.* 2006, 2008b), generándose una nueva perspectiva sobre los agropaisajes.

Diferentes estudios realizados con aves, murciélagos, insectos (coleópteros, mariposas) y plantas, han encontrado que un número considerable de estas especies pueden albergarse en agropaisajes (Harvey *et al.* 2006); por lo tanto, se debe alentar a los agricultores a mantener sistemas silvopastoriles y agroforestales en sus predios, ya que además de conservar la biodiversidad, también pueden contribuir a mantener servicios y procesos ecológicos (Brosi *et al.* 2008).

Si bien algunos estudios indican que los agropaisajes son menos diversos en términos ecológicos que los paisajes conformados por cobertura boscosa, muchos de ellos son la única oportunidad de persistencia para algunas especies de plantas y animales dentro de la matriz agrícola (Harvey *et al.* 2005a, 2008b; Ranganathan y Daily 2008), principalmente si el paisaje incluye presencia y abundancia de la vegetación remanente (fragmentos de bosque, bosques ribereños), alto grado de conectividad y alto porcentaje de la cobertura arbórea entre los predios (Harvey *et al.* 2006; Vélchez *et al.* 2008); no obstante, para las especies que requieran áreas boscosas continuas y de gran tamaño, los parches pequeños no serán suficientes (Palacios-Silva y Mandujano 2008).

4.3. Ecología del paisaje

El término de ecología del paisaje fue introducido por primera vez en 1938 por el biogeógrafo alemán Carl Troll (Turner 2005). La ecología del paisaje tiene sus orígenes en Europa Central y Oriental en los años treinta, pero solo hasta los años setenta se introdujo en la literatura norteamericana, alcanzando su principal auge en los años ochenta (Turner *et al.* 2001). Los dos conceptos, ecología y paisaje, están relacionados con el entorno del hombre, el cual con sus actividades transforma un paisaje natural a un paisaje económica y culturalmente aprovechado (Troll 2003).

A diferencia de la ecología convencional, la ecología del paisaje estudia la interacción entre los patrones espaciales en paisajes modificados por factores antrópicos, y las causas y consecuencias de dicho patrón sobre los procesos ecológicos a lo largo de un rango de escalas (Turner *et al.* 2001); entendida en esta interacción no sólo la naturaleza de sus elementos, sino también las relaciones espaciales de forma, proximidad, vecindad, etc., que se establecen entre ellos y la importancia de la distribución de los elementos que componen el paisaje sobre las dinámicas e interacciones entre ecosistemas (Forman 1990; Wiens *et al.* 1993).

Los paisajes se entienden como mosaicos que se repiten en grandes extensiones de área y que están conformados por diferentes tipos de elementos relativamente homogéneos en al menos un factor de interés (Etter 1991). Los elementos principales de un paisaje son la matriz, los parches y los elementos lineales. La matriz se caracteriza por su cobertura extensa, alta conectividad e influencia en las dinámicas del paisaje. Por otro lado, los parches son áreas no lineales, relativamente homogéneas, diferentes a la composición que los rodea. Los elementos lineales son franjas de un hábitat particular relativamente estrecho, diferenciable de los hábitats contiguos a ambos lados (Forman 1995).

En las últimas décadas la ecología del paisaje ha tomado mayor fuerza como disciplina, principalmente por el incremento de los problemas ambientales a gran escala, donde la valoración del contexto espacial y la visualización de patrones a escalas gruesas, juegan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad, particularmente en mantener la conectividad entre parches remanentes de bosque y áreas núcleo (Turner 2005). Por estas razones, la ecología del paisaje ha llegado a la vanguardia de la ecología, permitiendo la toma de decisiones sobre el paisaje y la contribución al ordenamiento del territorio, siendo ampliamente utilizada en diferentes ámbitos (Turner *et al.* 2001).

4.3.1. Conectividad del paisaje

El concepto de conectividad dentro de un paisaje es un término amplio, utilizado para describir cómo la calidad y el arreglo espacial de los elementos en el paisaje promueven o contrarrestan el desplazamiento de organismos entre parches de hábitats (Taylor *et al.* 1993; Tischendorf y Fahrig 2000). Se habla entonces de barreras naturales (cadenas montañosas, grandes ríos) y antrópicas (monocultivos, carreteras, centros poblados), las cuales pueden limitar el funcionamiento y estructura natural del paisaje, produciendo la interrupción de los flujos ecológicos por la ruptura de la continuidad del hábitat, dando lugar a la fragmentación del paisaje (Múgica *et al.* 2002).

Entre dos áreas núcleo o parches de hábitat la conexión obedece principalmente a tres propiedades: 1) la permeabilidad del mosaico, 2) existencia de corredores ecológicos y 3) la presencia de puntos de paso (*stepping stones*) (Bennett 1998). Es importante señalar que los hábitats que conectan el paisaje no solamente facilitan la movilidad de animales y materiales a través del ambiente, sino que desempeñan un papel ecológico al generar hábitat para plantas y animales, fuentes amortiguadoras y sumideros para efectos ambientales y abióticos (Harvey *et al.* 2004).

Existen dos componentes principales que influyen en la conectividad potencial para una especie, comunidad o proceso ecológico: uno estructural y otro funcional; así surgen los conceptos de conectividad estructural y funcional (Bennett 1990). La primera está determinada por la distribución espacial de los diferentes tipos de hábitats en el paisaje, donde intervienen

factores como tamaño, forma, localización o continuidad de las características que definen el paisaje; la segunda concierne a la respuesta conductual de individuos y especies, a la estructura y características físicas del paisaje y los patrones del flujo genético (Turner 2005). En ambos componentes influyen factores como la escala en que una especie percibe y se desplaza en su medio; es decir, aunque varias especies compartan el mismo paisaje sus respuestas conductuales al nivel de conectividad será diferente (Lindborg y Eriksson 2004; Garrido-Garduño y Vázquez-Domínguez 2013).

La conectividad del paisaje puede ser considerada como una medida de costo en un mapa de fricción, a través de la asignación de valores de resistencia o conductancia a los elementos del paisaje, determinado por el grado en que este facilita o limita la movilidad de los individuos en un área determinada. En este marco toma importancia el desarrollo de *software* empleados en diferentes estudios de ecología del paisaje (Ramos-Bendaña y Finegan 2006), que permiten identificar las rutas de conectividad a partir de escenarios gráficos y proporcionar un insumo importante en la planificación del territorio (Arias *et al.* 2008).

4.3.2. Tecnologías SIG para cuantificar los patrones del paisaje y la planificación de la conectividad

Frente a la necesidad de ampliar y aplicar el conocimiento científico disponible sobre los recursos naturales, así como de integrar el conocimiento proveniente de otras disciplinas, es indispensable recurrir a modalidades de análisis que permitan el manejo de información con base territorial (Moreira 1996). Es así como los sistemas de información geográfica (SIG), surgen como herramientas que permiten combinar, analizar y comparar datos a escalas de paisaje para visualizar las relaciones entre factores ambientales y componentes de la biodiversidad (Finegan *et al.* 2007).

La rápida evolución de los SIG ha originado un cambio importante en el tipo de descriptores de la estructura y funcionamiento del paisaje que pueden utilizarse para la evaluación de rutas ecológicas de conectividad (Gulinck *et al.* 2001). Además, en la actualidad existen diversos *software*, herramientas SIG y sitios web empleados para cuantificar los patrones del paisaje y la planificación de la conectividad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ejemplos de *software*, herramientas SIG y sitios web empleados para cuantificar los patrones espaciales y planificación de la conectividad en estudios a escala de paisaje

Nombre	Descripción
Circuitscape	Es un programa gratuito y de código abierto que combina la teoría de circuitos y el análisis de trayectoria de menor costo, para determinar dónde podrían colocarse corredores potenciales.

Fragstats	Es un programa gratuito, actualmente considerado como el más completo para desarrollar cálculos métricos de composición y configuración del paisaje.
Conefor	Es un paquete de <i>software</i> que permite cuantificar la importancia de las áreas de hábitat y enlaces para el mantenimiento o mejora de la conectividad paisajística.
Connect	Es un conjunto de herramientas que ayudan a los investigadores y planificadores de la conservación, a modelar la conectividad del paisaje para múltiples especies de vida silvestre en complejos paisajes heterogéneos.
Connecting Landscapes	Es un programa de orientación explícito basado en la web, destinado a los profesionales de los recursos naturales y la conservación (administradores, planificadores, biólogos, ecólogos), que necesitan modelar, evaluar y planificar la conectividad.
Corridor Design	Un sitio web que incluye procedimientos paso a paso para modelar corredores junto con las herramientas de ArcGIS más adecuadas para diseñar corredores, en un paisaje heterogéneo a una escala regional.
FunConn	Es una caja de herramientas de ArcGIS que permite a los usuarios crear hábitats terrestres y modelos de redes de paisajes basados en la ecología de una especie.
Gnarly Landscape Utilities	Herramientas SIG que soportan pasos básicos de mapeo de conectividad, tales como la creación de capas de resistencia, hábitat y mapeo de área central, que pueden ser utilizados por <i>software</i> como Linkage Mapper y Circuitscape.
Grainscape	Paquete para R que se puede utilizar para calcular distancias efectivas para la conectividad de paisajes a múltiples escalas.
Graphab	<i>Software</i> para modelar redes ecológicas que ayuda a construir gráficos, computar métricas de conectividad, integrar métricas de conectividad en modelos de distribución de especies e interfaces visuales y cartográficas.
Zonation	Es un marco de planificación de la conservación y un <i>software</i> que identifica áreas importantes para retener la calidad del hábitat y la conectividad de múltiples especies, dirigiendo indirectamente la persistencia a largo plazo de las mismas.

Fuente: Conservation Corridor (2016).

En cuanto a la cuantificación del patrón del paisaje, diversos programas emplean métricas basadas en algoritmos que ponderan patrones de mapas categóricos. Algunas de las métricas más comúnmente usadas pueden ser divididas en dos grandes grupos: las que evalúan composición y las que evalúan configuración. Las primeras evalúan la constitución del mismo, es decir la abundancia relativa y la variedad de los tipos de parche que conforman el paisaje, sin hacer referencia al arreglo espacial específico; las segundas, hacen referencia al carácter,

arreglo, posición u orientación de los parches de una clase o de todo el paisaje (Cardille y Turner 2017); a su vez pueden ser subdivididas en cuatro categorías jerárquicas: a nivel de celda, parche, clase y paisaje (McGarigal *et al.* 2009).

En relación a la evaluación y planificación de la conectividad, se destacan programas basados en la teoría de circuitos, complementados con la teoría de la caminata aleatoria y el análisis de trayectoria de menor costo. Estos programas modelan el movimiento potencial de las especies en paisajes heterogéneos, resultado del grado de conductancia o resistencia que le representan los diferentes usos del suelo para la conexión de nodos o parches focales dentro del paisaje (McRae 2006); así mismo, este tipo de herramientas permiten identificar áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad y posterior toma de decisiones (McRae *et al.* 2008).

4.3.3. Herramientas de manejo del paisaje como promotoras de la conectividad

El término como tal ha sido empleado en Colombia por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), para hacer referencia “...a los elementos que proveen hábitat para la biodiversidad y/o incrementan la conectividad funcional del paisaje, con el propósito de conservar la biodiversidad nativa.” (Lozano-Zambrano *et al.* 2006); ya que proveen sitios de anidamiento o corredores que facilitan el movimiento de los animales a través de paisajes modificados. También ayudan a conservar la diversidad y generación de plantas, al actuar como focos para la dispersión de semillas y el establecimiento de plántulas (Lozano-Zambrano 2009).

Algunos ejemplos de estas herramientas son: corredores biológicos, minicorredores, cercos vivos, árboles dispersos en potreros, enriquecimiento del bosque, plantaciones forestales protectoras-productoras y sistemas silvopastoriles y agroforestales (Rubiano y Guerra 2014). A continuación, se describen brevemente algunos de ellos.

Corredor biológico: aunque este término es amplio, nos ceñiremos a la definición del IAvH, el cual lo define como “*franjas de vegetación nativa para la reconexión de fragmentos de bosque y cañadas, establecidos en potreros u otros usos del suelo diferentes a coberturas vegetales*”. El ancho de un corredor biológico varía entre 20 y 49 m (Lozano-Zambrano 2009).

Minicorredores: son catalogados como un tipo de corredor biológico, ya que su propósito es el mismo. La diferencia radica en su tamaño, pues su ancho es menor y oscila entre 5 y 19 m (Lozano-Zambrano 2009).

Cercos vivos: son elementos lineales de vegetación (árboles o arbustos), empleados para delimitar áreas agrícolas, pasturas y límites de predios (Harvey *et al.* 2005b); tienen el potencial de aumentar la conectividad de los paisajes y facilitar el movimiento de animales, aumentando el número de sitios de descanso, alimentación, percha, contribuyen al

acortamiento de las distancias entre sitios de posa o escala, reduciendo energía que los animales deben gastar en vuelo o movimiento (Harvey *et al.* 2004).

Árboles dispersos en potrero: corresponde a aquellos árboles presentes en áreas abiertas de potrero; algunos son remanentes del bosque primario original, otros son producto de la regeneración natural dentro de áreas ganaderas o han sido plantados por los finqueros para la producción de madera o forraje (Schelhas y Greenberg 1996; Harvey *et al.* 1999a, 1999b). Los árboles dispersos en potrero brindan múltiples servicios ambientales, ya que proveen hábitat y recursos claves para algunas especies de plantas y animales y sirven como sitios de paso que favorecen la movilidad de especies dentro del agropaisaje (Harvey *et al.* 2008a).

4.4. Descripción de las especies bajo estudio

4.4.1. Pava caucana (*Penelope perspicax*)

Es un ave endémica de Colombia. Originalmente distribuida en los valles del centro y suroccidente del país, departamentos de Cauca, Valle del Cauca, Quindío y Risaralda. En la actualidad existen solo cuatro núcleos poblacionales confirmados para esta especie: dos en la cordillera occidental (departamento del Valle del Cauca), y dos en la cordillera central (departamentos de Risaralda y Quindío), que se considera como el núcleo más importante por la extensión y número de bloques (Kattan *et al.* 2006).

La pava caucana usa una amplia variedad de hábitat que incluyen bordes de bosque, bosques maduros, secundarios y ribereños e incluso plantaciones forestales adyacentes al bosque, con especies como roble (*Quercus humboldtii*), pinos (*Pinus* spp.) y urapán (*Fraxinus chinensis*). Los parches de bosque habitados por la pava caucana son de tamaño variable (Ríos *et al.* 2008; Banguera-Quiñones 2009a, 2009b; Marín-Gómez *et al.* 2009). Utiliza todos los estratos del bosque, desde el suelo hasta el dosel; es vulnerable a la fragmentación, pero puede utilizar fragmentos pequeños (hasta de 1,5 ha) de bosque maduro que se encuentren a menos de un kilómetro de bosques de mayor extensión. Su capacidad de usar diversidad de fragmentos pequeños y hábitats depende de la disponibilidad de bosque maduro cercano (Renjifo 1998, 1999, 2001; Kattan *et al.* 2014).

Las pavas no son territoriales, incluso durante la temporada reproductiva comparten parches de alimentación con otras especies (Ríos *et al.* 2008). Se les puede encontrar solitarias, en parejas o en pequeños grupos hasta de seis individuos, pero ocasionalmente se han visto grupos hasta de 16 individuos (Kattan y Valderrama 2005). Es una especie principalmente frugívora, aunque también consume hojas, artrópodos, flores y en algunas ocasiones pequeños crustáceos, musgos y hongos (Renjifo *et al.* 2014).

Actualmente, esta especie se encuentra categorizada como En Peligro B1ab (i, ii, iii, v) (UICN 2016), dado que a lo largo de su historia ha sido fuertemente cazada por ser un ave de gran tamaño (Kattan y Valderrama 2005), además de enfrentarse a la pérdida y fragmentación de su hábitat original, el cual ha desaparecido en un 95% (Lozano-Zambrano *et al.* 2006). De acuerdo al Libro Rojo de Aves de Colombia (Renjifo *et al.* 2014), la deforestación en los valles de los ríos Cauca, Dagua y Patía ha sido casi total. Sumado a esta problemática su área de distribución geográfica es restringida, haciendo a todas las poblaciones altamente propensas a procesos de empobrecimiento genético y susceptibles a la extinción como resultado de procesos variables (Renjifo *et al.* 2014).

4.4.2. Guagua loba (*Dinomys branickii*)

La guagua loba pertenece a la clase Mammalia del orden Rodentia. Es el único representante viviente de la familia Dinomyidae (Saavedra-Rodríguez *et al.* 2012a) y el segundo roedor más grande de Suramérica, después del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), y el de mayor tamaño que habitan el norte de la cordillera de los Andes (siendo más grande que las guaguas *Cuniculus* sp.) (Rodríguez *et al.* 2006).

Es un herbívoro generalista; su alimentación está basada en una gran variedad de plantas tales como palmas, frutos, rizomas, hojas y tallos tiernos (Osbaahr 1999; González y Osbaahr 2013). Puede encontrarse en bosques continuos y en franjas de bosque asociados a bosques ribereños, con pendientes fuertes, en los cuales pueden encontrar refugios (Saavedra-Rodríguez *et al.* 2012b). La especie se alberga bajo salientes rocosas, cuevas en el suelo, raíces de algunos árboles y troncos huecos; en general ocupa espacios naturales que le brinden protección (Saavedra-Rodríguez *et al.* 2012a).

Estos refugios tienen profundidades superiores a los cuatro metros y generalmente están cercanos a cursos de agua y a zonas de forrajeo; tienen una sola entrada y no presentan ramificaciones en su interior (Boher y Marin 1988; Saavedra-Rodríguez *et al.* 2012a). Son animales de hábitos crepusculares, los individuos permanecen dentro de las cuevas durante el día para protegerse de depredadores y de condiciones climáticas adversas (Osbaahr 1999); son principalmente terrestres, aunque los juveniles tienen la capacidad de trepar árboles (Rodríguez *et al.* 2006).

Son altamente territoriales, viven en grupos familiares pequeños, usualmente no mayores a ocho individuos, conformados por un macho y una hembra adultos y sus crías. Las primeras aproximaciones sobre el tamaño de áreas de actividad, establecen que un grupo utiliza cerca de 2,45 ha (Saavedra-Rodríguez 2008; Saavedra-Rodríguez *et al.* 2012a).

La principal amenaza para la guagua loba es la cacería en toda su área de distribución (Osbaahr 1994; Saavedra-Rodríguez 2016), seguida por la destrucción de su hábitat. Esta

especie presenta atributos biológicos que agravan su propensión a la extinción, como son un tamaño corporal grande, largos periodos de gestación (cerca de los nueve meses), pequeño tamaño de camada (entre uno y cuatro individuos), rareza ecológica (bajas densidades y especificidad de hábitat), dieta herbívora y singularidad filogenética (Saavedra-Rodríguez *et al.* 2014); lo cual, la ha llevado a la categoría de especie Vulnerable A2cd a nivel global (Resolución 2014; UICN 2016).

V. RESULTADOS PRINCIPALES

A continuación, se enlistan los resultados principales de la investigación realizada, los cuales serán desarrollados en la segunda parte del documento.

- La totalidad de los corredores biológicos y minicorredores implementados permanecen a la fecha.
- Los cercos vivos y árboles dispersos en potrero han desaparecido en un 57 y 68% respectivamente, del total de las HMP establecidas.
- La totalidad de los productores entrevistados resaltan los beneficios ambientales sobre los económicos que las herramientas les proveen.
- En general, los tomadores de decisiones manifiestan la necesidad de continuar con una segunda fase del proyecto corredores Barbas – Bremen, pero no cuentan con los recursos económicos para ejecutarlo.
- Las métricas evaluadas para las masas boscosas y bosques ribereños reflejaron para el año 2014 una mejor configuración para la conectividad del paisaje.
- A pesar de que la cobertura boscosa incrementó en un 6% del área total, la zona de estudio continúa siendo un paisaje agropecuario, predominado por potreros y con un aumento del 5% de las áreas dedicadas a cultivos.
- En relación a las rutas de conectividad potencial entre parches de hábitat, el paisaje mostró en todos los escenarios valores más altos para la pava caucana en comparación con la guagua loba.
- Los parches que obtuvieron valores más altos de conectividad coincidieron con la ubicación de los corredores biológicos implementados en el año 2005.
- Los tres escenarios del año 2014 indicaron valores más altos de conectividad en relación al año 2003, pero se denotó únicamente una ruta definida en la cual ambas especies pueden desplazarse entre los dos nodos focales.

VI. LITERATURA CITADA

- Arias, E; Chacón, O; Herrera, B; Induni, G; Acevedo, H; Coto, M; Barborak, JR. 2008. Las redes de conectividad como base para la planificación de la conservación de la biodiversidad: propuesta para Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* 54:40-46.
- Banguera-Quiñones, N. 2009a. Densidad poblacional y actividades de la pava caucana en el cañón del río Barbas. Tesis Lic. Armenia, Colombia, Universidad del Quindío. 57 p.
- Banguera-Quiñones, N. 2009b. Informe densidad poblacional de la Pava Caucana (*Penelope perspicax*) en la Reserva Natural Bremen, Departamento del Quindío. Cali, Colombia, Wildlife Conservation Society. 16 p.
- Bennett, AF. 1990. Habitat corridors: their role in wildlife management and conservation. Victoria, Australia, Department of Conservation and Environment.
- Bennett, AF. 1998. Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation Society. Gland, Suiza y Cambridge, United Kingdom, IUCN. 254 p.
- Boher, S; Marín, B. 1988. El Pacarana (*Dinomys branickii*) en Venezuela. *Natura* 8(4):14- 18.
- Brosi, BJ; Shih, TM; Billadello, LN. 2008. Polinización biótica y cambios en el uso de la tierra en paisajes dominados por humanos. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 105-135.
- Cardille, JA; Turner, MG. 2017. Understanding Landscape Metrics. *In* Gergel, S; Turner, M (eds). Learning Landscape Ecology. New York, United States of America, Springer. p. 45-63.
- Cavelier, J; Etter, A. 1995. Deforestation of montane forests in Colombia as a result of illegal plantations of opium (*Papaver somniferum*). New York, United States of America, Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. p. 541-550.
- Chacón, M; Harvey, C. 2008. Contribuciones de las cercas vivas a la estructura y la conectividad de un paisaje fragmentado en Río Frío, Costa Rica. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 225 – 248.

- Conservation Corridor. 2016. (en línea, sitio web). Consultado 14 oct. 2016. Disponible en <http://conservationcorridor.org/corridor-toolbox/programs-and-tools/>
- Debinski, DM; Holt, RD. 2000. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation biology*. 14(2):342-355.
- Estrada, A; Cammarano, P; Coates-Estrada, R. 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.
- Etter, A. 1991. Introducción a la ecología del paisaje: un marco de integración para los levantamientos ecológicos. Bogotá, Colombia, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 96 p.
- Etter, A; van Wyngaarden, W. 2000. Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean region. *Ambio: A Journal of the Human Environment* 29 (7):432-439.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34:487–515.
- Finegan, B; Céspedes, M; Sesnie, S. 2007. Programa de monitoreo ecológico de las Áreas Protegidas y corredores biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR). San José, Costa Rica. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. 62 p.
- Forman, R. 1990. The Beginnings of Landscape Ecology in America. *In* Zonneveld, I; Forman; R. (eds). *Changing Landscapes: An Ecological Perspective*. New York, United States of America, Springer. p. 35–41.
- Forman, R. 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology* 10(3):133-142.
- Garrido-Garduño, T; Vázquez-Domínguez, E. 2013. Métodos de análisis genéticos, espaciales y de conectividad en genética del paisaje. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84(3):1031-1054.
- Gibbs, HK; Ruesch, AS; Achard, F; Clayton, MK; Holmgren, P; Ramankutty, N; Foley, JA. 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(38):16732-16737.

- González, JL; Osbahr, K. 2013. Botanical and nutritional composition of the diet of *Dinomys branickii* (Rodentina: Dinomyidae) in central Andes of Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* 16(1):235-244.
- Guevara, S; Laborde, J; Sánchez, G. 1998. Are isolated remnant trees in pastures a fragmented canopy? *Selbyana* 19 (1):34-43.
- Gulinck, H; Múgica, M; de Lucio, JV; Atauri, JA. 2001. A framework for comparative landscape analysis and evaluation based on land cover data, with an application in the Madrid region (Spain). *Landscape and Urban Planning* 55(4):257-270.
- Harvey, C; Haber, WA. 1999a. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44:37-68
- Harvey, C; Haber, WA; Solano, R; Mejías, F. 1999b. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: Herramientas para la conservación. *Agroforestería en las Américas* 62(4):19-22.
- Harvey, C; Tucker, NI; Estrada, A. 2004. Live fences, isolated trees, and windbreaks: tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes. *In* Schroth, G; da Fonseca, GA; Harvey, CA; Gascon, C; Vasconcelos, HL; Izac, A-M (eds.). *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Washington, DC, United States of America, Island Press. p. 261-289.
- Harvey, C; Alpízar, F; Chacón, M; Madrigal, R. 2005a. Assessing Linkages between Agriculture and Biodiversity in Central America: Historical Overview and Future Perspectives. Mesoamerican & Caribbean Region, Conservation Science Program. San José, Costa Rica, The Nature Conservancy.
- Harvey, C; Villanueva, C; Villacís, J; Chacón, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martinez, J. 2005b. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 111(1-4):200-230.
- Harvey, C; Medina, A; Sánchez, DM; Vílchez, S; Hernández, B; Sáenz, JC; Maes, JM; Casanoves, F; Sinclair, FL. 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications* 16(5):1986-1999.
- Harvey, C; Guindon, C; Haber, W; Hamilton, D; Murray, K. 2008a. Importancia de los fragmentos de bosque, los árboles dispersos y las cortinas rompevientos para la biodiversidad local y regional: El caso de Monteverde, Costa Rica. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de*

- Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 289-325.
- Harvey, C; Villanueva, C; Ibrahim, M; Gómez, R; López, M; Kunth, S; Sinclair, F. 2008b. Productores, árboles y producción ganadera en paisajes de América Central: implicaciones para la conservación de la biodiversidad. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 197–224.
- Kattan, G; Álvarez-López, H. 1996. Preservation and management of biodiversity in fragmented landscapes in the Colombian Andes. *In* Schethas, J; Greenberg, K (eds.). Forest patches in tropical landscapes. Washington D.C., United States of America, Island Press. p. 3 – 19.
- Kattan, G. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. *In* Guariguata, MR; Kattan, G. (eds.). Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Cartago, Costa Rica, EULAC – GTZ - Ediciones LUR. p. 561 – 590.
- Kattan, G; Valderrama, C. 2005. Plan de conservación y manejo de la pava caucana (*Penelope perspicax*). Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Fundación Eco Andina - Wildlife Conservation Society Colombia. 86 p.
- Kattan, G; Leon, A; Corredor, G; Beltran, W; Parada, M. 2006. Distribution and population density of the endangered Cauca Guan *Penelope perspicax*. *Bird Conservation International* 16(4):299-307.
- Kattan, G; Roncancio, N; Banguera, Y; Kessler-Rios, M; Londoño, GA; Marín, OH; Muñoz, MC. 2014. Spatial variation in population density of an endemic and endangered bird, the Cauca Guan (*Penelope perspicax*). *Tropical Conservation Science* 7(1):161-170.
- Lawton, JH; May, RM. 1995. Extinction rates. Oxford, United Kingdom, Oxford University. 127 p.
- Lindborg, R; Eriksson, O. 2004. Historical landscape connectivity affects present plant species diversity. *Ecology* 85(7):1840-1845.
- Lindquist, E; D'Annunzio, R; Gerrand, A; MacDicken, K; Achard, F; Beuchle, R; Brink, A; Eva, H; Mayaux, P; San-Miguel-Ayanz, J. 2012. Cambio de uso de las tierras forestales mundiales 1990 2005. Roma, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la

- Agricultura y la Alimentación, Centro Común de Investigación de la Comisión Europea
42 p.
- Lozano-Zambrano, FH; Vargas, A; Vargas, W; Jiménez, E; Mendoza, J; Caycedo, P; Aristizabal, S; Ramirez, D; Murillo, X; Ríos, C. 2006. Modelo de manejo sostenible de paisajes rurales para la conservación de la biodiversidad en la región andina colombiana. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 29 p.
- Lozano-Zambrano, FH. 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. 238 p.
- Marín-Gómez, O; Banguera, Y; Carmona, P. 2009. “Monitoreo” de la avifauna amenazada del Aica Barbas-Bremen y evaluación de la población de pava caucana (*Penelope perspicax*) en el cañón del río Barbas. Armenia, Colombia, Fundación Ornitológica del Quindío. 111 p.
- McGarigal, K; Tagil, S; Cushman, SA. 2009. Surface metrics: an alternative to patch metrics for the quantification of landscape structure. *Landscape Ecology* 24:433-450.
- McRae, BH. 2006. Isolation by resistance. *Evolution* 60(8):1551-1561
- McRae, BH; Dickson, BG; Keitt, TH; Shah, VB. 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology, evolution, and conservation. *Ecology* 89(10):2712-2724.
- Mendoza, J; Jiménez, E; Lozano-Zambrano, F; Caycedo-Rosales, P; Renjifo, L. 2007. Identificación de elementos del paisaje prioritarios para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales de los Andes Centrales de Colombia. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 251-288.
- Moreira, A. 1996. Los sistemas de información geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. *Revista Ambiente y Desarrollo* 12(2):80-86.
- Música, M; de Lucio, J; Martínez, C; Sastre, P; Atauri-Mezquida, J; Montes, C. 2002. Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos. Sevilla, España, RENPA, Junta de Andalucía.

- Osbahr K. 1994. Evaluación de la presión por cacería sobre las poblaciones silvestres de dos especies de roedores hystricomorphos de la región andina. *In* Mongue-Nájera, J (eds.). Desarrollo sostenible. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. p. 256-260.
- Osbahr, K. 1999. Identificación de plantas consumidas por *Agouti taczanowskii* y *Dinomys branickii* a partir de fragmentos vegetales recuperados en heces. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* 22:42-49.
- Palacios-Silva, R; Mandujano, S. 2008. Análisis de la conectividad del hábitat del mono aullador en un paisaje altamente perturbado en México. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 451-473.
- Pardo, MP; Ochoa, D. 2003. Informe anual del proyecto conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los Andes Colombianos. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 72 p.
- Ramos-Bendaña, ZS; Finegan, B. 2006. Red ecológica de conectividad potencial. Estrategia para el manejo del paisaje en el Corredor Biológico San Juan-La Selva. *Recursos Naturales y Ambiente* 49:111-122.
- Ranganathan, J; Daily, G. 2008. La biogeografía del paisaje rural: oportunidades de conservación para paisajes de Mesoamérica manejados por humanos. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 15 – 30.
- Renjifo, LM. 1998. Notes on the conservation status of cracids and the effect of forest fragmentation in a subandean region of Colombia. *Boletín IUCN-BirdLifeWorld Pheasant Association. Cracid Specialist Group* 7:10-13.
- Renjifo, LM. 1999. Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conservation biology* 13(5):1124-1139.
- Renjifo, LM. 2001. Effect of natural and anthropogenic landscape matrices on the abundance of subandean bird species. *Ecological Applications* 11(1):14-31.
- Renjifo, LM; Lozano-Zambrano, F; Ríos, C; Jiménez, E; Caicedo, P; Mendoza, J; Ramírez, D; Vargas, W; Quebedo, F; Franco, L; Cardona, P. 2003. Caracterización biológica y

- socioeconómica de la ventana de paisaje rural ganadero en el cañón del río Barbas (Filandia – Quindío). Armenia, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 113 p.
- Renjifo, LM; Gómez, M; Velásquez-Tibatá, J; Amaya-Villarreal, A; Kattan, G; Amaya-Espinel, J; Burbano-Girón, J. 2014. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 466 p.
- Resolución No. 0192, 2014. Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentra en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones. Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia. 10 feb.
- Ríos, MM; Londoño, GA; Muñoz, MC; Kattan, G. 2008. Abundancia y endemismo en la pava caucana (*Penelope perspicax*): ¿Ecología o historia? Ornitología Neotropical 19:295-303.
- Rodríguez, J; Alberico, M; Trujillo, F; Jorgenson, J. 2006. Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Bogotá, Colombia, Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 453 p.
- Rubiano, D; Guerra, G. 2014. Incorporando biodiversidad en el Valle del Cauca. Diseño y establecimiento de herramientas de manejo del paisaje. Cali, Colombia, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. 43 p.
- Saavedra-Rodríguez, C. 2008. Ecología y estado de conservación de la Guagua loba (*Dinomys branickii* Peters, 1873), una especie amenazada, en los Andes Centrales de Colombia. Tesis M.Sc. Cali, Colombia, Universidad del Valle.
- Saavedra-Rodríguez, C; Osbahr, K; Rojas, V. 2012a. Plan de conservación y manejo de la Guagua loba (*Dinomys branickii*). Sistema Regional de Áreas Protegidas Eje Cafetero. Pereira, Colombia, Corporación Autónoma Regional de Risaralda y Wildlife Conservation Society Colombia. 60 p.
- Saavedra-Rodríguez, C; Kattan, GH; Osbahr, K; Hoyos, JG. 2012b. Multiscale patterns of habitat and space use by the pacarana *Dinomys branickii*: factors limiting its distribution and abundance. *Endangered Species Research* 16(3):273-281.

- Saavedra-Rodríguez, C; Corrales-Escobar, JD; Giraldo-López, A. 2014. Confirmación de la presencia y nuevos registros del pacarana (Rodentia: Dinomyidae: *Dinomys branickii*) en Colombia. *Mastozoología neotropical* 21(1):151-156.
- Saavedra-Rodríguez. 2016. La cacería, amenaza potencial para la dinámica poblacional de pacaranas (*Dinomys branickii*) en Colombia. *In* Garrido, E; Lasso, C; Castaño-Uribe, C. (eds.). *Conservación de grandes vertebrados en áreas no protegidas de Colombia, Venezuela y Brasil*. Bogotá, D. C., Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p. 133–292.
- Sáenz, JC; Villatoro, F; Ibrahim, M; Fajardo, D Pérez, M. 2007. The relation between bird communities and vegetation in agricultural landscapes dominated by cattle in Costa Rica, Nicaragua and Colombia. *Agroforestería en las Américas* (45):37 – 48.
- Saunders, D; Hobbs, R; Margules, C. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation biology* 5(1):18-32.
- Schellhas, J; Greenberg, R. 1996. *Forest patches in tropical landscapes*. Washington, DC, United States of America, Island Press. 426 p.
- Taylor, P; Fahrig, L; Henein, K; Merriam, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68 (3):571-572.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2016-3. 2016 (en línea, sitio web). Consultado 20 nov 2016. Disponible en <http://www.iucnredlist.org/search>
- Tischendorf, L; Fahrig, L. 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos* 90(1):7-19.
- Troll, C. 2003. Ecología del paisaje. *Gaceta Ecológica* 68:71-84.
- Turner, MG; Gardner, RH; O'Neill, RV. 2001. *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. New York, United States of America, Springer. 417 p.
- Turner, MG. 2005. Landscape ecology: what is the state of the science?. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 36:319-344.
- Vílchez, S; Harvey, C; Sánchez, D; Medina, A; Hernández, B; Taylor, R. 2008. Diversidad y composición de aves en un agropaisaje de Nicaragua. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.).

Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 547-576.

Wiens, JA; Chr, N; Van Horne, B; Ims, RA. 1993. Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos* 66(3):369-380.

Wilcove, DS; McLellan, CH; Dobson, AP. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. *Conservation Biology* 6:237-256.

VII. EVALUACIÓN DE LA CONECTIVIDAD DEL PAISAJE DE LA CUENCA MEDIA DEL CAÑÓN DEL RÍO BARBAS, MUNICIPIO DE FILANDIA, COLOMBIA

7.1. Resumen

En la cuenca media del cañón del río Barbas, municipios de Filandia (Quindío) y Pereira (Risaralda), Colombia, en el año 2005 se desarrolló un conjunto de prácticas encaminadas a la promoción de hábitat, conservación de la biodiversidad nativa e incremento de la conectividad funcional del paisaje, denominadas herramientas de manejo del paisaje (HMP). Desde el momento de su implementación, se ha evaluado la efectividad de los corredores biológicos como hábitat para especies de fauna, pero no los aportes de las demás HMP al ecosistema. Durante los meses de enero a abril del 2017, a través un protocolo de observación cualitativa se identificó la permanencia de las HMP en el paisaje de la cuenca media del cañón del río Barbas, Filandia, Colombia, y por medio de entrevistas semiestructuradas se recolectaron las percepciones de los productores, propietarios y tomadores de decisiones de la región acerca de lo que han representado en términos ambientales y económicos este tipo de herramientas en sus fincas. Posteriormente, mediante la implementación de herramientas computacionales, se realizó un análisis de la dinámica de usos de la tierra entre los años 2003 y 2014, se evaluó la configuración y composición del paisaje y se modelaron las rutas de movimiento potencial para dos especies con diferentes niveles de movilidad y amenaza de conservación: la pava caucana (*Penelope perspicax*), y la guagua loba (*Dinomys branickii*). Se encontró que dos de las cuatro herramientas seleccionadas, cercos vivos y árboles dispersos en potrero, han desaparecido en un 57 y 68% respectivamente, del total de los elementos establecidos inicialmente. En cambio, la totalidad de los corredores biológicos y minicorredores implementados aún permanecen. Todos los productores entrevistados resaltaron más los beneficios ambientales que ofrecen las herramientas que los económicos. En relación con la evaluación de la conectividad, se encontró para el año 2014 un paisaje más conectado en comparación al año 2003, con un incremento del 6% de las masas boscosas, constituida como la cobertura con mayor aumento en el número de hectáreas. En cuanto a las rutas de conectividad potencial, el paisaje se mostró en todos los escenarios más conectado para la pava caucana que para la guagua loba. Las áreas del paisaje que obtuvieron valores más altos de conectividad coincidieron con la ubicación de los corredores biológicos implementados en el año 2005; sin embargo, se identificó una sola ruta definida en la cual ambas especies pueden desplazarse entre los dos nodos focales. Esta ruta tiene una condición crítica al encontrarse rodeada por actividades agropecuarias.

Palabras clave: conectividad, guagua loba (*Dinomys branickii*), herramientas de manejo del paisaje (HMP), pava caucana (*Penelope perspicax*), rutas de movimiento potencial.

EVALUATION OF THE CONNECTIVITY OF THE LANDSCAPE OF THE MIDDLE BASIN OF THE BARBAS RIVER CANYON, MUNICIPALITY OF FILANDIA, COLOMBIA

ABSTRACT

In the middle basin of the Barbas river canyon, in the municipalities of Filandia (Quindío) and Pereira (Risaralda) - Colombia, in the year 2005, a set of practices known as landscape management tools (LMT) were developed and aimed to promote natural habitat and native biodiversity conservation and increase landscape functional connectivity. Since its implementation, the effectiveness of the biological corridors as habitat for fauna species has been evaluated; however, the contribution of other LMTs to the ecosystem has not been evaluated. During the months of January to April 2017, through a qualitative observation protocol, the permanence of the LMTs in the landscape was identified and the perceptions of producers, owners and decision makers from the region about the environmental and economic impact that these tools have represented in the farms were collected through semi-structured interviews. Moreover, through the implementation of computational tools, of the land use dynamics between 2003 and 2014 were analyzed, the configuration and composition of the landscape was evaluated, and the potential movement routes for two species with different levels of mobility and threat of conservation were modeled: the cauca guan (*Penelope perspicax*), and the pacarana (*Dinomys branickii*). Two of the four LMT, living fences and scattered trees in pasture, disappeared respectively in 57% and 68% of the total of these elements that were initially established. On the other hand, all the biological corridors and mini-corridors implemented still remain. All interviewed producers highlighted more the environmental benefits offered by the tools than the economic ones. In relation to the assessment of connectivity, a more connected landscape was found in 2014 compared to 2003, related to the increase of 6% in forested areas, the land cover with the greatest increase in the number of hectares. As for the routes of potential connectivity, the landscape was more connected in all the scenarios for the cauca guan, in comparison with the pacarana. The areas of the landscape with the highest connectivity values coincided with the location of the biological corridors implemented in 2005. However only one route in which both species can move between the two focal nodes was identified. This area has a critical condition as it is surrounded by agricultural activities.

Key words: cauca guan (*Penelope perspicax*), connectivity, landscape management tools (LMT), pacarana (*Dinomys branickii*), potential movement routes.

7.2. Introducción

Numerosos estudios han demostrado el papel que los paisajes agrícolas juegan en la conservación de la biodiversidad, en particular la relación de la cobertura arbórea, en forma de árboles aislados en potreros, cercos vivos, plantaciones, sistemas agroforestales y fragmentos de bosque con valores altos de riqueza de especies y mayores niveles de conectividad (Harvey *et al.* 2005; Harvey *et al.* 2006; Vílchez *et al.* 2007; Harvey *et al.* 2008a; Ranganathan y Daily 2008). Su amplia extensión en todo el mundo significa que estos paisajes agrícolas tienen un papel clave en la conservación de la biodiversidad (Bennett *et al.* 2006).

Adicionalmente, los agropaisajes tienen el potencial de contribuir al desarrollo económico y elevar el bienestar de los habitantes rurales (Smith *et al.* 1997); es por esto que se debe alentar a los agricultores a mantener este tipo de coberturas dentro de sus predios e involucrar a los actores tomadores de decisiones en los esfuerzos de conservación, yendo más allá de únicamente la declaración y protección de áreas naturales protegidas alejadas de la población, pues las personas son un elemento fundamental e imprescindible en la conservación de la biodiversidad (Pardo y Ochoa 2003).

La presente investigación fue desarrollada en la cuenca media del cañón del río Barbas, entre los municipios de Filandia y Pereira Colombia, la cual corresponde a un paisaje fragmentado por actividades ganaderas (para el año 2003 el 45% del área total correspondía a pastizales). Sin embargo, a la fecha conserva una alta riqueza de especies, incluyendo endémicas y amenazadas (Mendoza *et al.* 2007; Barriga y Valderrama 2015).

Se sugiere que la cantidad de hábitat boscoso disponible (representada por fragmentos, cañadas, bordes o áreas de bosque continuo), favorece la presencia de especies de diferentes estados sucesionales y especialistas de hábitat, explicando así la alta diversidad alfa encontrada en el paisaje (Barriga y Valderrama 2015): 133 especies de plantas, representadas en 80 familias, 36 géneros y una especie nueva del género *Ocotea* ubicada solo en esta zona; 11 especies de ictiofauna, de las cuales dos son endémicas y están en categoría de casi amenazadas; 17 especies de herpetofauna (10 anfibios y 7 reptiles) agrupados en 6 familias; 148 especies de aves y 13 especies de murciélagos agrupadas en 2 familias.

Por toda esta riqueza de flora y fauna y un gran interés de la comunidad local y regional para participar y desarrollar acciones en pro de un manejo adecuado de los recursos naturales, este paisaje se destaca como un área prioritaria para la conservación, incluyendo la necesidad de aumentar la conexión entre dos grandes áreas de bosque: el cañón del río Barbas y la Reserva Forestal de Bremen – La Popa (Lozano-Zambrano *et al.* 2006; Vargas 2012).

Para el año 2005, el Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt (IAvH), en convenio con la Alcaldía del municipio de Filandia, instauró varias herramientas de manejo del paisaje (HMP). Este término es implementado para agrupar aquellos elementos del paisaje que constituyen o mejoran el hábitat e incrementan la conectividad para el mantenimiento de la diversidad biológica de un ecosistema fragmentado (Lozano-Zambrano *et al.* 2006; Rubiano y Guerra 2014); incluyen elementos como corredores biológicos, cercos vivos, sistemas agroforestales y bancos dendroenergéticos, entre otros.

En general, se sugiere que estas herramientas contribuyen a aumentar la conectividad y facilitan el movimiento de la fauna a través del incremento de sitios de descanso, alimentación y percha, y acortan las distancias entre sitios de posa o escala, reduciendo la energía que los animales deben gastar en vuelo o desplazamiento (Brosi *et al.* 2008; Harvey *et al.* 2008a, 2008b). Además, desde el punto de vista económico para las fincas y los finqueros, estas herramientas pueden ser utilizadas para obtener recursos como madera, postes, leña, productos medicinales, frutales y forraje para el ganado (Schelhas y Greenberg 1996; McNeely y Schroth 2006; Shibu 2009).

Aunque desde la fecha de implementación de las HMP se han realizado investigaciones dirigidas a la evaluación de biodiversidad de los corredores biológicos (Mendoza *et al.* 2007; Barriga y Valderrama 2015), se ha dejado a un lado el estudio del aporte de otras HMP al ecosistema. Doce años después de su implementación, la presente investigación, a través de visitas a campo y la realización de entrevistas, busca caracterizar el estado actual de cuatro de las siete herramientas inicialmente establecidas en el paisaje: corredores biológicos, minicorredores, árboles dispersos en potrero y cercos vivos, así como entender las percepciones de los productores, propietarios y tomadores de decisiones de la región acerca de lo que este tipo de herramientas han representado en términos ambientales y económicos en las fincas y para el productor.

Además, mediante la implementación de herramientas computacionales, este trabajo evalúa la conectividad del paisaje de la cuenca media del cañón del río Barbas a través de un análisis multitemporal de la dinámica de usos de la tierra, de la configuración y composición del paisaje y el modelaje de las rutas de movimiento potencial en función de la ecología de dos especies: la pava caucana (*Penelope perspicax*) y la guagua loba (*Dinomys branickii*), para quienes los usos de suelo agrícola y cobertura vegetal afectan de manera diferente su movilidad.

7.3. Metodología

7.3.1. Área de estudio

El área de estudio, ubicado entre las coordenadas 75° 35' 42" O y 4° 40' 48" N; 75° 39' 38" O y 4° 42' 47" N, corresponde a un paisaje rural ganadero situado en la cuenca media del cañón del río Barbas (Figura 1). Comprende un área total de 2,461 ha, de las cuales el 86.32% se ubican en el municipio de Filandia, Quindío y el 13.68% restante en el municipio de Pereira, Risaralda. La elevación en la zona varía entre los 1,700 y los 2,100 m.s.n.m., y la precipitación promedio anual es de 2,515 mm, con una temperatura promedio de 17°C (Mendoza *et al.* 2007).

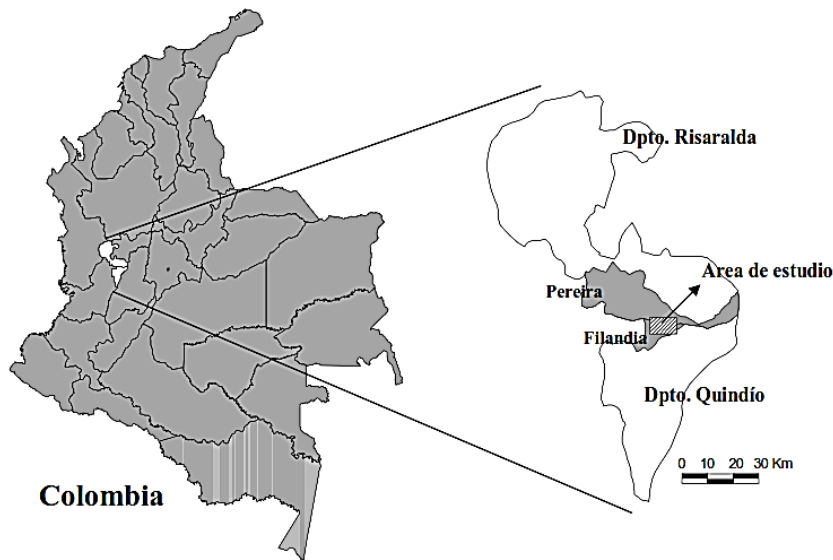


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el límite entre los municipios de Filandia, departamento del Quindío y Pereira, departamento de Risaralda, Colombia

Fuente: Mendoza *et al.* 2007.

El paisaje está conformado por dos grandes áreas de bosque maduro: el cañón del río Barbas y la reserva forestal Bremen – La Popa, las cuales hacen parte del Distrito de Conservación de Suelos Barbas – Bremen. Estos bosques corresponden a la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), según la clasificación de Holdridge (Holdridge 1987), y albergan una alta riqueza y diversidad de especies, algunas de ellas endémicas para Colombia (Barriga *et al.* 2015).

Históricamente, los principales usos del suelo en esta área son la ganadería vacuna para producción de leche con pastos de *Pennisetum clandestinum* (Renjifo *et al.* 2003), y la silvicultura comercial de especies introducidas (*Eucalyptus*, *Pinus* y *Cupressus*) (Mendoza *et al.* 2007). En los últimos años ha tomado gran auge el turismo rural, razón por la cual actualmente la alcaldía de Filandia adelanta los trámites correspondientes para certificarse

como destino turístico sostenible de Colombia, bajo la norma técnica sectorial NTS-TS 001-01 de 2014 (Alcaldía de Filandia Quindío 2017).

Durante el periodo 2002 – 2003, a partir del trabajo de caracterización de riqueza de especies y la identificación de los elementos del paisaje prioritarios para la conservación de la biodiversidad realizado por Mendoza *et al.* (2007) (Figura 3), se eligió esta área para que fuera parte del proyecto “Análisis de paisajes rurales de los Andes centrales de Colombia”, ejecutado por el IAvH en convenio con la Alcaldía Municipal de Filandia y financiado por el Global Environment Facility (GEF).

Bajo este convenio surgió la implementación de diversas prácticas en 14 predios públicos y privados entre los años 2004 y 2005 (Figura 3), entre las cuales sobresale el corredor Barbas-Bremen. Este corredor representa una franja restaurada de bosque que conecta dos grandes masas forestales a través de cuatro corredores biológicos que suman un total de 48.4 ha de bosque (Figura 2): corredor 1: Los Monos (10.4 ha), corredor 2: Los Laureles (15.6 ha), corredor 3: Las Pavas (9.1 ha), corredor 4: Los Colibríes (13.3 ha) (Vargas 2012). Adicionalmente, se implementaron otras prácticas que incluyen árboles dispersos en potreros, cercos vivos, minicorredores, sistemas agroforestales, bancos de forraje y bancos dendroenergéticos (Anexo 1), todas agrupadas bajo el concepto de “herramientas de manejo del paisaje”.

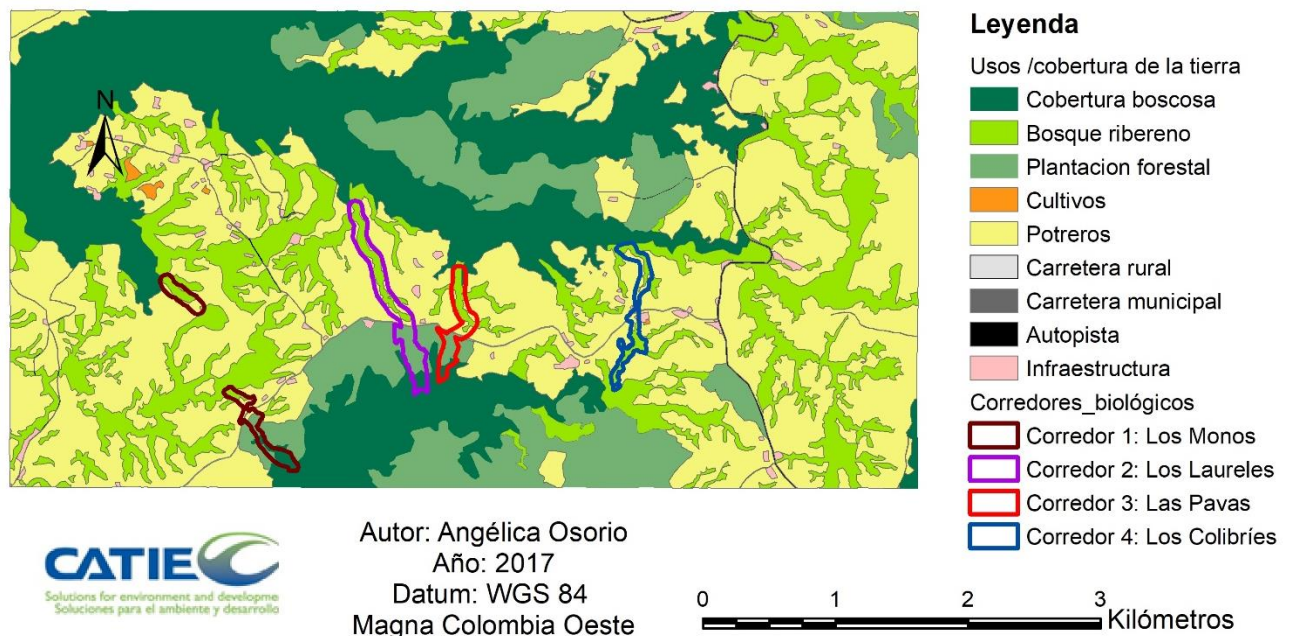


Figura 2. Corredores biológicos establecidos en la cuenca media del cañón del río Barbas, municipios de Filandia y Pereira, Colombia

Sumándose a estas iniciativas, la alcaldía de Filandia desde el año 2004 y hasta la fecha, mediante el Acuerdo No. 016 del 18 de diciembre de 2004 (Acuerdo 2004), exonera el 100% del pago del impuesto predial anual por hectárea bajo la categoría de conservación, a aquellas fincas localizadas en ecosistemas naturales boscosos y humedales. Posteriormente, mediante el Acuerdo No. 95 del 29 de noviembre de 2010 (Acuerdo 2010), se hicieron algunas modificaciones (Figura 3). En el año 2007 se liquidó el convenio existente entre el IAvH y la alcaldía de Filandia. La administración de los corredores biológicos quedó a cargo de la municipalidad y las herramientas ubicadas en predios privados bajo la responsabilidad de los propietarios (Figura 3).

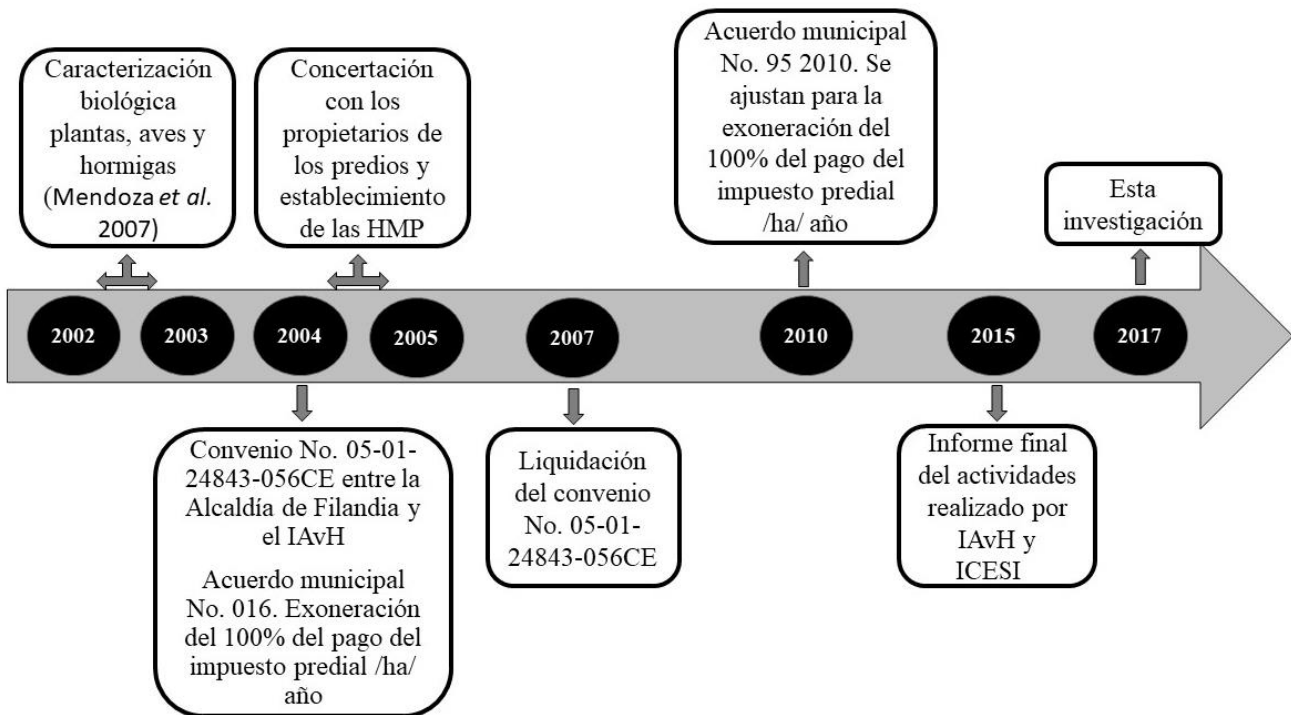


Figura 3. Línea del tiempo de los principales hechos que contribuyen al cambio en la composición y configuración del paisaje ligados al establecimiento de las herramientas de manejo del paisaje, municipios de Filandia y Pereira, Colombia.

7.3.2. Identificación del estado actual de las herramientas de manejo del paisaje y la percepción de los actores clave sobre este proceso en el territorio

Para caracterizar el estado actual de estas herramientas, se desarrollaron dos métodos de recolección de información en campo. El primero corresponde a un protocolo de observación y evaluación rápida de las HMP por predio (Anexo 2). Este es un método de observación cualitativa adaptado del elaborado por Schlesinger (2013), que tiene el objetivo de corroborar la existencia actual de las herramientas dentro del paisaje seleccionado y realizar una descripción rápida de sus características, tales como altura dominante del dosel y dominancia de la copa. Para la ejecución de este protocolo, se seleccionaron únicamente aquellas

herramientas con mayor similitud al bosque original dentro del paisaje: a) corredores biológicos, b) minicorredores, c) cercos vivos y d) árboles dispersos en potrero.

El punto de partida para la identificación de las HMP en campo fue la base de datos con la información de contacto de los propietarios y la ubicación de los predios con herramientas implementadas en el año 2005. Esta base fue suministrada por la alcaldía municipal. Para su ubicación en campo se solicitó el acompañamiento de la persona encargada o el administrador del predio, asegurando que la gran mayoría de los entrevistados tuviera suficiente claridad sobre la ubicación de las herramientas. Se logró el ingreso para la aplicación del protocolo a 13 de los 14 predios con herramientas de manejo del paisaje (Anexo 1). Solamente en la finca El Pinar, anteriormente llamada El Paraíso, no fue posible el ingreso.

El segundo método de recolección de información en campo correspondió a entrevistas mixtas o semiestructuradas para recolectar las percepciones de productores, propietarios y tomadores de decisiones sobre el proceso de las HMP en el territorio. Se realizaron dos tipos de entrevista (Anexos 3 y 4), adaptadas del documento elaborado por Baltodano y Zamora (2010), que estuvieron compuestas por preguntas abiertas y de selección múltiple.

La primera entrevista fue dirigida a los productores o propietarios con HMP, con el fin de conocer que ha representado para ellos en términos económicos y ambientales, tener este tipo de prácticas dentro de sus fincas. Se logró entrevistar a uno o dos representantes de 10 de las 14 fincas seleccionadas (Anexo 5), ya que tres de los predios con HMP actualmente son propiedad del municipio de Filandia y se encuentran representados legalmente por el Alcalde municipal; en este caso se aplicó el formato de entrevista para tomadores de decisiones. Igualmente, no fue posible el ingreso a la finca El Pinar (Anexo 3).

El segundo tipo de entrevista (Anexo 4), fue dirigida a los tomadores de decisiones con el objeto de identificar la disponibilidad política y financiera para continuar con el fortalecimiento de las HMP a futuro. Se entrevistó un total de siete personas (Anexo 5), correspondientes a los cargos más sobresalientes dentro de la administración pública del municipio de Filandia y la coordinación de las áreas protegidas del departamento de Risaralda.

7.3.3. Evaluación de la conectividad del paisaje

La conectividad en el área de estudio se evaluó a través de diferentes herramientas de análisis (Figura 4), incluyendo: a) la georreferenciación de imágenes satelitales y creación de mapas de uso de suelo para los años 2003 y 2014; b) el análisis del cambio de uso de suelo/cobertura de la tierra para el periodo 2003-2014 y la cuantificación de la configuración y composición del paisaje a través de métricas de paisaje, y finalmente c) la modelación de rutas potenciales de conectividad para las especies pava caucana (*Penelope perspicax*) y guagua loba (*Dinomys branickii*). Esta última actividad se basó en información colectada en entrevistas a actores clave y revisión de literatura.

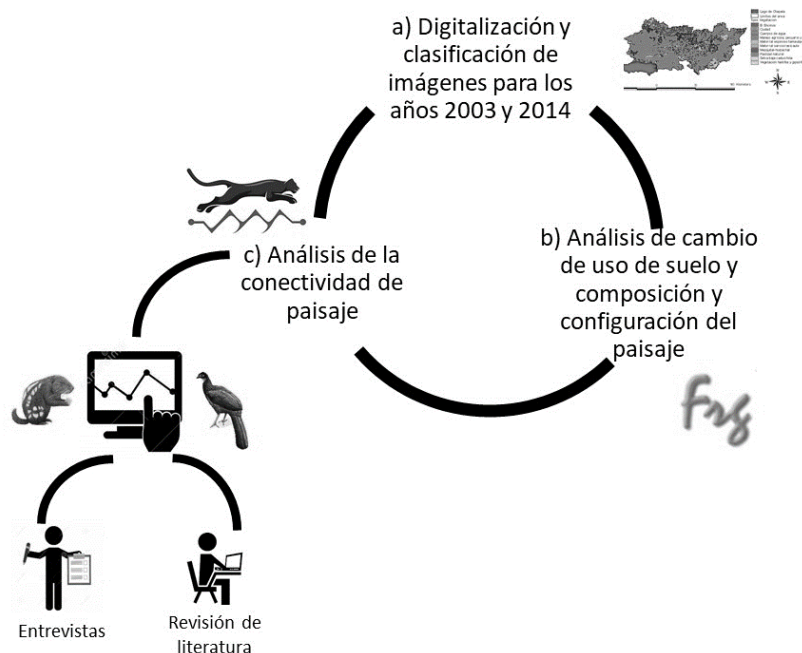


Figura 4. Metodología desarrollada para la evaluación de la conectividad dentro del área de estudio, municipios de Filandia y Pereira, Colombia

a) Digitalización y clasificación de imágenes

Para obtener un mapa de uso de suelo y cobertura adecuado para el análisis de la conectividad del paisaje antes de la instauración de las HMP, se georreferenció una imagen de satélite QuickBird del año 2003, suministrada por la Unidad de Sistemas de Información Geográfica UNISIG del IAvH. La digitalización se realizó a una escala de 1:5.000. La imagen se clasificó en diez categorías de usos/coberturas de la tierra: masas boscosas, bosques ribereños, potreros, plantaciones forestales, cultivos, vías (subdividido en carreteras rurales, municipales y nacionales) y otro tipo de infraestructura (viviendas y construcciones).

De la misma manera, se georreferenció y clasificó una imagen Landsat/ Copernicus del 2014 del área de estudio, disponible en el portal de Google Earth Pro y con una cobertura de nubes menor al 10%. La clasificación de esta imagen fue corroborada con la toma aleatoria de 288 puntos de GPS en el paisaje estudiado. Para la digitalización y clasificación de las imágenes satelitales se utilizaron los programas ArcMap 10.2® (Esri 2013) y QGIS 2.16.1® (QGIS Development Team 2016).

La alta resolución de la imagen del año 2014, permitió agregar dos elementos al esquema de clasificación que corresponden a dos tipos de herramientas del paisaje: árboles dispersos en potrero y cercos vivos. En el trabajo de digitalización de la imagen se identificó un total de 1,330 árboles dispersos en potrero. Para la digitalización final de estos elementos en el mapa de uso de suelo, se seleccionó una muestra completamente al azar de 298 copas de árboles dispersos mediante la fórmula de población conocida para proporciones. Para esta muestra se

obtuvo el área de copa a partir de la medición de dos diámetros perpendiculares por individuo, y utilizando los parámetros de la distribución se infirieron los valores de esta variable para los individuos de árboles faltantes.

La información de árboles dispersos fue además utilizada para crear dos categorías de la clase potrero según su valor de cobertura arbórea. Mediante el uso de una herramienta de ventana móvil de una hectárea se calculó la cobertura de copa para los potreros, y se separaron aquellos con un porcentaje de cobertura superior al 5% por hectárea. Para esto se tomó como referencia los valores reportados por Vílchez *et al.* (2014), en donde los potreros con baja cobertura arbórea corresponden a aquellos con árboles dispersos que cubren entre el 0-5% de la superficie por hectárea. De igual manera la información de las mediciones del ancho de copa se empleó para digitalizar los polígonos de los cercos vivos, usando el radio promedio para trazar el área de influencia.

b) Análisis de cambio de uso de suelo y composición y configuración del paisaje

Con el ánimo de conocer los cambios ocurridos en los usos/cobertura de la tierra durante el periodo comprendido entre el año 2003 y el 2014, se utilizó la herramienta de álgebra de mapas disponible en ArcMap 10.2 ® (Esri 2013), la cual permitió identificar en una matriz de cambios, el número de hectáreas modificadas para cada periodo (Cuadro 6).

Otro ejercicio, que permitió identificar los cambios en el patrón y configuración del paisaje entre los años 2003 y 2014, fue el análisis de métricas de paisaje, generadas por el programa Fragstats 4.2.1 ® (McGarigal *et al.* 2012). Para este ejercicio se utilizaron las imágenes satelitales digitalizadas en formato *ráster (grid)*, con tamaño de celda de un metro. Se seleccionó un conjunto de métricas a nivel de clase y paisaje relacionadas con área, forma y agregación (cuadros 4 y 5). Las métricas se corrieron bajo la regla de vecindad de ocho vecinos.

c) Análisis de la conectividad de paisaje

Para realizar la modelación multitemporal de la conectividad en el paisaje, se seleccionaron dos especies, un ave (*Penelope perspicax*) y un roedor (*Dinomys branickii*), teniendo en consideración cuatro componentes principales: 1) son especies que habitan en ambos bosques (cañón del río Barbas y la Reserva Forestal Bremen – La Popa); 2) cada una es reconocida como dependiente de bosques, con hábitos generalistas la primera y especialistas la segunda; 3) ambas son fácilmente reconocidas por los pobladores de la zona; y 4) son clasificadas por la UICN dentro de alguna categoría de riesgo.

Con el objeto de evaluar la permeabilidad de los diferentes usos/cobertura de la tierra al movimiento potencial de las dos especies, se recopiló información acerca de la ecología, distribución y uso de los elementos del paisaje para ambas especies a través de revisión bibliográfica y la implementación de entrevistas mixtas o semiestructuradas dirigidas a

expertos, productores y actores clave de la zona de estudio. Se recopiló información de 38 fuentes de información (Anexo 6), y se realizó un total de 32 entrevistas dirigidas a expertos y actores clave que han laborado en la zona de estudio y productores y propietarios donde se instalaron las HMP (Anexos 3, 5 y 7).

Para asignar los valores de conectancia a los usos de suelo se tomó en cuenta ambas fuentes de información. En el caso de la información proveniente de las entrevistas, los valores de conectancia correspondieron a la frecuencia relativa con que los entrevistados reportaron a cada especie en cada uso de suelo. En el caso de la información proveniente de la revisión de literatura, los valores de conectancia correspondieron a la frecuencia relativa con que cada documento reportó a la especie seleccionada en cada uso de suelo.

El valor de conectancia final para cada uso de suelo se calculó como el promedio del valor de conectancia proveniente de cada fuente de información. Finalmente, el valor fue llevado a una escala entre cero y 100, en donde la infraestructura tiene el valor de conectancia 0 o mayor resistencia al paso de los organismos y los bosques tienen el valor de conectancia 100 o menor resistencia. Esta asignación de valores refleja la facilidad o dificultad que representa un uso del suelo para la movilidad de una especie determinada (Cuadro 2).

Dado que las carreteras atraviesan en su totalidad el paisaje, se les asignó un valor diferente de cero de acuerdo a su condición de carretera rural, municipal y nacional. En este caso, cada categoría corresponde a un ancho de vía diferente asociado a su vez a la dificultad que impone para el movimiento de la fauna. A las carreteras rurales, de tres metros de ancho, no pavimentadas y usualmente localizadas dentro de potreros o zonas de cultivo, se les asignó el mismo valor de conductancia que el uso de suelo con el mayor nivel de fricción o menor nivel de conductancia. El valor de conductancia de las carreteras municipales (5 m ancho) y nacionales (10 m de ancho) se calculó dividiendo el valor de conductancia del uso de suelo con el mayor nivel de fricción entre el ancho de cada una de ellas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ponderación de la conductancia de los usos del suelo para las especies pava caucana (*Penelope perspicax*) y guagua loba (*Dinomys branickii*). Se muestra el valor de conductancia calculado con base solo en la información de las entrevistas, la revisión de literatura y el valor final de conductancia promedio tomando en cuenta ambas fuentes.

Uso/cobertura de la tierra	Conductancia entrevistas % (frecuencia)*	Conductancia literatura % (frecuencia)*	Conductancia final (%)
Pava caucana (<i>Penelope perspicax</i>)			
Cobertura boscosa	100 (32)	74 (14)	100
Bosques ribereños	69 (22)	16 (3)	49
Plantaciones forestales	41 (13)	42 (8)	48

Uso/cobertura de la tierra	Conductancia entrevistas % (frecuencia)*	Conductancia literatura % (frecuencia)*	Conductancia final (%)
Cercos vivos	22 (7)	0 (0)	13
Árboles dispersos en potreros	19 (6)	0 (0)	11
Potreros	6 (2)	11 (2)	10
Cultivos	9 (3)	5 (1)	9
Vías rurales	0	0	9
Vías municipales	0	0	2
Vías nacionales	0	0	1
Infraestructura	0 (0)	0 (0)	0
Guagua loba (<i>Dinomys branickii</i>)			
Cobertura boscosa	59 (19)	95 (18)	100
Bosques ribereños	19 (6)	21 (4)	26
Infraestructura	9 (3)	5 (1)	10
Cultivos	3 (1)	5 (1)	5
Potreros	3 (1)	0 (0)	3
Plantaciones forestales	3 (1)	0 (0)	3
Vías rurales	0	0	3
Vías municipales	0	0	2
Vías nacionales	0	0	1
Cercos vivos	0 (0)	0 (0)	0
Árboles dispersos en potreros	0 (0)	0 (0)	0

*Entre paréntesis se muestra los valores de frecuencia de observaciones de cada especie en cada uso de suelo, obtenidos en las entrevistas y la revisión de literatura.

Finalmente, se identificaron los nodos focales o parches de hábitat a conectar dentro del paisaje, los cuales corresponden al parche de bosque de la Reserva Forestal Bremen – La Popa y al del cañón del río Barbas. La información de valores de conectancia y nodos focales, junto con los mapas de uso del suelo en formato *ráster* (celda 1x1) para los años 2003 y 2014, fue procesada a través del programa Circuitscape 4.0 ® (McRae *et al.* 2014), y mediante la regla de ocho vecinos se modelaron cuatro tipos de escenarios diferentes, incluidas las dos líneas base (Cuadro 3). Los escenarios corresponden a la presencia de diferentes usos de suelo o cobertura en el paisaje, tomando como base el uso del suelo del año 2014. El mapa del año 2003 sirve de línea para la comparación.

Cuadro 3. Escenarios modelados con el *software* Circuitscape

Especie	Uso/cobertura de la tierra			
	Año 2003 Línea base	Año 2014 Línea base	Año 2014 Escenario 1	Año 2014 Escenario 2
<i>Penelope perspicax</i>	Masas boscosas	Masas boscosas	Masas boscosas	Masas boscosas
	Bosques ribereños	Bosques ribereños	Bosques ribereños	Bosques ribereños
	Pastizales	Pastizales	Pastizales	Pastizales
	Plantaciones forestales	Plantaciones forestales	Plantaciones forestales	Plantaciones forestales
	Cultivos	Cultivos	Cultivos	Cultivos
	Viviendas	Viviendas	Viviendas	Viviendas
	Vías rurales	Vías rurales	Vías rurales	Vías rurales
	Vías municipales	Vías municipales	Vías municipales	Vías municipales
	Vías nacionales	Vías nacionales	Vías nacionales	Vías nacionales
			Cercos vivos	Cercos vivos
		Árboles dispersos en potrero	Potreros con cobertura arbórea >5%	
<i>Dinomys branickii</i>	Masas boscosas	Masas boscosas		
	Bosques ribereños	Bosques ribereños		
	Pastizales	Pastizales		
	Plantaciones forestales	Plantaciones forestales		
	Cultivos	Cultivos		
	Viviendas	Viviendas		
	Vías rurales	Vías rurales		
	Vías municipales	Vías municipales		
	Vías nacionales	Vías nacionales		

Los escenarios 1 y 2 del año 2014 no fueron modelados para la especie *Dinomys branickii*, puesto que, dentro de la información recabada a través de las entrevistas y revisión de literatura, no se tuvieron registros de que la especie usara cercos vivos, árboles dispersos en potrero o pastizales con cobertura arbórea mayor al 5%, y por lo tanto no era posible otorgar valores de conectancia a estos usos de suelo.

7.4. Resultados

a) Estado actual de las herramientas de manejo del paisaje y percepción de actores clave sobre este proceso

De acuerdo a los resultados obtenidos en el protocolo de observación y evaluación rápida, se describe el estado actual del proceso para cada una de las cuatro herramientas seleccionadas.

Corredores biológicos: Es la herramienta con mayor éxito en el paisaje. A la fecha permanecen los cuatro corredores instaurados (Anexo 1). Con una dominancia de copa mixta, en donde sobresalen especies como yarumo (*Cecropia* sp.), cedro (*Cedrela* sp.), nacedero

(*Trichanthera gigantea*), palma de cera (*Ceroxylon quinduense*), cordoncillo (*Piper* sp.), mano de oso (*Oreopanax floribundum*) y sarro (*Cyathea* sp.). Para esta herramienta se registraron con mayor frecuencia alturas del dosel medias (5 a 25 m) y altas (> 25 m).

Minicorredores: La totalidad de los minicorredores existen actualmente (Anexo 1), con una dominancia de copa mixta y una altura dominante del dosel baja (<5 m) y media (5 a 25 m).

Cercos vivos: A la fecha solo existe el 43% de los cercos vivos establecidos. Estos estuvieron ubicados únicamente en las fincas Sausalito y El Roble (Anexo 1). Cabe anotar que en este último predio se están realizando labores de aprovechamiento forestal de la especie eucalipto (*Eucalyptus* sp.) desde el mes de septiembre de 2016, de acuerdo a la información aportada por el acompañante.

El 57% de los cercos vivos restante ha desaparecido. Estaban ubicados en los predios Bengala, El Manantial y La Tunja (Figura 5). Los entrevistados aseveraron que esto ocurrió principalmente por la falta de acompañamiento por parte de las instituciones estatales que lideraban el proceso, es decir al liquidarse el convenio entre la alcaldía y el IAvH, no se continuaron con las actividades silviculturales y los árboles murieron.

Árboles dispersos en potrero: Esta herramienta presenta una situación similar a la de los cercos vivos, pues el 67% de los árboles dispersos en potrero, ubicados en los predios Veracruz y Sausalito, han desaparecido (Anexo 1). Solamente se conservan los árboles dispersos establecidos en la finca El Roble. Nuevamente, los entrevistados manifestaron la falta de acompañamiento por parte de las instituciones estatales como el motivo de la muerte de los árboles.

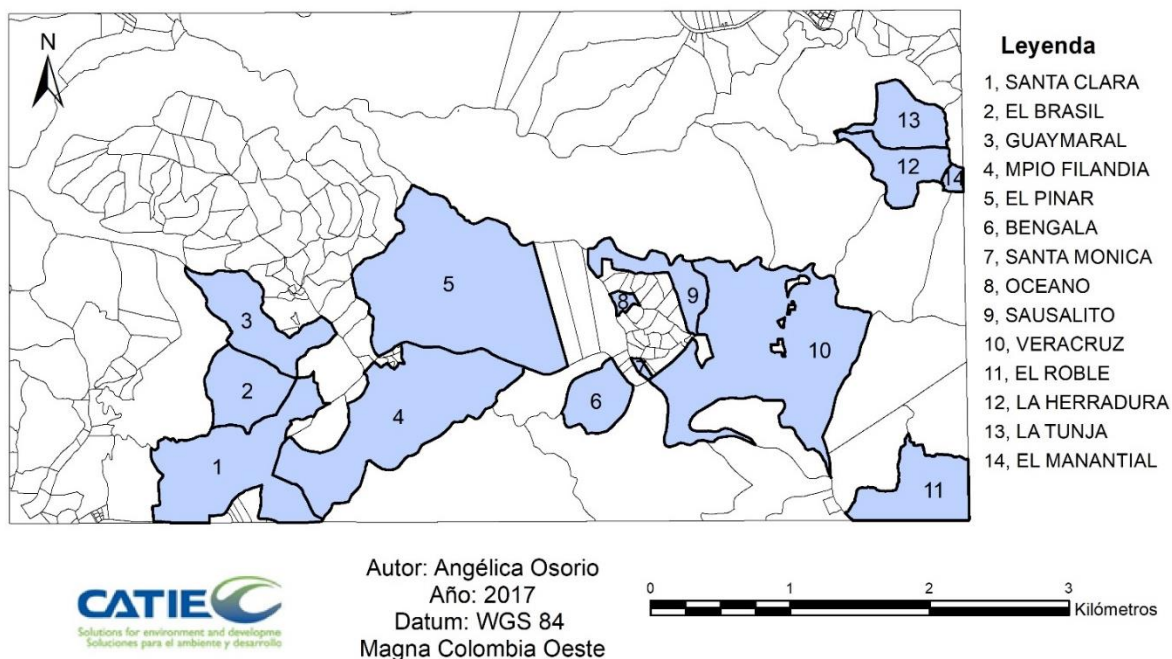


Figura 5. Predios con herramientas de manejo del paisaje en los municipios de Filandia y Pereira, Colombia

En cuanto a la percepción de los actores clave sobre el proceso de las HMP, las entrevistas arrojaron que el 90% de los propietarios entrevistados reconocieron a la educación ambiental como la principal motivación de pertenecer a este proyecto, aludiendo que son conscientes de la necesidad de conservar sus recursos naturales. El 10% restante de los entrevistados mencionaron no conocer el trabajo realizado por el IAvH.

Además, el 23% de los finqueros indicó que el aumento de animales silvestres en la zona es el principal beneficio que proveen las MHP a sus fincas. Otros factores como belleza escénica (20%) y mejoramiento de suelos (20%) también fueron reportados por los entrevistados. En lo que respecta a los beneficios económicos obtenidos por la venta o consumo interno de productos provenientes de las herramientas, los resultados indicaron valores más bajos: 10% para madera, 3% para leña y 0% para productos no maderables del bosque. Solamente un entrevistado manifestó que este proyecto no le ha representado ningún beneficio al predio.

El 90% de los participantes manifestó que recomendarían este tipo de proyectos a otras personas para que los implementaran en sus fincas. Sin embargo, es importante mencionar que el 30% de ellos resaltan la necesidad de acompañamiento por parte de las entidades que lo lideren, haciendo alusión a las herramientas que a la fecha han desaparecido.

En cuanto a los resultados de las entrevistas realizadas a los tomadores de decisiones, la totalidad de ellos resaltaron la importancia de continuar y fortalecer el establecimiento de las HMP en otros predios, dentro y fuera del área de estudio, como es el caso de la cuenca baja del cañón del río Barbas. El 43% de los entrevistados manifestaron la necesidad de la implementación de ecoductos y puentes que conecten ambos márgenes de la vía que comunica el municipio de Filandia con la ciudad de Armenia, para lograr reducir el porcentaje de animales atropellados en la carretera; aunque manifestaron que en la actualidad no se cuentan con recursos económicos suficientes para la implementación de estas herramientas alternativas.

b) Cambios de uso de suelo y composición y configuración del paisaje

El paisaje tuvo una extensión total de 2,461 ha y estuvo compuesto por siete tipos de usos/coertura de la tierra (Cuadro 4). En el año 2003, el paisaje estuvo dominado por pastizales de acuerdo a su condición de paisaje ganadero, con un 41.67% del uso del suelo total del paisaje (PLAND), seguido de los bosques que ocuparon un 26.30%, los bosques ribereños con un 17.84% y otras tierras productivas (plantaciones forestales y cultivos) e infraestructura (viviendas y carreteras) con menos del 15% (Cuadro 4).

En particular, los parches de bosque y bosque ribereño en el año 2003 presentaron un índice de agregación (AI) alto de 99.74 y 98.90 % respectivamente (Cuadro 5). La distancia promedio al vecino más cercano (ENN_MN) y el índice de esparcimiento y yuxtaposición (IJI) fueron de 880.75 m y 66.67% para las masas boscosas, y 40.53 m y 31.88% para los bosques ribereños; lo cual quiere decir que estos últimos se encuentran menos entremezclados con otras clases (Cuadro 5).

Para el año 2014 los potreros disminuyeron en un 6% el área que representaban en el paisaje (PLAND), no obstante, continuaron siendo el uso del suelo predominante con un 35.27% del área total (Cuadro 4). Seguido muy de cerca por las masas boscosas, las cuales aumentaron al 32.51% del área total. Esta ganancia fue obtenida en gran parte del suelo que anteriormente correspondía a plantaciones forestales (171.92 ha) y a bosques ribereños (21.48 ha) (Cuadro 6). En concordancia, el tamaño promedio del parche (AREA_MN) de las masas boscosas aumentó a 266.66 ha (Cuadro 4) y el número de parches (NP) se mantuvo constante (Cuadro 5).

Los bosques ribereños ocuparon la tercera extensión con 18.77% del área total del paisaje evaluado y las plantaciones forestales y cultivos representaron más del 10%. Es de resaltar que el área de cultivos se incrementó considerablemente, de 3.07 a 128.61 ha, de las cuales 100.57 ha provinieron de potreros (Cuadro 6), ocupando así el 5.23% del área total (Cuadro 4). De manera similar, la infraestructura (viviendas y vías), presentó un incremento del 2% (Cuadro 4); esta ganancia fue obtenida en su gran mayoría de potreros, con un aporte de 26.41 ha para las viviendas y 15.01 para las vías (Cuadro 6).

Cuadro 4. Métricas de composición de paisaje y tamaño de parche para los usos/cobertura de la tierra del paisaje de la cuenca media del cañón del río Barbas, Filandia y Pereira, Colombia

Uso/ cobertura	Año 2003				Año 2014			
	CA (ha)	PLAND (%)	LPI (%)	AREA_ MN (ha)	CA (ha)	PLAND (%)	LPI (%)	AREA_ MN (ha)
Masas boscosas	647.12	26.30	21.38	215.71	799.99	32.51	22.02	266.66
Bosques ribereños	438.96	17.84	4.43	6.86	461.91	18.77	4.30	7.23
Potreros	1,025.44	41.67	6.66	14.05	867.98	35.,27	2.88	5.84
Plantaciones forestales	314.32	12.77	3.75	28.57	126.02	5.12	1.13	7.89
Cultivos	3.07	0.12	0.05	0.61	128.61	5.23	1.15	3.90
Viviendas	20.22	0.82	0.05	0.22	52.93	2.15	0.20	0.35
Vías	11.85	0.48	0.38	1.32	23.53	0.96	0.76	1.96

CA: área total de la clase; PLAND: porcentaje del paisaje; LPI: índice del parche más grande; AREA_MN: área de parche promedio

Además del aumento en el área total de las masas boscosas y los bosques ribereños para el año 2014, la distancia promedio al vecino más cercano (ENN_MN) se hizo más corta, pasando de 880.75 m a 390.60 m y de 40.53 a 33.28 m respectivamente, reflejando una mayor agregación. Las masas boscosas presentaron una reducción del área media de su forma (SHAPE_MN), tomando valores más cercanos a uno (2.77) (Cuadro 5); lo que indica que ahora tienden a tener formas más regulares. Los bosques ribereños mantuvieron casi constante el área media de su forma para ambos periodos.

Cuadro 5. Métricas de forma y agregación para las masas boscosas y bosques ribereños del paisaje de la cuenca media del cañón del río Barbas, Filandia y Pereira, Colombia

Uso/cobertura	Masas boscosas		Bosques ribereños	
	2003	2014	2003	2014
SHAPE_MN (--)	4.13	2.77	2.69	2.86
IJI (%)	66.67	84.10	31.88	54.92
AI (%)	99.74	99.82	98.90	98.83
ENN_MN (m)	880.75	390.60	40.53	33.28
NP (#)	3	3	64	64
PD (par/ha)	0.12	0.12	2.60	2.60

SHAPE_MN: índice de forma promedio; IJI: índice de esparcimiento y yuxtaposición; AI: índice de agregación; ENN_MN: vecino euclidiano más cercano promedio; NP: número de parches; PD: densidad de parches

Cuadro 6. Matriz de cambios de uso/cobertura de tierra para el periodo 2003 - 2014. Sobre las filas se lee el número de hectáreas que ganó el uso del suelo en el año 2014 en relación al 2003, mientras que en las columnas se leen las pérdidas. Las celdas identificadas en color gris hacen referencia al número de hectáreas que se mantuvieron constantes para cada uso.

		→ Ganancias							
Pérdidas ↓	Uso / Cobertura (ha)	Bosques ribereños	Cobertura boscosa	Cultivos	Viviendas	Plantaciones forestales	Potreros	Vías	Año 2014
		Bosques ribereños	371.37	23.65	0.01	0.39	21.73	43.37	1.39
	Cobertura boscosa	21.48	585.52	0.00	0.02	171.92	20.11	0.94	799.99
	Cultivos	15.86	2.78	0.79	0.10	8.15	100.57	0.37	128.61
	Viviendas	1.95	0.26	0.86	18.73	3.02	26.41	1.69	52.93
	Plantaciones forestales	1.54	14.07	0.00	0.00	79.15	31.00	0.25	126.02
	Potreros	22.78	19.89	1.40	0.75	29.35	788.96	4.84	867.98
	Vías	3.97	0.96	0.01	0.23	0.99	15.01	2.36	23.53
	Año 2003	438.96	647.12	3.07	20.22	314.32	1,025.43	11.85	2,460.99

Para el año 2014, pese a que los parches de bosque y bosque ribereño, continuaron presentaron un alto nivel de agregación (AI) de (99.82 y 98.83% respectivamente) (Cuadro 5), el índice de esparcimiento y yuxtaposición (IJI) aumentó a 84.10 y 54.92%; lo cual reveló que en comparación con el año 2013, se encontraron más entremezclados con otros usos de la tierra.

c) Modelación multitemporal de rutas de conectividad para el movimiento potencial de las especies *Penelope perspicax* y *Dinomys branickii*

El modelaje de conectividad del paisaje mediante el programa Circuitscape dio como resultado los mapas de corriente acumulada para ambas especies para los años 2003 y 2014 (Figuras 6, 7, 8 y 9). Estos mapas de flujo de corriente, basados en la teoría de circuitos, calcularon las distancias funcionales entre cada par de nodos considerando simultáneamente los flujos en todas las posibles rutas de conexión y destacaron las áreas importantes para mantener conectada toda la red de parches.

Para los años 2003 y 2014, denominados como línea base, las áreas que obtuvieron valores más altos de conectividad representadas por los colores marrón y amarillo (Figuras 6 y 7, literales b y c), correspondieron a los bosques ribereños, los cuales se encontraron rodeados por áreas de baja conectividad en tonos blancos y violetas representadas por pastizales y cultivos.

Para ambas especies el año 2014 (línea base), evidenció un paisaje con valores más altos de conectividad y una sola ruta bien definida que conectó los dos nodos focales (Figura 7, literales b y c). Esta ruta coincide con la ubicación del corredor biológico Las Pavas, ubicado en la finca El Pinar, resaltado en color rojo. De manera general, los valores más altos de conectividad en el paisaje coincidieron con los corredores biológicos establecidos en el año 2005 por el IAvH, los cuales se encuentran ubicados en las fincas Santa Clara, Guaymaral, El Brasil, Municipio de Filandia, Veracruz, Sausalito y El Pinar (Anexo 1).

El crecimiento del área boscosas en los dos nodos focales (Barbas – Bremen) (Figura 7, literales b y c) para el año 2014, favoreció la conectividad de ambas especies ya que acortó la distancia entre estos dos bosques; sin embargo, los valores más altos fueron para la pava caucana en comparación con la guagua loba, confirmando que la conectividad para una especie en particular cambia, en relación a los usos de la tierra.

Para el año 2014 se modelaron dos escenarios más para la especie pava caucana (Figuras 8 y 9), que incluyeron otras dos herramientas como elementos del paisaje: cercos vivos y árboles dispersos en potrero. Los resultados arrojaron aumento de la conectividad al incluir los cercos vivos en el paisaje (Figura 8), representados por líneas rectas en color azul, mientras que los árboles dispersos fueron casi imperceptibles a la modelación.

Para el escenario modelado que incluyó los pastizales con cobertura arbórea mayor al 5% (Figura 9), se evidenció que éstos al igual que los árboles dispersos en potrero, no representaron cambios al flujo de corriente acumulada; es decir, no se evidenció un aumento en los valores de conectividad al realizar la modelación con este elemento. Para una mejor visualización de estos escenarios se presenta un acercamiento del modelo de flujo de corriente acumulada (Figuras 8 y 9).

Año 2003 - Línea base

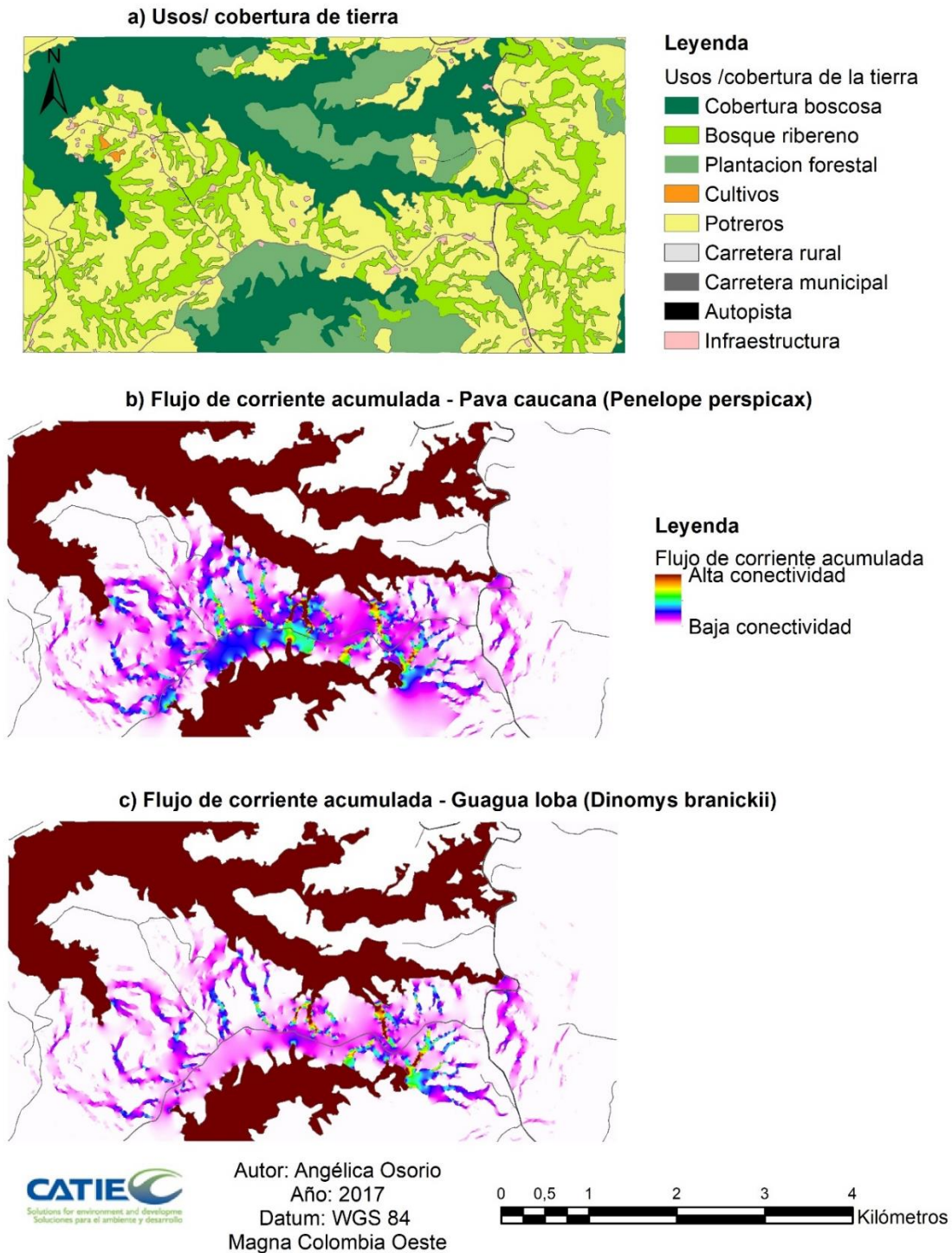


Figura 6. Año 2003 – Línea base: a) Mapa de usos/cobertura de la tierra, b) Modelo de flujo de corriente acumulada para la pava caucana (*Penelope perspicax*) y c) Modelo de flujo de corriente acumulada para la guagua loba (*Dinomys branickii*), cuenca media del cañón del río Barbas, Filandia y Pereira, Colombia

Año 2014 - Línea base

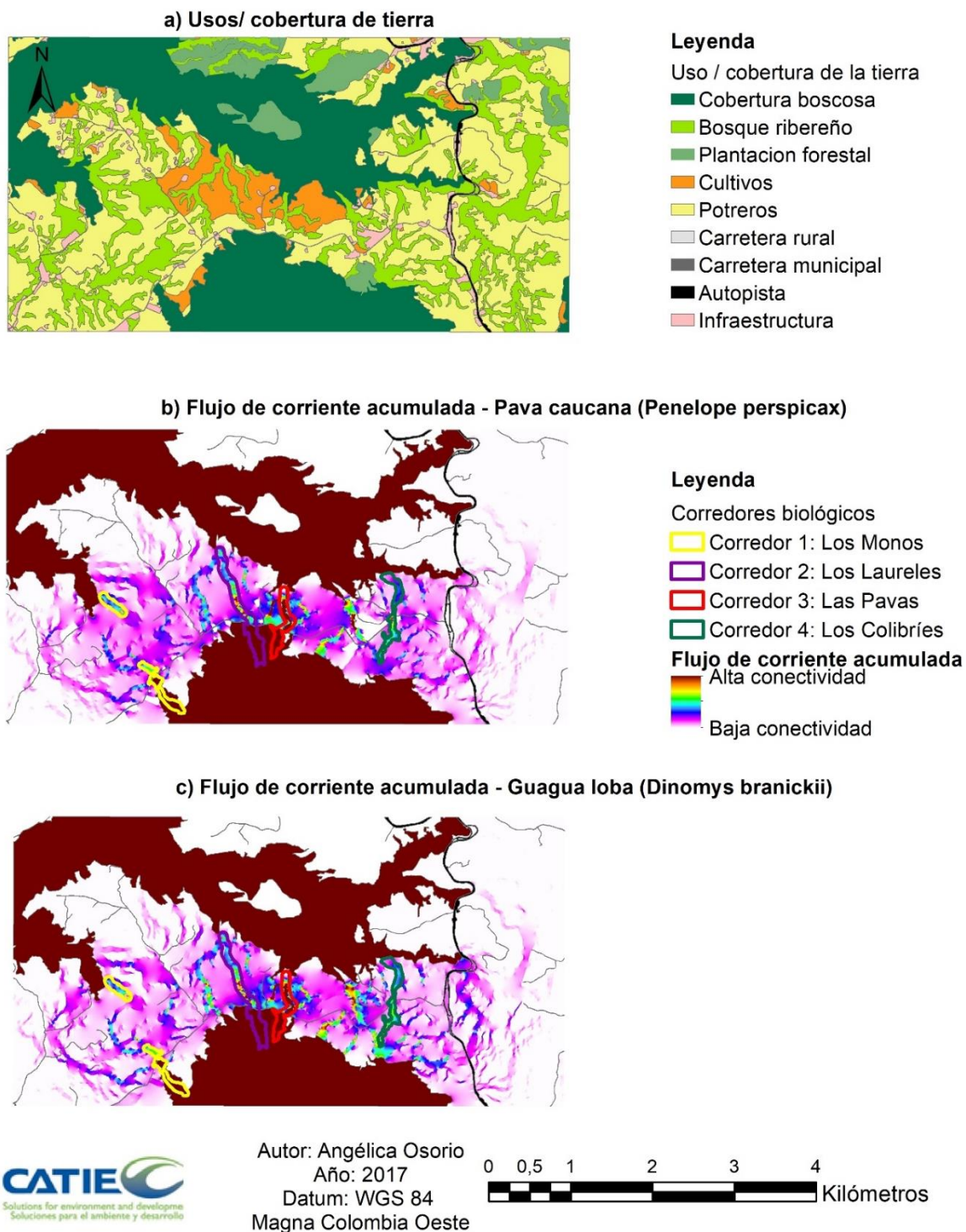


Figura 7. Año 2014 – Línea base: a) Mapa de usos/cobertura de la tierra, b) Modelo de flujo de corriente acumulada para la pava caucana (*Penelope perspicax*) y c) Modelo de flujo de corriente acumulada para la guagua loba (*Dinomys branickii*), cuenca media del cañón del río Barbas, Filandia y Pereira, Colombia

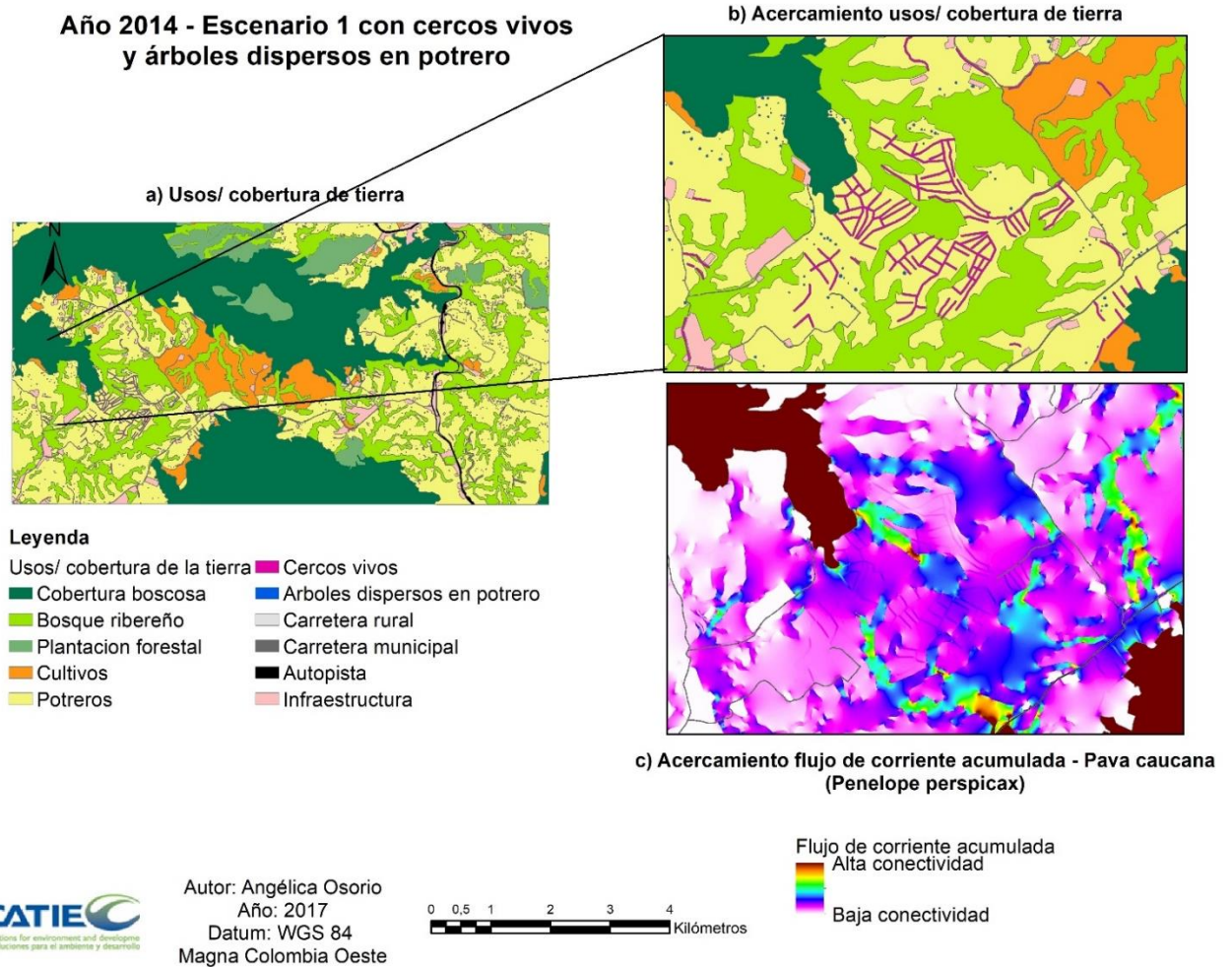


Figura 8. Año 2014 – Escenario 1 con cercos vivos y árboles dispersos en potrero: a) Mapa de usos/cobertura de la tierra, b) Acercamiento mapa de usos/cobertura de la tierra y c) Acercamiento modelo de flujo de corriente acumulada pava caucana (*Penelope perspicax*), cuenca media del cañón del río Barbas, Filandia y Pereira, Colombia

Año 2014 - Escenario 2 con cercos vivos y potreros con cobertura arbórea mayor al 5%

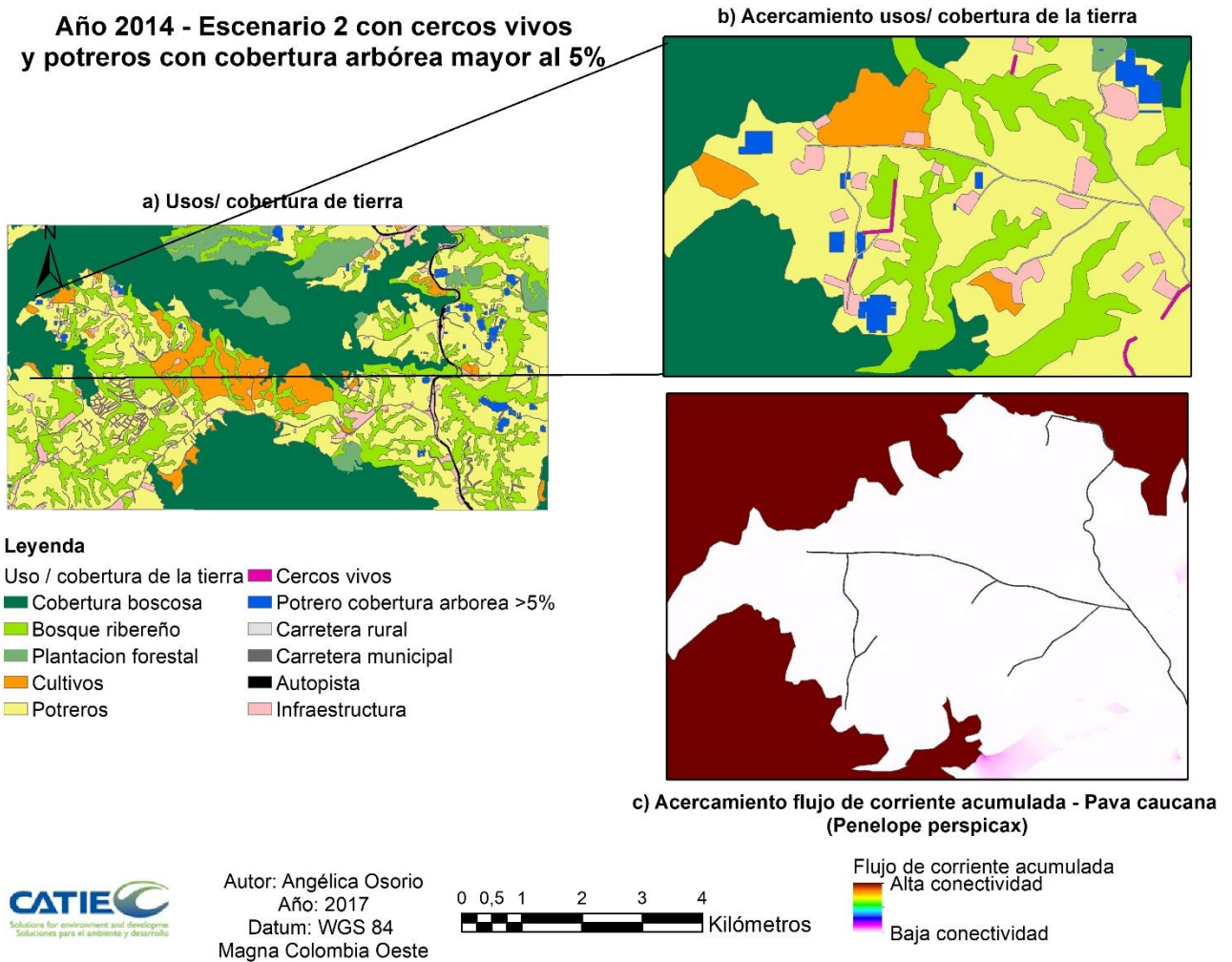


Figura 9. Año 2014 – Escenario 2 con cercos vivos y potreros con cobertura arbórea mayor al 5%: a) Mapa de usos/cobertura de la tierra, b) Acercamiento mapa de usos/cobertura de la tierra y c) Acercamiento modelo de flujo de corriente acumulada pava caucana (*Penelope perspicax*), cuenca media del cañón del río Barbas, Filandia y Pereira, Colombia

7.5. Discusión

a) Análisis del estado actual de las herramientas de manejo del paisaje

La información colectada a través de las entrevistas sugiere que la desaparición o permanencia de las diferentes HMP en el territorio, pueden estar asociadas a sus características. Por ejemplo, los corredores y minicorredores han permanecido a través del tiempo gracias al hecho de estar delimitados por un cerco y aislados de los efectos negativos de actividades antrópicas y ganaderas, lo cual ha permitido la generación de rebrotes y el crecimiento de nuevas plántulas. Por el contrario, los cercos vivos y árboles dispersos en potreros no cuentan con delimitación clara, requieren de mayores esfuerzos para evitar su depredación por bovinos y mayores cuidados por parte de los administradores de los predios, teniendo como resultado su desaparición en altas proporciones.

Dentro de la planeación del proyecto “Análisis de paisajes rurales de los Andes centrales de Colombia”, no se contempló la opción de brindar asesoría y asistencia técnica a los propietarios después de finalizado el convenio y, por ende, la mayoría de los entrevistados no visualizaron a las HMP como una alternativa o ayuda económica para sus predios, resultando en la pérdida de las mismas a través del tiempo. Esto se reflejó en la información obtenida de las entrevistas realizadas a los productores, quienes resaltaron más los beneficios ambientales de las herramientas que los económicos. Incluso, para algunos de ellos, las herramientas se convirtieron en un gasto adicional, indicando que recomendarían este tipo de prácticas a otros productores, siempre y cuando no representaran un gasto económico.

De acuerdo a Lozano-Zambrano (2009), la planeación de estrategias de conservación en el territorio, requiere entender las necesidades y las maneras de pensar y de actuar de los grupos humanos que hacen parte del paisaje. Bajo esta línea de pensamiento, las acciones tomadas dentro de la propiedad privada afectan el paisaje circundante, y solo un manejo integrado, en donde las unidades de conservación y producción dentro de la matriz agrícola se gestionen conjuntamente, lograrán la sostenibilidad a largo plazo, incluso después de concluidos los proyectos (Selin y Chevez 1995; Daily *et al.* 2001; Harvey *et al.* 2008c).

El futuro de la biodiversidad en los bosques depende de la gestión eficaz de los paisajes modificados por acciones antrópicas (Gardner *et al.* 2009); por lo tanto, los tomadores de decisiones juegan un papel fundamental en la planeación del territorio, y en la ejecución de proyectos en pro de la conservación de la biodiversidad, lo cual requiere de voluntad política pero también de investigaciones científicas que permitan tomar decisiones basadas en estudios.

b) Análisis de cambios de uso de suelo, composición y configuración del paisaje

En el año 2014, el paisaje evaluado estuvo constituido por dos grandes masas boscosas inmersas en una matriz agropecuaria predominada por potreros, plantaciones forestales y

cultivos de aguacate Hass (*Persea americana*). La cobertura boscosa fue el uso del suelo con mayor aumento en el número de hectáreas, y ocupó para este año el 32.51% del área total del paisaje. Este incremento puede deberse a las labores de reforestación realizadas por la alcaldía de Filandia en convenio con el IAvH durante el año 2005. Adicionalmente, el predio que era propiedad del Comité de Cafeteros de Colombia, posterior a su aprovechamiento forestal, fue cedido a la municipalidad quien decidió destinarlo en su totalidad a actividades de reforestación activa y pasiva.

Diversos autores como Bennet (1998), Turner *et al.* (2001), Laurance y Goosem (2008) y Laurance *et al.* (2011), argumentan que el aumento de las coberturas boscosas en el paisaje genera mayor heterogeneidad en términos de estructura de hábitat y condiciones microambientales, que se traducen en mayor riqueza y abundancia de especies. En un estudio realizado por Daily *et al.* (2001), en un hábitat dominado por actividades antropogénicas, encontraron una alta correlación positiva entre el tamaño del fragmento del bosque y la riqueza de la avifauna. Así mismo, estudios sobre los efectos de la fragmentación en la amazonia brasileña, identificaron que los bosques intactos contienen más especies por unidad de áreas que los fragmentos (Laurance *et al.* 2002, 2006 y 2011).

En el año 2014 se encontró una cobertura boscosa más agregada respecto al 2003, con una distancia promedio más corta al vecino euclidiano más cercano, lo cual es ventajoso para el desarrollo de procesos ecológicos dentro del área, ya que cuenta con un hábitat más agrupado para las especies dependientes de bosque (McCoy y Mushinsky 2007). Sin embargo, el aumento en el índice de esparcimiento y yuxtaposición reveló que esta clase se encuentra más entremezclada con otros usos de la tierra, probablemente por el incremento del área de cultivos, generando mayor adyacencia con otros tipos de parches. No obstante, autores como Tischendorf y Fahrig (2000), argumentan que, aunque las métricas del paisaje puedan indicar cierto grado de conectividad estructural, no se garantiza la movilidad de los organismos presentes.

Del mismo modo para el 2014, las masas boscosas presentaron formas más regulares, lo cual puede contribuir a que los efectos de borde sean menos severos sobre esta clase y por ende sobre las especies que habitan en él (Andren y Anglestam 1988; Hanski *et al.* 1996; McGarigal 2015). Sin embargo, es importante aclarar que dependiendo de la especie que habite en el parche, el efecto de borde afecta de manera diferente (Laurance y Yensen 1991; Garrido-Garduño y Vázquez-Domínguez 2013).

Los bosques ribereños exhibieron para ambos periodos, valores similares en el índice de forma promedio. Por tener un área promedio del parche pequeña o alargada y al encontrarse rodeados en su totalidad por una matriz pecuaria, y por ende fácilmente permeados por el ingreso directo del ganado, se hacen más susceptibles a factores antrópicos con tendencia a

formas irregulares, lo cual se convierte en una situación crítica para la conservación de la biodiversidad en estas áreas (Turner *et al.* 2001; Harvey *et al.* 2008a, 2008b).

Es importante resaltar el aumento significativo de las áreas bajo cultivo para el año 2014. Esta ganancia se obtuvo principalmente del uso del suelo que correspondían a potreros; debido al crecimiento del cultivo de aguacate Hass en el municipio de Filandia, con fines de exportación (ICA 2014), por lo que algunas fincas se vieron motivadas a cambiar la ganadería por esta actividad; no obstante, la superficie ocupada por potreros continuó siendo el uso del suelo predominante del paisaje.

Otra actividad productiva que ha representado cambios en los usos del suelo, corresponde al aumento de la infraestructura, particularmente la construcción de viviendas dedicadas en su mayoría al turismo rural. Actualmente la región del Eje Cafetero es considerada como el segundo destino turístico de Colombia, siendo el municipio de Filandia uno de los lugares más concurrido por turistas nacionales y extranjeros (Alcaldía de Filandia Quindío 2017).

c) Modelación de rutas de conectividad para el movimiento potencial de las especies *Penelope perspicax* y *Dinomys branickii*

Para ambos periodos evaluados, el paisaje reflejó valores más altos de conectividad para el movimiento potencial entre parches de hábitat para la pava caucana, en comparación con la guagua loba. En concordancia, estudios realizados por Kattan y Valderrama (2005), argumentan que la pava caucana tiene un hábitat amplio (bordes de bosque, bosques maduros y secundarios e incluso plantaciones de árboles exóticos), mientras que el hábitat de la guagua loba es más limitado (bosques continuos y franjas de bosque asociados a bosques ribereños) (Saavedra-Rodríguez *et al.* 2012a). Estas diferencias reflejadas en la modelación de ambas especies, evidenciaron cómo la conectividad para una especie en particular cambia, en relación a los usos de la tierra (Brodie *et al.* 2015).

Las estimaciones de flujo de corriente acumulada destacaron las áreas con valores más bajos de conectividad, e identificaron las rutas más importantes para mantener conectada la red de parches. Todos los resultados estuvieron estrechamente ligados con la ubicación de los cercos vivos y los bosques ribereños; entre ellos sobresalieron los cuatro corredores biológicos implementados en el año 2005 por el IAvH, y reflejó para los diferentes escenarios modelados del 2014, valores de conectividad más alta en comparación con la línea base del año 2003, reflejando que la conectividad en el paisaje ha cambiado a través del tiempo.

Estos corredores biológicos son importantes para la conservación de la biodiversidad local y regional, ya que en conjunto con las demás HMP, fomenta la conectividad para el potencial movimiento de las especies, constituidas como las únicas fuentes de hábitat disponible para conectar los dos parches de nodos focales en este paisaje (Lozano-Zambrano 2009). No

obstante, dentro de todas las modelaciones se apreció únicamente una ruta bien definida, la cual coincidió con el corredor biológico Las Pavas, ubicado en la finca El Pinar. Sin embargo, esta ruta exhibió una condición crítica al encontrarse rodeada por actividades agropecuarias.

Para el año 2014 se evidenció un cambio en el uso del suelo de esta propiedad, donde más de 128 ha de potrero fueron convertidas al cultivo de aguate Hass; por lo cual se esperaría que, al generar cambios en la composición y estructura de la matriz agrícola, se modifique el potencial de la conectividad del paisaje (Chazdon *et al.* 2009). Así mismo, autores como Saavedra-Rodríguez *et al.* (2012a), manifiestan que los cultivos categorizados como permanentes y semipermanentes, favorecen la calidad potencial de hábitat hasta en un 30% para especies como la guagua loba, en comparación con los pastizales.

Estudios realizados en Centroamérica con cultivos perennes como el cacao, han señalado que del establecimiento y manejo de estas áreas productivas depende la conservación de la biodiversidad, dado que las buenas prácticas agrícolas tienen efectos directos sobre la estructura y composición del cultivo, y repercuten directamente en los animales que lo utilizan como hábitat, fuente de alimento o tránsito (Somarriba 2003). Por lo tanto, se deben considerar los futuros conflictos que se pueden generar entre humanos y animales por el consumo del fruto y las implicaciones que puede tener la aplicación de agroquímicos en el cultivo sobre la fauna.

En los escenarios 1 y 2 del año 2014, se evidenció el aumento de los valores de conectividad por la presencia de los cercos vivos, los cuales sirvieron de conector entre los boques ribereños y los dos nodos focales. Autores como Harvey *et al.* (2005) y Chacón y Harvey (2008), argumentan la contribución de este tipo de elementos a la conectividad estructural en un paisaje fragmentado, al acortar las distancias entre fragmentos.

Pese a que las modelaciones realizadas con árboles dispersos en potrero y pastizales con cobertura arbórea mayor al 5% fueron casi imperceptibles en el modelo de flujo de corriente acumulada, es ampliamente reconocida en la literatura científica la gran importancia que tienen este tipo de elementos dentro del agropaisaje, al proveer hábitat y recursos para especies de plantas y animales, además de servir como sitios de paso que facilitan el desplazamiento de la fauna (Guevara *et al.* 1998; Harvey *et al.* 2008a, 2008b).

Los resultados obtenidos en las modelaciones fueron producto de los valores similares de conductancia entre los árboles dispersos y los potreros y el bajo valor de conectancia calculado para ambas especies. Debido a lo anterior, es necesario enfocar los esfuerzos de investigación acerca del uso que hacen las especies sobre todas las coberturas y usos de la tierra, no solamente en bosques. De igual manera, es importante recordar que la modelación de rutas de conectividad está fundamentada en la suposición de que los animales toman decisiones de

movimiento basadas en las mismas preferencias que utilizan para seleccionar el hábitat, donde se debe considerar la estocasticidad de los eventos ecológicos ya que el animal se puede ver impulsado por algo diferente que la selección de recursos durante los eventos de movimiento (Zeller *et al.* 2012).

Otro elemento a considerar dentro del paisaje y que implica directamente la conectividad biológica, son los caminos, a través del efecto barrera, ya que los animales evitan cruzarlos (Cáceres 2011) o mueren al intentarlo (Forman y Alexander 1998). Araya-Gamboa y Salom-Pérez (2015), identificaron que dependiendo de las características físicas de los caminos (de lastre o pavimentados), el flujo vehicular y la velocidad de circulación de los vehículos cambia, por ende, repercute en el número de animales atropellados en la vía.

La conectividad de muchas poblaciones puede depender en gran medida del cruce exitoso de los caminos (Conde *et al.* 2010 y Colchero *et al.* 2011) y más importante aún que logren reproducirse (Araya-Gamboa y Salom-Pérez 2015). Es indispensable la caracterización de sitios y sectores de cruce de fauna para la implementación de medidas que mitiguen estos impactos. Autores como Daily *et al.* (2003), Sekercioglu *et al.* (2007) y Vílchez *et al.* (2014), mencionan que, a pesar de no existir un sustituto para el hábitat del bosque nativo, algunas de las especies tanto de aves como mamíferos no voladores pueden utilizar diferentes usos del suelo, si se toman medidas de restauración apropiadas. Por ende, se podría considerar que la implementación de las HMP fomenta la conectividad y fortalece el potencial movimiento de las especies.

7.6. Recomendaciones

a) En las zonas tropicales, los parches de diferentes tipos de agricultura evidencian una matriz compleja y dinámica, que es necesario entender para proyectar medidas que conduzcan a la conservación de la biodiversidad (Vandermeer *et al.* 2008). Por ende, el éxito o fracaso de las herramientas instauradas en cualquier predio, dependerá de las estrategias implementadas para garantizar la continuidad del proceso en el tiempo; una posible alternativa podría ser la construcción mancomunada de éstas, que tomen en cuenta las necesidades de los propietarios. De igual manera, el acompañamiento técnico por parte de las instituciones que lideren estos procesos, durante y posterior a la ejecución de las actividades implementadas, es vital para la continuidad de las herramientas en el futuro.

b) Se recomienda continuar con el fomento de HMP, principalmente en aquellas áreas que obtuvieron valores más bajos de conectividad bajo el arreglo espacial actual (año 2014). Por esto se propone implementar programas y políticas que incentiven a los productores a la protección de los bosques ribereños y conservación de los corredores biológicos; ya que estos

por su misma composición son vulnerables a la reducción de su área y al efecto borde. Así mismo se sugiere el incremento de sistemas silvopastoriles, como cercos vivos y árboles dispersos en potrero en toda la matriz agrícola.

c) Se recomienda la implementación de buenas prácticas agrícolas en todas las áreas productivas, ya que estas tienen efectos directos sobre la estructura y composición del paisaje, y repercuten directamente en los animales que lo utilizan como hábitat, fuente de alimento o tránsito.

d) El IAvH y la alcaldía de Filandia podrían realizar múltiples esfuerzos destinados a la gestión de recursos económicos, encaminados a la caracterización de sitios y sectores de cruce de fauna para la construcción de vías seguras que mitiguen los impactos causados por los caminos a la conectividad biológica.

e) A nuestro conocimiento, este ejercicio constituye un primer acercamiento a la evaluación de la conectividad funcional del paisaje, a través de la modelación potencial de las rutas de conectividad para las especies *Penelope perspicax* y *Dinomys branickii*; no obstante, se recomienda incluir para futuras modelaciones datos biológicos de las especies a modelar (alimentación, rango de vuelo), variables ambientales (pendientes, tipos de suelo, cercanía a cuerpos de agua) y factores antropogénicos (áreas densamente pobladas, flujo vehicular, límite de velocidad en las vías), que brinden más elementos integrales para la identificación de zonas prioritarias de conservación en el paisaje.

f) Se recomienda realizar investigaciones comparativas que evalúen la presencia de las especies estudiadas en todos los usos del suelo que conforman el agropaisaje, ya que la mayoría de ellas se han concentrado únicamente en bosques.

7.7. Conclusiones

La principal herramienta que se instauró en este paisaje y que dio origen al proyecto, fue la implementación de los corredores biológicos entre el cañón del río Barbas y la Reserva Forestal – La Popa Bremen. Las otras fueron empleadas como medidas de compensación a los propietarios por permitir las actividades de reforestación en sus predios. Visto desde esta perspectiva, se podría considerar que el proyecto ha sido exitoso, dado que la totalidad de los corredores biológicos existen a la fecha.

En relación a los resultados obtenidos por medio de las entrevistas, se evidenció que aquellas herramientas que requerían mayores cuidados y esfuerzos por parte de los productores, como cercos vivos y árboles dispersos en potrero, fueron más propensos a la desaparición. Algunas de las personas entrevistadas consideran que, al tener herramientas

dentro de la propiedad, el trabajo y el dinero para el mantenimiento de estas, es un gasto adicional en las fincas.

Las métricas evaluadas para las masas boscosas y bosques ribereños, reflejaron para el año 2014 una mejor configuración para la conectividad del paisaje. Sin embargo, es importante resaltar que, aunque la cobertura boscosa incrementó en un 6% del área total, éste continúa siendo un paisaje agropecuario, predominado por potreros, y con un aumento del 5% de las áreas dedicadas a cultivos.

La identificación de las rutas ecológicas de conectividad puede brindar herramientas a los tomadores de decisiones para la planificación del territorio basado en el conocimiento científico. Este ejercicio permitió el reconocimiento de aquellas áreas que representaron menor dificultad al desplazamiento de la fauna, como es el caso de los corredores biológicos. De igual manera, permitió la identificación de aquellos sitios en el paisaje que requieren el fomento de HMP para disminuir la presión por actividades antrópicas, como los potreros y cultivos.

7.8.Literatura citada

Acuerdo municipal No. 016. 2004. Por medio del cual se ajustan los criterios para incentivar a los propietarios de los predios localizados en ecosistemas naturales boscosos y fuentes hídricas del municipio de Filandia. Quindío, Colombia, Concejo Municipal de Filandia. 18 dic.

Acuerdo municipal No. 95. 2010. Por medio del cual se ajustan los criterios para incentivar a los propietarios con predios localizados en ecosistemas naturales boscosos y fuentes hídricas. Quindío, Colombia, Concejo Municipal de Filandia. 29 nov.

Aguirre, LF. 2015. Libro Rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. Ecología en Bolivia. Revista del Instituto de Ecología. 451 p.

Alcaldía de Filandia Quindío. 2017. (en línea, sitio web). Consultado 15 nov. 2017. Disponible en [http://www.filandia-quindio.gov.co/apc-aa/view.php3?vid=1090&cmd \[1090\]=x-1090-2981876](http://www.filandia-quindio.gov.co/apc-aa/view.php3?vid=1090&cmd [1090]=x-1090-2981876)

Andren, H; Anglestam, P. 1988. Elevated predation rates as an edge effect in habitat islands: experimental evidence. *Ecology* 69(2):544-547.

Araya-Gamboa, D; Salom-Pérez, R. 2015. Identificación de sitios de cruce de fauna en la ruta 415, en el “Paso del Jaguar”, Costa Rica. *Infraestructura Vial* 17(30):5-12.

- Arias-Alzate, A; Delgado, C; Restrepo-Marín, D. 2014. Registros notables de la guagua loba *Dinomys branickii* (Rodentia: Dinomyidae) en Antioquia, Colombia. *Notas Mastozoológicas* 1:9-11.
- Arroyave. A. 2014. Evaluación de la presencia y composición de mamíferos terrestres medianos y grandes como indicadoras de la restauración en el corredor biológico Barbas-Bremen (Filandia-Quindío). Tesis Lic. Cali, Colombia, Universidad ICESI.
- Baltodano, A; Zamora, J. 2010. Estrategia para la consolidación de la conectividad en un sector del Corredor Biológico San Juan-La Selva: un esfuerzo para la preservación de las rutas de migración en los ecosistemas mesoamericanos. Tesis Lic. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 111 p.
- Barriga, J; Valderrama, C. 2015. Informe final de actividades de campo levantamiento de la información biológica de la ventana de biodiversidad municipio de Filandia Quindío. Cali, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Universidad ICESI. 95 p.
- Bedoya, J. 2007. Valoración inicial del potencial de conectividad de corredores biológicos por medio de mamíferos terrestres medianos y grandes en un bosque subandino. Tesis Lic. Bogotá, Colombia, Universidad Pontificia Universidad Javeriana.
- Bennett, AF. 1998. Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation. Gland, Suiza y Cambridge, United Kingdom, IUCN. 254 p.
- Bennett, AF; Radford, JQ; Haslem, A. 2006. Properties of land mosaics: implications for nature conservation in agricultural environments. *Biological Conservation* 133(2):250-264.
- BirdLife International. 2017. Species factsheet: *Penelope perspicax* (en línea, sitio web). Consultado 25 ago 2017.
- Brodie, JF; Giordano, AJ; Dickson, B; Hebblewhite, M; Bernard, H; Mohd-azlan, J; Anderson, J; Ambu, L. 2015. Evaluating multispecies landscape connectivity in a threatened tropical mammal community. *Conservation Biology*: 29(1):122-132.
- Brosi, BJ; Shih, TM; Billadello, LN. 2008. Polinización biótica y cambios en el uso de la tierra en paisajes dominados por humanos. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 105-135.

- Cáceres, NC. 2011. Biological characteristics influence mammal road kill in an Atlantic Forest–Cerrado interface in south-western Brazil. *Italian Journal of Zoology* 78(3):379-389.
- Chacón, M; Harvey, C. 2008. Contribuciones de las cercas vivas a la estructura y la conectividad de un paisaje fragmentado en Río Frío, Costa Rica. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 225 – 248.
- Chazdon, RL; Harvey, C; Komar, O; Griffith, D; Ferguson, B., Martínez-Ramos, M., Morales, H; Nigh, R; Soto-Pinto, L; van Breugel, M; Philpott, S. 2009. Beyond reserves: A research agenda for conserving biodiversity in tropical human - modified landscapes. *Biotropica* 41(2):142–153.
- Colchero, F; Conde, DA; Manterola, C; Chávez, C; Rivera, A; Ceballos, G. 2011. Jaguars on the move: modeling movement to mitigate fragmentation from road expansion in the Mayan Forest. *Animal Conservation* 14(2):158-166.
- Conde, DA; Colchero, F; Zarza, H; Christensen Jr, NL; Sexton, JO; Manterola, C; Chávez, C; Rivera, A; Azuara, D; Ceballos, G. 2010. Sex matters: Modeling male and female habitat differences for jaguar conservation. *Biological Conservation* 143(9):1980-1988.
- Daily, G; Ehrlich, P.R; Sánchez-Azofeifa, A. 2001. Countryside biogeography: use of human-dominated habitats by the avifauna of southern Costa Rica. *Ecological Applications* 11(1):1–13.
- Daily, G; Ceballos, G; Pacheco, J; Suzán, G; Sánchez-Azofeifa, A. 2003. Countryside biogeography of neotropical mammals: conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology* 17(6):1814-1826.
- Emmons, LH; Feer, F. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical: una guía de campo. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, Editorial FAN. 150 p.
- ESRI 2013. ArcGIS Desktop: Release 10.2. Redlands, CA, Environmental Systems Research Institute.
- Forman, RT; Alexander, LE. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29(1):207-231.

- Gardner, T; Barlow, J; Chazdon, R; Ewers, R; Harvey, C; Peres, C; Sodhi, N. 2009. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters* 12(6):561–582.
- Garrido-Garduño, T; Vázquez-Domínguez, E. 2013. Métodos de análisis genéticos, espaciales y de conectividad en genética del paisaje. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84(3):1031-1054.
- Global Biodiversity Information Facility. 2017. (en línea, sitio web). Consultado 15 nov. 2017. Disponible en https://www.gbif.org/occurrence/search?taxon_key=2482224
- González, JL; Osbahr, K. 2013. Botanical and nutritional composition of the diet of *Dinomys branickii* (Rodentina: Dinomyidae) in central Andes of Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* 16(1):235-244.
- Gottdenker, N; Wallace, RB; Gómez, H. 2001. La importancia de los atropellos para la ecología y conservación: *Dinomys branickii* un ejemplo de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 35:61-67.
- Guevara, S; Laborde, J ; Sánchez, G. 1998. Are isolated remnant trees in pastures a fragmented canopy?. *Selbyana* 19:34-43.
- Hanski, IK; Fenske, TJ; Niemi, GJ. 1996. Lack of edge effect in nesting success of breeding birds in managed forest landscapes. *The Auk: Ornithological Advances* 113(3):578-585.
- Harvey, C; Villanueva, C; Villacís, J; Chacón, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martinez, J. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 111(1-4):200-230.
- Harvey, C; Medina, A; Sánchez, DM; Vílchez, S; Hernández, B; Sáenz, JC; Maes, JM; Casanoves, F; Sinclair, FL. 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications* 16(5):1986-1999.
- Harvey, C; Villanueva, C; Ibrahim, M; Gómez, R; López, M; Kunth, S; Sinclair, F. 2008a. Importancia de los fragmentos de bosque, los árboles dispersos y las cortinas rompevientos para la biodiversidad local y regional: el caso de Monteverde, Costa Rica. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 289-325.

- Harvey, C; Villanueva, C; Ibrahim, M; Gómez, R; López, M; Kunth, S; Sinclair, F. 2008b. Productores, árboles y producción ganadera en paisajes de América Central: implicaciones para la conservación de la biodiversidad. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 197 – 224.
- Harvey, C; Komar, O; Chazdon, R; Ferguson, B.G; Finegan, B; Griffith, D.M; Martinez-Ramos, M; Morales, H; Nigh, R; Soto-Pinto, L; Van Breugel, M; Wishnie, M. 2008c. Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. *Conservation Biology* 22(1): 8–15
- Hilty, SL; Brown, WL. 1986. *Birds of Colombia*. New Jersey, United States of America, Princeton University Press. 813 p.
- Holdridge, L. 1987. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica, IICA.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2014. (en línea, sitio web). Consultado 15 nov. 2017. Disponible en [https://www.ica.gov.co/Noticias/Agricola/2013-\(1\)/La-produccion-de-aguacate-hass-para-exportacion-se.aspx](https://www.ica.gov.co/Noticias/Agricola/2013-(1)/La-produccion-de-aguacate-hass-para-exportacion-se.aspx)
- Kattan, GH; Valderrama, C. 2005. Plan de conservación y manejo de la pava caucana (*Penelope perspicax*). Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Fundación Eco Andina - Wildlife Conservation Society Colombia. 86 p.
- Kattan, GH; Leon, A; Corredor, G; Beltran, W; Parada, M. 2006. Distribution and population density of the endangered Cauca Guan *Penelope perspicax*. *Bird Conservation International* 16(4):299-307.
- Kattan, GH; Roncancio, N; Banguera, Y; Kessler-Rios, M; Londoño, GA; Marín, OH; Muñoz, MC. 2014. Spatial variation in population density of an endemic and endangered bird, the Cauca Guan (*Penelope perspicax*). *Tropical Conservation Science* 7(1):161-170.
- Laurance, WF; Yensen, E. 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation* 55(1):77-92.
- Laurance, WF; Albernaz, AK; Schroth, G; Fearnside, PM; Bergen, S; Venticinque, EM; Da Costa, C. 2002. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography* 29(5-6):737-748.

- Laurance, WF; Nascimento, HE; Laurance, SG; Andrade, A; Ribeiro, JE; Giraldo, JP; Lovejoy, TE; Condit, R; Chave, J; Harms, KE. 2006. Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. *PNAS* 103(50):19010-19014.
- Laurance, WF; Goosem, M. 2008. Impacts of Habitat Fragmentation and Linear Clearings on Australian Rainforest Biota. *In* Stork, N; Turton, SM (eds.). *Living in a Dynamic Tropical Forest Landscape*. Oxford, United Kingdom, Blackwell Publishing. p. 295-306.
- Laurance, WF; Camargo, JL; Luizão, RC; Laurance, SG; Pimm, SL; Bruna, EM; Stouffer, PC; Williamson, GB; Benítez-Malvido, J; Vasconcelos, HL. 2011. The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation. *Biological Conservation* 144(1):56-67.
- Lozano-Zambrano, FH; Vargas, A; Vargas, W; Jiménez, E; Mendoza, J; Caycedo, P; Aristizabal, S; Ramirez, D; Murillo, X; Ríos, C. 2006. Modelo de manejo sostenible de paisajes rurales para la conservación de la biodiversidad en la región andina colombiana. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 29 p.
- Lozano-Zambrano, FH. 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 238 p.
- Marín-Gómez, O; Banguera, Y; Carmona, P. 2009. “Monitoreo” de la avifauna amenazada del Aica Barbas-Bremen y evaluación de la población de pava caucana (*Penelope perspicax*) en el cañón del río Barbas. Armenia, Colombia, Fundación Ornitológica del Quindío. 111 p.
- McCoy, ED; Mushinsky, HR. 2007. Estimates of minimum patch size depend on the method of estimation and the condition of the habitat. *Ecology* 88(6):1401-1407.
- McGarigal, K; Cushman, S; Ene, E. 2012. FRAGSTATS Release 4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Amherst, United States of America, University of Massachusetts.
- McGarigal, K. 2015. FRAGSTATS help. Documentation for FRAGSTATS 4. Amherst, United States of America, University of Massachusetts. 183 p.

- McNeely, JA; Schroth, G. 2006. Agroforestry and biodiversity conservation—traditional practices, present dynamics, and lessons for the future. *Biodiversity & Conservation* 15(2):549-554.
- McRae, B.H.; Shah, V.B; Mohapatra, T.K. 2014. *Circuitscape 4 User Guide*. s. l. The Nature Conservancy.
- Mendoza, J; Jiménez, E; Lozano-Zambrano, F; Caycedo-Rosales, P; Renjifo, L. 2007. Identificación de elementos del paisaje prioritarios para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales de los Andes Centrales de Colombia. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 251-288.
- Morales-Jiménez, M; Sánchez, F; Poveda, K; Cadena, A. 2004. *Mamíferos terrestres y voladores de Colombia: guía de campo*. Bogotá, Colombia. Ramos López Editorial. 248 p.
- Muñoz, MC; Londoño, GA; Ríos, MM; Kattan, GH. 2007. Diet of the Cauca Guan: exploitation of a novel food source in times of scarcity. *The Condor* 109(4):841-851.
- Neotropical birds. 2017. (en línea, sitio web). Consultado 15 nov. 2017. <https://neotropical.birds.cornell.edu/Species-Account/nb/species/caugual/overview>
- Pardo, MP; Ochoa, D. 2003. Informe anual del proyecto conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los Andes Colombianos. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 72 p.
- QGIS Development Team, 2016. *QGIS Geographic Information System*. s. l. Open Source Geospatial Foundation.
- Ranganathan, J; Daily, G. 2008. La biogeografía del paisaje rural: oportunidades de conservación para paisajes de Mesoamérica manejados por humanos. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 15 – 30.
- Renjifo, LM; Lozano-Zambrano, F; Ríos, C; Jiménez, E; Caicedo, P; Mendoza, J; Ramírez, D; Vargas, W; Quebedo, F; Franco, L; Cardona, P. 2003. Caracterización biológica y socioeconómica de la ventana de paisaje rural ganadero en el cañón del río Barbas

- (Filandia – Quindío). Armenia, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 113 p.
- Renjifo, LM; Gómez, M; Velásquez-Tibatá, J; Amaya-Villarreal, A; Kattan, G; Amaya-Espinel, J; Burbano-Girón, J. 2014. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 466 p.
- Ríos, MM; Muñoz, MC; Londoño, GA. 2006. Historia natural de la Pava Caucana (*Penelope perspicax*). Ornitología Colombiana 4:16-27.
- Ríos, MM; Londoño, GA; Muñoz, MC Kattan, G. 2008. Abundancia y endemismo en la pava caucana (*Penelope perspicax*): ¿Ecología o historia? Ornitología Neotropical 19:295-303.
- Rodríguez, J; Alberico, M; Trujillo, F; Jorgenson, J. 2006. Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Bogotá, Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 453 p.
- Rubiano, D; Guerra, G. 2014. Incorporando biodiversidad en el Valle del Cauca. Diseño y establecimiento de herramientas de manejo del paisaje. Cali, Colombia, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. 43 p.
- Saavedra-Rodríguez, C; Osbahr, K; Rojas, V. 2012a. Plan de conservación y manejo de la Guagua loba (*Dinomys branickii*). Sistema Regional de Áreas Protegidas Eje Cafetero. Pereira, Colombia, Corporación Autónoma Regional de Risaralda y Wildlife Conservation Society Colombia. 60 p.
- Saavedra-Rodríguez, C; Kattan, GH; Osbahr, K; Hoyos, JG. 2012b. Multiscale patterns of habitat and space use by the pacarana *Dinomys branickii*: factors limiting its distribution and abundance. Endangered Species Research 16(3):273-281.
- Saavedra-Rodríguez, C; Corrales-Escobar, JD; Giraldo-López, A. 2014. Confirmación de la presencia y nuevos registros del pacarana (Rodentia: Dinomyidae: *Dinomys branickii*) en Colombia. Mastozoología neotropical 21(1):151-156.

- Saavedra-Rodríguez, C; Kattan, K; Gustavo, H; Giraldo-López, A. 2015. Estructura interna del área de distribución geográfica: el caso de la Guagua loba (*Dinomys branickii* Peters 1843). Tesis Ph.D. Cali, Colombia, Universidad del Valle.
- Saavedra-Rodríguez, C. 2016. La cacería, amenaza potencial para la dinámica poblacional de pacaranas (*Dinomys branickii*) en Colombia. In Garrido, E; Lasso, C; Castaño-Uribe, C. (eds.). Conservación de grandes vertebrados en áreas no protegidas de Colombia, Venezuela y Brasil. Bogotá, D. C., Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p. 133 – 292.
- Sánchez, F; Sánchez-Palomino, P; Cadena, A. 2004. Inventario de mamíferos en un bosque de Los Andres de Colombia. *Caldasia* 26 (1):291-309.
- Schelhas, J; Greenberg, R. 1996. Forest patches in tropical landscapes. Washington, DC, United States of America, Island Press. 426 p.
- Schlesinger, P. 2013. Land cover and land use data sampling protocol, minimum requirements for field data sampling. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 14 p.
- Sekercioglu, CH; Loarie, SR; Oviedo-Brenes, F; Ehrlich, PR; Daily, GC. 2007. Persistence of forest birds in the Costa Rican agricultural countryside. *Conservation Biology* 21(2):482-494.
- Selin, S; Chevez, D. 1995. Developing a collaborative model for environmental planning and management. *Environmental Management* 19(2):189-195.
- Shibu, J. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems* 76(1):1-10.
- Smith, J; Sabogal, C; JONG, Wd; Kaimowitz, D. 1997. Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. Bogor, Indonesia, CIFOR. 31 p.
- Somarriba, E. 2003. Como integrar producción sostenible y conservación de biodiversidad en cacaotales orgánicos indígenas. *Agroforestería de las Américas* 10(37):2-17.
- Tarifa, T; Aliaga, E; Ríos, B; Hagaman, D. 2001. Mamíferos del Parque Nacional Madidi. La Paz, Bolivia, Conservación Internacional Bolivia. 187 p.

- Tischendorf, L; Fahrig, L. 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos* 90(1):7-19.
- Turner, MG; Gardner, RH; O'Neill, RV. 2001. *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. New York, United States of America, Springer. 417 p.
- Vandermeer, J; Perfecto, I; Philpott, S; Chappell, MJ. 2008. Reenfocando la conservación en el paisaje: la importancia de la matriz. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 75 – 104.
- Vargas, W. 2012. Establecimiento de una línea de monitoreo para el corredor Barbas Bremen, Filandia – Quindío: informe final del convenio No. 12-12/024.12/067-181CE. Cali, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Universidad ICESI. 13 p.
- Velandia, JH. 2015. Aspectos poblacionales de la guagua loba *Dinomys branickii* (Rodentia: Dinomyidae): aproximación desde el cautiverio. Tesis Lic, Cali, Colombia, Universidad del Valle.
- Vílchez, S; Harvey, C; Sánchez, D; Medina, A; Hernández, B; Taylor, R. 2007. Diversidad y composición de aves en un agropaisaje de Nicaragua. *In* Harvey, C; Sáenz, J (eds.). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p. 547 - 576.
- Vílchez, S; Harvey, C; Sáenz, J; Casanoves, F; Carvajal, J; Villalobos, J; Hernández, B; Medina, A; Montero, J; Merlo, DS. 2014. Consistency in bird use of tree cover across tropical agricultural landscapes. *Ecological Applications* 24(1):158-168.
- Zeller, KA; McGarigal, K; Whiteley, AR. 2012. Estimating landscape resistance to movement: a review. *Landscape Ecology* 27(6):777-797.

7.9. Anexos

Anexo 1. Existencia actual de las HMP implementadas en la cuenca media del cañón del río Barbas

No	Nombre predio	Tipo de HMP Corredor/HMP complementaria	Vereda	Actividad productiva principal	Existencia actual
1	Bengala	Repoblamiento	Cruces	Ganadería	Sí
		Cerco vivo: 180 m (30 estacas)			No
		Protección de bosques y aguas: cerca de púas 258 m y cerca perimetral 258 m (1 ha de bosque)			Sí
2	Veracruz	Corredor 4. Los Colibríes	Cruces	Ganadería	Sí
		Árboles dispersos en potrero: siembra de 100 estacas de chachafruto, chocho, nacedero morado y sauce.			No
		Protección de bosques y aguas: 500 m reparación de cercas de aislamiento.			No
		Minicorredores de conexión: 900 m ² (establecimiento minicorredor 180 m largo por 5 m ancho), con la siembra de 500 individuos de 18 especies nativas.			Sí
3	Sausalito	Corredor 4. Los Colibríes	Cruces	Ganadería	Sí
		Cerco vivo: 413 m (50 estacas de nacedero, sauce, chocho y chachafruto)			Sí
		Protección de bosques y aguas: aislamiento de cerca con alambre de púa en una distancia de 457 m (1 ha bosque)			Sí
		Minicorredores de conexión: implementación de cuatro minicorredores de 319 m longitud (0.22 ha), con la siembra de 666 árboles distribuidos en más de 25 especies nativas.			Sí
4	Guaymaral	Corredor 1. Los Monos	Cruces	Ganadería (doble propósito)	No
		Cerramiento de cañadas con 761 m de alambre de púa, siembra de 550 árboles.			Sí
5	Brasil	Corredor 1. Los Monos	Cruces	Bosque	Sí
6	Predio del municipio de Filandia	Corredor 1. Los Monos	Cruces	Plantación forestal	Sí
		Corredor 2. Los Laureles		Plantación forestal	Sí
		Corredor 3. Las Pavas		Plantación forestal	Sí
7	Santa Clara	Corredor 1. Los Monos	Cruces	Bosque	Sí
		Cerramiento de 465 m lineales, siembra de 7,891 árboles		Sí	

No	Nombre predio	Tipo de HMP Corredor/HMP complementaria	Vereda	Actividad productiva principal	Existencia actual
8	Océano lotes 13 y 14 Sausalito	Replamamiento	Cruces	Centro de meditación	Sí
9	Santa Mónica	Replamamiento	Cruces	Vivero ornamental	Sí
10	El Pinar	Corredor 2. Los Laureles Corredor 3. Las Pavas Cerramiento de cañadas 1,170 m lineales Replamamiento con 5,019 árboles del vivero y 115 plantones.	Cruces	Cultivo de aguacate	Sí Sí N/A*
11	El Roble	Protección de bosques y aguas: cerramiento de cañadas con cerco muerto 4,095 m lineales Replamamiento con árboles del vivero y del mismo predio: 2,300 árboles de arboloco, guayacán de Manizales, robles, alisos, nacedero morado, tachuelo, barcino, palma de cera, cajeto, yumbá, yarumo blanco, membrillo, laurel. Adicionalmente se obtuvieron plántulas del fragmento del bosque para enriquecimiento del potrero a restaurar Enriquecimiento de cercos vivos: 500 m lineales con eucalipto, sietecueros, alisos y otros. Cercos vivos: establecimiento de 400 m lineales, en potreros con eucalipto y otras especies nativas. Minicorredores de conexión: dos minicorredores de 10 m ancho con un área: 1,000 m ² , con 1,500 árboles que acercan área con vegetación ribereña a fragmento de bosque cercano. Árboles dispersos en potrero: restauración de áreas en potreros en una superficie de 1,782 m ² , con árboles nativos y algunos útiles no nativos en las orillas.	Cruces	Ganadería	Sí Sí Sí Sí
12	La Tunja	Revegetalización: siembra de 350 árboles nativos en humedales, potreros y cañada en un área de 4,000 m ² Cercos vivos: 180 m con eucalipto y sietecueros Conector vivo: área 1,000 m ² , siembra de árboles en bloque en un área de potrero Sistemas agroforestales: sistema silvopastoril, instalación de bebederos y arbustos forrajeros en un área 0.9 ha. Protección de bosques y aguas: refuerzo de cerco muerto 700 m lineales en cañadas, humedales y área de potrero.	Cruces	Ganadería	Sí No No No Sí
13	La Herradura	Protección de bosques y aguas: cerramiento de cañadas y humedales 2.7 km lineales Replamamiento: 700 árboles en humedales 300 robles, árbol loco, laurel, mano de oso, montefrío, balso blanco, zapote de monte, sietecueros, niguitos, palma de cera, otobo y tachuelo en un área de 4,000 m ² de potrero cerca de humedales.	Cruces	Ganadería	Sí Sí

No	Nombre predio	Tipo de HMP Corredor/HMP complementaria	Vereda	Actividad productiva principal	Existencia actual
14	El Manantial	Sistemas agroforestales: sistema silvopastoril y arbustos forrajeros en un área de 0.9 ha.	Cruces	Ganadería	No
		Refuerzo cerco muerto: 750 m lineales con 300 estacas de sauce y 250 postes nuevos para la protección de humedal y bosque protector de la microcuenca Barro Blanco.			Sí
		Restauración de cañada: 1,500 m, enriquecimiento con árboles nativos.			Sí
		Cercos vivos: cerco vivo en lindero y cerco muerto para protección de árboles de 193 m de longitud.			No
		Replamamiento: 400 árboles de mano de oso, laurel, arrayán, guayacán de Manizales.			Sí

* No fue posible el ingreso al predio El Paraíso, por ende, no se pudo verificar la existencia del cerramiento realizado a las cañadas.

Fuente: Modificado y complementado de Alcaldía del municipio de Filandia Quindío 2006.

Anexo 2. Protocolo de observación y evaluación rápida de las HMP por predios

Fecha:	Nombre del predio:	Nombre del propietario:
---------------	---------------------------	--------------------------------

1. HMP	2. Coordenadas geográficas	3. ID foto	4. Altitud (m.s.n.m.)	5. Especies	6. Altura dominante del dosel	7. Dominancia de copa	8. Presencia de pava caucana en la HMP*	9. Presencia de guagua loba en la HMP*

Observaciones: _____

Códigos: responda el Anexo 7 en relación a los siguientes códigos.

1. HMP	Código
Corredor biológico	CB
Minicorredor	MCB
Árboles en potrero	AP
Cercos vivos	CV

5. Especies	Código
Chachafruto	CHA
Chocho	CHO
Nacedero	NC
Sauce	SC
Arboloco	AL
Guayacán de Manizales	GM
Roble	RB
Tachuelo	TCH
Yarumo	YR
Laurel	LR
Eucalipto	EC
Sietecueros	SC
Alisos	AS

6. Altura dominante del dosel	Código
Bajo <5 m	1
Medio 5 – 25 m	2
Alto >25 m	3

7. Dominancia de copa	Código
Mixta	MIX
Monoespecífica	MON
Indefinido	IND

8. Presencia de pava caucana en la HMP	Código
Sí *	1
No	2

9. Presencia de guagua loba en la HMP*	Código
Sí*	1
No	2

*Si durante el recorrido de observación y evaluación avistó las especies seleccionadas.

Metodología adaptada del documento elaborado por Schlesinger (2013)

Anexo 3.

Protocolo de entrevista

Entidad: Productores y propietarios con HMP

Estudio: Evaluación de la conectividad del paisaje de la cuenca media del cañón del río Barbas, municipio de Filandia, Colombia



¿Por qué es clave?:

Nombre entrevistadora: Angélica María Osorio Giraldo

Fecha: / /

Hora:

Predio:

Vereda:

PRESENTACIÓN

Buenos días/tardes.

Mi nombre es Angélica María Osorio Giraldo. Soy estudiante de CATIE, Costa Rica y estoy aquí con el objetivo de entrevistarle para conocer su opinión y recibir sus comentarios sobre las actividades realizadas en su predio en el año 2005 por la alcaldía de Filandia y el Instituto Humboldt, y adicionalmente identificar a partir de su observación la permeabilidad de los diferentes usos del suelo al movimiento de las especies pava caucana (*Penelope perspicax*) y guagua loba (*Dinomys branickii*). Esta entrevista puede durar entre 20 y 30 minutos.

Su participación en esta conversación es totalmente voluntaria; si no desea participar o si existe alguna pregunta que no desea contestar puede decírmelo sin ningún problema. Si en algún momento se incomoda y no quiere continuar, por favor me lo hace saber. Su respuesta es anónima, será estudiada en conjunto y no se analizará particularmente.

En caso de que mi pregunta no sea clara o desee una explicación adicional, no dude en preguntarme. Con el fin de no perder la información y poder analizarla ¿me autoriza usted para tomar notas y fotografías de la entrevista? Quiero estar segura de que ha quedado claro que está participando en esta entrevista de manera voluntaria.

1. ¿Hace cuánto tiempo reside o labora usted en el predio?

Entre: 1 y 6 meses (); 6 meses y 1 año (); 1 y 5 años (); 5 y 10 años (); más de 10 años ()

2. ¿Conoce usted las labores realizadas en el predio en el año 2005 por la alcaldía y Humboldt?

Si (); No ()

*Si la respuesta es afirmativa, continuar en el numeral 2.a. (ver convenciones); en caso contrario, pasar a la pregunta 8.

2.a. ¿Cuál(es)?

cercos vivos (); árboles dispersos en potreros (); corredores biológicos (); minicorredores (); otro, ¿cuál? ()

3. ¿Qué lo motivó a ser parte de este proyecto? (Solo propietarios)

4. ¿Qué beneficios le proporciona a usted este proyecto?

Madera (); leña (); productos no maderables (); sombra y forraje para el ganado (); mejoramiento de suelos (); bella escénica (); aumento de animales silvestres (); otro, ¿cuál? (); ninguno ()

5. ¿Si pudiera implementar otras labores de este tipo, lo haría? ¿cuáles?

6. ¿Las recomendaría a otros propietarios para que las implementen en sus fincas?

7. Después de la realización de estas labores ¿usted ha visto que los animales silvestres:

Han aumentado (); han disminuido (); no ha habido cambio ()?

7.a. ¿Por qué cree que esto ocurrió?

8. ¿Ha evidenciado (huellas, plumas, cantos), dentro de su finca y/o en áreas aledañas de la especie pava caucana? (mostrar una imagen de la especie).

Si () No ()

*Si la respuesta es afirmativa, continuar en el numeral 8.a.; en caso contrario, pasar a la pregunta 9.

8.a. ¿La(s) ha evidenciado en el cañón del río Barbas?

Si (); No ()

8.b. ¿La(s) ha evidenciado en la Reserva Forestal Bremen – La Popa?

Si (); No ()

*Si la respuesta es afirmativa en cualquiera de las dos preguntas anteriores, pasar al numeral 8.c.

8.c. ¿Exactamente en dónde la(s) ha evidenciado?

Interior de bosques (); bordes del bosque (); cañadas (); fragmentos (); pastizales (); plantaciones (); cultivos (); infraestructura (); cercos vivos (); árboles dispersos en potreros (); corredores biológicos (); minicorredores (); otro, ¿cuál? ()

8.d. ¿Cuántas veces ha evidenciado a la pava caucana en este paisaje?

Entre: 1 y 3 veces (); 4 y 6 veces (); 7 y 9 veces (); más de 9 veces ()

8.e. ¿Hace cuánto tiempo la evidenció?

Entre: 1 y 6 meses (); 6 meses y 1 año (); 1 y 5 años (); 5 y 10 años (); mayor a 10 años ()

9. ¿Considera usted que es importante conservar la especie pava caucana?

Si (); No ()

*Si la respuesta es afirmativa continuar en el numeral 9.a.; en caso contrario, pasar a la pregunta 10.

9.a. ¿Por qué razones considera usted que es importante conservar esta especie?

Belleza (); factores ambientales (); otro, ¿cuál? ()

10. ¿Esta especie es cazada en la zona?

Si (); No ()

11. ¿Ha evidenciado (huellas, pelos) dentro de su finca y/o en áreas aledañas de la especie guagua loba? (mostrar una imagen de la especie).

Si () No ()

*Si la respuesta es afirmativa, continuar en el numeral 11.a.; en caso contrario, pasar a la pregunta 12.

11.a. ¿La ha evidenciado en el cañón del río Barbas?

Si (); No ()

11.b. ¿La ha evidenciado en la Reserva Forestal Bremen – La Popa?

Si (); No ()

*Si la respuesta es afirmativa en cualquiera de las dos preguntas anteriores, pasar al numeral 11.c.

11.c. ¿Exactamente en dónde la ha evidenciado?

Interior de bosques (); bordes del bosque (); cañadas (); fragmentos (); pastizales (); plantaciones (); cultivos (); infraestructura (); cercos vivos (); árboles dispersos en potreros (); corredores biológicos (); minicorredores (); otro, ¿cuál? ()

11.d. ¿Cuántas veces ha evidenciado a la guagua loba en este lugar?

Entre: 1 y 3 veces (); 4 y 6 veces (); 7 y 9 veces (); más de 9 veces ()

11.e. ¿Hace cuánto tiempo la evidenció?

Entre: 1 y 6 meses (); 6 meses y 1 año (); 1 y 5 años (); 5 y 10 años (); mayor a 10 años ()

12. ¿Considera usted que es importante conservar la especie guagua loba?

Si (); No ()

*Si la respuesta es afirmativa continuar en el numeral 12.a.; en caso contrario, pasar a la pregunta 13.

12.a. ¿Por qué razones considera usted que es importante conservar esta especie?

Belleza (); factores ambientales (); otro, ¿cuál? ()

13. ¿Esta especie es cazada en la zona?

Si (); No ()

14. ¿Tiene algún comentario que considere necesario para el estudio?

15. ¿Tiene alguna pregunta para mí?

Agradezco mucho su colaboración y su atención. Usted ha sido parte de un proceso de formación de conocimiento de gran utilidad para mí como estudiante y como investigadora.

Observaciones:

Tener en cuenta:

Llevar mapa cultural impreso y laminado del área de estudio.

Llevar imagen impresa y laminada de la pava caucana y guagua loba.

Llevar imagen ilustrativa de cada una de las HMP.

Llevar carta de solicitud de ingreso a los predios para realizar protocolos de observación y evaluación de las HMP (firmada por la directora de tesis y el Alcalde).

Convenciones

Corredor biológico: es un cinturón de vegetación nativa en altas densidades y con gran diversidad específica que se encuentra en sucesión hacia condiciones de hábitat maduro y que une parches de bosque. Uno de los ambientes más usados para construir un corredor biológico son las cañadas que se recuperan, se amplían y se restauran hasta conectar parches de bosque.

Minicorredor: cumple la misma función de un corredor biológico, pero en una escala menor. Se denomina un minicorredor biológico cuando su ancho varía entre 5 y 19 m.

Cercos vivos: plantaciones establecidas en los linderos o divisorias de lotes, compuestas por especies forestales multipropósito plantadas como cerramientos, las cuales además sirven para la producción de leña, madera, frutos, forrajes y otros.

Árboles dispersos en potrero: sistema que combina la plantación masiva de árboles o árboles individuales con el pastoreo.

Entrevista adaptada del documento elaborado por Baltodano y Zamora (2010).

Anexo 4.



Protocolo de entrevista

Entidad: Actores tomadores de decisiones

Estudio: Evaluación de la conectividad del paisaje de la cuenca media del cañón del río Barbas, municipio de Filandia, Colombia

¿Por qué es clave?:

Nombre entrevistadora: Angélica María Osorio Giraldo

Fecha: / / **Hora:**

Entidad:

PRESENTACIÓN

Buenos días/tardes.

Mi nombre es Angélica María Osorio Giraldo. Soy estudiante de CATIE, Costa Rica y estoy aquí con el objetivo de entrevistarle, e identificar la disponibilidad política y financiera para continuar con el fortalecimiento de las HMP implementadas en la cuenca media del cañón del río Barbas. Esta entrevista puede durar entre 10 y 15 minutos.

Su participación en esta conversación es totalmente voluntaria. Si no desea participar o si existe alguna pregunta que no desea contestar, puede decírmelo sin ningún problema. Si en algún momento se incomoda y no quiere continuar, por favor me lo hace saber. Su respuesta es anónima, será estudiada en conjunto y no se analizará particularmente.

En caso de que mi pregunta no sea clara o desee una explicación adicional, no dude en preguntarme. Con el fin de no perder la información y poder analizarla ¿me autoriza usted para tomar notas y fotografías de la entrevista? Quiero estar segura de que ha quedado claro que está participando en esta entrevista de manera voluntaria.

1. ¿Qué representa para el municipio en términos ambientales la cuenca media del cañón del río Barbas?

2. ¿Actualmente existen programas de reforestación en el municipio de Filandia?

Si (); No (); No sé ()

*Si la respuesta es afirmativa continuar en el numeral 2.a.; en caso contrario, pasar a la pregunta 3.

2.a. ¿Cuál(es), en dónde?

3. ¿Se tiene contemplado en la disponibilidad presupuestal programas de fortalecimiento ambiental en el municipio?

Si (); No ()

*Si la respuesta es afirmativa continuar en el numeral 3.a.; en caso contrario, pasar a la pregunta 4.

3.a. ¿Cuáles?

Educación ambiental (); reforestación (); cerramientos (); otro, ¿cuál? ()

4. ¿Conoce usted el término herramientas de manejo del paisaje (HMP)?

Si (); No ()

*Si la respuesta es afirmativa continuar en el numeral 4.a.; en caso contrario, pasar a la pregunta 5.

4.a. ¿Qué son?

5. ¿Se ha contemplado la opción de continuar con una segunda fase de implementación de las HMP en esta cuenca?

6. ¿Qué beneficios cree usted que han representado las HMP para los predios y los propietarios?

Económicos (); sociales (); ambientales ()

7. ¿Conoce la especie pava caucana (*Penelope perspicax*)?

Si (); No ()

8. ¿Conoce la especie guagua loba (*Dinomys branickii*)?

Si (); No ()

9. ¿Considera usted qué es importante conservar estas especies?

Pava caucana Si (); No ()

Guagua loba Si (); No ()

*Si la respuesta es afirmativa, continuar en el numeral 9.a.; en caso contrario pasar a la pregunta 10.

9.a. ¿Por qué razones las considera importantes?

Belleza (); factores ambientales (); otro, ¿cuál? ()

10. ¿Estas especies son cazadas en la zona?

Pava caucana Si (); No ()

Guagua loba Si (); No ()

11. ¿Cree que en el Municipio se está promoviendo un desarrollo en armonía con el ambiente?

Si (); No (); ¿Por qué?

12. ¿Cuál es la política nacional ambiental hacia donde usted cree que se dirige el país en temas ambientales de conservación?

13. ¿Tiene algún comentario que considere necesario para el estudio?

14. ¿Tiene alguna pregunta para mí?

Agradezco mucho su colaboración y su atención. Usted ha sido parte de un proceso de formación de conocimiento de gran utilidad para mí como estudiante y como investigadora.

Observaciones:

Anexo 5. Entrevistas realizadas

Tipo de entrevista: Productores y/o propietarios con HMP			
No.	Predio	Cargo	Objetivo de la entrevista
1	Escuela de meditación Océano	Propietario	Conocer su opinión y recibir sus comentarios sobre las actividades realizadas en su predio en el año 2005 por la Alcaldía de Filandia y el Instituto Humboldt; adicionalmente identificar a partir de su observación la permeabilidad de los diferentes usos del suelo al movimiento de las especies pava caucana (<i>Penelope perspicax</i>) y guagua loba (<i>Dinomys branickii</i>).
2	Granja Bengala	Administrador	
3	El Roble	Arrendatario	
4	El Roble	Copropietario	
5	Santa Mónica	Administrador	
6	La Herradura, La Tunja, El Manantial	Administrador	
7	La Herradura – La Tunja	Propietario	
8	Veracruz	Administrador	
9	Sausalito	Copropietario	
10	Guaymaral El Pinar	Administrador No se obtuvo autorización para entrar al predio	
Tipo de entrevista: Actores tomadores de decisiones			
No.	Institución	Cargo	Objetivo de la entrevista
1	Municipio de Filandia	Alcalde municipal	Identificar la disponibilidad política y financiera para continuar con el fortalecimiento de las HMP implementadas en la cuenca media del cañón del río Barbas.
2	Municipio de Filandia	Coordinadora ambiental	
3	Municipio de Filandia	Secretario de Planeación	
4	Municipio de Filandia	Secretario de Gobierno	
5	Municipio de Filandia	Secretaria de Hacienda	
6	Concejo Municipal	Presidente	
7	Sistema Departamental de Áreas Protegidas Risaralda	Coordinador	
Tipo de entrevista: Expertos y actores claves			
No.	Institución	Cargo	Objetivo de la entrevista
1	IAvH	Investigador principal	Identificar la permeabilidad de los diferentes usos del suelo al movimiento de las especies pava caucana (<i>Penelope perspicax</i>) y guagua loba (<i>Dinomys branickii</i>) en la cuenca media del cañón del río Barbas.
2	IAvH	Investigadora	
3	IAvH	Investigadora	
4	Convenio IAvH – Alcaldía Filandia	Coordinadora municipal	
5	Convenio IAvH – Alcaldía Filandia	Coordinador actividades de campo	
6	Convenio IAvH – Alcaldía Filandia	Empleado de campo	

No.	Institución	Cargo	Objetivo de la entrevista
7	Alcaldía Filandia	Coordinadora municipal de cuencas hidrográficas	Identificar la permeabilidad de los diferentes usos del suelo al movimiento de las especies pava caucana (<i>Penelope perspicax</i>) y guagua loba (<i>Dinomys branickii</i>) en la cuenca media del cañón del río Barbas.
8	Alcaldía Filandia	Pasante	
9	Alcaldía Filandia	Coordinador oficina de Desarrollo Comunitario	
10	Universidad Javeriana	Vicerrector de Investigación	
11	WCS	Investigadora	
12	WCS	Investigador	
13	Particular	Técnico empírico de la región	
14	Particular	Técnico empírico de la región	
15	Particular	Técnico empírico de la región	
16	Particular	Técnico empírico de la región	
17	Particular	Artesano extracción productos no maderables del bosque	
18	Particular	Artesano extracción productos no maderables del bosque	
19	Particular	Artesano extracción productos no maderables del bosque	
20	Particular	Artesano extracción productos no maderables del bosque	
21	Carder	Guardabosques	
22	JAC vereda Yarumal	Miembro	

Anexo 6. Revisión de literatura – valores de frecuencia de observaciones de la especie pava caucana (*Penelope perspicax*) en los diferentes usos/cobertura de la tierra

Fuente	Usos/cobertura de la tierra							
	Cobertura boscosa	Bosques ribereños	Pastizales	Plantaciones	Cultivos	Infraestructura	Cercos vivos	Árboles dispersos en potreros
BirdLife International. 2017. Species factsheet: <i>Penelope perspicax</i> . http://www.birdlife.org	1			1				
BirdLife International. 2017. Species factsheet: <i>Penelope perspicax</i> . http://www.birdlife.org			1					
BirdLife International. 2017. Species factsheet: <i>Penelope perspicax</i> . http://www.birdlife.org		1						
BirdLife International. 2017. Species factsheet: <i>Penelope perspicax</i> . http://www.birdlife.org		1						
BirdLife International. 2017. Species factsheet: <i>Penelope perspicax</i> . http://www.birdlife.org			1					
BirdLife International. 2017. Species factsheet: <i>Penelope perspicax</i> . http://www.birdlife.org					1			
Global Biodiversity Information Facility https://www.gbif.org/occurrence/search?taxon_key=2482224	1							
Gutiérrez. 2014. sin publicar	1							
Hilty y Brown. 1986. Birds of Colombia	1							
Kattan <i>et al.</i> 2006. Distribution and population density of the Endangered Cauca Guan <i>Penelope perspicax</i>	1			1				
Kattan <i>et al.</i> 2014. Spatial Variation in Population Density of an Endemic and Endangered Bird, the Cauca Guan (<i>Penelope Perspicax</i>)	1							
Kattan y Valderrama. 2005. Plan de conservación y manejo de la pava caucana (<i>Penelope perspicax</i>)	1			1				
Marín-Gómez <i>et al.</i> 2009. Monitoreo de la avifauna amenazada del AICA Barbas-Bremen y evaluación de la población de pava caucana (<i>Penelope perspicax</i>) en el cañón del río barbas.	1	1						
Muñoz <i>et al.</i> 2007. Diet of the Cauca Guan: Exploitation of a novel food source in times of scarcity	1			1				

Fuente	Cobertura boscosa	Bosques ribereños	Usos/cobertura de la tierra					Cercos vivos	Árboles dispersos en potreros
			Pastizales	Plantaciones	Cultivos	Infraestructura			
Neotropical birds https://neotropical.birds.cornell.edu/Species-Account/nb/species/caugual/overview	1			1					
Renjifo <i>et al.</i> 2014. Libro rojo de aves de Colombia Vol I (Ríos y Muñoz pág. 77)	1			1					
Ríos <i>et al.</i> 2006. Historia natural de la pava caucana (<i>Penelope perspicax</i>)	1			1					
Ríos <i>et al.</i> 2008. Abundancia y endemismo en la pava caucana (<i>Penelope perspicax</i>): ¿Ecología o historia?	1			1					

Revisión de literatura – valores de frecuencia de observaciones de la especie guagua loba (*Dinomys branickii*) en los diferentes usos/cobertura de la tierra

Fuente	Cobertura boscosa	Bosques ribereños	Usos/cobertura de la tierra					Cercos vivos	Árboles dispersos en potreros
			Pastizales	Plantaciones	Cultivos	Infraestructura			
Aguirre.2015. Libro Rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia.	1								
Arias. 2014. Notas Mastozoológicas - Sociedad Colombiana de Mastozoología: Registros notables de la guagua loba en Antioquia Colombia	1								
Arroyave. 2014. Evaluación de la presencia y composición de mamíferos terrestres medianos y grandes como indicadores de la restauración en el corredor biológico Barbas-Bremen (Filandia-Quindío)	1								
Bedoya. 2007. Valoración inicial del potencial de conectividad de corredores biológicos por medio de mamíferos terrestres medianos y grandes en un bosque subandino	1								
Emmons <i>et al.</i> 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de américa tropical (Guía de campo)	1								
Global Biodiversity Information Facility https://www.gbif.org/occurrence/1639428735	1								

Fuente	Usos/cobertura de la tierra							
	Cobertura boscosa	Bosques ribereños	Pastizales	Plantaciones	Cultivos	Infraestructura	Cercos vivos	Árboles dispersos en potreros
González y Osbahr. 2013. Botanical and nutritional composition of the diet of <i>Dinomys branickii</i> (Rodentina: Dinomyidae) in central Andes of Colombia	1							
Gottdenker <i>et al.</i> 2001. La importancia de los atropellos para la ecología y conservación: <i>Dinomys branickii</i> un ejemplo de Bolivia						1		
Morales-Jiménez <i>et al.</i> 2004. Mamíferos terrestre y voladores de Colombia: guía de campo	1	1						
Rodríguez <i>et al.</i> 2006. Libro rojo de mamíferos de Colombia	1							
Saavedra-Rodríguez <i>et al.</i> 2012a. Plan de conservación y manejo de la guagua loba (<i>Dinomys branickii</i>)	1							
Saavedra-Rodríguez <i>et al.</i> 2012b. Multiscale patterns of habitat and space use by the pacarana <i>Dinomys branickii</i> : factors limiting its distribution and abundance	1	1						
Saavedra-Rodríguez <i>et al.</i> 2014. Confirmación de la presencia y nuevos registros del pacarana <i>Dinomys branickii</i> en Colombia	1							
Saavedra-Rodríguez. 2015. Estructura interna del área de distribución geográfica: el caso de la guagua loba	1							
Saavedra-Rodríguez. 2016. La cacería, amenaza potencial para la dinámica poblacional de pacaranas (<i>Dinomys branickii</i>) en Colombia	1	1						
Sánchez <i>et al.</i> 2004. Inventario de mamíferos en un bosque de los andes centrales de Colombia.	1				1			
Tarifa <i>et al.</i> 2001. Mamíferos del parque nacional Madidi- Bolivia	1							
Velandia. 2015. Aspectos poblacionales de la guagua loba: aproximación desde el cautiverio	1							
Wallace <i>et al.</i> 2010. Distribución y ecología de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia	1	1						

Protocolo de entrevista

Entidad: Expertos y actores claves de la región

Estudio: Evaluación de la conectividad del paisaje de la cuenca media del cañón del río Barbas, municipio de Filandia, Colombia

¿Por qué es clave?

Nombre entrevistadora: Angélica María Osorio Giraldo

Fecha: / /

Hora:

Entidad:

PRESENTACIÓN

Buenos días/tardes.

Mi nombre es Angélica María Osorio Giraldo. Soy estudiante de CATIE, Costa Rica y estoy aquí con el objetivo de entrevistarle e identificar la permeabilidad de los diferentes usos del suelo al movimiento de las especies pava caucana (*Penelope perspicax*) y guagua loba (*Dinomys branickii*) en la cuenca media del cañón del río Barbas. Esta entrevista puede durar entre 10 y 15 minutos.

Su participación en esta conversación es totalmente voluntaria. Si no desea participar o si existe alguna pregunta que no desea contestar, puede decírmelo sin ningún problema. Si en algún momento se incomoda y no quiere continuar, por favor me lo hace saber. Su respuesta es anónima, será estudiada en conjunto y no se analizará particularmente.

En caso de que mi pregunta no sea clara o desee una explicación adicional, no dude en preguntarme. Con el fin de no perder la información y poder analizarla ¿me autoriza usted para tomar notas y fotografías de la entrevista? Quiero estar segura de que ha quedado claro que está participando en esta entrevista de manera voluntaria.

1. Después de la implementación de las HMP en la zona ¿Qué cambios ha visto en cuanto a la presencia de la fauna?

2. ¿Ha evidenciado (huellas, plumas, cantos) en la cuenca media del cañón del río Barbas de la especie pava caucana (*Penelope perspicax*)? (mostrar una imagen de la especie).

Si () No ()

*Si la respuesta es afirmativa, continuar en el numeral 2.a.; en caso contrario pasar a la pregunta 3.

2.a. ¿La ha evidenciado en el cañón del río Barbas?

Si (); No ()

2.b. ¿La ha evidenciado en la Reserva Forestal Bremen – La Popa?

Si (); No ()

*Si la respuesta es afirmativa en cualquiera de las dos preguntas anteriores, pasar al numeral 2.c.

2.c. ¿En cuáles elementos del paisaje la ha evidenciado?

Interior de bosques (); bordes del bosque (); cañadas (); fragmentos (); pastizales (); plantaciones (); cultivos (); infraestructura (); cercos vivos (); árboles dispersos en potreros (); corredores biológicos (); minicorredores (); otro, ¿cuál? ()

2.d. ¿Cuántas veces ha evidenciado a la especie en este paisaje?

Entre: 1 y 3 veces (); 4 y 6 veces (); 7 y 9 veces (); más de 9 veces ()

2.e. ¿Por qué cree que estaba usando ese elemento del paisaje, y no otros?

2.f. ¿Hace cuánto tiempo la evidenció?

Entre: 1 y 6 meses (); 6 meses y 1 año (); 1 y 5 años (); 5 y 10 años (); mayor a 10 años ()

2.g. ¿Esta especie es cazada en la zona?

Si (); No ()

3. ¿Ha evidenciado (huellas, pelos) en la cuenca media del cañón del río Barbas de la especie guagua loba (*Dinomys branickii*)? (mostrar una imagen de la especie).

Si () No ()

*Si la respuesta es afirmativa, continuar en el numeral 3.a.; en caso contrario pasar a la pregunta 4.

3.a. ¿La ha evidenciado en el cañón del río Barbas?

Si (); No ()

3.b. ¿La ha evidenciado en la Reserva Forestal Bremen – La Popa?

Si (); No ()

*Si la respuesta es afirmativa en cualquiera de las dos preguntas anteriores, pasar al numeral 3.c.

3.c. ¿En cuáles elementos del paisaje la ha evidenciado?

Interior de bosques (); bordes del bosque (); cañadas (); fragmentos (); pastizales (); plantaciones (); cultivos (); infraestructura (); cercos vivos (); árboles dispersos en potreros (); corredores biológicos (); minicorredores (); otro, ¿cuál? ()

3.d. ¿Cuántas veces ha evidenciado a la especie en este paisaje?

Entre: 1 y 3 veces (); 4 y 6 veces (); 7 y 9 veces (); más de 9 veces ()

3.e. ¿Por qué cree que estaba usando ese elemento del paisaje y no otros?

3.f. ¿Hace cuánto tiempo la evidenció?

Entre: 1 y 6 meses (); 6 meses y 1 año (); 1 y 5 años (); 5 y 10 años (); mayor a 10 años ()

3.g. ¿Esta especie es cazada en la zona?

Si (); No ()

4. ¿Tiene algún comentario que considere necesario para el estudio?

5. ¿Tiene alguna pregunta para mí?

Agradezco mucho su colaboración y su atención. Usted ha sido parte de un proceso de formación de conocimiento de gran utilidad para mí como estudiante y como investigadora.

Observaciones:

Entrevista adaptada del documento elaborado por Baltodano y Zamora (2010).