

Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales



Fabio H. Lozano-Zambrano (Editor)



Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales

**Fabio H. Lozano-Zambrano
(Editor)**





© Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt y
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)
Todos los textos pueden ser tomados parcial
o totalmente citando la fuente.

CONTRIBUCIÓN IAvH # 436

COORDINACIÓN EDITORIAL

Claudia María Villa G.

REVISIÓN TÉCNICA

Luis Miguel Renjifo M. y Clara Lucía Matallana T.

CARTOGRAFÍA

Mónica Morales

FOTOGRAFÍA

Francisco A. Nieto Montaña y Mauricio "Pato" Salcedo
(Banco de Imágenes Ambientales IAvH)
Rogelio Gutiérrez

FOTOGRAFÍA CARÁTULA

Alejandro Arboleda y William Vargas

ILUSTRACIÓN

Jorge Eliécer Palacio R.

Bogotá, D. C., Colombia, noviembre de 2009
2.000 ejemplares

ISBN: 978-958-8343-37-2

CITACIÓN SUGERIDA:

Obra completa: Lozano-Zambrano, F. H. (ed). 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, D. C., Colombia. 238 p.

Por capítulos: (ejemplo): Renjifo, L. M; Aristizábal, S. L; Lozano-Zambrano, F. H; Vargas, W; Vargas, A. M & D. P. Ramírez. 2009. Diseño de la estrategia de conservación en el paisaje rural (Fase II). 85-119 p. En: Lozano-Zambrano, F. H. (ed). 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, D. C., Colombia. 238 p.

PALABRAS CLAVE: planeación del paisaje rural, paisajes rurales, oportunidades de conservación, herramientas de manejo del paisaje, restauración ecológica, planificación predial, viveros de especies nativas, corredor biológico, Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo, DMI Cerro Peñas Blancas y El Subia.



Esta publicación ha sido impresa en papel ecológico elaborado a partir de bagazo de caña y un bajo porcentaje de madera obtenida de bosques industriales, lo cual minimiza la tala de bosques naturales. Conserva el color crudo para evitar el impacto negativo de los blanqueadores sobre el agua.



Convenio 1091/2008

ÉDGAR ALFONSO BEJARANO MÉNDEZ

Director General

HÉBERT GONZALO RIVERA

Subdirector

Administración de los Recursos Naturales y Áreas Protegidas

MARÍA FERNANDA TOBOS PUERTO

Supervisora del convenio

OFICINA DE COMUNICACIONES

Revisión de forma y contenido

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

John Aref Khatib P. - Carlos González (Ediprint Ltda.)

IMPRESIÓN

Alianza Ediprint Ltda. - Guerra Editores

Eugenia Ponce de León Chaux

Directora General
Instituto Humboldt

Edgar Alfonso Bejarano Méndez

Director General
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca



Sandra Lucía Aristizábal Buitrago MSc.

Administradora del Medio Ambiente

Grupo de Planificación y Coordinación Interinstitucional, Dirección de Ecosistemas
Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, D. C., Colombia
saristizabal@minambiente.gov.co • aristizabaleta@gmail.com

Paula Caycedo Rosales Bsc.

Estudiante de Maestría Ecología y Evolución

Universidad de Amsterdam • Amsterdam, Holanda
paula.caycedo@gmail.com

Gustavo Guerra González Ing.

Investigador

Corporación Paisajes Rurales • www.paisajesrurales.com
Grupo de Acompañamiento Técnico octava convocatoria Sina II
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial • Cali, Colombia
gustavoguerragonzalez@yahoo.com

Rogelio Gutiérrez BSc.

Corporación Paisajes Rurales • www.paisajesrurales.com • Salento, Colombia
rogelio.correa@gmail.com

Carlos Andrés Cardona

Corporación Paisajes Rurales • www.paisajesrurales.com • Palmira, Colombia
andigena@gmail.com

Elizabeth Jiménez-Carmona BSc.

Estudiante de Doctorado

Universidad del Valle • Cali, Colombia
elizabethjimenez75@gmail.com

Fabio H. Lozano-Zambrano MSc.

Investigador

Corporación Paisajes Rurales • www.paisajesrurales.com
Coordinador Programa de Compensación Forestal por Sustracción Serranía de Perijá
Fundación Pro-Sierra Nevada de Santa Marta • Santa Marta, D.T.C.H., Colombia
fabiohlozano@yahoo.com

Omar Mejía

Auxiliar

Corporación Paisajes Rurales • www.paisajesrurales.com • Filandia, Colombia

omar.m.c@hotmail.es

Javier Eduardo Mendoza Sabogal MSc.

Biólogo

Grupo de Planificación y Coordinación Interinstitucional, Dirección de Ecosistemas

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial • Bogotá, D.C., Colombia

jmendoza@minambiente.gov.co • mendozasabogal@yahoo.com.ar

Diana Patricia Ramírez MSc.

Bogotá, D.C, Colombia

diana.ramirez70@gmail.com

Luis Miguel Renjifo PhD.

Decano Académico

Facultad de Estudios Ambientales y Rurales • Pontificia Universidad Javeriana • Bogotá, D. C, Colombia

lmrenjifo@javeriana.edu.co

William Vargas MSc.

Investigador

Corporación Paisajes Rurales • www.paisajesrurales.com • Cali, Colombia

williamvarg@gmail.com

Ana María Vargas Franco MSc.

Cali, Colombia

anamariavargasfranco@gmail.com

Prólogo 9
Agradecimientos 11

Primera parte: Aspectos metodológicos

Capítulo 1.
Planeación del paisaje rural: un aporte metodológico
para la conservación de la biodiversidad 13

Capítulo 2.
Reconocimiento del territorio rural para el desarrollo del
proceso de planeación para la conservación (Fase 0) 29

Capítulo 3.
Oportunidades de conservación en el paisaje rural (Fase I) 39

Capítulo 4.
Diseño de la estrategia de conservación en el paisaje rural (Fase II) 85

Capítulo 5.
Herramientas de manejo del paisaje para la conservación de biodiversidad (Fase III) 121

Capítulo 6.
Seguimiento y evaluación de la estrategia de conservación en el paisaje rural (Fase IV) 159

Segunda parte: Estudios de caso

Capítulo 7.
Estrategia de conservación de la biodiversidad y restitución de la conectividad estructural
de fragmentos de bosque andino y subandino en el sector de la Reserva Forestal Laguna de
Pedro Palo-Cerro Manjuí y el DMI Cuchilla de Peñas Blancas y El Subia en Cundinamarca. 179



La conservación de la biodiversidad nativa en paisajes rurales es un campo de trabajo emergente tanto a escala nacional como internacional. Durante décadas los investigadores han documentado la pérdida de especies tanto de fauna como de flora en los paisajes transformados alrededor del mundo. Desde las últimas décadas del siglo XX se ha desarrollado un conocimiento cada vez más sofisticado sobre cómo los procesos de transformación de los paisajes naturales invariablemente conducen a la pérdida de diversidad biológica. No obstante, desde finales de los años noventa un número creciente de investigaciones han llamado la atención sobre la importancia que tienen los remanentes de hábitats naturales, algunos sistemas productivos o los paisajes rurales para la conservación de las especies nativas de una región, de procesos ecológicos o de servicios ambientales. Esto ha llevado a dar una nueva mirada de los paisajes rurales los cuales han ido pasando de ser considerados como casos perdidos, en términos de conservación de especies, a regiones con un potencial para mantener una proporción importante de la biodiversidad que albergaban originalmente. Este nuevo enfoque es particularmente importante si se toma en cuenta que los paisajes rurales son un rasgo preponderante en vastas regiones de todos los continentes a excepción de la Antártida.

El primer esfuerzo a gran escala para desarrollar estrategias de conservación de la biodiversidad nativa en paisajes rurales en Colombia surgió con el proyecto: “Conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los Andes colombianos”. Este proyecto fue diseñado por el Instituto Alexander von Humboldt con el apoyo del Ministerio del Medio Ambiente y el Banco Mundial y fue financiado por el Fondo Ambiental Global (GEF) a través del Banco Mundial, la Embajada de los Países Bajos y contrapartidas nacionales provenientes de corporaciones autónomas regionales, municipios y numerosas entidades tanto públicas como privadas. Éste fue un proyecto ambicioso, constituido por diversos componentes que buscaban desde apoyar el manejo de áreas protegidas hasta la creación de un fondo de apoyo a iniciativas de biocomercio. El componente considerado en ese momento como más innovador fue el encaminado a desarrollar estrategias de conservación y uso sostenible de la biodiversidad en paisajes rurales. En esta medida, buscaba sentar las bases para promover la conservación a largo plazo de la biodiversidad en paisajes transformados que conservaran una proporción significativa de su biodiversidad original a través la provisión de hábitats y corredores, incluyendo tanto los sistemas productivos como los remanentes de ecosistemas naturales. En particular, el componente de conser-

vacación de biodiversidad en paisajes rurales se desarrolló en varios departamentos especialmente a lo largo de las cordilleras Central y Oriental, con la colaboración de corporaciones autónomas regionales como la de Cundinamarca (CAR), Quindío (CRQ), Risaralda (Carder), Valle del Cauca (CVC) y Caldas (Corpocaldas), entidades gremiales como el Centro Nacional de Investigaciones del Café (Cenicafé), el apoyo de municipios entre los cuales se destacó el municipio de Filandia en el Eje Cafetero, numerosos propietarios particulares, ONG, empresas de servicios públicos, etc.

Este libro es uno de los resultados de esa iniciativa. En él se plasma las bases teóricas para el desarrollo de las herramientas de manejo del paisaje para la conservación de biodiversidad nativa en paisajes rurales, las fases del proceso y experiencias desarrolladas en el occidente de Cundinamarca. Está orientado a un público amplio, desde propietarios que quieran hacer de sus predios sitios que contribuyan a la conservación de la biodiversidad de nuestro país, autoridades ambientales, municipios, gremios, ciudadanos del común e investigadores.

Con base en la experiencia obtenida desde la concepción de este trabajo a principios de 1999, no tengo duda que las estrategias de conservación pasiva que busque preservar los últimos reductos de vegetación nativa aisladamente o las estrategias enfocadas solamente en hacer los sistemas productivos más amigables con la biodiversidad, están encaminados a permitir una mayor pérdida de especies y procesos ecológicos. Resulta de vital importancia trabajar desde una perspectiva del paisaje que involucre tanto la conservación y recuperación de remanentes de ecosistemas naturales como el restablecimiento de la conectividad entre ellos y el manejo de sistemas productivos de manera que estos sean más amigables con la biodiversidad.

Los autores y el Instituto Alexander von Humboldt confiamos que este libro servirá de inspiración y apoyo al trabajo de aquellos que buscan hacer de los paisajes rurales más prósperos, más sostenibles, más biodiversos y hermosos.

Luis Miguel Renjifo, Ph.D.

Decano Académico, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales
Pontificia Universidad Javeriana

A la Embajada Real de los Países Bajos, el GEF y el Banco Mundial por la financiación del proyecto “Conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los Andes colombianos” (Proyecto Andes), implementado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Durante el Proyecto se diseñó, aplicó y validó el esquema de planeación de los paisajes rurales para la conservación de la biodiversidad.

A la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) por apoyar, junto con el Instituto Humboldt, la realización de la experiencia de réplica de conservación en paisajes rurales en la Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo, Cerro Manjuí y DMI Peñas Blancas y El Subia.

A la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas), Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder), por apoyar y participar del desarrollo de las experiencias de planeación de los paisajes rurales para la conservación en sus territorios.

A todas las organizaciones que participaron conjuntamente con el equipo de Paisajes Rurales del Instituto en diferentes fases del esquema de planeación de los paisajes rurales en diferentes procesos piloto en el país: Federación Nacional de Cafeteros, Cenicafé, Fundación Pangea, Fundación EcoAndina, Fundación Cipav, Umata de Filandia, Umata de Aranzazu, Corporación Serraniagua, Universidad del Valle, Universidad del Quindío, Universidad de Caldas, Universidad Javeriana, Adecoquín, Funorniquin, Fundación Ambiente Colombia, Comité Pronima, Asociación Calidris, Fundación Humedales, Fundación Ecosistemas Secos de Colombia, Unidad Administrativa Especial de Parques Naturales, Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya, Parque Nacional Natural Los Nevados, InfiManizales, Red de Reservas de la Sociedad Civil, Aguas de Manizales, Proyecto Procuena, Corporación para el Desarrollo de Caldas, Fundación Orquídea, Comité de Cafeteros del Quindío, Bosquinsa S.A, Comité de Cafeteros del Valle del Cauca, Conservación Internacional CI, Fondo para la Acción Ambiental, Ciat, entre otros.

A toda la comunidad, gobiernos locales y especialmente a propietarios de las fincas en los municipios de Filandia, Circasia, Salento, Pereira, Aranzazu, Salamina, Manizales, Buga, Zarzal, Palmira, Villa de Leyva, Sachica, Chinchiná, Villa María, principalmente. A los investigadores y personal de administración del Instituto Humboldt, los de ayer, hoy y siempre. A todas las personas; desde los apoyos en campo, los funcionarios de instituciones, universidades, estudiantes, ONG; todos los que creyeron en este proyecto y pusieron su semilla para seguir transformado los paisajes rurales para beneficio de la gente y la biodiversidad, a todos, MUCHAS GRACIAS!!!

Capítulo 1

Planeación del paisaje rural: un aporte metodológico para la conservación de la biodiversidad



Planeación del paisaje rural: un aporte metodológico para la conservación de la biodiversidad

Fabio H. Lozano-Zambrano, Ana María Vargas Franco, Sandra Lucía Aristizábal, Javier Eduardo Mendoza Sabogal, William Vargas, Luis Miguel Renjifo, Elizabeth Jiménez, Paula Catalina Caycedo y Diana Patricia Ramírez.

Introducción

En Colombia, el reemplazo de miles de hectáreas de coberturas vegetales nativas por sistemas de producción e infraestructura ha originado mosaicos donde convergen procesos ecológicos y culturales para el mantenimiento de la biodiversidad (Mendoza *et al.* 2006). Este proceso de transformación ha dado origen a los paisajes rurales. Los paisajes rurales son porciones de la superficie terrestre donde la matriz del paisaje la constituye un tipo particular de cobertura antrópica o un mosaico de sistemas productivos con características socioeconómicas y biológicas propias.

La transformación de los paisajes naturales en paisajes rurales ha causado que muchos ecosistemas estratégicos sólo pervivan como fragmentos aislados y dispersos con diferentes tamaños y formas, inmersos en matrices culturales y principalmente presentes en tierras privadas.

Asimismo, en Colombia una buena proporción de la superficie nacional se encuentra actualmente en áreas de paisajes rurales dominadas por agroecosistemas (Arango *et al.* 2003). Sin embargo, el grado de transformación de regiones como Caribe (82,3%), Andes (61,8%) y Orinoquia (59,9%) (Arango *et al.* 2003) revelan cifras dramáticas según las cuales los procesos antrópicos han convertido extensas zonas en paisajes rurales. Uno de los temas más preocupantes frente a estas cifras de transformación es que muchos ecosistemas y especies no se encuentran representados en ningún tipo de área protegida a pesar de que muchas de ellas son endémicas y están bajo categorías de amenaza según la UICN (Mendoza *et al.* 2006). Para estas especies y ecosistemas su conservación sólo será posible en paisajes rurales; por esto, el diseño y la aplicación de estrategias para la conservación, restauración y manejo en paisajes transformados o rurales debe ser una prioridad nacional.

La conservación en paisajes rurales requiere entonces de procesos de planeación como una forma de ordenamiento territorial, de manera que se pueda generar un conjunto de acciones coordinadas y concertadas que orienten la recuperación y conservación de los bienes y servicios ambientales que hacen parte y se generan en los diferentes territorios rurales. Esto sólo se logrará en la medida en que se actúe bajo prácticas interdisciplinarias e interinstitucionales, con base en una estrategia lógica, sencilla y aplicable para un desarrollo regional equilibrado. Es importante anotar que la acción de las autoridades ambientales en paisajes rurales para la protección de los recursos naturales no es una actividad novedosa para la gestión ambiental del país. Sin embargo, el interés sólo ha crecido en la me-

didada en que ha aumentado el reconocimiento de la necesidad de una planificación regional de acciones para la conservación que incorpore entre otros: el uso de escalas espaciales y temporales amplias, la investigación científica como base para la definición de los impactos, la identificación de oportunidades de conservación de biodiversidad en paisajes rurales, la definición de los servicios ecosistémicos claves en paisajes rurales y la importancia de articular la conservación rural con los procesos de conservación en áreas protegidas.

Este nuevo escenario de acción impone nuevos retos para la comunidad científica nacional y motiva la necesidad de encontrar acuerdos prácticos con los tomadores de decisiones para que todas las acciones que se adelanten, enmarcadas dentro de estrategias de conservación que planifiquen el territorio en escalas temporales y espaciales amplias, lleven a cabo un cambio estructural y funcional positivo de los paisajes, de manera que se mantenga la capacidad de resiliencia de los mismos y se mantenga o recupere el suministro de bienes y servicios ecosistémicos, los cuales son importantes en el crecimiento económico nacional.

Es por esto que el propósito de este documento es presentar los aspectos metodológicos y conceptuales más importantes del esquema de planeación de los paisajes rurales para la conservación, diseñado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Este esquema fue aplicado y validado por el Instituto Humboldt durante la ejecución del proyecto “Conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los Andes colombianos” (Proyecto Andes), entre 2002 y 2007, en diferentes paisajes rurales andinos. Como parte de la estrategia de réplica de las experiencias exitosas del Proyecto Andes, el Instituto y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) establecieron un convenio de cooperación interinstitucional con el fin de aplicar el esquema de planeación de los paisajes rurales para consolidar procesos de conservación de biodiversidad en el departamento de Cundinamarca. Estos procesos de conservación de gran importancia para el Departamento son: el corredor biológico entre los fragmentos de bosque de la laguna de Pedro Palo y el cerro Manjuí y el diseño de una estrategia de conservación para la cuchilla de Peñas Blancas. Este libro presenta entonces los aspectos conceptuales y metodológicos del esquema de planeación y los resultados de su aplicación en las experiencias piloto citadas, en la jurisdicción de la CAR.

El esquema de planeación de los paisajes rurales para la conservación de biodiversidad

El esquema de planeación para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales articula el abordaje, desde la escala de paisaje de las características biofísicas y desde la escala predial (local) de las características socioeconómicas, como componentes principales para generar una propuesta de ordenamiento para la conservación de la biodiversidad en un territorio rural (Figura 1.1).



Figura 1.1. Esquema metodológico para la planeación de los paisajes rurales para la conservación de biodiversidad.

El esquema de planeación de los paisajes rurales para la conservación de biodiversidad está acorde con el enfoque ecosistémico (Fandiño *et al.* 2007), pues representa también una estrategia para la gestión integrada de tierras, agua y recursos vivos al promover la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. El esquema de planeación del paisaje rural se basa así en la aplicación de metodologías científicas que interpretan procesos, funciones e interacciones entre la diversidad biológica y su medio físico y socioeconómico. En este esquema se reconoce como parte importante del proceso a las comunidades locales, su dinámica socioeconómica y cultural como componentes integrales de los paisajes.

En la identificación y aplicación del esquema de planeación de los paisajes rurales para la conservación de biodiversidad es importante reconocer que el proceso de conservación se puede estar desarrollando en el paisaje como un modelo de ciclos crecientes (Ideam 2004), es decir, cada ciclo podrá ser considerado como el desarrollo de las cinco fases del proceso de planeación de los paisajes rurales (Figura 1.1). Entonces, un ciclo del proceso de planeación para la conservación representará una escala espacial y temporal para sus cinco fases y las dimensiones temáticas al interior de cada una de ellas. Es importante considerar esto, pues la información secundaria obtenida para el territorio puede hacer parte de procesos previos de conservación y su uso dependerá del análisis que se haga de estos

datos definiendo claramente su escala espacial y temporal y, por ende, su potencial de aplicación en el proceso actual.

El esquema de planeación del paisaje rural para la conservación propone el desarrollo de cinco fases principales donde las más novedosas e importantes son la identificación de oportunidades de conservación en paisajes rurales, ya que esta fase se convierte en el eje de priorización para las fases siguientes, y las de diseño e implementación de herramientas de manejo del paisaje (HMP), pues son las HMP el “corazón” de la estrategia de conservación de biodiversidad, al promover los cambios físicos en el paisaje que favorecerán la recuperación y la permanencia de la biodiversidad en el territorio rural

A continuación se presenta una descripción de los objetivos, métodos, temporalidad y acciones en cada una de las fases del esquema de planeación de los paisajes rurales para la conservación de la biodiversidad:

Fase 0

Reconocimiento del territorio rural para el desarrollo del proceso de planeación para la conservación

El inicio de un plan de acción cuyo propósito es la conservación de la biodiversidad en un territorio rural debe partir del reconocimiento de la región, de su historia, del accionar de la gente, de los intereses de la comunidad y de los avances en información y procesos complementarios al tema, realizados por los diferentes actores pasados y presentes. Este reconocimiento ayudará a la definición de la estrategia de conservación y permitirá involucrar actores claves, institucionales y comunitarios, como socios del proceso para la complementariedad y el desarrollo de las actividades. En este sentido, llegar a hacer parte de los procesos de la región y complementar las iniciativas que la comunidad e instituciones lideran y están en desarrollo es un componente importante en el propósito de construir elementos que empiecen a aportar a la sostenibilidad futura del proceso de conservación que arranca, promover continuidad del accionar por parte de los demás y sumar apoyo social al proceso, lo cual será necesario para garantizar el éxito de todas las actividades.

Fase I

Identificación de oportunidades de conservación en el paisaje rural

La fase de identificación de oportunidades de conservación es una de las más importantes y novedosas en este esquema de planeación de los paisajes rurales. El objetivo al final de esta fase es la identificación de los elementos del paisaje rural con mayor oportunidad para la conservación de la biodiversidad. Este proceso se logra a través del desarrollo secuencial de cuatro momentos que involu-

cran aspectos metodológicos, que se inician con la caracterización biológica del paisaje rural (Figura 1.1). Este primer momento de la caracterización define principalmente la temporalidad de esta fase que, en ausencia de información biológica, puede tomar de seis a nueve meses en total desde el trabajo en campo con los grupos biológicos seleccionados hasta los análisis de información que permitan identificar las oportunidades de conservación. En situaciones en que exista una completa información secundaria de caracterización biológica de diversos grupos en el paisaje rural, esta fase se puede reducir a tres a cuatro meses.

La Fase I inicia con la caracterización de la diversidad biológica en el paisaje rural, momento en el que se pretende principalmente identificar la biodiversidad que subsiste de los grupos biológicos seleccionados para este proceso de caracterización. Este paso permite identificar los patrones de distribución de las especies en el paisaje rural, lo cual será clave para valorar la importancia de los diferentes elementos del paisaje rural.

La información de la caracterización biológica será utilizada para el siguiente paso metodológico; la identificación de elementos del paisaje rural con valor de conservación (priorización); en este paso se busca la construcción de un índice de valor de conservación que recoja e integre criterios biológicos (diversidad alfa, endemismo y amenaza) de los diferentes grupos biológicos objetivos utilizados en la caracterización (Mendoza *et al.* 2008). El índice genera una priorización que identifica los sitios del paisaje que albergan el mayor número de especies de interés para la conservación y ayuda a enfocar sobre estos los esfuerzos de conservación. Los elementos del paisaje con valor de conservación identificados, generalmente, hacen parte de fincas privadas en el paisaje rural y es sobre estas fincas que se enfoca el siguiente paso de la fase de oportunidades. Así, en el desarrollo de la viabilidad socioeconómica de fincas se analiza la información socioeconómica de los predios que tienen elementos del paisaje. Se pretende evaluar de esta manera el manejo que hacen los propietarios a sus sistemas productivos y los hábitats naturales de la finca; esta información permite identificar los propietarios que muestren mayor compromiso con la conservación y por ende, mayores posibilidades para realizar cambios en el uso del suelo de su finca que potencien la conservación (es decir, la implementación de HMP).

Finalmente, la información que arrojó de la identificación de los sitios del paisaje con valor de conservación se cruza con los resultados de la identificación de viabilidad socioeconómica de las fincas en el paisaje y, mediante un sencillo proceso metodológico, se priorizan e identifican las *oportunidades de conservación* en el paisaje rural para la biodiversidad. Así, las oportunidades de conservación en un paisaje rural serán los sitios o elementos del paisaje priorizados con criterios biológicos por su alto valor para la conservación y con criterios socioeconómicos por encontrarse en fincas con alta viabilidad social y económica para el establecimiento y la sostenibilidad de las herramientas de manejo del paisaje.



Como resultado final de esta fase de la planeación obtenemos una priorización de sitios en el paisaje (elementos del paisaje en fincas rurales) con base en criterios biológicos y socioeconómicos convirtiendo este insumo en un elemento fundamental para la implementación y el diseño de las estrategias de conservación. Esta priorización es fundamental puesto que las acciones que se desarrollen generarán un mayor impacto para la conservación a escala de paisaje al trabajar en los sitios más importantes con base en los criterios de diversidad biológica; garantizarán una mayor probabilidad de avanzar en el corto plazo en el proceso de negociación con los propietarios para realizar cambios en el uso del suelo en la finca e implementar las HMP y además, se logrará una mayor eficiencia en la inversión de los recursos económicos, puesto que estos no se aplicarán al azar sino en las fincas con oportunidades de conservación.

Fase II

Diseño de la estrategia de conservación en paisaje rurales

La segunda fase del proceso de planeación de los paisajes rurales para la conservación contiene dos momentos; el diseño de las HMP y el diseño de los mecanismos facilitadores para la implementación de las HMP. Para este esquema de planeación, la estrategia de conservación de biodiversidad es el diseño de las acciones para los cambios en el uso del suelo en algunos elementos del paisaje de las fincas con oportunidades de conservación, a la par que se diseñan también los mecanismos socioeconómicos y técnicos que faciliten el establecimiento y éxito de las HMP en el corto y mediano plazo. La duración de esta fase debe ser corta y puede variar entre dos y cuatro meses, su temporalidad dependerá de la solidez de la información de las primeras fases y de contar con un equipo multidisciplinario para el diseño de la estrategia de conservación para la conservación de la biodiversidad en el paisaje rural.

La estrategia de conservación que se diseñe en esta fase tendrá como meta mejorar las posibilidades de supervivencia de la biodiversidad a través del aumento de la calidad en los hábitats nativos para la fauna, el aumento de la cobertura nativa y el incremento de la conectividad en los elementos del paisaje rural que representen oportunidades de conservación. En este sentido, esta fase debe iniciar con la evaluación de las oportunidades de conservación en un análisis a escala de paisaje para el diseño de las HMP. Las HMP serán elementos del paisaje constituidos o el manejo que se dé a los elementos existentes, para proveer hábitat apropiado para las especies silvestres o incrementar la conectividad en el paisaje. La información de la historia natural de las especies amenazadas y endémicas que se encuentra en las oportunidades de conservación definidas apoyará el diseño de las HMP, pues en unos casos las necesidades para la conservación en el paisaje rural serán las de incrementar la conectividad estructural y funcional, aumentar área de bosques o cañadas, proteger los elementos del paisaje de perturbaciones o mejorar la calidad de los hábitats del paisaje para proveer recursos alimenticios a la fauna.

Las herramientas de manejo del paisaje diseñadas deberán contener diferentes arreglos vegetales y estructurales y, en la escala predial, deberán tener ajustes para responder a las necesidades e intereses de los habitantes locales, a las condiciones de los sistemas productivos de las fincas con oportunidades de conservación, al grado de deterioro de los hábitats en las fincas, a la existencia de hábitats fuente de especies nativas en cercanía de los predios, a la necesidad de especies para el uso local, a los costos, entre otros. La justificación de su diseño está asociada también a estrategias sociales, políticas y económicas definidas en las relaciones interinstitucionales locales y regionales, de tal forma que con este soporte se promueva la revaloración cultural de la conservación y se motive el sentido de pertenencia social frente a la recuperación de la biodiversidad, a la vez que se fortalezca su perdurabilidad en el tiempo por el apoyo social al proceso.

Una vez se han diseñado las HMP para la conservación es necesario generar un menú de acciones que apoyen el establecimiento de las mismas, así como su sostenibilidad, esto es lo que en el esquema de planeación del paisaje se conoce como los *mecanismos facilitadores*. Los mecanismos facilitadores constituyen el sistema de instrumentos de política empleados para facilitar el desarrollo de la estrategia de conservación de biodiversidad. En términos generales, con estos se busca generar cambios en el comportamiento de los usuarios de la biodiversidad hacia un uso sostenible de los recursos naturales y un manejo adecuado de los sistemas productivos.

Según el tipo de HMP a implementar y los actores o agentes involucrados en dicha implementación, estos operan en escalas diversas: predial, local, regional, nacional o internacional. Asimismo, el conjunto de mecanismos puede ir dirigido a las diferentes etapas del proceso, como son la negociación, el establecimiento y la sostenibilidad de las HMP diseñadas. De otra parte, según su natu-

raleza se pueden clasificar en mecanismos económicos y no económicos (jurídicos, institucionales, educativos, etc.).

Conviene resaltar que a menudo la implementación de un solo mecanismo es insuficiente para alcanzar los objetivos que se propone, es por esto que adquiere importancia la propuesta de *sistema* de instrumentos. Esto es así por la diversidad de factores que intervienen en el éxito de la conservación de la biodiversidad: culturales, políticos, económicos, sociales, y porque entran a dirimir el conflicto que se presenta entre las decisiones privadas y las públicas frente al tema de la conservación.

Para lograr los objetivos de apoyar el establecimiento de las HMP y realizarlo en condiciones de sostenibilidad social y económica el sistema de mecanismos facilitadores busca responder a varios retos:

- i) **Eficiencia y equidad:** Compensar a los propietarios de la zona, como mínimo, por los costos productivos de oportunidad que pudiera generar la actividad de conservación de la biodiversidad (HMP). Es decir, no afectar negativamente los ingresos derivados de la actividad productiva desarrollada en la finca.
- ii) **Costo-efectividad:** Elegir mecanismos facilitadores que logren los objetivos de conservación al costo más bajo.
- iii) **Justicia distributiva:** Analizar que los instrumentos que se diseñen no tengan implicaciones nefastas sobre la distribución de la riqueza de los pobladores de la zona.
- iv) **Apropiación:** Tanto las HMP como los mecanismos facilitadores deben ser el resultado de un consenso con los implementadores.

Fase III

Herramientas de manejo del paisaje para la conservación de biodiversidad

La tercera fase del proceso corresponde al establecimiento de las HMP y sus mecanismos facilitadores. Uno de los pasos de esta fase es la planificación predial y el trabajo en este sentido se centra principalmente en las fincas que se identificaron con oportunidad de conservación, donde se desarrollará un proceso de negociación con los propietarios para el ordenamiento de la finca que incluye el establecimiento de las HMP. El proceso de planificación predial retoma las HMP diseñadas a escala de paisaje en la fase anterior y define y ajusta a escala de finca el menú técnico de las HMP que serán negociadas con los propietarios de las fincas priorizadas.

Las metodologías de planificación predial que se utilicen para el proceso del ordenamiento de la finca con el objetivo de negociar el establecimiento de las HMP serán definidas de acuerdo con la experiencia y los conocimientos del grupo ejecutor y de las características culturales de la comunidad que habita el paisaje rural. En general, la planificación predial deberá promover una reflexión entre el

grupo técnico y el propietario sobre el ordenamiento ambiental y productivo del predio (Martínez Cañas *et al.* 1998), teniendo como insumo principal los diseños de HMP a escala de paisaje y el menú técnico de HMP a escala de finca. La planificación predial deberá trabajar en la negociación con los propietarios para apoyar el establecimiento de las HMP enfocándose en destacar la importancia de trascender la escala de finca en su planificación para lograr un impacto de conservación en la escala de paisaje.

Desarrollar el proceso de planificación predial en las fincas con oportunidades de conservación tiene el potencial de ser más costo-eficiente para el proyecto. La probabilidad de establecer acuerdos sobre cambios en el uso del suelo en estas fincas es mayor y la sostenibilidad de las HMP establecidas en ellas se potencia. Una de las opciones sugeridas para la formalización de los pactos con los propietarios en el proceso de planificación predial son los acuerdos de compromiso para la conservación. Los acuerdos de compromiso son pactos formales entre el propietario rural y el proyecto para establecer acciones conjuntas en la finca en favor de la conservación de la diversidad biológica. No deben ser necesariamente documentos legales, simplemente deben recoger en un sencillo documento escrito los compromisos, alcances y las medidas a establecer en la finca, es decir, las HMP, sus dimensiones, las especies vegetales a utilizar, los sitios específicos donde se implementarán y el manejo acordado para garantizar su éxito.

Con estos acuerdos formalizados se procede al establecimiento de las HMP. En este sentido, las HMP pueden cumplir una función o múltiples funciones en la finca y en el paisaje:

Reducir la presión a los parches de bosque mediante el reordenamiento en la finca principalmente incorporando recursos como madera y leña en elementos del paisaje por fuera de los hábitats naturales, para consolidar un manejo predial amigable con la diversidad biológica; dentro de las HMP que cumplen con esta función se encuentran sistemas silvopastoriles, sistemas agroforestales, cercas vivas, árboles dispersos en potreros, entre otras.

Contribuir a la protección de hábitats y la regulación hídrica; dentro de las HMP que cumplen esta función están los cerramientos de nacimientos, la ampliación, los cerramientos y enriquecimientos de cañadas y parches de bosque, los enriquecimientos de bosques con especies nativas del bosque maduro, la revegetalización de zonas liberadas con una alta diversidad de especies nativas, entre otras.

Incrementar la conectividad de los elementos del paisaje; dentro de las HMP que cumplen con esta función están los corredores biológicos que unen parches de bosque, corredores biológicos a través de la ampliación o revegetalización de cañadas, las cercas vivas mixtas que conecten parches de bosque o cañadas, siembra de árboles nativos dispersos en potreros, entre otros.

En el establecimiento de las HMP se debe trabajar en el desarrollo de uno de los principales mecanismos facilitadores para el esquema de planeación: los viveros de especies nativas. El establecimiento de los viveros para la producción de plantas nativas para la restauración es una necesidad para

asegurar el éxito de las estrategias de conservación propuestas con las HMP. El potencial del vivero para la estrategia de conservación va más allá de propagar el material necesario para el establecimiento de las herramientas de manejo del paisaje; el vivero tiene el potencial de ser un espacio importante para la integración y sensibilización con la comunidad, ser parte integral de las acciones de educación ambiental y favorecer los procesos de investigación local para el seguimiento de las HMP. En este sentido, el vivero es un facilitador de los procesos de establecimiento y mantenimiento de las HMP y es la única garantía de que el material que se va a establecer en los procesos de restauración obedece a los requerimientos establecidos por el proyecto y al diseño de las herramientas de manejo del paisaje para la conservación.

La duración de esta fase del esquema de planeación de los paisajes rurales dependerá principalmente del proceso de negociación, el área a establecer y la cantidad de material vegetal necesario para las HMP. Paralelamente al trabajo en el vivero y en las fincas, se aplicarán todos los mecanismos facilitadores diseñados, sin embargo, serán los aspectos técnicos de producción de material vegetal y de establecimiento en campo de las HMP los que determinarán el tiempo de esta fase que podrá ir entre nueve y doce meses en promedio, de acuerdo con las experiencias obtenidas en el Proyecto Andes ejecutado por el Instituto Humboldt.

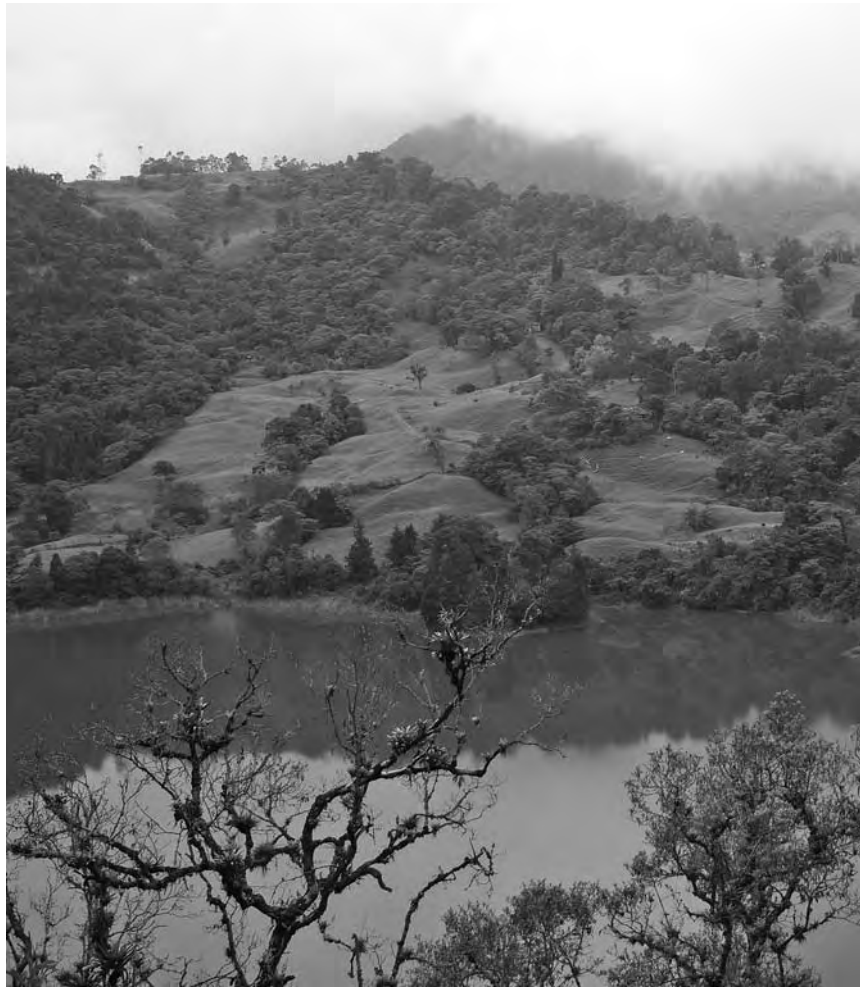
Fase IV

Seguimiento y evaluación a la estrategia de conservación

La evaluación de la estrategia de conservación es una prioridad para verificar el cumplimiento de los objetivos del proceso de planeación, es decir, el incremento del potencial de supervivencia de las especies en el paisaje rural. El proceso de seguimiento y evaluación además aportará a retroalimentar el proceso, generar ajustes para otros ciclos del proceso de planeación para la conservación y principalmente para promover estrategias de réplica que se pueden ser realizadas en otros paisajes del mismo territorio, a otra escala o en otros paisajes rurales del país. La temporalidad de esta fase es muy variable y dependerá principalmente de los recursos económicos y técnicos disponibles en el proceso; mínimamente se recomienda un seguimiento de un año después de terminado el trabajo de establecimiento de las HMP, sin embargo, la evaluación de la eficacia biológica de las HMP requerirá procesos de seguimiento y evaluación de mayor duración.

Esta fase final del esquema de planeación de los paisajes rurales sugiere el desarrollo de tres dimensiones para la evaluación: (1) La eficacia biológica de las HMP; que se medirá mediante el seguimiento biológico de poblaciones y comunidades de fauna y flora (idealmente las trabajadas e identificadas en la fase de oportunidades para la priorización de los elementos del paisaje) y de la cobertura del paisaje, para detectar cambios en su estructura y composición promovidos por el incre-

mento del hábitat efectivo o de la conectividad funcional en el paisaje a través de las HMP (2) La evaluación de la sostenibilidad social de las HMP, mediante la descripción analítica-histórica de los grupos humanos que hacen parte del paisaje, de sus maneras de pensar y de actuar después del proceso de planeación, comprender cómo está siendo posible la conservación de la biodiversidad y su relación con la estrategia de conservación, y el impacto social de reordenar las fincas para hacerlas más amigables y compatibles con la conservación. En esta dimensión es importante analizar la viabilidad económica de las HMP para determinar las posibilidades financieras del proyecto de implementación desde el punto de vista de los propietarios y por ende, predecir la sostenibilidad del proceso y su potencial de réplica. Este enfoque de planeación se encuentra sustentado en la predominancia de



la propiedad privada en los paisajes rurales, donde las acciones de conservación y de uso, afectan o limitan una porción del terreno del predio. En este sentido, la evaluación estimará cuáles son las repercusiones financieras del establecimiento y mantenimiento de las HMP para el propietario en un período de tiempo determinado, con el fin de encontrar los mecanismos de compensación “óptimos”. Esta evaluación incluye los instrumentos de política que se puede contemplar en los mecanismos facilitadores para apoyar la estrategia de conservación de la biodiversidad. (3) La última dimensión de análisis sugerida en esta fase es la reconstrucción y socialización del proceso, pues permite la participación de todos los actores sociales que estuvieron involucrados en alguna fase del proceso de planeación del paisaje rural para la conservación de biodiversidad, actores que van desde los funcionarios de las organizaciones hasta los campesinos dueños de los predios. La reconstrucción y socialización tiene el objetivo de analizar participativamente el camino recorrido durante todo el trabajo reflexionar sobre las dificultades y éxitos alcanzados, evaluar el rol de los diferentes actores en el proceso y generar mecanismos para fortalecer la sostenibilidad de las acciones y evaluar opciones de replica para la región.

Puntos a tener en cuenta en el proceso

El esquema de planeación del paisaje rural para la conservación reconoce la importancia del uso de información secundaria mientras ésta aporte a avances o complementariedad de la información en las diferentes fases del esquema, sin embargo, gran parte del éxito del proceso de conservación en el presente dependerá de la solidez con la que se construya la fase I de identificación de oportunidades de conservación. Es decir, ésta será la fase en la cual se recomienda el mayor esfuerzo por generar datos primarios que actualicen y complementen la información secundaria que esté disponible para el proceso. Los grupos biológicos objetivo caracterizados en esta fase serán los que finalmente permitirán el seguimiento y la evaluación de la estrategia de conservación, por eso, la actualización, complementación o construcción total de esta información garantizará una adecuada evaluación y el avance significativo frente a los propósitos de conservación del paisaje rural.

La planeación de los paisajes rurales debe ser un proceso permanente donde la escala espacial y temporal del proceso definirá y actualizará los propósitos del esquema. Por esto, es importante reconocer una realidad cambiante, principalmente en los aspectos socioeconómicos y ecológicos del territorio y por ende, es importante mantener una dinamización de prioridades para el diseño de la estrategia de conservación. Igualmente, el proceso de conservación de los paisajes rurales debe ser constructivo en cada ciclo de planeación, con esto se logrará la generación de valor agregado en conocimientos y que estos aportes contribuyan significativamente a la toma de decisiones y ofrezcan lecciones aprendidas para los ciclos en escalas espaciales mayores. Las fases del esquema de planeación de los paisajes rurales, aunque orientan hacia un proceso secuencial, son iterativos y complementarios en sus fases y podrán desarrollarse en algunos casos paralelamente en momentos de la planeación; esto permitirá reconocer avances de procesos anteriores e incorporarlos al proceso de planeación actual.

El esquema de planeación de los paisajes rurales para la conservación de la biodiversidad no es una metodología exhaustiva o una receta para seguir al pie de la letra, es sencillamente un esquema conceptual con pautas metodológicas que pretende aportar algunos elementos importantes a las instituciones y las personas interesadas en la construcción de un proceso donde el propósito es la conservación de la biodiversidad.

Literatura citada

Arango N; Armenteras D; Castro M; Gottsmann T; Hernández O. L; Matallana C. L; Morales M; Naranjo L. G; Renjifo L. M; Trujillo A. F. & H. F. Villarreal. 2003. Vacíos de conservación del Sistema de Parques Nacionales de Colombia desde una perspectiva ecorregional. WWF Colombia (Fondo Mundial para la Naturaleza). 64 pp.

- Fandiño, M. C.; Lozano, F. & I. Cavelier. 2007. Aportes del Instituto Alexander von Humboldt, IAvH, a la aplicación del enfoque ecosistémico en Colombia. En: Aplicación del enfoque ecosistémico en Latinoamérica. Andrade, Á. (Ed.). Comisión de Manejo Ecosistémico (CEM) - Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN). Bogotá, Colombia. 89 pp.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, Ideam. 2004. Guía técnica científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia. Bogotá. <http://www.ideam.gov.co/ordenacióndecuencas/cajasdeherramientas>.
- Martínez Cañas E; Riveros Maldonado D; García Cardona F. & J. C. Riascos de la Peña. 1998. Sistemas de planificación y ordenamiento predial. P: 339-374. En: Planificación ambiental y ordenamiento territorial. Cárdenas, M; Mesa C. & J. C. Riascos (Comp.). Fundación Friedrich Ebert de Colombia, Centro de Estudios de la Realidad Colombiana y Departamento Nacional de Planeación. Santa Fe de Bogotá. 450 p. 2 Tomos.
- Mendoza-Sabogal, J. E., Lozano-Zambrano F. H. & G. Kattan. 2006. Composición y estructura de la biodiversidad en paisajes transformados en Colombia (1998 – 2005). P: 191-223. En: Informe nacional sobre avances en el conocimiento e información sobre biodiversidad (INACIB). Cháves, M. E. & M. Santamaria (Eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 580 p.
- Mendoza J. E; Jiménez E; Lozano-Zambrano F. H; Caycedo P. C. & L. M. Renjifo. 2008. Identificación de elementos del paisaje prioritarios para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales de los Andes Centrales de Colombia. En: Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Pp. 251 – 288. Harvey C. & J. Saénz (Eds.). San José de Costa Rica. 624 p.

Capítulo 2

Reconocimiento del territorio rural para el desarrollo del proceso de planeación para la conservación (Fase 0)



Reconocimiento del territorio rural para el desarrollo del proceso de planeación para la conservación (Fase 0)

Sandra Lucía Aristizábal Buitrago, Fabio H. Lozano-Zambrano y Ana María Vargas Franco

La conservación de biodiversidad en los paisajes rurales es una propuesta multidisciplinaria y participativa, por lo tanto, el desarrollo de acciones debe ser una tarea conjunta de diversos actores representantes de todo el espectro organizacional, instituciones estatales, públicas, privadas, comunitarias, académicas, entre otras.

Para garantizar un proceso participativo que redunde en sostenibilidad de la estrategia de conservación y por ende, las herramientas de manejo del paisaje, será necesario abordar el reconocimiento del territorio en tres dimensiones; la primera es la revisión de información orientada a reconocer quiénes están realizando trabajos similares o complementarios en la zona (identificación y categorización de actores); cuáles son los escenarios de coordinación local y regional para la conservación y los intereses y, por último, cuáles son los instrumentos de gestión que utilizan y los procesos de conservación que adelantan, entre otros. La segunda dimensión es la socialización del proceso que se va a adelantar para terminar con la tercera dimensión que será buscar la generación y formalización de alianzas locales y regionales para promover sostenibilidad al proceso.

Revisión de la información

El proceso de planeación para la conservación de la biodiversidad se hace en una región geográfica, claramente identificada y donde confluyen diversos actores con diversos intereses, los cuales pueden ser comunes entre sí, complementarios o competitivos, y que promueven diversas actividades en torno a la conservación.

En el contexto anterior, la primera dimensión del esquema de planeación es la revisión de información que permita identificar no sólo los actores institucionales y sociales que interactúan en la región y que se convierten en socios estratégicos para el proceso, sino también las iniciativas existentes para la conservación de la biodiversidad, los instrumentos de gestión institucional, los escenarios de acción local y regional para la conservación, la información generada, entre otros aspectos claves que se convierten en información estratégica para el diseño de la estrategia de conservación, de participación y sostenibilidad del proceso. Es decir, el reconocimiento del contexto anteriormente señalado proporcionará las directrices de actuación con los diferentes tipos de actores y la estrategia de relacionamiento de tal manera que se garantice la participación de los actores que tienen capa-

cidad y legitimidad para promover la conservación de biodiversidad en el paisaje rural. Así mismo, este reconocimiento del contexto institucional permitirá que las acciones e intervenciones realizadas en los paisajes rurales, para la conservación de biodiversidad, sean a largo plazo más efectivas y sostenibles, dado que permitirá diseñar estrategias de cooperación con ciertas organizaciones que en algunos casos ya estén trabajando en la zona y que probablemente continúen después de que se termine el proyecto.

Es importante señalar que la revisión de información se convierte en el soporte fundamental para plantear mecanismos de socialización exitosos y para lograr formalizar las alianzas interinstitucionales a diferentes niveles.

Caracterización de actores

En primer lugar se debe identificar cuáles son los principales actores en el área de intervención que tienen relación directa e indirecta con la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, y que, por lo tanto, son entidades, empresas, organizaciones y personas que deben tenerse en cuenta para el diseño e implementación de la estrategia de conservación de biodiversidad. Esta identificación puede hacerse por grupos, considerando tanto los actores regionales como locales:

- **Actores estatales:** municipios, umatas, corporaciones autónomas regionales, secretarías departamentales, entre otros.
- **Actores privados:** líderes de la comunidad.
- **Organizaciones no gubernamentales:** ONG ambientalistas.
- **Actores académicos:** escuelas, colegios, universidades, institutos y grupos de investigación,
- **Actores sectoriales:** en esta clasificación se consideran básicamente los gremios.
- **Actores comunitarios,** tanto organizaciones comunitarias como sus líderes con capacidad de movilizar a amplios sectores de la opinión pública y de dinamizar la participación ciudadana y vecinal.

Una vez se cuente con el listado de actores es necesario tipificarlos, teniendo en cuenta que no todos los actores tienen igual participación en el proceso o que su participación puede darse en diferentes fases del esquema de planeación del paisaje rural. Dicha tipificación permitirá formular las directrices y estrategias de interacción con los diferentes tipos de actores de tal manera que se garantice la participación de los actores que tienen capacidad y legitimidad para promover la conservación de biodiversidad en el paisaje rural. Esta tipificación se puede hacer desde tres aspectos:

Relación temática: directa ó indirecta con el proceso de conservación.

Nivel de acción: nacional, regional, local.

Tipo de acción: investigación, implementación, gestión, planeación, fomento y promoción, financia-

ción. Este aspecto se define desde el punto de vista de la función institucional principal que desempeña el actor.

Dicha tipificación debe dar como resultado la clasificación de actores de la siguiente manera:

Actores de primer nivel: son los actores claves y estratégicos que deben participar y acompañar el proceso en la mayoría de sus fases y son quienes apropiarán y darán continuidad a la propuesta. El tipo de relacionamiento que se da con estos actores es de cooperación, coordinación, implementación y negociación. Generalmente se clasifica como actor clave a la corporación autónoma regional, a la administración municipal (a través de la oficina o dependencia que tiene a su cargo la promoción del sector rural) y a los propietarios de los predios. La definición de actores claves está también fundamentada en el accionar, en las políticas y en las actitudes frente a la conservación de cada una de las instituciones o personas. Si estas características no son coherentes y complementarias con los objetivos de conservación del esquema de planeación del paisaje rural, pese a su importancia, los actores de primer nivel no actuarían en el proceso como actores claves.

Actores de segundo nivel: son aquellos actores que participan en alguna(s) fase(s) del proceso de planeación, dependiendo de su accionar institucional. En este nivel encontramos actores como la administración municipal (alcaldía, planeación municipal), actores académicos (universidad y grupos de investigación, ONG, gremios, entre otros). El tipo de relacionamiento que se da con estos actores es de cooperación para la investigación o implementación.

Actores de tercer nivel: son aquellos actores que no participan directamente en el proceso, sin embargo, se convierten en actores decisivos en la sostenibilidad de la estrategia de conservación. El tipo de relacionamiento que se tiene con los actores de este nivel es informativo y de socialización. En este nivel encontramos la comunidad en general, algunos sectores de comunidad académica (escuelas y colegios) y algunas instituciones privadas.

Identificación de iniciativas existentes para la conservación

Son aquellas actividades que promuevan la conservación de los recursos naturales en el paisaje rural, bien sea biodiversidad, recurso hídrico o suelos; dichas iniciativas pueden ser tanto públicas como privadas. Dentro de las iniciativas públicas podemos encontrar la declaratoria de áreas protegidas a nivel local y regional como parques naturales regionales y parques naturales municipales y la compra de predios para la conservación por parte de la corporación autónoma regional, el municipio o las empresas de acueductos. Dentro de las iniciativas privadas encontramos las reservas privadas de la sociedad civil u otras figuras no formales, pero que representan iniciativas de conservación como núcleos de fincas donde se implementan prácticas sostenibles de producción y predios con áreas bajo cobertura natural significativa, destinadas a la conservación.



Estas iniciativas deben ser consideradas como elementos articuladores en el diseño de la estrategia de conservación y su reconocimiento evitará conflictos interinstitucionales por el desconocimiento de procesos locales y regionales. Es decir, la propuesta de conservación a diseñar e implementar debe reconocer y ser complementaria a las iniciativas de conservación ya existentes.

Instrumentos de gestión y planificación

La conservación de biodiversidad en paisajes rurales debe ser el resultado de una interacción constante entre la planeación y la gestión, por lo tanto es necesario conocer los procesos que modelan la realidad que se quiere manejar para la conservación. En este sentido, uno de los temas que debe considerarse dentro de la fase es la identificación de instrumentos de gestión y planificación utilizados por los diferentes actores institucionales como:

- Plan de ordenamiento territorial o esquema de ordenamiento territorial.
- Planes de acción y de gestión de las corporaciones autónomas regionales.
- Planes de desarrollo municipales.
- Planes de ordenación de cuencas hidrográficas.
- Planes de acción regional en biodiversidad.

La revisión de los instrumentos señalados anteriormente debe orientarse a: 1. Identificar cómo se aborda la conservación en cada uno de los instrumentos de planificación y de gestión, así como las actividades concretas para conservación de biodiversidad; 2. Identificar la existencia y asignación de recursos para desarrollar actividades de conservación de biodiversidad; 3. identificar las directrices de ordenamiento territorial que tiene el municipio (usos del suelo) para garantizar que el diseño e implementación de la estrategia de conservación guarde relación y coherencia con estas.

La anterior revisión permitirá identificar puntos de articulación entre procesos y oportunidades de generación de alianzas estratégicas entre actores, orientada a potencializar, complementar y, en algunos casos, optimizar recursos para alcanzar el objetivo de conservación.

En caso de que a partir de la revisión de los instrumentos se identifique la ausencia de acciones concretas de conservación, se hace necesario promover la incorporación de lineamientos para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales en dichos instrumentos con el fin de garantizar sostenibilidad de la estrategia de conservación, dado que estos instrumentos se convierten en la carta de navegación de las instituciones.

Escenarios de coordinación interinstitucional local y regional para la conservación

Teniendo en cuenta que la conservación es un proceso donde participan diversos actores y es una temática transversal a diferentes sectores, uno de los soportes fundamentales para lograr resultados efectivos es la coordinación interinstitucional dado que contribuye a evitar la duplicidad de esfuerzos, la atomización de actividades y a optimizar recursos.

El reconocimiento de la importancia de los procesos de coordinación es cada vez mayor y por lo tanto existe una gran cantidad de escenarios a nivel regional y local, que es necesario identificar para que se conviertan en un mecanismo facilitador de la implementación de la estrategia de conservación de biodiversidad en el paisaje rural, teniendo en cuenta que se convierten en los escenarios por excelencia de socialización, concertación, participación y articulación.

Entre los escenarios de coordinación interinstitucional que deben ser considerados en la fase 0 del esquema de planeación del paisaje para la conservación se encuentran sistemas regionales de áreas protegidas, redes de reservas de la sociedad civil, juntas administradoras de acueductos rurales, asociación de productores, grupos de investigación, entre otros. Sin embargo, pueden existir muchas otros escenarios de acuerdo con las particularidades de la región donde se va a implementar el esquema que se presenta en este documento, que deben ser considerados.

La revisión de información escenarios de coordinación interinstitucional local y regional para la conservación debe orientarse a identificar mínimamente cuáles son los actores que participan en cada escenario, cuál es el objeto del escenario de participación y las temáticas que abordan y cuáles son los mecanismos de operación. A partir de esta información se identifica cuál o cuáles son los escenarios óptimos para articular las acciones que se definan en el esquema de planeación del paisaje rural. En caso de que no existan escenarios de coordinación interinstitucional propicios, a los cuales articular el diseño, implementación y seguimiento de la estrategia, es necesario promoverlos dado que éste es considerado un factor determinante para la sostenibilidad de la estrategia.

Socialización del proceso

Los espacios de socialización del proceso se constituyen en la puerta de entrada a cada una de las zonas piloto de trabajo y se centran en la presentación técnica de la propuesta de conservación de biodiversidad en paisajes rurales ante entidades regionales y locales (ej. funcionarios de las corporaciones autónomas regionales). En estos espacios se presenta la propuesta de trabajo en sus aspectos metodológicos y conceptuales, además de los objetivos y resultados esperados.

El objetivo principal de estos talleres será buscar complementariedad con los procesos de conservación que se adelanten en el territorio, sustentar la importancia de criterios biológicos y socioeconómicos para adelantar un proceso de conservación y, finalmente, después del análisis de la información anterior, seleccionar de manera conjunta un área piloto de trabajo que promueva articulación interinstitucional, recursos complementarios y complementariedad de acciones.

Talleres locales de apertura

Los talleres de apertura son los espacios donde se presenta de manera formal ante los actores, institucionales y comunitarios la propuesta de trabajo en el marco del esquema de planeación de los paisajes rurales para la conservación. Este espacio no sólo cumple la función de informar sobre la propuesta, sino también de motivar la vinculación a la misma. En dichos talleres se generan espacios de intercambio, lo que permite recoger percepciones, necesidades e intereses asociados a la biodiversidad, su conservación y uso.

En los talleres de apertura se debe trabajar de manera separada con actores comunitarios y con actores institucionales, manejando un lenguaje propio para cada público y diferenciando los mecanismos de participación con cada actor. En este sentido, para cada zona piloto serán necesarios los talleres que permitan cubrir una buena proporción de los habitantes rurales, como mínimo uno en el área rural para propietarios y comunidad y otro taller dirigido a las instituciones y comunidad suburbana con influencia en el área de trabajo.

En aquellos casos donde el contexto socioeconómico indique la predominancia de propietarios ausentistas es necesario diseñar y realizar un taller específico para ellos.

Alianzas locales y regionales

El relacionamiento interinstitucional a través de formalización de alianzas se convierte en uno de los factores fundamentales en la sostenibilidad de la estrategia de conservación, dado que permitirá apropiación del proceso por parte de los diferentes actores del mismo. Una vez se tienen caracterizados los actores se define el tipo de relacionamiento que se requiere con cada uno, que pueden ser de cooperación, coordinación, negociación, comunicación. Es importante mencionar que con un mismo actor se pueden dar diferentes tipos de relacionamiento.

Existen una gran cantidad de instrumentos para el relacionamiento interinstitucional, entre los que se pueden sugerir se encuentran los siguientes:

Acuerdos marco de cooperación o de buenas voluntades: Este tipo de acuerdos se suscriben tanto entre instituciones públicas como privadas y se orientan a formalizar alianzas para cooperar en un tema específico. Generalmente este tipo de acuerdos no involucra recursos, pero sí definen claramente cuáles son los compromisos de cada una de las partes en torno al logro de un objetivo concreto, en este caso de la estrategia de conservación. Este tipo de acuerdos se deben suscribir entre la entidad ejecutora del proyecto como con los actores institucionales catalogados de primer nivel (corporaciones autónomas regionales y alcaldías municipales, por ejemplo), de tal manera que se genere apropiación por parte de dichos actores para que cuando la entidad ejecutora se retire de la zona éste sea un elemento que contribuya a la sostenibilidad de la estrategia de conservación.

Es importante que los acuerdos marcos de cooperación o buenas voluntades se materialicen y particularicen a través de acuerdos específicos para el desarrollo de actividades, los cuales se describen a continuación.

Acuerdos específicos para desarrollo de actividades: Este tipo de acuerdos se formalizan a través de la suscripción de convenios orientados a aunar esfuerzos tanto económicos como técnicos para desarrollar actividades concretas en torno al establecimiento de las herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales; es decir, una de las características principales de este tipo de acuerdos es que involucra la ejecución de recursos financieros. Este tipo de acuerdos se establecen a partir de la estrategia de conservación ya diseñada, de tal manera que se pueda identificar con claridad cuáles son los aportes y compromisos de cada una de las partes.

Acuerdos de conservación: Es un documento que permite formalizar la implementación de herramientas de manejo del paisaje en predios privados. Son suscritos por al menos dos partes involucradas en el proceso de implementación, donde una de ellas necesariamente es el propietario del predio; las otras partes que pueden participar en la suscripción de un acuerdo de conservación son la institución ejecutora del proyecto, la corporación autónoma regional competente o el municipio.

Una vez se ha abordado la fase 0 del proceso, se cuenta con la información clave para adelantar las fases siguientes del proceso, dado que, como se señaló anteriormente, la información del contexto institucional se convierte en un insumo fundamental para el diseño de la estrategia de conservación que incluye las herramientas de manejo del paisaje y el diseño de los mecanismos facilitadores para la implementación de las mismas.

Capítulo 3

Oportunidades de conservación en el paisaje rural (Fase I)



Oportunidades de conservación en el paisaje rural (Fase I)

Fabio H. Lozano-Zambrano, Javier Eduardo Mendoza Sabogal, Ana María Vargas Franco, Luis Miguel Renjifo, Elizabeth Jiménez, Paula Catalina Caycedo, William Vargas, Sandra Lucía Aristizábal y Diana Patricia Ramírez.

La fase de identificación de oportunidades de conservación es una de las más importantes y novedosas en el esquema de planeación de los paisajes rurales para la conservación de la biodiversidad. El objetivo al final de esta fase será la identificación de los elementos del paisaje rural con mayor oportunidad para la conservación de la biodiversidad. Este proceso se logra a través del desarrollo secuencial de cuatro pasos: la caracterización biológica del paisaje rural, la identificación de elementos del paisaje con valor de conservación, la evaluación de la viabilidad socioeconómica de las fincas y finalmente la identificación de las oportunidades de conservación para el paisaje rural.

Caracterizaciones biológicas en paisajes rurales

En paisajes fragmentados, donde las actividades humanas han transformado los hábitats nativos para convertirlos en parches de diversos tamaños y formas, con diferente grado de aislamiento (Forman 1995; Kattan & Murcia 2003; Fahrig 2003), los patrones de distribución de la diversidad se ven afectados por las características de composición, fisionomía (Dunning *et al.* 1992) y conectividad estructural en el paisaje (Taylor *et al.* 1993; Brooks 2003), ocasionando patrones y procesos funcionales particulares, muchos de ellos aún no estudiados ni comprendidos.

Muchas de las metodologías para el estudio de la diversidad biológica más renombradas y utilizadas han sido diseñadas para trabajar en áreas poco transformadas o donde el área no constituye factor limitante para el muestreo (Müller-Dombois & Ellenberg 1974; Gentry 1982; Matteucci & Colma 1982; Rangel & Velásquez 1997; Villarreal *et al.* 2004). No obstante, al estudiar paisajes fragmentados, donde el área de los diferentes elementos del paisaje es muy pequeña se hace necesario generar una metodología para la caracterización de comunidades (Longino & Colwell 1997) que además de ser rápida, sea eficiente en permitir aproximarse a la composición y estructura general de las diferentes coberturas vegetales que componen el paisaje de áreas transformadas.

El Instituto Humboldt diseñó y validó una metodología para aproximarse al conocimiento de la biodiversidad que persiste en paisajes transformados por actividades antrópicas a través de la caracterización de comunidades, con el fin de entender así los patrones de distribución de las especies en el paisaje. Esta caracterización de comunidades generará la línea de base para la priorización de sitios

(identificación de oportunidades de conservación), basada en distribución, abundancia y riqueza de las comunidades presentes en los diferentes elementos del paisaje.

Debido a los altos costos en tiempo, dinero y recursos humanos que significaría la caracterización biológica total del paisaje, esta metodología propone el uso de grupos objetivo los cuales, debido a sus características, permitirían inferir el estado de conservación de los diferentes elementos del paisaje. Tres grupos biológicos, plantas (árboles y arbustos), aves y hormigas de suelo fueron seleccionados para ser muestreados debido a que cumplen con las siguientes características: (i) funcionan a diferente escala ecológica y espacial; (ii) se tiene buen conocimiento taxonómico de ellos; (iii) presentan baja estacionalidad; (iv) los métodos para la colección de información y muestras son sencillos y económicos y (v) son fáciles de encontrar en el campo, entre los principales criterios. El método de muestreo sugerido para cada uno de estos tres grupos ha sido probado exitosamente para la caracterización de los elementos del paisaje en paisajes fragmentados (Mendoza *et al.* 2008) (Figura 3.1).

A continuación se presentan las características básicas de las metodologías de muestreo para la aproximación a la diversidad de especies en paisajes rurales.

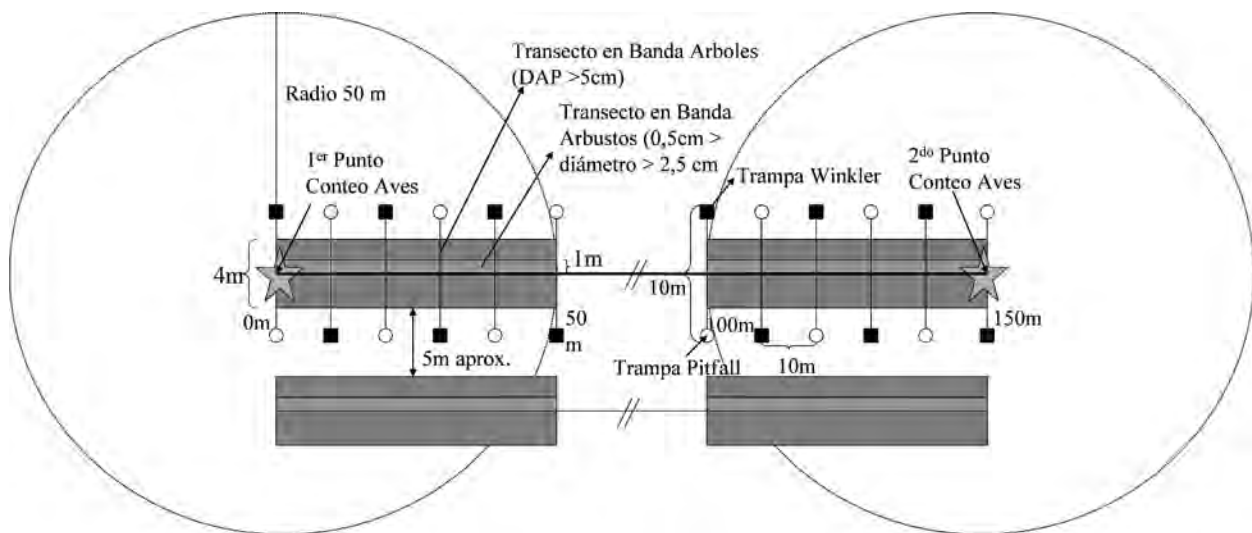


Figura 3.1. Diagrama de toma de datos para plantas, aves y hormigas en cada uno de los elementos del paisaje a muestrear.

Definición del área de estudio: caracterización biofísica

El primer paso en el proceso metodológico de planeación de los paisajes rurales para la conservación de la biodiversidad es la selección del paisaje rural que se va a evaluar. La selección del paisaje rural dependerá de los intereses del proyecto de conservación principalmente, sin embargo, uno de los elementos más críticos en esta selección será la definición del área total del estudio.

En la literatura científica, y principalmente en proyectos que se enfocan en la ecología del paisaje, se encuentran estudios que van desde decenas, centenas e incluso llegan a miles de hectáreas como área total del estudio. No hay una solución definitiva a esta importante pregunta, sin embargo, se ha propuesto que el tamaño del área para una evaluación a nivel de paisaje dependerá de la escala a la cual la variable de respuesta atiende (Wiens 1992; Forman 1995). Para la fase de identificación de oportunidades de conservación en los paisajes rurales la variable de respuesta es la diversidad alfa o intrahábitat. La diversidad alfa es una medida del número de especies de una muestra, esto es, la riqueza de especies de una comunidad biológica en un elemento del paisaje rural (parche, matriz o corredor).

Una vez definida el área del paisaje rural se debe hacer una recopilación de información básica, es decir, fotografías aéreas de la zona, en donde se debe tener en cuenta la escala, el año y el porcentaje de nubosidad. En este punto es importante la consecución de fotografías aéreas de diferentes años, con una escala no inferior a 1:30000. Si las condiciones del proyecto lo permiten es recomendable realizar el trabajo con imágenes de satélite con resolución espacial alta (Ikonos, QuickBird o fotografías aéreas digitales), que permiten un mejor nivel de detalle y determinación de la cobertura vegetal y de los elementos del paisaje. Se debe conseguir cartografía básica (curvas de nivel, vías, ríos) a escala 1:10.000 o 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac) incluyendo cartografía temática de suelos, geomorfología, clima y geología. Es de aclarar que este tipo de información normalmente se consigue en escalas de estudio generales, por lo que es importante verificar la existencia de estudios regionales o locales que permitan escalas detalladas o semidetalladas. También es necesario información predial a escala 1:10.000 de la respectiva subdirección de catastro de la zona y se sugiere la utilización de imágenes de satélite de resolución espacial media como las Landsat, que permitan una visión regional de la zona. La generación de la cartografía temática estará condicionada por el tipo de sensor, esto es, si se trata de imágenes de satélite o fotografías aéreas y la resolución según la escala.

Uno de los insumos básicos para toda la fase de oportunidades de conservación es el desarrollo de mapas de cobertura para el paisaje rural. Para este producto se puede utilizar como insumo inicial las fotografías aéreas; su ortorrectificación se realiza a partir de los datos de calibración de la cámara, un modelo de elevación del terreno y puntos GPS, utilizando el software Erdas Imagine. Con las fotografías aéreas ya ortocorregidas se genera el ortofotomosaico que permite visualizar la zona integrada y con coordenadas. Con el mapa de coberturas vegetales establecido para el paisaje rural se procede a la identificación de los diferentes tipos de elementos que hacen parte del mapa siguiendo la estructura metodológica planteada por Forman & Godron (1986). En este sentido se recomienda considerar únicamente los elementos del paisaje que posean más del 5% de cobertura respecto al área total del paisaje. En este proceso se identificarán, según la propuesta de Forman & Grodon (1986), elementos

del paisaje tipo parche (parches de bosque, parches de plantaciones forestales, parches de sistemas productivos, entre otros); tipo matriz (principalmente pastizales para los paisajes andinos) y tipo corredor (cañadas o bosques riparios, cercas vivas, entre otros). En la evaluación de las coberturas y de los elementos del paisaje rural para el estudio se recomienda incorporar adicionalmente como criterios para la selección de los elementos del paisaje: el tamaño del parche, principalmente para coberturas de bosque (entonces se puede dividir en parches de bosque grandes y otra categoría de parches de bosque pequeños), el estado de madurez del bosque (que permite dividir en parches de bosque secundario y parches de bosque maduro) y los bordes de bosque, principalmente en paisajes donde se observan cambios abruptos entre el pastizal y los parches de bosque. Así mismo, sobre el mapa de elementos del paisaje definido se deben superponer las curvas de nivel para establecer el área efectiva de trabajo dentro de los límites altitudinales establecidos.

Para una buena estimación de la diversidad alfa en cada uno de los elementos del paisaje definidos se recomienda establecer réplicas para cada elemento del paisaje rural a caracterizar biológicamente. Las réplicas permitirán incorporar una buena proporción de la heterogeneidad que se puede encontrar en el paisaje para cada tipo de elemento y así mejorar la estimación de la diversidad gama o riqueza del paisaje. Una opción para establecer las réplicas de cada elemento es subdividir la ventana de paisaje rural en ocho cuadrantes de igual tamaño y, de esta manera, seleccionar sistemáticamente en cada uno de los cuadrantes una réplica para cada tipo de elemento del paisaje. Esta metodología se denomina diseño de muestreo estratificado–preferencial (Matteucci & Colma 1982). Con esto se garantiza un máximo de ocho réplicas para cada elemento del paisaje.

Finalmente, otro insumo fundamental son los mapas prediales del área de estudio, en formato digital. Estos mapas se acompañan de la base de datos de los registros uno (1) de catastro, con la siguiente información de cada predio: departamento, municipio, número de predio, propietario, tipo de documento, número de documento, dirección o nombre del predio, comuna, destino económico, área de terreno, área construida, avalúo y vigencia.

Definición de los grupos biológicos objetivo de la caracterización

Como se dijo antes, para la caracterización biológica la variable de respuesta de las comunidades biológicas será la diversidad alfa o intrahábitat que es una medida del número de especies de una muestra. En este sentido, la escala de respuesta de la diversidad alfa dependerá del grupo biológico seleccionado para la evaluación en el paisaje rural. Así, los biólogos de la conservación han propuesto como una solución a la imposibilidad de evaluar toda la biodiversidad en un paisaje, el uso de indicadores de biodiversidad. El objetivo de usar indicadores de biodiversidad se fundamenta en la hipótesis que plantea que al medir la diversidad alfa de un taxa estamos reflejando la medida de la diversidad

de los otros taxa que comparten el hábitat o el paisaje (Noss 1990, Hammond 1994, Gaston & Blackburn 1995). En otras palabras, la riqueza de especies del indicador de biodiversidad es usada para estimar la riqueza de especies de otros taxa en el hábitat (Noss 1990).

Ante la dificultad de responder efectivamente a la pregunta de si puede la variable riqueza de especies de un taxa reflejar los procesos e interacciones ecológicas del resto de la biota, en un paisaje particular, en este esquema metodológico sugerimos el uso de diversos *grupos objetivo* para la caracterización de la biodiversidad de un paisaje, sin adjudicar a estos el calificativo de indicadores de biodiversidad. Los diversos grupos objetivo biológicos usados para la evaluación de la diversidad alfa apoyarán la inferencia del estado de conservación de los diferentes elementos del paisaje rural. De acuerdo con esto, entre más grupos objetivo se usen en la evaluación, la inferencia será mejor.

Este esquema metodológico sugiere el uso de un mínimo de tres grupos biológicos objetivo para la caracterización y posterior identificación de oportunidades de conservación en un paisaje rural. Los grupos sugeridos son plantas (árboles y arbustos), aves y hormigas de suelo, los cuales evidenciaron que responden a diferentes escalas ecológicas y espaciales ofreciendo un conjunto apropiado de sitios en la priorización que incluye diferentes escalas y variabilidad en la estructura de los hábitats.

Caracterización biológica de plantas (árboles y arbustos)

Empleando el transecto principal de 150 m de longitud y uso común para los tres grupos biológicos (árboles y arbustos, aves y hormigas), se trazan dos primeros transectos para la caracterización de la vegetación partiendo de los puntos de conteo de aves (Figura 3.1). Cada transecto tiene 50 m de largo y 4 m de ancho; el primer transecto se extiende desde el punto 0 hasta el punto 50 y el segundo transecto desde el punto 100 hasta el 150. Luego se lanzan otros dos transectos paralelos a los anteriores, separados de los primeros por 5 m aproximadamente (Figura 3.2). Esta corta distancia de separación entre transectos permite que el diseño de muestreo sea aplicable en todos los tipos de elementos del paisaje y especialmente en los elementos lineales de cañadas angostas, frecuentes en paisajes rurales andinos.

Para demarcar los transectos se utiliza un decámetro de 50 m que sirve como eje. Luego, con la ayuda de una vara de 1 ó 2 m de largo según sea la toma de datos de arbustos o árboles, se controla cuáles individuos muestrear, sin necesidad de gastar mucho tiempo en la demarcación de toda el área del transecto.

Este método para muestrear árboles y arbustos es útil en todos los tipos de elementos de un paisaje, sean parches, elementos lineales (corredores de bosque, bosques y vegetación riparia), bordes o matriz con vegetaciones de muy diversos tipos (bosques nativos, plantaciones comerciales, matorrales xerofíticos y subxerofíticos, cultivos, vegetación riparia, pastizales, sistemas agroforestales, etc.).

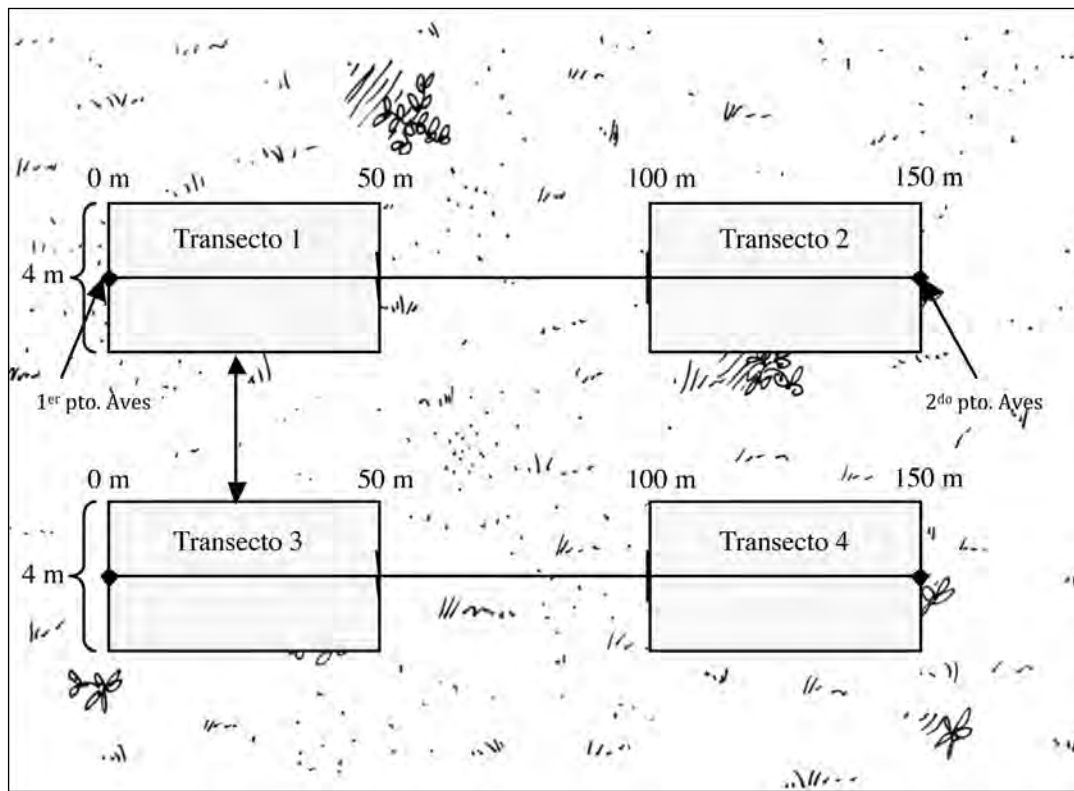


Figura 3.2. Esquema general de ubicación de los transectos para el muestreo de vegetación en elementos de un paisaje rural.

Muestreo de árboles

Para efectos de este método, árbol es todo individuo que tenga un diámetro a la altura del pecho (DAP) superior o igual a 5 cm (15,7 cm de cintura, CAP). De esta manera, se incluyen no solamente los individuos que hacen parte del estrato arbóreo superior (dosel), sino también los que forman parte del estrato arbóreo inferior (Rangel y Velásquez 1997). La superficie total de muestreo de árboles es de 800 m² para cada elemento del paisaje.

En cada transecto se toman los datos de todos los individuos con DAP superior o igual a 5 cm, medido a 1,3 m del suelo. Para cada árbol se registra la especie a la cual pertenece o se toma una muestra botánica si no se conoce su nombre (utilizando cortarramas o desjarretadora, si es necesario), en cuyo caso cada ejemplar recibe una numeración consecutiva según el colector. Se anotan en una libreta de campo todos los caracteres dendrológicos que permiten la determinación de la especie en el sitio o posteriormente en el laboratorio. Para las consideraciones generales que deben tenerse en cuenta en la medición del DAP, se recomienda revisar a Villarreal *et al.* (2004).

Adicionalmente, se registra la distancia (X) para cada árbol con respecto al punto de partida, utilizando un decámetro de 50 m que sirve como eje del transecto en banda (Figura 3.3).

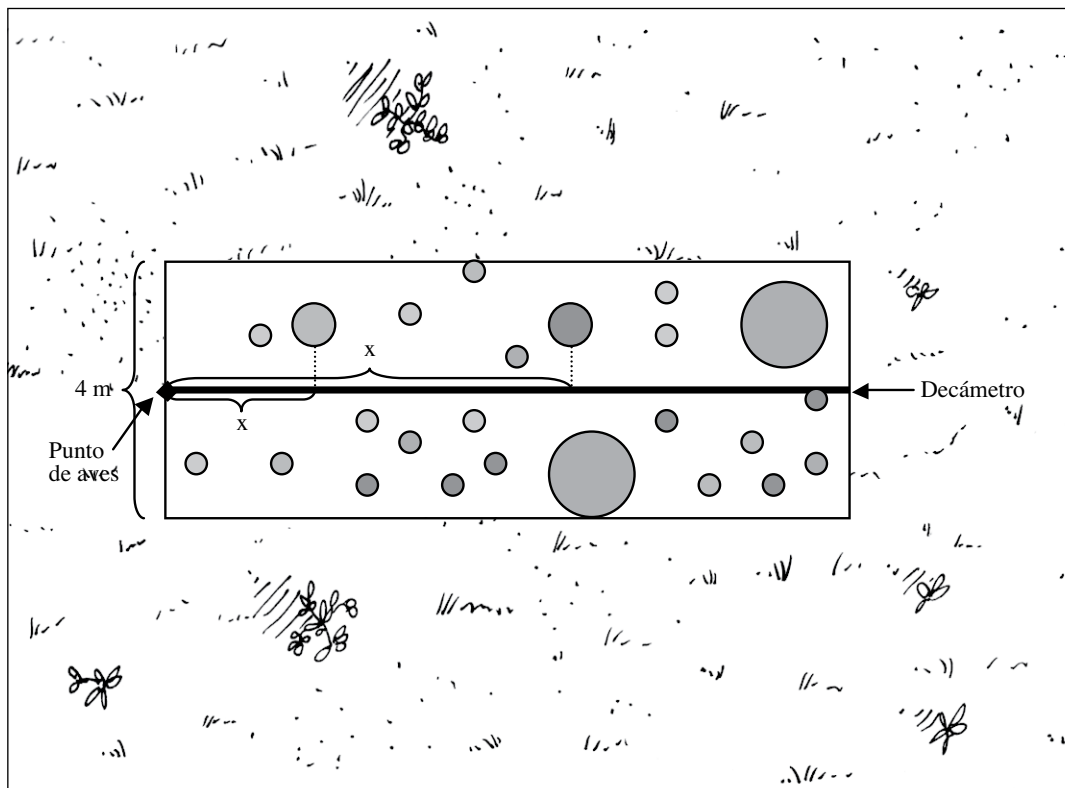


Figura 3.3. Medición con decámetro de la distancia (X) para cada árbol con respecto al punto de inicio del transecto.

Muestreo de arbustos

En este método, arbusto es todo individuo con diámetro entre 0,5 y 2,5 cm y crecimiento secundario en sus tallos, es decir, leñoso.

Para su muestreo, sobre el transecto principal de 150 m se traza un subtransecto de 50 m de largo por 1 m de ancho, al interior de cada transecto utilizado en el muestreo de árboles (Figura 3.4). Con ayuda de un par de calibradores se identifican los individuos que estén en el rango $0,5 \text{ cm} \geq \text{diámetro} \leq 2,5 \text{ cm}$, medido a 50 cm del suelo. Se registra el nombre de la especie (o el número del ejemplar para su determinación en laboratorio) y el número de individuos por especie en el transecto.

Muestreo de especies de porte bajo en sistemas de producción

Se estudia en detalle la composición y estructura de los sistemas de producción con mayor cobertura (p. e. pastizales, cultivos de papa, café, etc.), es decir, qué especies están presentes y cómo se establecen en el terreno. Se utilizan dos transectos de 50 m de longitud cada uno, distanciados entre sí por 50 m. En cada transecto se ubican seis subparcelas de 1 m^2 , separadas entre sí por 9 m (excepto la última parcela que se ubica a 8 m), para un total de 12 subparcelas por potrero (Figura 3.5). En cada subparcela se colectan muestras de las especies presentes, incluyendo las arvenses (también llama-

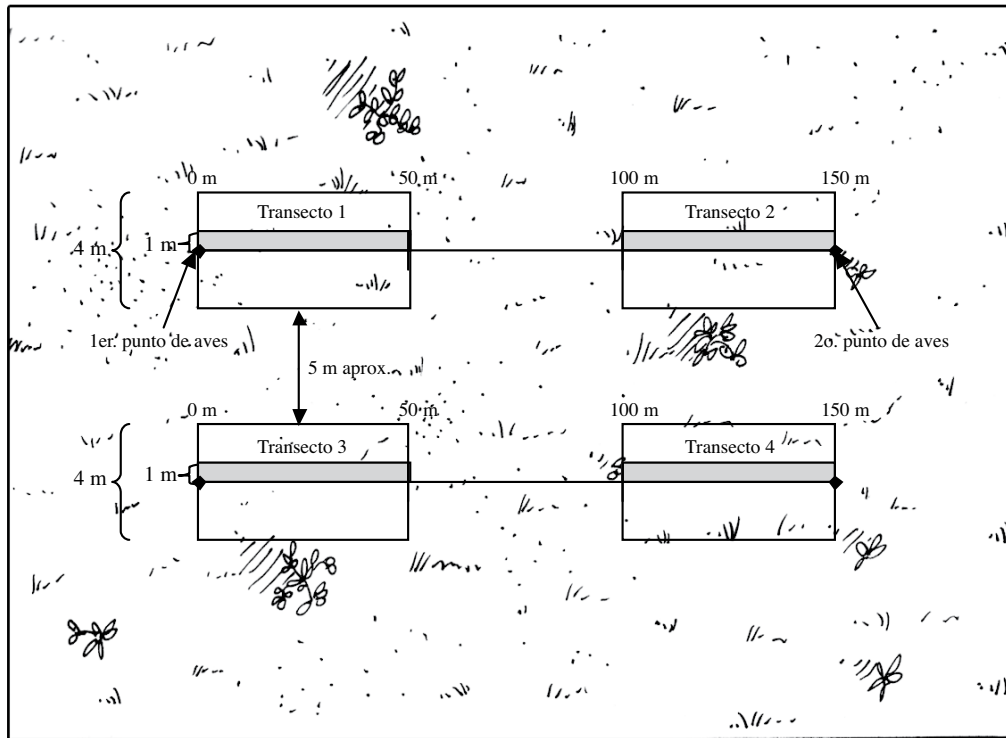


Figura 3.4. Ubicación de los transectos para el muestreo de arbustos dentro del diseño general de muestreo

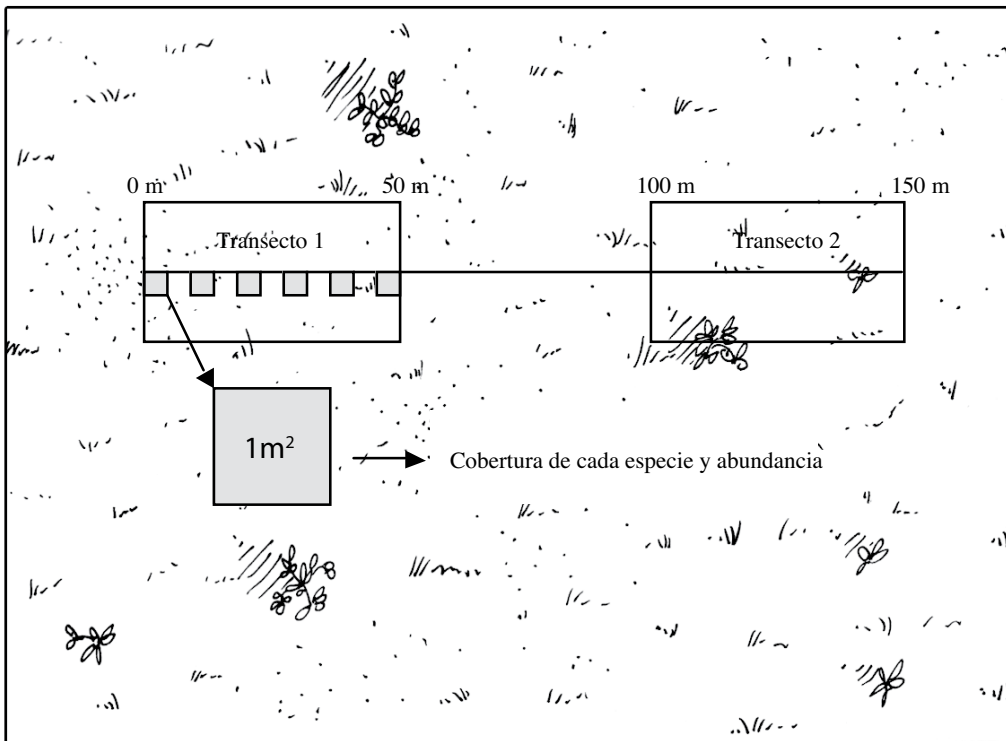


Figura 3.5. Diseño de los transectos y subparcelas para caracterizar pastizales

das malezas), para su identificación botánica. Se establece su abundancia (si la especie lo permite) y rango de cobertura, de acuerdo con la metodología referida por Vargas (2002).

Consideraciones especiales

Dada la configuración especial del elemento tipo borde, la ubicación espacial de los transectos de muestreo en bordes recibe un tratamiento diferente a los demás elementos del paisaje. Los bordes son, por definición, espacios de interacción entre ambientes que se caracterizan por poseer especies de cada uno de los hábitats que los conforman, además de algunos organismos propios de los bordes. Los bordes tienen una relevancia especial ya que son elementos que imprimen funcionalidad al paisaje (Farina 1998), es decir, permiten flujos de especies, materia y energía entre los elementos que componen un paisaje determinado. Existen dos tipos principales de bordes en el paisaje: los abruptos y los graduales, estos últimos caracterizados por la presencia de vegetación arbustiva y herbácea que constituye una zona de transición entre el bosque y la matriz productiva. El presente método de caracterización biológica se centra en los bordes abruptos, ya que en un paisaje fragmentado donde las actividades productivas imperan, estos son los que dominan. No obstante, el método también permite la caracterización de bordes graduales.

La modificación en el diseño muestral de bordes parte de la ubicación de los transectos de forma lineal siguiendo el trazo del borde (Figura 3.6a). Por tratarse de la unión de dos hábitats, el muestreo de arbustos requiere no sólo de un transecto de 50 x 1 m, sino también de un transecto adicional paralelo al anterior que cubra al ambiente de pastizal (Figura 3.6b).

Este tratamiento también aplica para elementos lineales del paisaje como cercas vivas, barreras rompevientos y cañadas extremadamente angostas, en cuyo caso sólo se realiza un transecto de arbustos de 50 x 1 m.

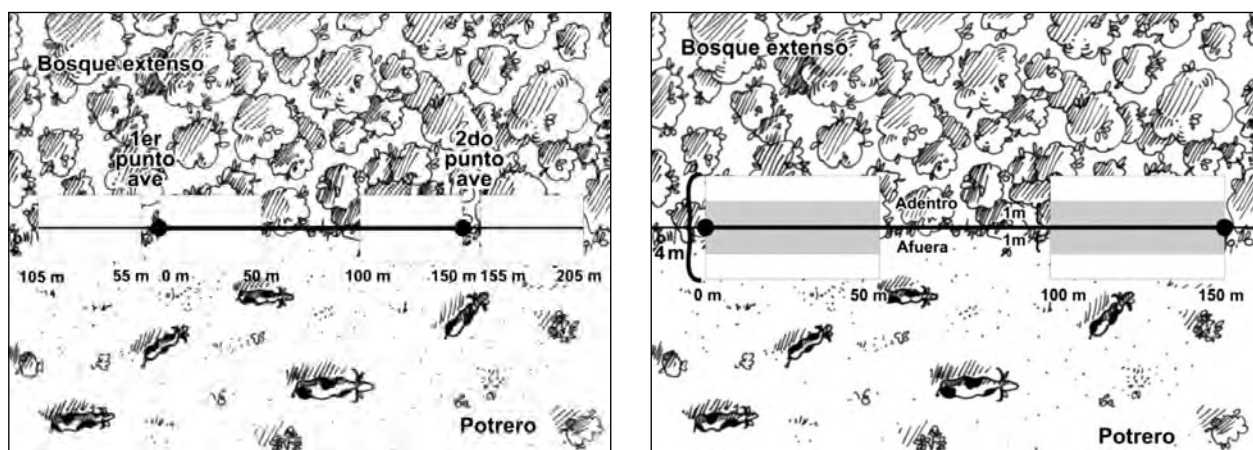


Figura 3.6. Arreglo espacial del diseño muestral en los elementos del paisaje tipo borde (a) y detalle ilustrando el uso de dos transectos de 50 x 1 m para el muestreo de arbustos (b)

Estratificación vertical de la vegetación

La estratificación vertical hace referencia al arreglo, presencia y altura de cada una de las capas que componen una cobertura vegetal. Para la descripción detallada de esta variable en bosques, usualmente se tienen en cuenta seis estratos: rasante o mucinal (conformado por musgos, hepáticas y líquenes), herbáceo, arbustivo, subarbóreo o de arbolitos, arbóreo inferior y arbóreo superior o dosel (Rangel y Velásquez 1997).

Este método de caracterización de árboles y arbustos permite obtener información general de la estructura de cada uno de los elementos del paisaje. Para los elementos con cobertura vegetal boscosa (fragmentos grandes y pequeños, bordes, cañadas con vegetación riparia y plantaciones forestales comerciales), los estratos considerados son: arbustivo (2-7 m); arbóreo inferior (hasta 15 m aprox.) y arbóreo superior o dosel (25 m o más) (Figura 3.7). La toma de las alturas de los estratos se realiza cada 10 m a lo largo de cada uno de los cuatro transectos, obteniendo en total seis mediciones por transecto. El valor para cada uno de los estratos se asigna subjetivamente siguiendo el criterio y la experiencia del investigador. Puesto que la “vara de medida” del valor de una descripción radica en cuán adecuada sea para los objetivos del trabajo y no en la exactitud por sí misma, las descripciones cualitativas con algún grado de subjetividad, como ésta, no son menos deseables ni intensivas que las cuantitativas (Müeller-Dombois y Ellenberg 1974). Ciertamente, la precisión en la medición de la variable estimada (en este caso la altura) puede ser favorecida mediante la utilización de barras para

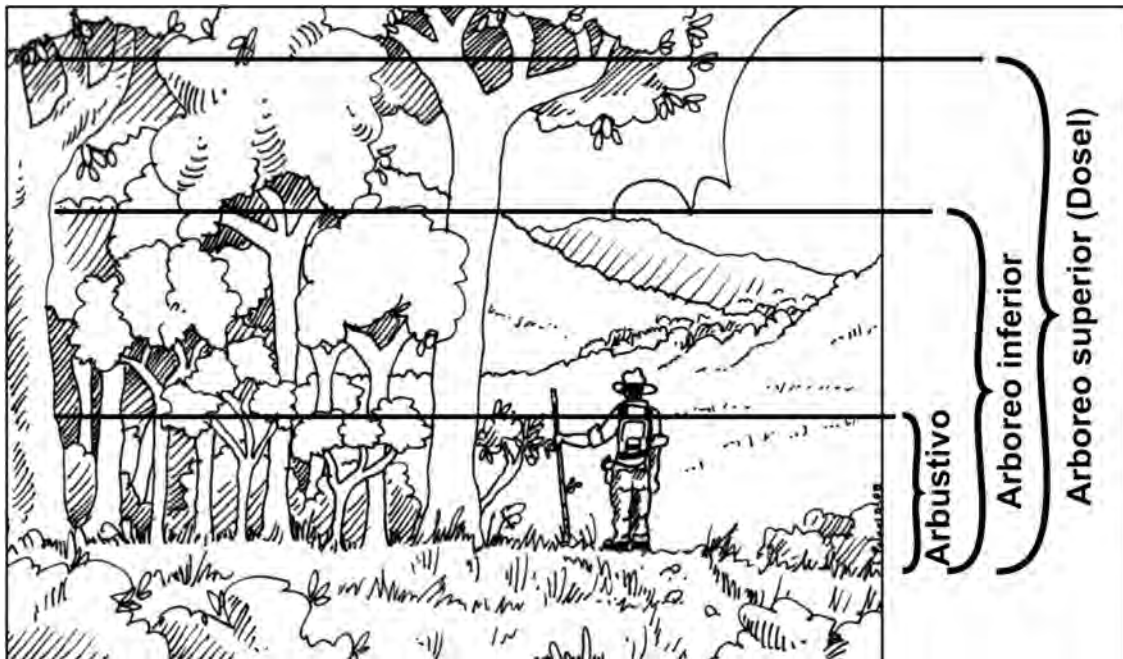


Figura 3.7. Esquema de los tres estratos de la cobertura vegetal boscosa considerados por este método de caracterización biológica de los elementos del paisaje

medición de altura o incrementando el tamaño de la muestra. Sin embargo, las estimaciones subjetivas tienen la ventaja de ser más rápidas, lo que permite tomar muchas muestras en un periodo de tiempo relativamente corto y con poco esfuerzo (Matteucci y Colma 1982).

Para la estratificación de pastizales “limpios” se sigue la clasificación de Küchler y Zonneveld (1988), donde el número de estratos se reduce a dos: gramíneas y arvenses. Las arvenses, por lo general, son plantas de hoja ancha que crecen espontáneamente acompañando los pastos. En ocasiones, la presencia de arbustos y árboles dispersos en potreros puede significar, naturalmente, la presencia de los estratos arbustivo y arbóreo cuando estos se localizan sobre el transecto (Figura 3.8).

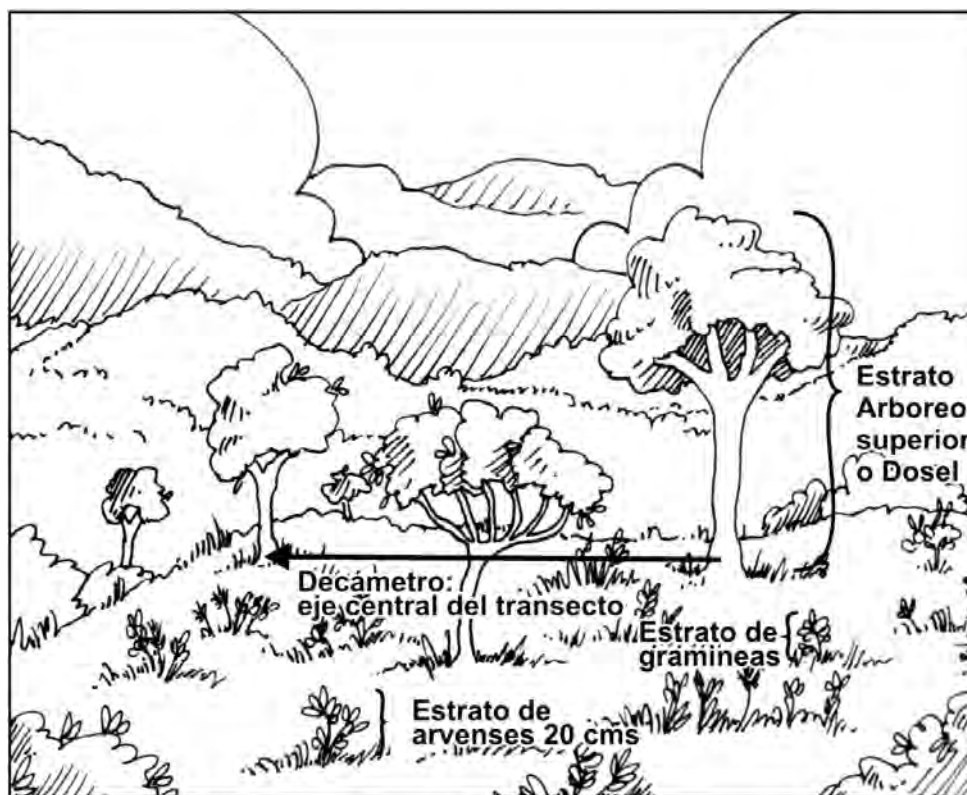


Figura 3.8. Esquema de los estratos caracterizados en la cobertura de pastizal

Para el elemento borde se toman los datos de altura de cada uno de los ambientes que lo conforman. Por ejemplo, para los bordes entre pastizal y bosque se toman los datos de los estratos arbustivos, arbóreo inferior y arbóreo superior del bosque y los datos de los estratos de arvenses y gramíneas del pastizal.

Medición de la pendiente

La pendiente se define como el grado de inclinación del terreno y está dada por los diferentes procesos de formación geológica. El grado de pendiente parece tener efectos directos, al menos en

algunos casos, en la composición y estructura de la vegetación. Al respecto y como ejemplo, Heinsdijk (1957) y Lamprecht (1954) encontraron en la selva brasileña y en los bosques montanos de Venezuela, respectivamente, que las zonas de altas pendientes son más ricas en árboles pequeños y delgados mientras que las mesetas poseen muchos más árboles grandes y gruesos. Este comportamiento está relacionado con la mayor profundidad de los suelos en áreas planas.

En este método la pendiente se mide cada 25 m a todo lo largo de los transectos, obteniendo tres mediciones por transecto y doce mediciones para cada elemento del paisaje. La medición de la pendiente se hace de forma sencilla, empleando la geometría de triángulos y la teoría de cálculo de ángulos.

Perpendicular al suelo se coloca una vara de 1 m de longitud y con un decámetro se mide la distancia al suelo de manera tal que se forme un ángulo de 90° entre la vara y el decámetro. La vara opera como cateto opuesto (c.o) y el decámetro como cateto adyacente (c.a). El cálculo del inverso de la tangente permite obtener el valor del ángulo θ . Por la ley de complementariedad de ángulos, el valor de θ es igual al valor del ángulo σ , el cual corresponde a la inclinación del terreno (Figura 3.9).

Con miras a construir una colección botánica de referencia es muy importante complementar las muestras botánicas con la recolección de material fértil (con flores y frutos). Esto es necesario ya que en los transectos un alto porcentaje de las muestras se encuentra en estado infértil, lo que hace difícil su determinación taxonómica. Estas colecciones adicionales se hacen mediante recorridos esporádicos por el área de estudio, tomando muestras (mínimo cuatro) a los individuos que en ese momento

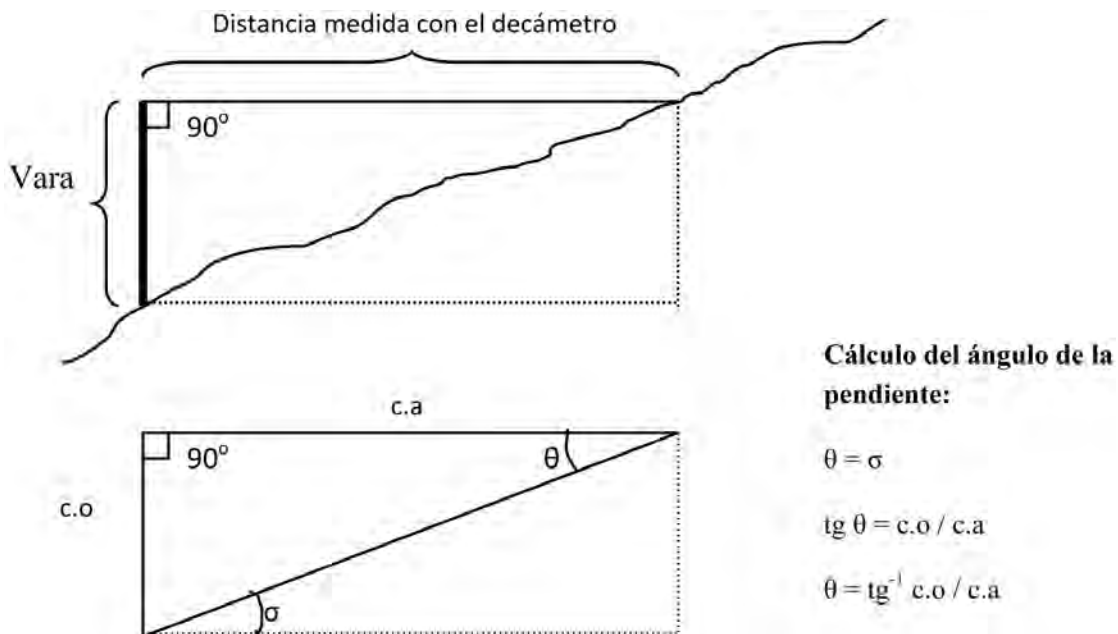


Figura 3.9. Esquema que ilustra la medición en campo y posterior cálculo del valor del ángulo de la pendiente utilizando trigonometría básica

contengan flores y frutos. Es importante realizar una cuidadosa anotación de todos los datos de los ejemplares colectados y la descripción de las características que puedan perderse durante el prensado y secado del material (color, sabor, olor y otras más).

Caracterización biológica de aves

Como se mencionó anteriormente, debido a las diferencias en tamaños y formas en los diferentes elementos de un paisaje rural, fue importante escoger un método de caracterización de aves que se pueda emplear en cualquier elemento del paisaje dentro de un rango amplio de tamaños. De los diferentes métodos registrados en la literatura (transectos lineales, capturas con mallas de niebla, mapeo, otros), el método de los puntos de conteo ofrece esta posibilidad mejor que otros.

El presente método de caracterización de aves se fundamenta en el uso de puntos de conteo con radio fijo, que se pueden pensar como transectos de longitud y velocidad cero donde el investigador registra todos los individuos de cada especie. Un buen número de puntos de conteo espaciados correctamente en el área de muestreo, proveen datos más representativos en comparación con, por ejemplo, el uso de unos pocos transectos (Colin *et al.* 1992).

En cada elemento del paisaje se realizan dos puntos de conteo con radio fijo de 50 m, separados el uno del otro por 50 m (Figura 3.1 y 3.10). En el punto de conteo se hace distinción entre las aves que

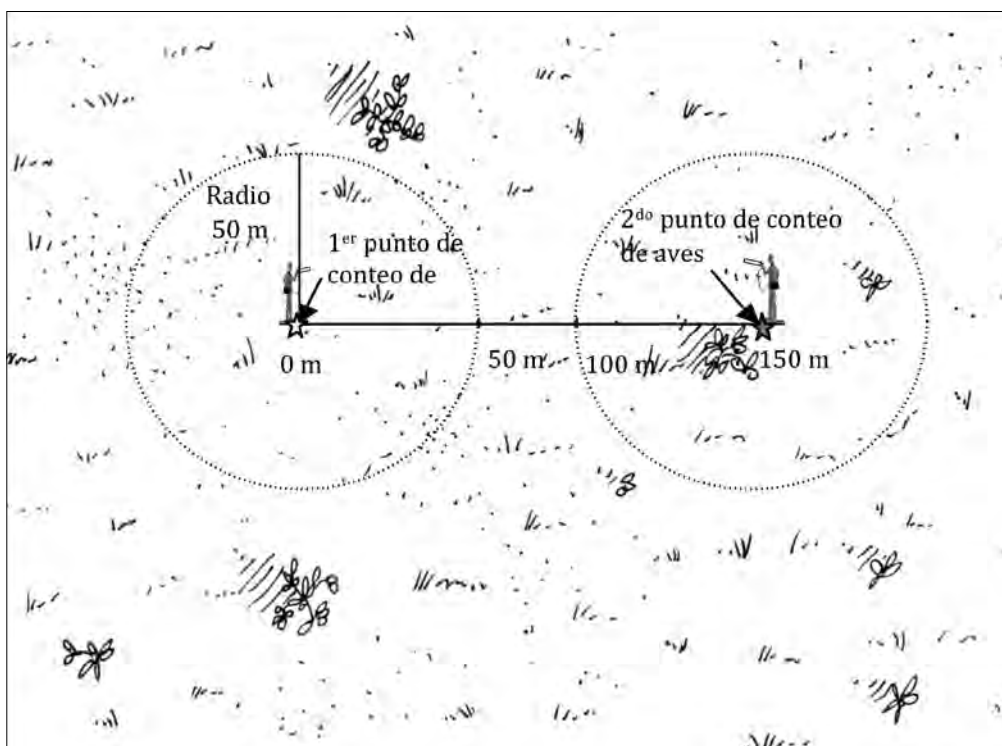


Figura 3.10. Esquema del diseño de puntos de conteo para aves en paisajes rurales

se ubican dentro de la circunferencia con radio de 50 m y por fuera de ésta. Esto permite concentrar los datos en las aves presentes en el elemento que se está muestreando, sin considerar las aves que se escuchan o ven mientras utilizan elementos vecinos en el paisaje.

El trabajo en campo tiene un rango de actividad de 6:00 a.m. a 10:00 a.m. En cada punto de conteo se realizan observaciones y grabaciones durante 15 min, por tres días. Considerando un tiempo razonable de desplazamiento del investigador entre punto y punto, el tiempo de trabajo para cada elemento del paisaje es de unos 45 min, lo cual permite con facilidad el muestreo de varios elementos en un mismo día.

El diseño expuesto aplica para elementos tipo parche (ejemplo: plantaciones forestales, fragmentos de bosque; áreas de cultivo, entre otros) y matriz. El diseño se modifica en el caso de elementos tipo borde o ecotono y elementos lineales (ej. corredores de bosque, bosques y vegetación riparia), ya que estos son angostos y con gran influencia de la matriz.

Consideraciones especiales en la metodología

Muestreo de elementos tipo borde o ecotono: Se establece un punto de conteo fuera del bosque de tal manera que el observador se ubica en el potrero para registrar desde allí las especies de los potreros y del bosque. Este punto permite la detección de especies en el potrero que no estén cantando y de especies que utilizan el dosel del bosque en los bordes. Igualmente, se detectan auditivamente las especies que cantan en el bosque.

Se establece otro punto de conteo 1 ó 2 m dentro del bosque, de tal manera que el observador se ubica dentro del bosque. Este punto facilita la detección de las especies más silenciosas mediante observación visual, así como el registro auditivo de las especies en el potrero y en el bosque (Figura 3.11a).

Muestreo de elementos del paisaje lineales: En las cañadas también se ubica un punto de conteo dentro de la cobertura boscosa de la cañada y el otro punto por fuera de ella. Sin embargo, en el punto de conteo por fuera de la cañada sólo se consideran las aves que estén utilizando la vegetación de la cañada y se ignoran las aves en la matriz, así ellas estén dentro de los 50 m de radio de detección del punto de conteo (Figura 3.11b).

Para realizar las observaciones es necesario tener binoculares, una libreta de campo o una grabadora pequeña para registrar las observaciones y una guía de aves (Hilty y Brown 2001).

Registros auditivos

La grabación de los sonidos emitidos por las aves es una técnica muy eficiente de muestreo, no sólo porque la detección de la mayoría de las especies es más fácil por medios auditivos que visuales, sino porque la grabación misma constituye evidencia física de su presencia en el área de estudio.

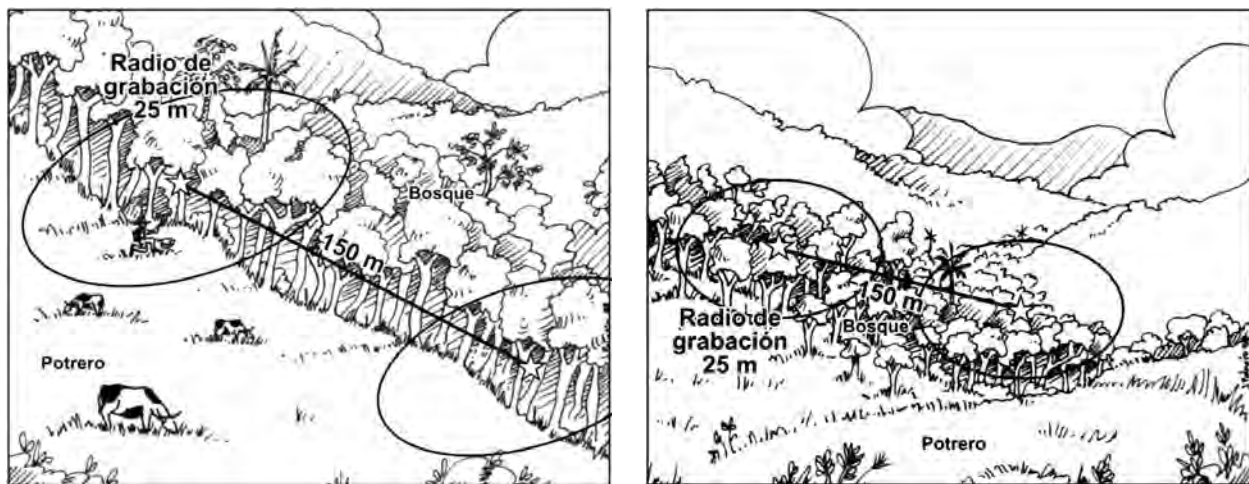


Figura 3.11. Esquema de las modificaciones del diseño de muestreo para aves. a. Elemento bordes. b. Elemento cañadas

El equipo básico para realizar grabaciones se compone de una grabadora análoga o digital, micrófono, fuente de poder, audífonos y cassetes o memorias de almacenamiento. Existen muchos tipos de equipos de grabación, en un gran rango de precios, marcas y modelos.

Técnicas de grabación en campo

Al iniciar el muestreo en cada punto de conteo, el observador graba con su voz los siguientes datos: fecha, hora, tipo de elemento y número del cuadrante, punto de conteo y repetición. Al grabar su voz, en caso de utilizar grabadoras análogas se pone el volumen de grabación en el nivel dos y con los audífonos se verifica que esté grabando bien. El movimiento en la aguja del medidor VU confirma que la grabación está en operación. Al terminar de hablar, se sube el volumen de grabación a un rango entre 4 a 6. En lo posible no se debe permitir que la aguja del medidor de intensidad de grabación ascienda hasta el nivel rojo, pues esto significa que el sonido se está distorsionando. En caso de utilizar grabadoras digitales, se debe estar atento a que el medidor de intensidad no pase a rojo. Es importante evitar movimientos bruscos ya que el ruido que se genera puede dañar la grabación.

Es importante grabar ininterrumpidamente por 15 min en cada punto de conteo. Con frecuencia, en el momento de muestreo el observador no percibe todos los sonidos emitidos por las aves, ya sea porque son muy agudos, muy graves, o simplemente porque no se prestó suficiente atención. Este problema se evita cuando todos los sonidos quedan registrados en la cinta.

Si se utiliza grabadora análoga, cada lado de un casete de 45 min permite grabar dos puntos de conteo y sobra un pedazo de cinta. Es recomendable adelantar este pedazo y grabar el tercer y cuarto punto en el otro lado del casete. Es importante tener en cuenta que algunos modelos de grabadora no permiten grabar en los dos lados del casete.

Identificación de cantos en el laboratorio

Para familiarizarse con las vocalizaciones de las especies reportadas para la zona es recomendable acceder a una colección de sonidos animales. En el Banco de Sonidos Animales del Instituto Humboldt es posible consultar discos compactos de sonidos de aves de varias partes del mundo y una cantidad considerable de cantos de aves colombianas.

Algunas especies son fáciles de identificar porque su canto presenta características acústicas muy conspicuas, como el cucarachero común *Troglodytes aedon*. Sin embargo, un buen número de especies presentan cantos más difíciles de reconocer en campo, como los reclamos de las tángaras, con emisiones sonoras de muy corta duración y un espectro de frecuencias muy similar entre las diferentes especies (Figura 3.12). En casos como éste, el sonograma permite diferenciar y al mismo tiempo identificar con precisión la especie que emitió el canto, sin requerir su visualización en campo.

Un sonograma es una gráfica de la frecuencia del sonido en función del tiempo, donde la amplitud del sonido está representada en una escala de grises o de colores (Chariff *et al.* 1995). La construcción de sonogramas se realiza mediante programas especializados de análisis acústico. Es preferible utilizar un programa capaz de construir sonogramas en tiempo real (Syrinx, Spec Lab para PC, Raven para MacIntosh). Información sobre los diferentes tipos de programas para computadores PC y MacIntosh se puede conseguir en la página www.bioacousticanalysis.com.

El sonograma hace visible los diferentes componentes del sonido de un canto. Para el oído humano, el canto del cucarachero sabanero, representado en la Figura 3.13, es un sonido constante. Sin embargo, este canto está conformado por múltiples y breves emisiones de sonido que se suceden entre sí a intervalos de tiempo muy cortos. Las emisiones se representan como manchas continuas en el sonograma, separadas por silencios -espacios en blanco- y se conocen con el nombre de notas. Este canto presenta diferentes tipos de notas. La unión de las notas compone el canto, el cual se configura de una manera específica. Una especie puede emitir un solo tipo de canto, aunque la mayoría emite dos o más tipos de cantos diferentes, a lo cual se denomina repertorio de canto (Heckenlively 1970, Caycedo 2000).

En las aves, algunas características del canto son modificadas durante el aprendizaje de los individuos jóvenes o por otros procesos durante la vida de un individuo, dando lugar a la variación geográfica en el tipo de canto y del repertorio. Las vocalizaciones (cantos y reclamos) de una especie semeja a las huellas digitales de los humanos, es decir, son una señal acústica que permite el reconocimiento específico; cada especie presenta vocalizaciones que la caracteriza. Por otra parte, en los elementos con cobertura boscosa es más frecuente escuchar las vocalizaciones de las diferentes especies de aves que observarlas. De esta manera, las vocalizaciones, relativamente fáciles de muestrear y analizar, son de gran utilidad para llevar a cabo los muestreos en campo.

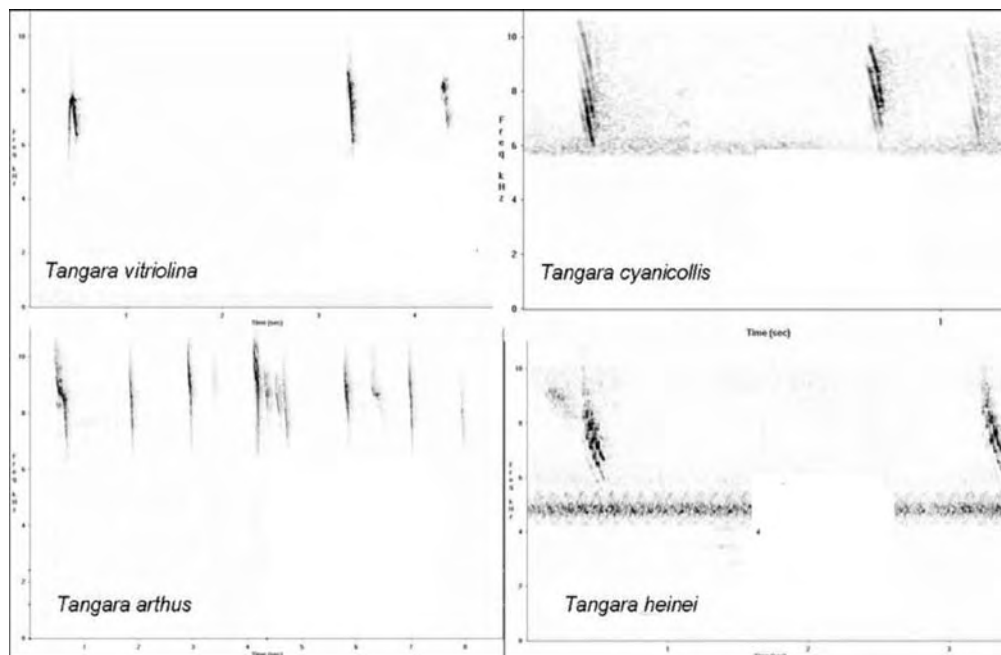


Figura 3.12. Diferenciación de cuatro especies de tangaras mediante sonogramas del canto, sonogramas realizados con el programa de análisis acústico Syrinx (www.syrinx.com)

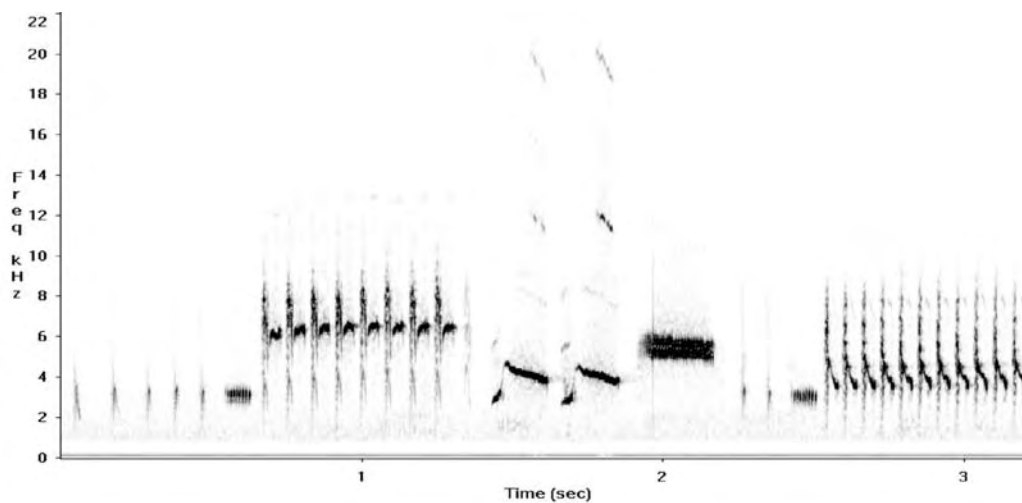


Figura 3.13. Sonograma de *Cistothorus platensis* (cucarachero sabanero) elaborado con el programa Syrinx. El eje Y representa la frecuencia y el eje X el tiempo.

Colecciones de referencia

Para la identificación de especies y el estudio de variaciones geográficas del canto es de gran utilidad construir una colección de referencia de los sonogramas. Algunas especies de aves ejercitan sólo un canto durante toda su vida. Sin embargo, la mayoría de aves tienen uno, dos o inclusive cientos de cantos que componen su repertorio vocal (Kroodsma y Verner 1978, Todt 2004). Disponer del mayor

número de cantos y sonogramas resulta muy útil para lograr la identificación precisa a nivel de especie, al comparar de manera selectiva y sistemática los cantos que no fueron reconocidos en campo con los cantos de la colección de referencia, tanto en el campo sonoro como visual.

Una buena forma de comenzar una colección de referencia es acopiando todos los cantos de los discos compactos comerciales que coincidan con la lista de especies de la zona de estudio. Se elabora una lista de vocalizaciones y luego se hacen los sonogramas de cada canto por especie, ordenándolos por familias o por tipos de canto, por ejemplo, trinos, cantos armónicos, llamadas o reclamos.

Almacenamiento de las grabaciones de cantos en formato digital

La utilidad de una colección de referencia depende en gran medida del orden de almacenamiento de las grabaciones de los cantos. Cada grabación se registra con el número del contador de la grabadora y el número y lado del casete, seguido por el nombre de la especie. Los sonidos de las grabaciones se digitalizan mediante un programa de análisis acústico y se archivan en forma ordenada. De esta manera el canto no identificado (duda) es fácil de ubicar para su posterior determinación acudiendo a bancos de sonidos o a la identificación por expertos.

Caracterización biológica de hormigas

El protocolo ALL (Ant Leaf Litter), propuesto por Agosti y Alonso (2000), es un método estándar para coleccionar hormigas de suelo que pretende garantizar uniformidad. El método propuesto en esta fase del esquema de planeación es una adaptación del protocolo ALL para trabajar en paisajes rurales en donde el tamaño de los elementos del paisaje limita el tamaño de los muestreos.

El muestreo se realiza en cada elemento del paisaje utilizando el transecto principal de 150 m de largo por 10 m de ancho (Figura 3.1). Las estaciones de muestreo, compuestas por una trampa de caída y un saco mini-Winkler, se ubican en los primeros y últimos 50 m del transecto, dejando libres los 50 m restantes. Las trampas de caída y sacos mini-Winkler se ubican perpendicularmente a la dirección del transecto de muestreo, de manera alternada y separadas 10 m una de la otra, como se especifica en la Figura 3.14. En lo posible cada trampa debe quedar con una distancia de 5 m a cada lado de la línea del transecto central. Este diseño permite establecer 12 estaciones con 24 trampas (12 de caída y 12 mini-Winklers) por transecto. Por tratarse de técnicas complementarias, cada una captura una porción distinta de la fauna de hormigas de suelo. El uso simultáneo de técnicas permite obtener inventarios más completos y mejores estimaciones de la riqueza esperada (Longino *et al.* 2002).

En elementos lineales como cañadas, cercas vivas y barreras rompevientos, las trampas se ubican directamente sobre la línea del transecto central y no perpendicularmente a ésta (Figura 3.15). En este caso, las trampas también son alternadas y su cantidad es la misma, razón por la cual el transecto en elementos lineales es de 230 m de longitud.

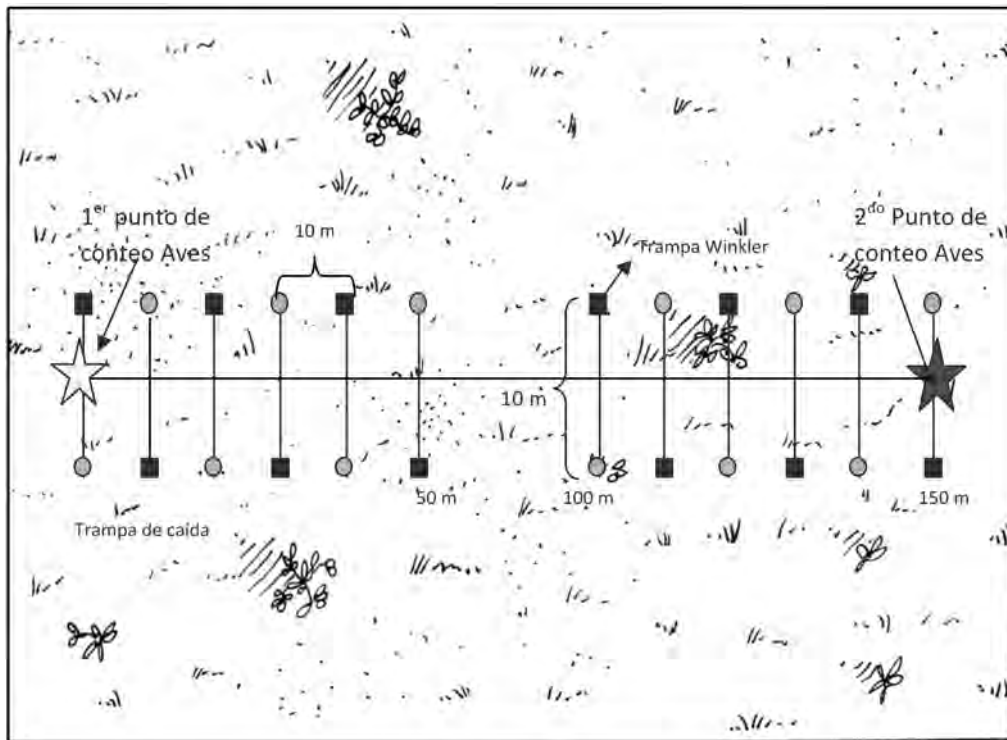


Figura 3.14. Ubicación de las trampas de hormigas sobre transectos de muestreo de 150 m

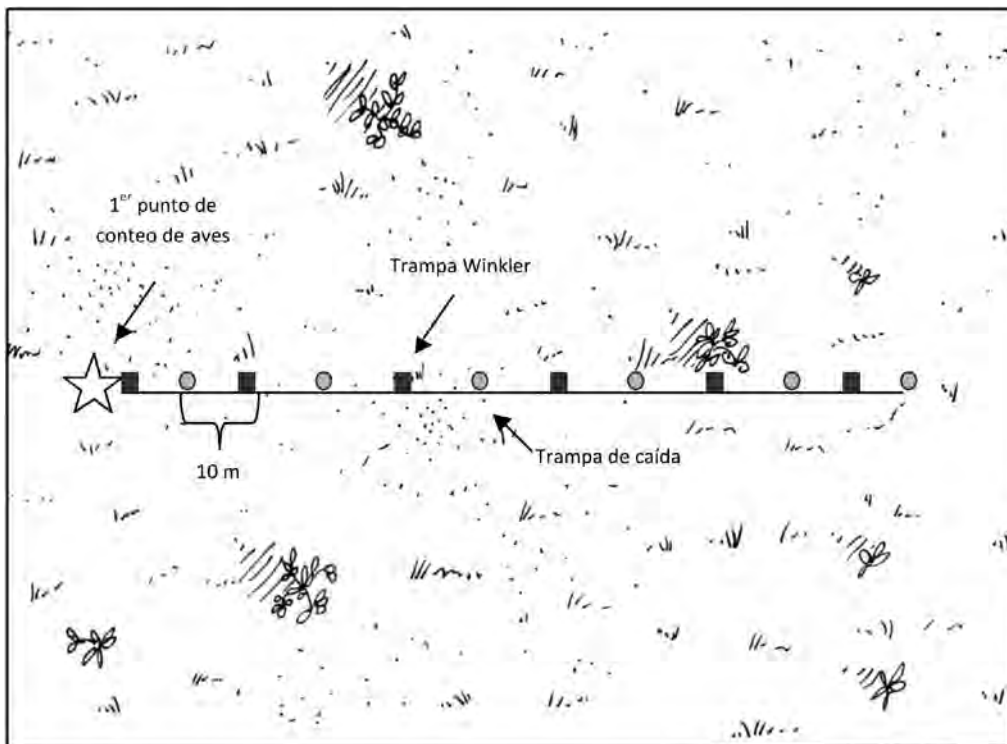


Figura 3.15. Ubicación de las trampas de hormigas sobre transectos de muestreo de 230 m en elementos lineales del paisaje

Trampa de caída

La trampa de caída (en inglés pitfall) consiste en un vaso plástico de 10 cm de diámetro (14 onzas aprox.) a medio llenar con una solución de alcohol etílico al 70%. Para su instalación en el sitio seleccionado se abre un hueco con profundidad suficiente para enterrar a ras de suelo el vaso plástico, se camufla con material vegetal y se deja actuar por 24 horas. La trampa captura insectos que caminan o forrajean en la superficie del suelo. Las hormigas capturadas se colectan en bolsas de sello hermético con alcohol al 70%, rotuladas con los datos de la estación, tipo de trampa y lugar de muestreo.

Los materiales necesarios para instalar una trampa de caída son:

- Vaso plástico de 14 onzas (diámetro 8 cm y profundidad 15 cm)
- Pala de jardinería y machete
- Etanol al 70%
- Bolsas de sello hermético
- Pinzas de punta fina o pinces
- Saco mini-Winkler

Para capturar hormigas con esta técnica se siguen estos pasos:

- Se raspa 1 m² de superficie del suelo, recogiendo la primera capa de suelo y toda la hojarasca que allí se encuentra.
- El material vegetal se pasa por un cernidor o colador de malla plástica acompañado de un recipiente plástico que recoge el material vegetal cernido, el cual es empacado en bolsa plástica y transportado al saco mini-Winkler.
- El material vegetal cernido es colocado en una malla de tela que se encuentra en el interior del saco mini-Winkler.
- El saco se cierra y cuelga por 48 horas. Durante este tiempo, las hormigas tenderán a moverse en respuesta a la perturbación de su hábitat (Bestelmeyer *et al.* 2000) y caerán en un recipiente con alcohol al 70% que se encuentra al final del saco.
- Las hormigas colectadas son almacenadas en bolsas de sello hermético con alcohol al 70%, rotuladas con los datos de la estación, tipo de trampa y lugar de muestreo.

Los materiales necesarios para instalar un saco mini-Winkler son:

- Cernidor de hojarasca (30 cm de diámetro y 80 cm de largo)
- Saco mini-Winkler (95 cm de largo y 33 cm de ancho)
- Bolsas plásticas gruesas (calibre 6) de 50 x 40 cm
- Guantes de jardinería

- Pala y machete
- Etanol al 70%
- Bolsas de sello hermético
- Pinzas de punta fina o pinceles

Temperatura del suelo

La temperatura se mide con un termómetro de suelo que es enterrado cada 20 m en el sitio donde se extrae la muestra de hojarasca. La lectura de temperatura del suelo es especialmente importante ya que las poblaciones de hormigas están íntimamente ligadas a las condiciones microclimáticas y reguladas por sus fluctuaciones (Brown 1973). La fragmentación de los bosques y prácticas agrícolas inapropiadas producen fuertes cambios en la temperatura y humedad del suelo, y la extinción local de un gran número de especies (Anderson y Swift 1983, Shibu *et al.* 1996).

Trabajo en laboratorio

El trabajo de laboratorio consta de dos etapas: limpieza y separación de muestras. La limpieza y separación de muestras es muy importante para cualquier trabajo con insectos, pues de ella depende que se disponga de todo el material entomológico colectado, debidamente separado, limpio, etiquetado (temporalmente) y preservado para el análisis. Esta labor requiere destreza en el reconocimiento de los organismos, en el manejo de los elementos del laboratorio (pinzas, cajas de Petri, estereoscopio), concentración y paciencia en la revisión.

El procedimiento de limpieza consiste básicamente en tomar una muestra a la vez, vaciarla en un cedazo fino y colocarla bajo un chorro suave de agua limpia, sólo lo suficiente para eliminar o filtrar el alcohol sucio. Luego, la muestra se pone en una caja de Petri con un poco de agua para la revisión y separación bajo un estereoscopio con lentes de aumento 20X. Los insectos separados se almacenan en viales de 2,5 ml con alcohol al 96% con sus respectivas etiquetas. Todo el proceso (limpieza, separación y etiquetado) toma en promedio entre 15 y 20 minutos por muestra.

Son muchos los órdenes de insectos y otros artrópodos del suelo que se colectan con las técnicas de captura descritas pero, en general, se separan en dos grandes grupos de insectos: Hymenoptera (Formicidae, Apidae y Vespidae) y Coleóptera (Carábidae y Estafilinidae), dependiendo de la densidad de organismos colectados. El resto de insectos y artrópodos se depositan en un vial común con alcohol al 96% quedando disponible para ser clasificados posteriormente.

Seguidamente, las hormigas separadas se identifican por género y morfoespecie o especie, con ayuda de un estereoscopio con poder de aumento 250X, empleando las claves taxonómicas y el material bibliográfico disponible. Cumplida la identificación, se monta un ejemplar por tipo de

elemento del paisaje para hacer la colección de referencia de la zona de estudio. En los casos en que se encuentren representantes de cada casta (obreras, soldados, reinas y machos) de una misma especie, se montarán juntos en un mismo alfiler. Los demás individuos son almacenados en viales con alcohol al 96%.

Montaje en seco, etiquetado e identificación de los ejemplares: El ejemplar colectado se coloca sobre una superficie perforable (corcho, espuma plástica o poliestireno expandido (EPS), este último también llamado de múltiples maneras según el país: icopor, tecnopor, telgopor, isopor, unicel, entre otros nombres comunes). Con la ayuda de pinzas y alfileres, se extienden las patas y antenas dejando pasar unos pocos minutos para que la hormiga se seque en la posición adecuada. Luego, del lado derecho del tórax de la hormiga, entre el segundo y tercer par de patas, se pega la punta doblada de un triángulo de papel previamente cortado. El triángulo de papel es perforado por un alfiler el cual llevará también las etiquetas del espécimen. El alfiler entomológico es la herramienta principal en el montaje de insectos y debe ser de buena calidad e inoxidable para que no dañe las etiquetas ni el espécimen.

Una vez terminado el trabajo de laboratorio, las muestras son almacenadas en una colección entomológica capaz de realizar el debido manejo y mantenimiento a fin de evitar el deterioro del material, quedando disponible para revisión, consulta y futuras investigaciones.

Almacenamiento y sistematización de la información

La identificación taxonómica, los datos de colección y algunas características ecológicas de cada espécimen se consignan en tablas ordenadas según los atributos del grupo biológico. Existen varios grupos de datos asociados al espécimen: datos de localidad, datos de la técnica de captura y método de muestreo, datos taxonómicos, datos ecológicos. En general, estos grupos de datos se estructuran en matrices (filas y columnas) que ayudan a una mejor visualización y organización de los datos. En las filas se consigna la información de cada especie, colectada por una técnica de captura en un sitio dado, que constituye un registro de colección. En las columnas se dispone la información de los diferentes grupos de datos o variables.

Si bien los datos varían de acuerdo con los intereses del investigador o a la pregunta de investigación, siempre se deben registrar y conservar los datos básicos que conforman el registro de colección del espécimen. Los datos se almacenan en una base de datos construida en un programa manejador de conjuntos o bases de datos (ej. Microsoft Excel o Access®).

Análisis de información para los grupos objetivo

Después de terminado el proceso de caracterización biológica en los paisajes con la información consignada en la base de datos se procede a la definición de la diversidad alfa para cada grupo obje-

tivo, para cada réplica de elemento del paisaje y para cada elemento del paisaje. En este proceso la diversidad alfa se estima como la riqueza de especies de cada réplica de elemento del paisaje (Moreno 2001). Para estimar la riqueza total de cada elemento del paisaje se hace la acumulación de la riqueza de las diferentes réplicas por tipo de elemento del paisaje.

Recomendaciones a la metodología para la caracterización de biodiversidad en paisajes rurales

El Proyecto Andes que ejecutó el Instituto Humboldt definió *a priori* como área de estudio para la evaluación biológica de los paisajes, un área de 2.500 hectáreas (ventana de paisaje rural). La ubicación específica de esta área en el paisaje fue un proceso concertado con las autoridades locales y regionales en los diferentes departamentos de la zona andina. Al evaluar espacialmente su ubicación en el territorio, estas ventanas reflejaron en una buena proporción el concepto de cuenca hidrográfica. Las cuencas constituyen un área donde interdependen e interactúan, en un proceso permanente y dinámico, el agua y los recursos bióticos (flora y fauna); una de las características fundamentales de las cuencas es que en sus territorios se produce la interrelación entre los sistemas biofísicos y el sistema socioeconómico, formado por los usuarios de las cuencas, sean habitantes o beneficiarios de la misma (Dourojeanni *et al.* 2002).

En este sentido, la decisión final sobre el área de estudio dependerá seguramente de aspectos como los recursos disponibles del proyecto y el tiempo para su ejecución, sin embargo, articular espacialmente la ventana del paisaje rural a una cuenca contribuirá a avanzar adecuadamente en el desarrollo de las fases del proceso de planeación. Entre las principales razones se puede citar el papel fundamental que a futuro desempeñarán los habitantes rurales en la aplicación de las acciones diseñadas en pro de incrementar las oportunidades de conservación de la biodi-



versidad en el paisaje rural. Por esto, la cuenca es importante pues articula los hábitats, los sistemas productivos, los caminos y las vías de acceso a las fincas, entre otros; y el hecho de que los habitantes rurales enfrenten condiciones similares para bien o para mal, le confiere a la cuenca características socioeconómicas y culturales comunes que serán claves para la concertación con los propietarios privados y la sostenibilidad del proceso de conservación.

Finalmente, esta metodología de caracterización de la biodiversidad en paisajes rurales demostró ser bastante eficiente en la generación de información, situación que se ratificó en los análisis de acumulación de especies donde la estimación estuvo en promedio por encima del 80%. Sin embargo, sólo se probó en paisajes rurales andinos (ganaderos, cafeteros, cañeros y de enclaves secos andinos), por lo que se sugiere validar esta metodología en otras áreas del país como por ejemplo, paisajes transformados de selvas bajas, paisajes de sabana o piedemontes (Mendoza *et al.* 2008).

Identificación de elementos del paisaje rural con valor de conservación

La pérdida acelerada e irreversible de la biodiversidad en paisajes transformados, hace necesario el desarrollo de metodologías que no sólo utilicen varios grupos focales para estimar la biodiversidad,



sino también que faciliten la priorización de sitios en los paisajes rurales para su conservación. De esta manera, la información podrá ser utilizada de manera rápida y oportuna en los procesos de planeación para el mantenimiento y mejoramiento de la biodiversidad, y de los bienes y servicios ambientales que allí se generan (Mendoza *et al.* 2008).

La disponibilidad limitada de recursos en estos proyectos hace que dentro de una estrategia de conservación se deba priorizar entre los diferentes sitios o elementos del paisaje rural para adelantar acciones de preservación, recuperación o mantenimiento. Se ha demostrado que áreas seleccionadas utilizando criterios de amenaza y endemismo desempeñan considerablemente mejor su función de conservación que áreas seleccionadas al azar (Bonn *et al.* 2002).

Muchos pueden ser los atributos que pueden ser considerados claves para priorizar entre diferentes elementos del paisaje, ya que estos varían en estructura y composición de las comunidades bióticas que los constituyen. Los objetivos del proyecto, la cantidad y calidad de la información disponible determinarán las variables utilizadas para valorar entre elementos que desde una visión puramente conservacionista no difieren en importancia, más aún cuando se trata de un paisaje fragmentado donde cada remanente puede estar manteniendo una comunidad específica y puede estar cumpliendo una función en la dinámica del paisaje. Dos perspectivas diferentes se hacen evidentes al priorizar entre sitios, primero, enfocarse en los sitios más degradados para mejorar sus condiciones como hábitat para especies de interés para conservación (ejemplo, especies de interiores de bosque, amenazadas o endémicas) o, segundo, enfocarse en los sitios que albergan esta fauna y flora de interés para conservación buscando preservarlas, protegerlas o ampliar el hábitat disponible. En ambos casos, la priorización es una herramienta de gestión para adelantar de manera participativa y concertada objetivos de conservación—restauración a escala de paisaje.

La identificación de sitios prioritarios para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales es una necesidad pues permite dirigir los esfuerzos en la recuperación de los hábitats y de la conectividad perdida, basándose en criterios técnicos producto de la investigación científica de campo, y ofreciendo información enfocada y eficiente para el diseño y la implementación de herramientas de manejo del paisaje.

Definición del índice de valor de conservación del paisaje

El elemento central de este paso metodológico es la concreción de un índice de valor de conservación que recoge y agrupa la información (diversidad alfa) de los diferentes grupos biológicos objetivos utilizados, que funcionan a diferentes escalas ecológicas. El índice genera una priorización y con esta priorización se busca identificar los sitios que albergan el mayor número de especies de interés para la conservación, resaltarlos y enfocar en ellos los esfuerzos de conservación. Igualmente, la priorización apoya el diseño de herramientas de manejo del paisaje, ya que estas fortalecerán el incremento de la calidad de los hábitats e incrementarán la conectividad estructural y funcional en el paisaje. El objetivo de la priorización en síntesis es el mantenimiento de poblaciones viables de especies sensibles debido a requerimientos específicos de cantidad y calidad de hábitat en el paisaje rural.

Los criterios tenidos en cuenta en esta metodología para la identificación de elementos del paisaje importantes para la conservación están relacionados estrechamente con la diversidad alfa: 1. Riqueza total de especies por réplica de elemento del paisaje para cada grupo objetivo; 2. Número de especies endémicas de cada grupo objetivo que se encontraron en cada réplica de elemento del paisaje y 3. Número de especies amenazadas de cada grupo objetivo presentes en cada réplica de elemento del paisaje. En el caso de especies que son amenazadas y endémicas, estas se consideran en ambos criterios.

Adicionalmente, en este proceso de priorización se deben definir los valores observados de cada grupo objetivo en cada una de las réplicas de los elementos del paisaje, para cada uno de los tres criterios usados que permitirán construir el índice de valor de conservación. Es decir, para cada grupo biológico y para cada réplica de elemento del paisaje con la ayuda de la información secundaria y literatura actualizada se establece, además del número de especies, las especies amenazadas y las especies endémicas para cada grupo objetivo. Con estos datos se deben construir tablas para cada grupo objetivo. Estas tablas tendrán el siguiente diseño: la primera columna corresponderá a las réplicas de todos los elementos del paisaje y la segunda, tercera y cuarta columna contendrán los datos con los resultados de la diversidad de acuerdo a los tres criterios de evaluación (Tabla 3.1). Como resultado de este paso metodológico se deben tener tantas tablas como grupos objetivos se hayan utilizado en el estudio.

Tabla 3.1. Tabla ilustrativa de la presentación de los resultados de los criterios para cada grupo objetivo en el proceso de construcción del índice de valor de conservación. (En este ejemplo se presentan cinco elementos del paisaje; C: cañadas; E: Bordes de bosque; F: fragmentos de bosque; M: pastizales y P: plantaciones forestales). No. S = resultado del número de especies del criterio para cada grupo objetivo, en cada réplica del paisaje.

Réplica del elemento del paisaje	Riqueza de especies	Nº de especies amenazadas	Nº de especies endémicas
B1	No. S	No. S	No. S
B2	No. S	No. S	No. S
B3	No. S	No. S	No. S
B4	No. S	No. S	No. S
B5	No. S	No. S	No. S
B6	No. S	No. S	No. S
B7	No. S	No. S	No. S
B8	No. S	No. S	No. S
C1	No. S	No. S	No. S
C2	No. S	No. S	No. S
C4	No. S	No. S	No. S
C5	No. S	No. S	No. S
C6	No. S	No. S	No. S
C7	No. S	No. S	No. S
C8	No. S	No. S	No. S
E1	No. S	No. S	No. S
E2	No. S	No. S	No. S
E3	No. S	No. S	No. S

Réplica del elemento del paisaje	Riqueza de especies	Nº de especies amenazadas	Nº de especies endémicas
E5	No. S	No. S	No. S
E6	No. S	No. S	No. S
E7	No. S	No. S	No. S
F4	No. S	No. S	No. S
F5.1	No. S	No. S	No. S
F5.2	No. S	No. S	No. S
F6	No. S	No. S	No. S
F8	No. S	No. S	No. S
M1	No. S	No. S	No. S
M2	No. S	No. S	No. S
M3	No. S	No. S	No. S
M4	No. S	No. S	No. S
M5	No. S	No. S	No. S
M6	No. S	No. S	No. S
M7	No. S	No. S	No. S
M8	No. S	No. S	No. S
P2	No. S	No. S	No. S
P3	No. S	No. S	No. S
P4	No. S	No. S	No. S
P6	No. S	No. S	No. S
P8	No. S	No. S	No. S

Para la construcción del índice de valor de conservación por grupo biológico, con los resultados tabulados en las tablas, se procede a generar rangos utilizando el método de percentiles (Osaragi, 2002). Es decir, para cada grupo biológico objetivo se define un primer índice de valor de conservación construyendo rangos mediante el método de percentiles, a partir de los datos obtenidos para cada uno de los criterios considerados. Este método fue seleccionado ya que de esta forma se aseguran rangos de igual tamaño (Figura 3.16). Se deben generar tres rangos (alto, medio y bajo) por cada criterio para cada grupo objetivo, a los cuales se les asignará un peso relativo de cinco, tres y uno, respectivamente, obteniendo, para cada replica de elemento del paisaje el máximo valor de 15 puntos (= 3 criterios X 5 puntos/criterio). Posteriormente se debe totalizar para cada grupo biológico objetivo, sumando los valores obtenidos en los rangos por cada réplica de elemento del paisaje, considerando

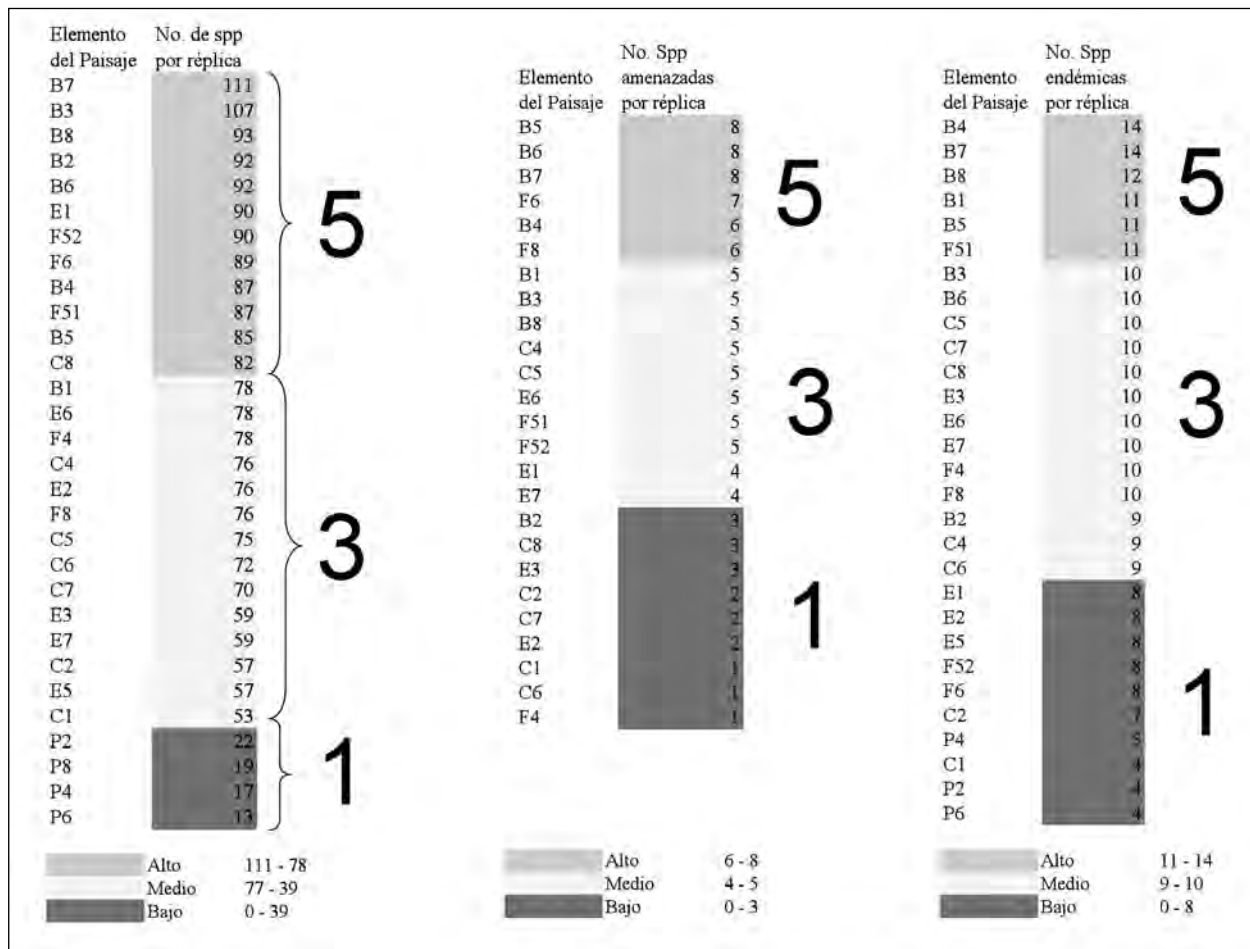


Figura 3.16. Ilustración de la aplicación del método de percentiles para generar los rangos y la valoración para cada criterio y para cada grupo objetivo en el proceso de construcción del índice de valor de conservación. (En este ejemplo se presentan cinco elementos del paisaje; C: cañadas; E: Bordes de bosque; F: fragmentos de bosque; M: pastizales y P: plantaciones forestales).

cada uno de los criterios utilizados (Figura 3.17). Un nuevo ejercicio de rangos a través del método de percentiles se debe realizar para establecer el índice de valor de conservación para el grupo biológico objetivo (Figura 3.17). Este resultado resalta los sitios en el paisaje con mayor valor de conservación desde la perspectiva de cada grupo biológico utilizado en la caracterización.

Finalmente, el índice de valor de conservación del paisaje se construye sumando la información de los grupos biológicos objetivo utilizados en la investigación. A partir del resultado de esta suma se genera un nuevo ejercicio de percentiles definiendo los rangos finales que corresponden a los índices de valor de conservación alto, medio y bajo que posteriormente se pueden espacializar en un mapa del paisaje con ayuda de un programa de SIG (Tabla 3.2). Este resultado final establece la importancia biológica relativa de los diferentes elementos del paisaje y determina cuáles son los sitios prioritarios para la conservación en el paisaje rural desde una perspectiva netamente biológica. Esta priorización

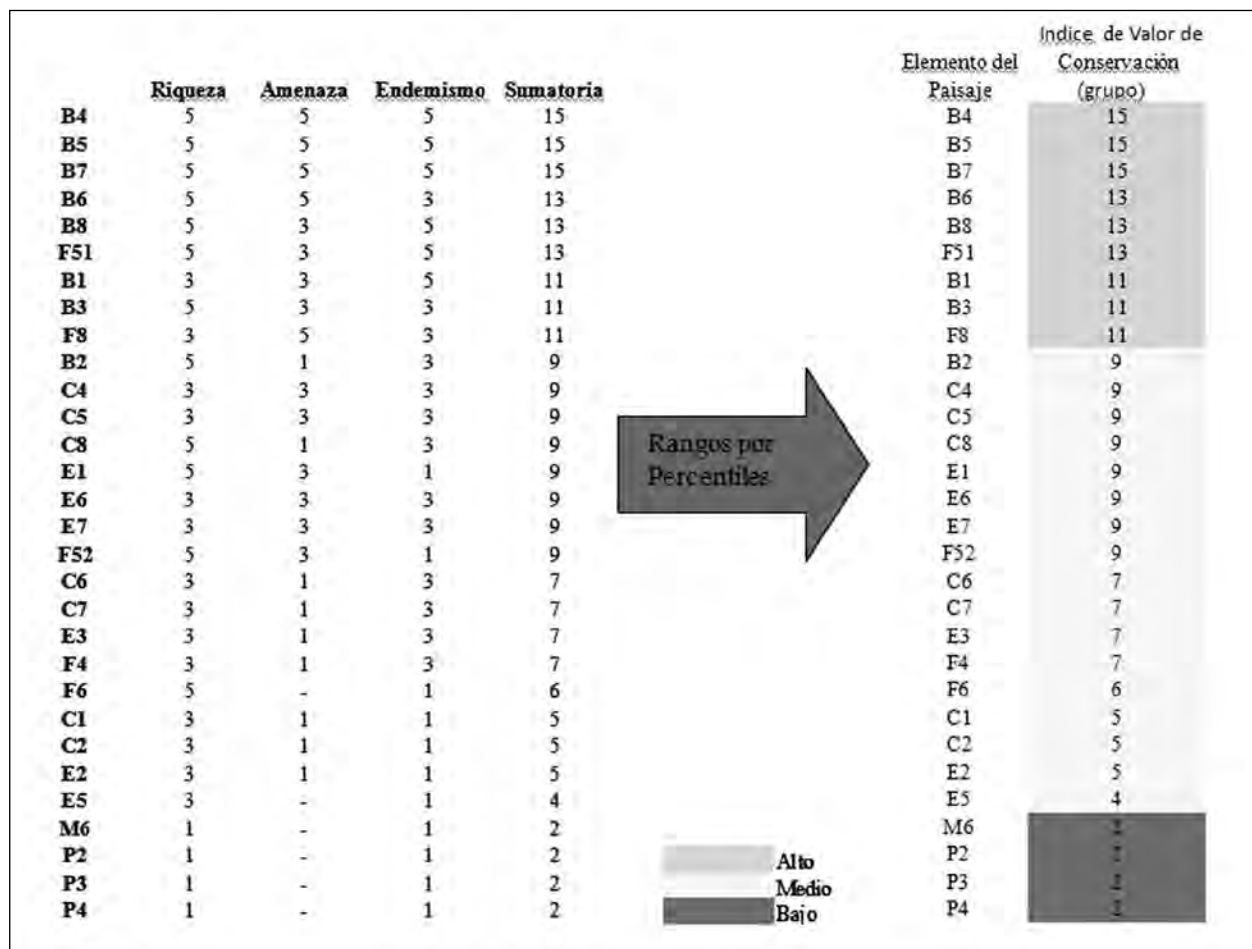


Figura 3.17. Ilustración de la aplicación del método de percentiles para establecer el índice de valor de conservación para cada grupo biológico utilizado. (En este ejemplo se presentan cinco elementos del paisaje; C: cañadas; E: Bordes de bosque; F: fragmentos de bosque; M: pastizales y P: plantaciones forestales). Rango Alto en verde, Rango Medio en amarillo y Rango Bajo en rojo.

es un insumo para iniciar el diseño de las acciones que harán parte de la estrategia de conservación (identificación de oportunidades de conservación) que incluirán metas e indicadores de seguimiento a corto, mediano y largo plazo.

Tabla 3.2. Ejemplo de la sumatoria final para la obtención del índice de conservación del paisaje considerando la información de todos los grupos biológicos objetivos analizados. Los códigos de las réplicas de los elementos del paisaje se relacionan en la tabla 1.

Réplica del elemento del paisaje	Grupo biológico objetivo 1	Grupo biológico objetivo 2	Grupo biológico objetivo 3	Índice de valor de conservación del paisaje
B1	Alto	Alto	Alto	Alto
B2	Medio	Alto	Alto	Alto
B3	Alto	Alto	Alto	Alto

Réplica del elemento del paisaje	Grupo biológico objetivo 1	Grupo biológico objetivo 2	Grupo biológico objetivo 3	Índice de valor de conservación del paisaje
B4	Alto	Medio	Alto	Alto
B5	Alto	Alto	Alto	Alto
B6	Alto	Alto	Medio	Alto
B7	Alto	Medio	Alto	Alto
E1	Medio	Alto	Alto	Alto
E3	Medio	Alto	Alto	Alto
B8	Alto	Bajo	Medio	Medio
C1	Medio	Medio	Alto	Medio
C2	Medio	Medio	Bajo	Medio
C4	Medio	Medio	Medio	Medio
C6	Medio	Bajo	Alto	Medio
C7	Medio	Medio	Medio	Medio
C8	Medio	Medio	Medio	Medio
E2	Medio	Medio	Medio	Medio
E5	Medio	Medio	Medio	Medio
E6	Medio	Medio	Alto	Medio
E7	Medio	Medio	Medio	Medio
F4	Medio	Medio	Bajo	Medio
F5.1	Alto	Medio	Medio	Medio
F5.2	Medio	Alto	Medio	Medio
F6	Medio	Alto	Medio	Medio
F8	Alto	Medio	Medio	Medio
M1	Bajo	Medio	Medio	Medio
M2	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
P4	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
M4	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
M5	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
M6	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
M7	Bajo	Bajo	Bajo	Medio

Réplica del elemento del paisaje	Grupo biológico objetivo 1	Grupo biológico objetivo 2	Grupo biológico objetivo 3	Índice de valor de conservación del paisaje
M8	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
C5	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
M3	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
P2	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
P3	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
P6	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
P8	Bajo	Bajo	Medio	Bajo

Consideraciones generales de la identificación de sitios con valor de conservación

El índice de valor de conservación del paisaje rural apoya el proceso de priorización de elementos del paisaje, y se basa en el conocimiento de la magnitud y distribución de la biodiversidad en paisajes fragmentados, basándose en información de caracterizaciones rápidas y eficientes, complementadas con la caracterización de la estructura espacial actual de los paisajes rurales. Una estrategia de conservación en paisajes rurales que sólo se base en la preservación de los fragmentos de bosque no será totalmente efectiva; el reconocimiento al aporte que hacen las otras coberturas del paisaje a la riqueza del paisaje o diversidad gama permitirá integrar estos sitios al diseño de una estrategia de conservación más integral. La experiencia en el Proyecto Andes evidenció que en paisajes fragmentados otras coberturas del paisaje rural como cañadas, cercas vivas, potreros arbolados, cultivos agroforestales, entre otros, están contribuyendo significativamente a la conservación de especies, por lo tanto, incorporar estos hábitats en una propuesta integral de conservación del paisaje será una estrategia más efectiva.

La experiencia de esta metodología en el marco del Proyecto Andes permitió reconocer fortalezas en su aplicación como que es una propuesta novedosa para la identificación de elementos prioritarios para conservación en paisajes rurales fragmentados; que se trata de un índice que facilita la gestión y la toma de decisiones en conservación basada en información primaria sobre biodiversidad; que permite hacer priorización de elementos del paisaje con fines de inversión en conservación basada en información de campo con tiempo y presupuesto reales; que es una metodología que permite de manera sencilla relacionar la información de diferentes grupos biológicos que funcionan a diferente escalas ecológicas para la toma de decisiones; que la información de la que parte este índice permite no sólo valorar los diferentes elementos del paisaje por características fisionómicas o de área sino por su valor biológico, y por último, que la presencia de especies de interés para la priorización con fines de conservación puede resaltar la importancia de otros elementos del paisaje como cañadas, cercas vivas o ciertos tipos de sistemas productivos, por ejemplo, que normalmente quedan por fuera de las planificaciones para la conservación.

Como toda propuesta metodológica, Ésta naturalmente tendrá evaluaciones positivas y negativas sobre su aplicación y sus resultados. Sin embargo, serán los potenciales usuarios de esta metodología los que aportarán a este análisis y seguramente contribuirán con su evaluación para lograr el mejoramiento de la misma a partir de experiencias pilotos con datos reales y resultados concretos.

Evaluación de la viabilidad socioeconómica de las fincas rurales

En esta etapa se predice el nivel de viabilidad socioeconómico de las fincas o predios en los que se encuentran los elementos del paisaje caracterizados biológicamente y priorizados según su valor de conservación. Es decir, con la información recogida y analizada en esta etapa se inicia la discusión acerca de la "sostenibilidad" de los elementos del paisaje que subsisten en medio de un paisaje rural y también de las herramientas de manejo del paisaje. Para ello, se realiza una caracterización socioeconómica de las fincas y con base los resultados de dicha caracterización se construye un indicador de "viabilidad socioeconómica". Con el indicador se busca predecir la posibilidad que tiene una finca, desde los elementos de decisión privados, de mantener la biodiversidad actual (elementos del paisaje priorizados) o realizar acciones de conservación.

Caracterización socioeconómica

La caracterización socioeconómica se realiza mediante encuestas semiestructuradas de percepción aplicadas a los propietarios o tomadores de decisión de los predios/fincas que contienen elementos del paisaje caracterizados biológicamente y otros que sean necesarios para alcanzar una muestra óptima. Esto significa que, en principio, el universo poblacional del muestreo lo definen los predios en los que se realizó la caracterización biológica. Cabe anotar que un predio puede tener más de un elemento del paisaje.

Con la encuesta se recoge información que permite identificar para cada uno de los sitios (predios con elementos del paisaje), con valores altos, medios y bajos de conservación, sus *oportunidades de conservación de biodiversidad*. No obstante, también recoge información útil para el *diseño de la estrategia de conservación*, herramientas de manejo del paisaje y mecanismos facilitadores; y para la *implementación de herramientas de manejo del paisaje y sus mecanismos facilitadores*, en sus fases negociación, establecimiento y mantenimiento.

La encuesta consta de siete secciones: Información general, toma de decisiones, croquis del predio, información de usos del suelo y productiva, uso de los recursos naturales, manejo de los recursos naturales, escenarios.

Las cuatro primeras secciones permiten un reconocimiento de las condiciones físicas del predio, de la toma de decisiones, de la presencia de este tomador de decisiones, de los sistemas productivos principales y secundarios y de la percepción acerca de la sostenibilidad económica de estos sistemas.

Esta información, si bien no hace parte del indicador de viabilidad socioeconómica, es necesaria como el primer insumo para la fase de negociación y diseño de las herramientas de manejo del paisaje.

La quinta sección *uso de los recursos naturales* indaga acerca de la dependencia que en la finca se tiene de los recursos agua, leña y madera, de las posibilidades que tienen de obtenerlos dentro del predio y de las necesidades mantenimiento de estos recursos.

En la sección de *manejo de los sistemas naturales y productivos* se toma en cuenta la presencia de sistemas productivos amigables con la biodiversidad y sus prácticas, así como las actividades de protección de bosques y de fuentes de agua.

Finalmente, en la sección *escenarios con herramientas de manejo del paisaje* se busca, en primer lugar, ambientar al encuestado con preguntas e información visual que lo ubiquen geográficamente en la zona de estudio. Se le suministra información acerca de los bienes y servicios que representan la conservación de los remanentes de vegetación natural. En segundo lugar, se le ubica en una situación **sin proyecto**, es decir, sin la HMP, haciendo énfasis en los riesgos que la fragmentación representa para las especies de fauna y flora-, o cualquier otro riesgo asociado- y se le indaga sobre su conocimiento de dicho riesgo. En tercer lugar, se le plantea un escenario **con proyecto** mostrándole el croquis de la HMP diseñada, vista tanto desde su predio como desde el paisaje, y señalándole las implicaciones de ésta sobre su sistema productivo, sobre sus sistemas naturales y los beneficios que se espera genere a la comunidad en general, en términos de producción de agua, regulación hídrica, aumento del hábitat, movimiento de las especies de fauna y flora de la región, según la HMP propuesta.

Indicador de viabilidad socioeconómica

En cualquier política, programa, proyecto con impactos ambientales y sociales es indispensable analizar sus posibilidades reales de implementación, desde diversos puntos de vista, entre ellos el socioeconómico, más aún cuando el desarrollo de estrategias de conservación de biodiversidad se realiza en tierras privadas rurales.



En este sentido, se propone el uso de un indicador para determinar la viabilidad socioeconómica de los sitios priorizados biológicamente, frente a las posibilidades de establecimiento de HMP. El indicador incluye variables (de la encuesta) que aportan información sobre el comportamiento de los propietarios con relación al *uso y manejo* de los recursos naturales de su predio y de otros lugares, es decir, aquellas que tienen el potencial de indicadores de la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales. Cabe anotar que las variables del indicador no son rígidas, pueden cambiar dependiendo del territorio objeto de estudio. Por ejemplo, si en una zona no hay cercas vivas pues no vale la pena considerar esta variable de manejo.

A continuación se describen las variables del indicador:

Variables de uso de los recursos naturales o dependencia de los recursos naturales:

1. Toma agua de nacimiento/quebrada de la finca para cualquier uso (doméstico y otros). AGUA
2. Cocción de alimentos con leña. LEÑA
3. Usa madera para autoconsumo, para venta, etc. MADERA.
4. Uso y tipo de uso de los subsistemas naturales (bosque natural, rastrojo alto, bosque plantado y gradual).

Variables de manejo de los sistemas naturales y productivos del predio:

1. Realiza actividades de protección en áreas de bosque en el predio.
2. Realiza actividades de protección de fuentes agua del predio.
3. Presencia de cercas vivas en el predio.
4. Realización de actividades de reforestación en el predio.

Cada una de las variables de uso se relaciona con cada una de las variables de manejo. El peso de cada una de las variables es el mismo, el rango de puntaje varía entre uno y menos uno (1 y -1), donde a mayor puntaje se tiene una mayor viabilidad socioeconómica, o se hace un uso más sostenible de los recursos naturales. La forma de relacionarlas y de obtener una valoración cuantitativa es la siguiente:

Caso 1. No usa los recursos naturales / No hace manejo positivo = Puntaje cero (0).

Caso 2. No usa los recursos naturales / Hace manejo positivo = Puntaje uno (1).

Caso 3. Usa los recursos naturales / Hace manejo positivo = Puntaje uno (1).

Caso 4. Usa los recursos naturales / No hace manejo positivo = Puntaje menos uno (-1).

Caso 5. Puntaje cero (0). Cuando la acción de manejo no tiene impacto o influencia sobre el uso en particular.

El Caso 1 recibe un puntaje de cero porque las actividades realizadas en el predio no afectan la conservación de la biodiversidad, o es un manejo que no afecta directamente al recurso analizado.

Tanto el Caso 2 como el Caso 3 reciben el mismo puntaje, esto es así porque se tiene una visión en la que se premian más las acciones de conservación que el no uso de los recursos naturales .

Para mayor claridad, a continuación se presenta un ejemplo (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Ejemplo de la metodología para el cálculo del indicador de viabilidad socioeconómico en un predio X del paisaje rural.

Predio	Va. Uso 1	Variables de manejo (acciones conservación)					Va. Uso 2	Variables de manejo (acciones conservación)					Va. Uso 3	Variables de manejo (acciones conservación)				
		Va. 1	Va. 2	Va. 3	Va. 4	Total		Va. 1	Va. 2	Va. 3	Va. 4	Total		Va. 1	Va. 2	Va. 3	Va. 4	Total
1	SI	-1	1	0	1	1	SI	-1	0	1	1	1	SI	-1	1	1	1	2

El predio X **toma agua de nacimiento/quebrada** (va. 1 de uso) y:

- **Va. 1** (manejo). No hace actividades de protección en áreas de bosque en el predio, por lo que obtiene un menos uno (-1);
- **Va. 2** (manejo). Tiene cercadas las áreas con bosque natural y cañadas que lindan con potreros en el predio, por lo que recibe uno (1);
- **Va. 3** (manejo). Tiene presencia de cercas vivas, pero recibe cero (0) porque esta acción no tiene una relación directa y positiva con el uso del recurso hídrico;
- **Va. 4** (manejo). Hace actividades de reforestación y recibe uno (1).

Subtotal: De la sumatoria de los puntajes resultó un total de un (1) punto.

El predio X, **realiza cocción de alimentos con leña** (va. 2 de uso) y:

- **Va. 1** (manejo). No hace actividades de protección en áreas de bosque en el predio, por lo que obtiene un menos uno (-1);
- **Va. 2** (manejo). Tiene cercadas las áreas con bosque natural y cañadas que lindan con potreros en el predio, pero ésta es una variable indiferente al consumo de leña, por lo tanto se le asigna un puntaje de cero (0);
- **Va. 3** (manejo). Tiene presencia de cercas vivas, recibe uno (1);
- **Va. 4** (manejo). Hace actividades de reforestación y recibe uno (1).

Subtotal: De la sumatoria de los puntajes resultó un total de un (1) punto.

El predio X **usa los subsistemas naturales, en este caso rastrojo alto y bosque natural** (va. 3 de uso) y:

- **Va. 1** (manejo). No hace actividades de protección en áreas de bosque en el predio, por lo que obtiene un menos uno (-1);

- **Va. 2** (manejo). Tiene cercadas las áreas con bosque natural y cañadas que lindan con potreros en el predio, recibe un puntaje de uno (1);
- **Va. 3** (manejo). Tiene presencia de cercas vivas, recibe uno (1);
- **Va. 4** (manejo). Hace actividades de reforestación y recibe uno (1).

Subtotal: De la sumatoria de los puntajes resultó un total de dos (2) puntos.

Los subtotales obtenidos para cada variable de uso, una vez relacionadas con las variables de manejo, se suman y se obtiene el puntaje total por predio del indicador de viabilidad socioeconómico. En el caso del ejemplo del predio X, el valor total del predio fue de cuatro (4) puntos [$\Sigma(1+1+2) = 4$].

Ahora bien, con el fin de crear rangos de calificación para el indicador de viabilidad socioeconómica se aplica el método de percentiles al puntaje total obtenido por todos los predios y se generan tres rangos: alto, medio, y bajo. Los predios con un indicador alto de viabilidad socioeconómica son sitios con altas posibilidades de ser incluidos en el desarrollo de una estrategia de conservación de biodiversidad, puesto que las personas (propietarios/administradores) que usan y manejan los recursos naturales, asociados a su predio y aledaños, lo hacen con criterios de sostenibilidad. Por esta razón, es probable que la implementación de HMP sea exitosa en estos predios, asumiendo que las personas a cargo del predio se mantengan.



Los predios con viabilidad socioeconómica media y baja no son descartados, pero debe tenerse en cuenta que requieren del uso de un sistema de instrumentos de política o mecanismos que faciliten el establecimiento de las HMP y, sobre todo, la sostenibilidad de las HMP en el tiempo, principalmente en el caso de los valores socioeconómicos bajos. La decisión de emplear unos u otros mecanismos facilitadores va a depender básicamente de la importancia ambiental (biológica) del predio o de su ubicación estratégica con respecto a predios con alto valor de conservación y de las posibilidades de conexión que el predio ofrezca, entre otras.

Sin embargo, dado que las condiciones sociales y económicas en las zonas rurales del país no son para nada estáticas, conviene entender las limitaciones del indicador y la importancia de emplearlo para orientar la toma de decisiones en un período reciente a su estimación.

Identificación de las oportunidades de conservación para el paisaje rural

La identificación de oportunidades de conservación es el último paso de la Fase I en el proceso de planeación de los paisajes rurales para la conservación, dado que se enfoca a realizar el análisis y cruce de la información generada en la identificación de los elementos del paisaje con valor de conservación para la biodiversidad y la viabilidad socioeconómica de fincas rurales para acciones de conservación.

Este paso busca integrar la información biológica y socioeconómica con el objeto de llegar a una priorización de sitios (elementos del paisaje o fincas) donde el establecimiento de acciones de conservación (herramientas de manejo del paisaje) contribuirá de una manera más eficiente a mejorar el estado de conservación de la biodiversidad presente en los distintos paisajes transformados.

Uno de los aspectos más importantes de este paso metodológico se evidencia al revelar que las oportunidades de conservación de la biodiversidad no están definidas únicamente por variables biológicas. En el proceso de planeación, las variables biológicas constituyen un punto de partida importante puesto que aportan información sobre el estado ecológico de los hábitats que hacen parte del paisaje rural. Este estado “de salud” del paisaje es obtenido a través de la priorización generada con los criterios de riqueza, amenaza y endemismo de la biodiversidad evaluada en el paisaje rural. Este primer “donde priorizado” establecido biológicamente es importante, pues nos ayuda a entender los patrones de distribución actual de las especies en el paisaje rural. Aunque esta información puede ser considerada como una “fotografía” de la distribución y abundancia de las especies en el paisaje, es sin duda un reflejo ecológico de los efectos que ha tenido la transformación, perturbación y fragmentación de los hábitats sobre las poblaciones de fauna y flora.

Por otro lado, las variables económicas y sociales de la caracterización predial son importantes pues nos permiten caracterizar el uso de los recursos naturales y el manejo que dan los propietarios en sus fincas. Esta información, que es utilizada para generar el indicador de sostenibilidad en el uso de los recursos naturales, permite definir la viabilidad socioeconómica de las fincas rurales para emprender acciones de conservación, es decir, el “donde posible”. Con esto, el proceso de planeación nos lleva a redefinir si el “dónde”, priorizado biológicamente, es viable y eficiente socioeconómicamente para el establecimiento de acciones de conservación *in situ* (las HMP). En este proceso, finalmente, lo fundamental es llegar a correlacionar si los sitios con un alto valor biológico corresponden a fincas con gran viabilidad para el establecimiento de herramientas de manejo del paisaje para potenciar la conservación.

Oportunidades de conservación en paisajes rurales

En el proceso de planeación de los paisajes rurales, una oportunidad de conservación de biodiversidad es un elemento del paisaje priorizado biológicamente por su alto valor para la conservación, que se encuentra en fincas con alta viabilidad social para el establecimiento y sostenibilidad de las herramientas de manejo del paisaje.

Los resultados de la evaluación de biodiversidad presente en el paisaje rural nos enfocan sobre los elementos del paisaje rural prioritarios para la conservación, mientras que los resultados del análisis socioeconómico de las fincas prioritarias nos identifican los predios con viabilidad para establecer acciones de conservación en las mismas.

Estos dos resultados (dimensión biológica y socioeconómica) representan espacialmente dos escalas, la de elementos del paisaje (hábitats) y la de fincas, respectivamente. Por esto, el primer paso es un ejercicio conceptual de unificación espacial de estos resultados, con el objetivo de generar una tercera priorización que logre integrar las dos dimensiones de análisis. El resultado final arrojará las oportunidades de conservación y éste será uno de los insumos más importantes para el diseño de las herramientas de manejo a escala de paisaje, de elemento y de finca.

El procedimiento es el siguiente:

- 1^o. En una tabla se debe relacionar cada finca caracterizada socioeconómicamente con los elementos del paisaje muestreados que tienen presencia en la misma (ver ejemplo Tabla 3.4). Esta información se obtiene del cruce del mapa de coberturas del paisaje con el mapa predial. En la Tabla 3.3 las fincas son representadas como F_1 hasta F_{10} .
- 2^{do}. Para cada finca se identifican y escriben en la tabla los elementos del paisaje caracterizados biológicamente (Tabla 3.3). En el ejemplo, los elementos del paisaje se representan con letras como BM (bosque maduro), BS (bosque secundario), Cu (cultivos agrícolas), Ca (bosques riparios o cañadas), PC (plantación forestal comercial) y Po (potreros). Como en el proceso de caracterización de la biodiversidad en el paisaje se procura tener réplicas de cada elemento para cada cuadrante de la ventana de paisaje rural, después de las letras que identifican el elemento del paisaje se adiciona un número que identifica la réplica (por ejemplo BS_1 es el bosque secundario del cuadrante 1). La presencia de un elemento del paisaje en la finca se identifica con las letras, el número de la réplica y el número de la finca (por ejemplo BS_{11} es el bosque secundario en el cuadrante 1 de la finca F_1). Los elementos del paisaje puede estar compartidos en más de una finca, en ese caso el identificador que varía es el número de la finca (Tabla 3.4).
- 3^o. En el siguiente paso se procede a anotar en la columna 3, llamada “Valor de Conservación”, el resultado final obtenido en la identificación de elementos del paisaje con valor de conservación donde los elementos son valorados como alto, medio y bajo de acuerdo con los criterios biológicos.
En fincas que presentan más de un elemento del paisaje, cuando en ella se dé la presencia de un solo elemento del paisaje con un alto valor de conservación, ésta será la valoración final para anotar en la columna 3, es decir, cuando en una finca se presenta más de un elemento de paisaje, la valoración final será el valor mayor (ej. La cañada Ca_{11} y la plantación forestal PC_{11} de la finca F_1 arrojaron como valores de conservación de biodiversidad alto y bajo, respectivamente, entonces, el valor de conservación de esta finca en la columna 3 de la tabla, corresponde a alto). En el caso de fincas que

no presenten elementos del paisaje con un alto valor de conservación, pero cuentan con un elemento de valor de conservación medio, éste será la valoración final para la finca (ej. El bosque secundario BS₇₈ y el potrero Po₇₈ de la finca F8 arrojaron como valores de conservación de biodiversidad medio y bajo, respectivamente, entonces, el valor de conservación de esta finca en la columna 3 de la tabla, corresponde a medio) (Tabla 3.4).

Tabla 3.4. Ejemplo de la integración de los resultados de la identificación de los elementos del paisaje con valor de conservación y fincas con viabilidad socioeconómica para la identificación de oportunidades de conservación en el paisaje rural.

1. ID Finca	2. Elemento del paisaje caracterizado biológicamente						3. Valor de conservación	4. Valor socioeconómico	5. Oportunidad de conservación
	BM	BS	Cu	Ca	PC	Po			
F ₁	-	-	-	Ca ₁₁	PC ₁₁	-	ALTO	ALTO	1°
F ₂	-	BS ₄₂	-	-	-	-	ALTO	MEDIO	2°
F ₃	-	BS ₈₃	Cu ₄₃ - Cu ₈₃	-	-	Po ₄₃	ALTO	MEDIO	2°
F ₄	-	BS ₄₄	-	-	-	-	ALTO	MEDIO	2°
F ₅	-	-	Cu ₇₅	Ca ₃₅	-	Po ₇₅	ALTO	MEDIO	2°
F ₆	-	BS ₁₆	-	-	-	-	MEDIO	ALTO	3°
F ₇	-	BS ₂₇	-	-	-	-	MEDIO	MEDIO	4°
F ₈	-	BS ₇₈	-	-	-	Po ₇₈	MEDIO	MEDIO	4°
F ₉	BM ₅₉	-	-	Ca ₁₉	-	-	MEDIO	BAJO	-
F ₁₀	-	-	-	-	-	Po ₅₁₀	BAJO	MEDIO	-

4^{to}. A continuación, se procede a registrar en la columna 4, llamada “Valor socioeconómico”, el resultado final obtenido en la identificación de viabilidad socioeconómica de fincas rurales para acciones de conservación donde las fincas son valoradas como alto, medio y bajo de acuerdo con las variables socioeconómicas.

5^{to}. Finalmente, y recordando el concepto fundamental en esta fase que es “los elementos del paisaje con oportunidades de conservación son aquellos priorizados por su alto valor para la conservación de biodiversidad, y que están en fincas con viabilidad socioeconómica para el establecimiento de HMP”, entonces, en la columna 5 de la tabla “oportunidad de conservación” a cada una de las fincas con valores altos o medios del valor de conservación o socioeconómico, se les asignará una valoración que irá entre primer y cuarto grado (1° a 4°) donde el 1° grado corresponde a las fincas y los elementos del paisaje más importantes y prioritarias para consolidar acciones de conservación. En este sentido, las *mayores oportunidades de conservación* o de primer grado en un paisaje rural están constituidas por elementos y fincas con altos valores biológicos (de conservación) y socioeconómicos. Luego, encontramos los elementos con valor biológico alto y cuya finca presente un valor

socioeconómico medio, estas fincas serán las oportunidades de segundo grado; las oportunidades de conservación de tercer grado son los elementos con un valor de conservación medio en fincas con un valor socioeconómico alto y, finalmente, los elementos del paisaje con valores de conservación Medios en fincas con valores socioeconómicos medios, corresponden a las oportunidades de conservación de cuarto grado (Tabla 3.4, columna 5).

Es importante resaltar que esta ponderación le da más peso a los elementos del paisaje con mayor valor de conservación; por lo tanto, en la interacción de las dos variables para el esquema de planeación de los paisajes rurales es más prioritaria una finca que presente un alto-medio (biológico y socioeconómico, respectivamente) a una finca con un medio.alto. Este razonamiento es consecuente con el hecho de que esta propuesta de planeación busca como principal objetivo la conservación de la biodiversidad en los paisajes fragmentados; por lo tanto se buscará priorizar siempre el buen estado ecológico de los hábitats en el paisaje y resaltar esta información con miras a la definición de las acciones de conservación.

En el ejemplo de la Tabla 3.4, el paisaje presenta una sola oportunidad de conservación de primer grado que corresponde a la finca F_1 ; presenta cuatro oportunidades de conservación de segundo grado en las fincas F_2 hasta la F_5 , una oportunidad de conservación de tercer grado en la finca F_6 y dos oportunidades de conservación de cuarto grado en las fincas F_7 y F_8 . De acuerdo con este procedimiento, las fincas F_9 y F_{10} no quedaron valoradas como oportunidades de conservación en este paisaje rural hipotético. En el caso de que se presenten fincas con un alto valor de conservación y un bajo valor socioeconómico, se descartan en este primer momento de priorización. Este resultado deberá motivar el desarrollo de estrategias sociales como la sensibilización y la formación ambiental orientadas a incrementar la viabilidad de esas fincas. Pero el llamado de esta metodología es a enfocarse en los sitios con mayor viabilidad socioeconómica, de manera que la planeación de la conservación pueda avanzar ágilmente y no se represe en una gestión para convencer y persuadir a propietarios que según la caracterización socioeconómica no evidencian viabilidad para este tipo de procesos. Con las fincas con alta viabilidad socioeconómica se garantiza, además, sostenibilidad de las mismas y del proceso.

En conclusión, este resultado final obtenido en este paso metodológico (Tabla 3.4, columna 5), deberá ser reflejado gráficamente en el mapa de coberturas y predios del paisaje rural, de manera que espacialmente se identifiquen donde están las oportunidades de conservación y su nivel de prioridad. Éste es el producto final de la fase I de identificación de oportunidades de conservación y es el insumo fundamental para iniciar el diseño de las acciones de conservación *in situ*, es decir, el diseño de las herramientas de manejo del paisaje (HMP) a escala de predio, elemento y paisaje.

Comentarios finales de la Fase I

La identificación de oportunidades de conservación de biodiversidad en un paisaje rural bajo esta metodología es un aporte para una planeación sustentada técnicamente que busca una eficiencia en

costos, con elementos sólidos para el seguimiento y monitoreo ya que sabemos cuáles son las especies que generaron el valor de conservación y con un potencial de sostenibilidad a mediano y largo plazo al trabajarse en fincas con viabilidad social.

El diseño de las HMP desde una perspectiva de paisaje con fincas identificadas con oportunidades de conservación (es decir priorizadas) permite a los tomadores de decisiones actuar eficientemente sobre los elementos del paisaje claves que aportarán a una conservación más efectiva de los valores biológicos del paisaje rural. Además, en el proceso se facilitará la negociación para la implementación de las acciones o HMP al incorporar la viabilidad social en este diseño. Con esto los proyectos avanzan más ágilmente mostrando resultados concretos y tangibles que se convierten en pilotos y motivadores del resto de habitantes del paisaje rural.

Las oportunidades de conservación de biodiversidad pueden abarcar diferentes escalas tanto espaciales como temporales: escala local (finca/elemento), mesoescala (de paisaje) y escala regional. Es claro que este proceso de planeación se concentra en la construcción metodológica de una priorización en la escala local y ésta es un insumo para el diseño de la planeación de la conservación en la mesoescala o escala de paisaje.

Literatura citada

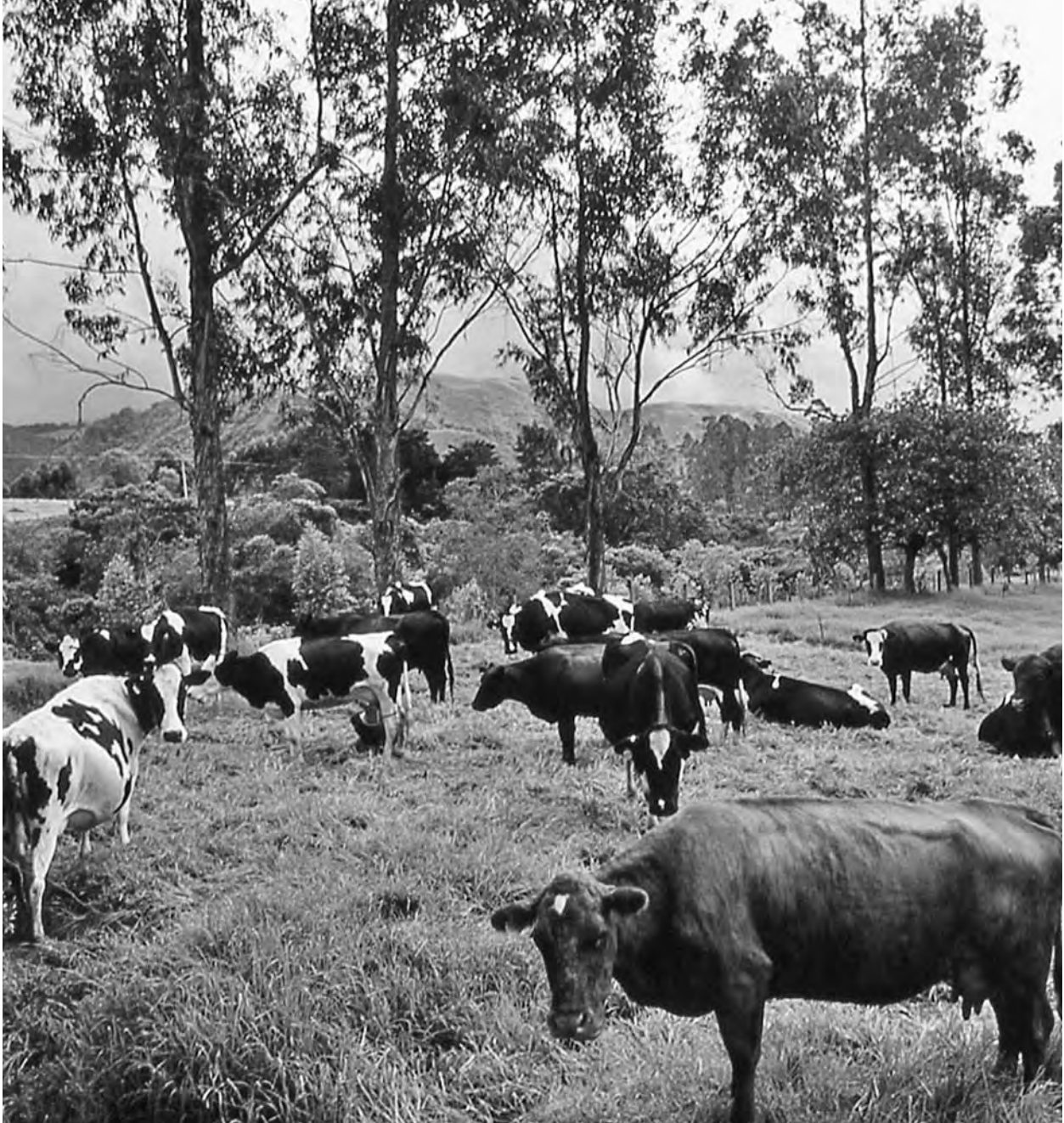
- Agosti D., Alonso L. E. 2000. The ALL Protocolo: A standard protocolo for the collection of ground-dwelling ants. pp. 204 -206. En: Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press. Washington D.C., United States of America.
- Anderson J. M., Swift M. J. 1983. Decomposition in tropical forest. pp. 125 - 145. En: Tropical rain forest: Ecology and management. Sutton S. L., Whitmore T. C. y Chadwick A. C. (ed). Cambridge University Press. 250 p.
- Bestelmeyer B. T., Agosti D., Alonso L. E., Brandao C. R. F., Brown W. L., Delabie J. H. C. y Silvestre R. 2000. Field techniques for the study of ground-dwelling ant: An overview, description and evaluation. pp. 122-144. En: Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press. Washington D. C., Unites States of America. 280 p.
- Bonn, A., A. Rodríguez, y K. J. Gaston. 2002. Threatened and endemic species: are they good indicators of patterns of biodiversity on a national scale? *Ecology Letters* 5:733-741.
- Brooks, C. P. 2003. A scalar analysis of landscape connectivity. *Oikos* 102(2):433-439.
- Brown W. L. Jr. 1973. A comparison of the Hylean and Congo-West African fain forest ant faunas. En: Meggers B. J., Ayensu E. S. y Duckworth W. D. 1973. Tropical forest ecosystem in Africa and South America: A comparative review. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C., United States of America.
- Caycedo P. 2000. Estudio comparativo del canto entre poblaciones del cucarachero de pantano *Cistothorus apolinari* presentes en el humedal de La Conejera, humedal de Tibanica (Sabana de Bogotá) y laguna de Chisacá (páramo de Sumapaz). Trabajo de grado para optar el título de biólogo. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 100 p.

- Chariff R. A., Mitchell S. y Clark C. W. 1995. Canary 1.2 user's manual. Cornell Laboratory of Ornithology. Ithaca, NY, United States of America. 229 p.
- Colin J., Burges N. y Nill D. 1992. Bird census techniques. Academic Press. London, U.K. 257 p.
- Crist T.O., Veech J.A., Gering J.C. & Summerville K.S., 2003, Partitioning species diversity across landscapes and regions: a hierarchical analysis of α , β , and γ diversity, *The American Naturalist* 162(6):734-743.
- Dourojeanni A., Jouravlev y G. Chávez. 2002 Gestión de aguas a nivel de cuencas: teoría y práctica. Serie recursos naturales e infraestructura No. 47. CEPAL. Santiago de Chile.
- Dunning J, Danielson B, Pulliam H.R, 1992. Ecological processes that affect population in complex landscapes, *Oikos* 65(1):169-175.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review Of Ecology, Evolution and Systematics* 34:487-515.
- Farina A. 1998. Principles and methods in landscape ecology. Edit. Chapman & Hall. Londres, Gran Bretaña. 235 p.
- Forman, R. T. T., y M. Godron. 1986. *Landscape Ecology*, John Wiley & Sons, USA.
- Forman, R.T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Gaston K. J. y Blackburn T. M. 1995. Mapping biodiversity using surrogates for species richness: macro-scales and New World birds. *Proceedings of the Royal Society of London B* 262, 335-341.
- Gentry, A. H. 1992. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos* 63:19-28.
- Hammond, P. M. 1994. Practical approaches to the estimation of the extent of biodiversity in species groups. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 345, 119-136.
- Hecklenlively D. 1970. Song in a population of the Black Throated Sparrows. *Condor*, 72: 24 - 36.
- Heinsdijk, D. 1957. Brazil - Forest inventory in the Amazon valley /region between río Tapajos and río Xingu/ - Report to the government. FAO report No. 601 vol 1 of 7 - 142 p.
- Hilty S. L., Brown W. L. 2001. *Guía de aves de Colombia*. Princeton University Press. New Jersey, United States of America. 836 p.
- Kroodsma D., Verner J. 1978. Complex singing behavior among *Cistothorus* wrens. *Auk*, 95: 703 - 716.
- Küchler A.W., Zonneveld I.S. 1988. *Vegetation mapping*. Kluwer Academic Publishers. Amsterdam, Holanda. 635 p.
- Lamprecht, H. 1954. *Estudios silviculturales en los bosques del Valle de la Mucuy cerca de Merida*. Universidad de Los Andes, Facultad de Ingenieria Forestal, Merida, Venezuela. 127 p.
- Longino J. T., Coddington J. y Colwell R. K. 2002. The ant fauna of tropical rain forest: Estimating species richness three different ways. *Ecology*, 83 (3): 689 - 702.
- Longino J.T., & Colwell R.K, 1997, Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest, *Ecological Applications* 7(4):1263-1277.

- Matteucci S., Colma A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de los Estados Americanos (O.E.A). Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington D.C., Estados Unidos. 168 p.
- Mendoza, J.E., Jiménez, E., Lozano-Zambrano, F.H, Caycedo, P. & Renjifo, L.M. 2008. Identificación de elementos del paisaje prioritarios para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales de los Andes Centrales de Colombia. Cap. 10. Pp. 251 – 288. En: Harvey C.A. & Sáenz J.C. (Ed.). Evaluación y Conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Editorial InBio – UNA. Heredia, Costa Rica.
- Mendoza, J.E., Lozano-Zambrano F.H. & Kattan G. 2006. Composición y estructura de la biodiversidad en paisajes transformados en Colombia (1998 – 2005), Tomo II, Pp: 67-84. En: Cháves M.E y Santamaría M. (Ed.) Informe Nacional sobre el avance del conocimiento y la información de la biodiversidad 1998 - 2004, Instituto Alexander von Humboldt. Colombia. 2 tomos.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales & Tesis SEA, Vol. 1, Zaragoza, España.
- Müller-Dombois D, Ellenberg H. 1974, Aims and methods of Vegetation Ecology. Edit. Jhon Wiley & Sons. U.S.A.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. Conservation Biology. 4(4): 355-364.
- Osaragi, T. 2002. Classification methods for spatial data representation, Paper 40, Center for Advanced Spatial Analysis, London UK.
- Rangel O., Velásquez A. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. pp. 59 - 87. En: Rangel O., Lowy P. y Aguilar M. 1997. Colombia Diversidad Biótica II Tipos de Vegetación en Colombia. ICN – Ideam. Bogotá, Colombia. 436 p.
- Shibu J., Gillespie A. R., George S. J. y Kumar B. M. 1996. Vegetation responses along edge to- interior gradients in a high altitude tropical forest in insular India. Forest Ecology and Management, 87: 51 - 62.
- Taylor, P, L. Fahrig, K. Henein, G. Merriam. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. Oikos 68(3):571-572.
- Todt D. 2004. From bird song to speech: a plea for comparative approaches. Anais da Academia Brasileira de Ciencias, 76 (2): 201 - 208.
- Vargas W. G. 2002. Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Universidad de Caldas y Corporación Autónoma Regional del Quindío – CRQ. Manizales, Colombia. 813 p.
- Villarreal H., Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M. y Umaña A.M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Wiens, J.A. 1992. What is landscape ecology, really? Landscape Ecology 7: 149-150. Wiens, J.A. 1976.

Capítulo 4

Diseño de la estrategia de conservación en el paisaje rural (Fase II)



Diseño de la estrategia de conservación en el paisaje rural (Fase II)

Luis Miguel Renjifo, Sandra Lucía Aristizábal B., Fabio H. Lozano-Zambrano, William Vargas, Ana María Vargas F. y Diana Patricia Ramírez.

La segunda fase del proceso de planeación de los paisajes rurales para la conservación contiene dos momentos: el diseño de las herramientas de manejo del paisaje HMP y el diseño de los mecanismos facilitadores para la implementación de las HMP.

La estrategia de conservación que se diseñe en esta fase tiene como meta sentar las bases para el establecimiento en fincas de las HMP que mejorarán las posibilidades de supervivencia de la biodiversidad a través del aumento de la calidad en los hábitats nativos para la fauna, el aumento de la cobertura nativa y el incremento de la conectividad en los elementos del paisaje rural que representen oportunidades de conservación. Para esto, la segunda fase inicia con la evaluación de las oportunidades de conservación en un análisis a escala de paisaje para el diseño de las HMP. Este análisis permitirá orientar el diseño de las HMP para responder a necesidades como: incrementar la conectividad estructural y funcional en el paisaje; aumentar área en bosques o cañadas definidas como elementos con valor de conservación; proteger elementos del paisaje priorizados de perturbaciones o mejorar la calidad de los hábitats del paisaje mediante enriquecimientos para proveer recursos alimenticios a la fauna, principalmente.

En la descripción del primer momento en el diseño de las herramientas de manejo del paisaje se presenta una sólida documentación que brinda las bases conceptuales que permitieron conceptualizar la propuesta metodológica para esta fase y así promover los cambios en el paisaje que contribuyeron a la conservación de la biodiversidad nativa.

Bases conceptuales para el diseño de las herramientas de manejo del paisaje (HMP)

Las herramientas de manejo del paisaje para la conservación de la biodiversidad en paisajes transformados son los elementos del paisaje que constituyen o mejoran el hábitat, incrementan la conectividad funcional o cumplen simultáneamente con estas funciones para la biodiversidad nativa.

Los paisajes son concebidos como mosaicos de diferentes tipos de ecosistemas locales que se repiten por kilómetros y comprenden elementos reconocibles como campos, parches de bosque, ríos, asentamientos humanos, carreteras, etc. Los paisajes están compuestos por diferentes tipos de ele-



mentos, los cuales son unidades relativamente homogéneas. Los principales elementos de un paisaje son la matriz, los parches y los elementos lineales. La matriz es el ecosistema o uso del suelo más extenso del paisaje y sirve como telón de fondo al mosaico del paisaje. Ésta se caracteriza por su cobertura extensa, alta conectividad y alta influencia sobre las dinámicas del paisaje. Por su parte, los parches son áreas relativamente homogéneas, de carácter no lineal, que difiere de sus alrededores; los elementos lineales son cinturones o fajas de un tipo particular de hábitat distinto de los hábitats adyacentes a ambos lados. Los elementos lineales pueden cumplir el papel de corredores en la medida en que faciliten el movimiento de animales o plantas a través del paisaje o como barreras (Forman 1995). Otro tipo de elemento del paisaje son los bordes, que son las porciones de un ecosistema cerca de su perímetro en donde las influencias de los alrededores impiden el de-

sarrollo de condiciones de interior. En otras palabras, los bordes se comportan de manera diferente al interior de los parches. Por otra parte, cuando nos referimos a hábitat hacemos referencia al ecosistema donde vive una especie; algunas especies son multihábitats cuando necesitan o utilizan más de un tipo de hábitat. La vegetación natural es la cobertura y composición de especies vegetales de un área que no ha sido plantada o modificada por el hombre (Forman 1995).

La pérdida y transformación de los ecosistemas naturales es la principal causa de pérdida de biodiversidad en los ecosistemas terrestres alrededor del mundo, y de las Américas en particular (Ceballos *et al.* 2009). La transformación antrópica de los paisajes involucra diferentes procesos que pueden ocurrir en forma paralela o secuencial causando la pérdida de especies, hábitats y alterando procesos ecológicos a escala de paisaje (Dunning *et al.* 1992, Taylor *et al.* 1993, Noss & Csuti 1997).

En la medida en que los procesos físicos de transformación del paisaje avanzan, por ejemplo como resultado del avance de frentes de colonización o del establecimiento de paisajes agroindus-

triales, se genera una reducción en la extensión de los hábitats naturales y estos van siendo destruidos y reemplazados por nuevos hábitats (i. e., pérdida por transformación de hábitats). Al avanzar la transformación del paisaje van quedando parches remanentes de los ecosistemas naturales progresivamente subdivididos y crecientemente aislados los unos de los otros (i. e., fragmentación en sentido estricto). Estos parches remanentes sufren procesos de degradación (i. e., desgaste o deterioro) ya que son sometidos a presiones que cambian su naturaleza o calidad como consecuencia de procesos extractivos, contaminación, pastoreo o erosión de los bordes. Progresivamente, como consecuencia del incremento de hábitats transformados, estos se vuelven predominantes en los paisajes y la matriz del paisaje natural es reemplazada por matrices de origen antrópico de naturaleza agrícola, forestal o urbana (i. e., cambio de la matriz) (Laurance & Bierregaard 1997, Renjifo 2001, Noss & Csuti 1997).

Existen diferentes mecanismos que conducen a la extinción de especies en paisajes transformados. Algunos de estos ocurren a escala de los parches de hábitat y otros ocurren a escala de los paisajes. Los principales mecanismos son: 1) la eliminación total de ciertos hábitats dentro del paisaje, lo cual conduce a la desaparición de las especies que dependen de ellos; 2) la perturbación ocasionada por la gente durante y después de los procesos de transformación del paisaje (por ejemplo: tala selectiva, cacería, humo de las quemas, modificación de las corrientes de agua, etc.); 3) la disminución del tamaño de las poblaciones como resultado del tamaño de los remanentes de hábitat; 4) la prevención o reducción de la inmigración como consecuencia de un incremento en el grado de aislamiento; 5) los efectos de borde; 6) los cambios en la estructura de comunidades que afectan las interacciones de unas especies con otras; 7) la inmigración de especies exóticas; y 8) modificaciones en el microclima (Turner 1996, Kupfer 2006).

El primer modelo teórico con base en el cual se estudió la transformación de los paisajes fue el modelo del equilibrio de la biogeografía de islas (MacArthur & Wilson 1967), según el cual los fragmentos remanentes eran comprendidos como islas en un océano de paisajes transformados y el número de especies de estos fragmentos estaba controlado por el área y el grado de aislamiento por distancia de los mismos. No obstante, el desarrollo posterior de la ecología del paisaje brindó una mejor comprensión de los paisajes, los cuales son entendidos como mosaicos de hábitats heterogéneos. Igualmente, se entiende que el aislamiento de los parches remanentes en paisajes terrestres es menor que el de las islas oceánicas y las matrices no son biológicamente inertes como océanos sino fuente de influencias como contaminantes, perturbaciones, especies invasoras, etc. (Dunning *et al.* 1992, Taylor 1993, Bierregaard & Stouffer 1997, Kupfer 2006). A pesar de este cambio de perspectiva teórica, el efecto del área sigue siendo uno de los factores más importantes en la medida en que los remanentes pueden ser demasiado pequeños para mantener poblaciones de algunas especies o alber-

gar poblaciones muy pequeñas, las cuales son propensas a desaparecer localmente. Al hacerse más pequeños los remanentes, incluso en ausencia de deterioro de los hábitats, la diversidad de especies disminuye en un proceso denominado relajamiento. Esta pérdida de especies no ocurre súbitamente sino que se produce paulatinamente en espacios de tiempo que pueden ir desde meses, a décadas y milenios dependiendo de la escala a la cual se produce la fragmentación (Offerman *et al.* 1995, Brooks *et al.* 1999, Renjifo 1999). Como resultado, áreas más pequeñas albergan un menor número de especies que áreas grandes. En el mismo sentido, el aislamiento sigue siendo uno de los principales factores que afectan los hábitats fragmentados, remanentes cada vez más aislados de otros remanentes o de paisajes aún no transformados albergan progresivamente menos especies, pues el aislamiento evita procesos de recolonización (Askins *et al.* 1987, Blake & Karr 1987). A menor grado de aislamiento, mayores procesos de recolonización, condición que origina el efecto de rescate en la medida en que la llegada de individuos que se dispersan a través del paisaje llegan a nuevos parches permitiendo el repoblamiento de parches en donde han ocurrido extinciones locales o suplementando pequeñas poblaciones en riesgo de desaparecer (Brown & Kodrik-Brown 1977).

Por otra parte, hay que recordar que la fragmentación de hábitats ocurre paralelamente con el reemplazo de la matriz original de bosque por nuevas matrices (usualmente generadas por algún tipo de sistema productivo o combinación de los mismos). Un número creciente de estudios empíricos que examinan matrices naturales, seminaturales y antropogénicas proveen evidencia de los efectos de la matriz sobre comunidades bióticas. Dichos efectos van desde la invasión de especies desde la matriz, hasta diferentes grados de conectividad entre fragmentos separados por distintas matrices (Jokimäki & Huhta 1996, Kupfer 2006). En este trabajo nos referimos a la conectividad como la capacidad de los organismos de moverse a través del paisaje (Taylor *et al.* 1993). El mantenimiento o restablecimiento de la conectividad mediante corredores o matrices del paisaje que la faciliten puede tener efectos muy favorables en el mantenimiento de la biodiversidad nativa al incrementar la disponibilidad de hábitat al hacer los parches individuales más accesibles y, por lo tanto, permitiendo mantener mayores niveles de riqueza, acrecentando la persistencia de las especies en parches individuales y favoreciendo el intercambio genético entre poblaciones (Hilty *et al.* 2006, Kupfer 2006).

Las especies tienen básicamente tres opciones para sobrevivir en paisajes altamente fragmentados como los paisajes rurales. Primero, algunas especies pueden sobrevivir o incluso prosperar en la matriz u otros hábitats antrópicos. Segundo, otras especies que pueden mantener poblaciones viables en el interior de los fragmentos de hábitat natural y tercero, otras especies altamente móviles pueden utilizar recursos dispersos en diferentes parches de un paisaje (Noss & Csuti 1997). Estas tres opciones de supervivencia son fundamentales para el manejo de paisajes rurales, teniendo en mente el mantenimiento de la biodiversidad nativa.

En el esquema de planeación de los paisajes rurales proponemos como herramientas de manejo del paisaje para la conservación de la biodiversidad en paisajes transformados aquellos elementos del paisaje que constituyen o mejoran el hábitat, incrementan la conectividad funcional o cumplen simultáneamente con estas funciones para la biodiversidad nativa. Existen diversos elementos de paisaje con un potencial como tales herramientas, entre ellas los remanentes de ecosistemas naturales, sistemas productivos estructural o florísticamente complejos o similares en alguna medida a los ecosistemas originales de la región, cercas vivas, corredores biológicos, árboles aislados, etc. Estas herramientas potenciales deben ser evaluadas respecto a los efectos tanto positivos como negativos que pudiesen tener sobre la conservación de la biodiversidad nativa. Así mismo, existe un segundo grupo de herramientas a las cuales llamamos herramientas complementarias, como los bancos de proteínas o los bosques dendroenergéticos, las cuales benefician el manejo de las fincas, incrementan la heterogeneidad, disminuyen la presión sobre los hábitats nativos y proveen ingresos adicionales a sus propietarios, facilitando el manejo o establecimiento de las herramientas de conservación en los predios privados. Las cercas vivas y los sistemas silvopastoriles son simultáneamente herramientas de manejo del paisaje para la conservación y herramientas complementarias.



El desarrollo de investigaciones sobre herramientas de manejo de paisajes rurales y su establecimiento en el campo es de gran importancia para el mantenimiento de la biodiversidad en un país como Colombia en donde subcorregiones completas o grandes proporciones de ellas se encuentran cubiertas en la actualidad por paisajes rurales y es en ellos donde se encuentran las únicas oportunidades de supervivencia de las especies que les son endémicas y de muchos procesos ecológicos. Por ejemplo, hoy en día existen muy pocos remanentes de bosques extensos en Colombia, como por

ejemplo en el valle geográfico del río Cauca y en las regiones cafeteras. La supervivencia del patrimonio natural en esas regiones depende de una planeación y manejo activo de sus paisajes rurales. Una estrategia de conservación pasiva, es decir, manteniendo las condiciones actuales sólo garantizará que continúen los procesos de extinción. El establecimiento de herramientas en paisajes, como el corredor biológico entre el cañón del río Barbas y la Reserva Bremen en Quindío y Risaralda, es un ejemplo de intervención que mejoró las posibilidades de mantener la biodiversidad a futuro, está facilitando la recolonización de especies de un gran remanente boscoso a otro y posibilita la futura reintroducción y mantenimiento de especies que ya se han perdido en la zona.

Características de las herramientas de manejo del paisaje

Dentro del conjunto de herramientas propuestas, los remanentes de hábitats naturales son los que tienen el mayor potencial de mantenimiento de la fauna, flora y microorganismos originales de una región. Estos remanentes pueden ser de muy diversa índole como bosques, humedales, sabanas, etc.



Una muy extensa base de investigación, especialmente en bosques fragmentados alrededor del mundo, ha demostrado cómo en estos remanentes ocurren extinciones de proporciones importantes de sus biotas (e.g., Laurance & Bierregaard 1997, Renjifo 1999, Mendoza *et al.* 2008). Como consecuencia, es poco probable que pequeños remanentes de bosque puedan mantener poblaciones viables de organismos como grandes herbívoros o grandes depredadores. Durante mucho tiempo este tipo de investigaciones han enfatizado en las pérdidas de especies y diversidad genética, pero han pasado por alto el hecho de que muchos de estos remanentes conservan una alta proporción de la biota original y se constituyen por lo tanto en un recurso muy valioso tanto en términos de conservación como en fuentes de propágulos y dispersores para procesos de restauración. Por ejemplo, en un estudio sobre el efecto de la transformación del paisaje sobre las aves en el Eje Cafetero, uno de los investigadores encontró

que parcelas de estudio de seis hectáreas en promedio en bosques continuos albergaban 95 especies de aves en promedio, mientras que fragmentos del mismo tamaño albergaban 70 especies de aves en promedio. A primera vista es evidente una reducción en el número de especies; no obstante, el número de especies en los remanentes de bosque fragmentado es sorprendente para áreas de esas dimensiones. Al examinar la composición de las avifaunas en los fragmentos los resultados se tornan aún más interesantes, pues de las 70 especies en promedio en los fragmentos, entre 64 y 66 especies eran especies de interior de bosque o borde de bosque mientras que sólo entre 4 y 6 especies eran especies de zonas abiertas. En términos de abundancia de individuos y composición de especies, las avifaunas en estos fragmentos estaban dominadas por especies de interior de bosque (Renjifo 1999, 2001).

Similarmente, en un estudio sobre el valor de pequeños parches de bosques para la conservación de la diversidad de plantas en paisajes altamente fragmentados en el sur de México, se encontró que una gran proporción de la diversidad regional se encuentra en remanentes de bosque muy pequeños. Por esta razón, los investigadores recomendaron que la conservación y restauración de los parches pequeños es necesaria para la preservación efectiva de la biodiversidad en el sur de México (Arroyo-Rodríguez *et al.* 2008). Los bosques remanentes primarios o con bajos niveles de intervención son de una extraordinaria importancia porque albergan especies de plantas y animales ausentes en bosques secundarios especialmente en los más jóvenes (Gardner *et al.* 2007, Parry *et al.* 2007, Köster *et al.* 2009). Análogamente, otros estudios como los llevados a cabo en paisajes altamente transformados y fragmentados, como es el caso del ecosistema bosque seco tropical en el valle geográfico del río Cauca (Colombia), han mostrado que en pequeños parches de bosque (con áreas entre 0,6 y 12 ha) se mantiene una gran diversidad de hormigas (218 especies) (Lozano-Zambrano *et al.* 2009) que representan más del 30% de la mirmecofauna colombiana, lo que enfatiza el gran valor de los pequeños parches y remanentes de hábitats para la conservación de la diversidad en los paisajes rurales.

Por esto, un aspecto fundamental para la conservación de la biodiversidad en paisajes rurales es conservar tantos remanentes de ecosistemas rurales como sea viable, en lo posible ampliarlos y enriquecerlos con especies que hayan sido eliminadas por sobreexplotación y aislarlos del ganado para evitar el continuo deterioro que éste genera.

Por otra parte, el mantenimiento de la conectividad entre los remanentes de hábitat es de importancia crucial para el mantenimiento de la biodiversidad regional en paisajes transformados dado que son esenciales para la viabilidad de poblaciones en paisajes fragmentados (Crooks & Sanjayan 2006, Hilty *et al.* 2006). El mantenimiento de la conectividad puede lograrse a través del mantenimiento o restauración de corredores de hábitats o a través del manejo de los sistemas productivos del paisaje rural. En consecuencia, el mantenimiento o la restauración de corredores de hábitat es el mecanismo más efectivo para el mantenimiento de la conectividad regional (Crooks & Sanjayan



2006, Hilty *et al.* 2006), por lo tanto, debe ser una práctica que debe extenderse tanto como sea posible. Por otra parte, es el proceso más complejo pues involucra no solamente la toma de decisiones basada en información ecológica, sino también factibilidad en costos, costos de oportunidad, riesgos de inversión, así como muchas otras consideraciones sociales y económicas (Morrison & Boyce 2008).

Por su parte, las cercas vivas y barreras rompevientos han sido propuestas como herramientas para el manejo de la ganadería y otros sistemas productivos reduciendo o eliminando los costos que implica el reemplazo periódico de los postes, así como provisión de forraje para el ganado, fruta para el consumo familiar o el mercado, madera, etc. Así mismo, las cercas vivas y barreras rompevientos han sido propuestas como corredores que incrementen la conectividad en el paisaje a escala local. Estudios hechos sobre plantas, aves, insectos y pequeños mamíferos indican que efectivamente las cercas

vivas pueden servir como pequeños corredores y como hábitat; no obstante, los resultados dependen de las características de las cercas, si se elimina o no la vegetación que crece espontáneamente a lo largo de ellas, el paisaje en el cual se encuentran y las respuestas de las especies (Harvey 2000, Harvey *et al.* 2005, Pejchar *et al.* 2008). Un contraste interesante se observó en dos estudios hechos sobre cercas vivas en dos paisajes ganaderos en clima templado del Eje Cafetero (Puyana 2003, Pulido 2005). En el paisaje de Salento se conservaban importantes remanentes de bosque y las cercas vivas eran relativamente simples. En Aranzazu sólo quedaban pequeños parches de bosque intervenido y las cercas eran abundantes y algunas de ellas con una gran complejidad florística y estructural. En Salento algunas especies de aves de bosque como pavas y tucanes utilizaban las cercas vivas para moverse de unos remanentes de bosque a otros, contribuyendo tanto a la conectividad de esas aves como a la gama de especies de plantas cuyas semillas dispersan (Puyana 2003). En el paisaje de Aranzazu quedaban muy pocas especies de interior de bosque, pero las cercas vivas, por tener una

vegetación diversa, eran el hábitat más importante para las aves de la zona (Pulido 2005). En estos ejemplos el papel de las cercas era diferente, pues mientras en un paisaje su función como herramienta de manejo del paisaje era principalmente incrementar la conectividad, en otro era proveer hábitat para las aves y flora de la región.

De un modo similar, estudios realizados en el Eje Cafetero sobre el efecto de la fragmentación de bosques y matrices del paisaje creadas por pastizales para la ganadería y por plantaciones de árboles exóticos se encontró que un conjunto de especies de interior de bosques de la región se vieron beneficiadas por las plantaciones de árboles exóticos (Renjifo 2002). Si bien las plantaciones no eran un buen hábitat para dichas especies de aves, sí proveían cobertura arbórea que facilitaba el desplazamiento entre los bosques remanentes y por lo tanto la supervivencia, e incluso recuperación en tal tipo de paisaje para algunas especies. Aunque las plantaciones forestales de exóticas en esa región son usualmente sistemas productivos simples y pobres biológicamente hablando, su diversidad y potencial como herramientas de manejo del paisaje se incrementa considerablemente cuando se deja crecer un sotobosque de vegetación nativa, la plantación ya ha alcanzado cierto porte y hacen parte del mosaico de un paisaje rural con buena presencia de parches de bosques nativos (Mendoza *et al.* 2008, Renjifo y Lozano-Zambrano, datos sin publicar).

Así como las plantaciones forestales tienen un potencial como herramientas de manejo del paisaje, los sistemas agroforestales tienen un gran potencial como herramientas de manejo del paisaje para la conservación de la biodiversidad (Schroth *et al.* 2004, Harvey & Saenz 2008). En paisajes originalmente boscosos, estos sistemas pueden constituirse en hábitat para las especies más generalistas y en facilitadores de la conectividad para especies que requieren de condiciones boscosas propiamente dichas. Un sistema productivo con un gran potencial como herramienta del paisaje son los cafetales con sombrío. Numerosos estudios en cafetales han mostrado un fuerte contraste entre aquellos cafetales sin sombrío y aquellos con un manejo tradicional con sombrío. La diversidad tanto de plantas como de animales se incrementa en la medida en que aumenta la complejidad estructural del sombrío, la densidad y diversidad de especies del sombrío (Calvo & Blake 1998, Schroth *et al.* 2004, Harvey & Saenz 2008). Asimismo, la plasticidad en el comportamiento y la movilidad de las especies de bosque facilita su supervivencia en paisajes heterogéneos (Muriel & Kattan 2009).

Los árboles remanentes aislados en medio de potreros u otro tipo de sistemas productivos también pueden constituirse en herramientas de manejo del paisaje. Por ejemplo, en estudios hechos en los Andes ecuatorianos (Köster *et al.* 2009) y en Costa Rica (Harvey *et al.* 2008) se encontró que una alta diversidad de especies de estos árboles incluía hasta un 60% de las especies de árboles de los bosques de la zona y una comunidad de epífitas muy diversa. La diversidad de estas últimas era superior en estos que en los bosques secundarios jóvenes, aunque menor que en bosque primario con-



tinuo y fragmentos de bosque (Köster *et al.* 2009). Estos árboles pueden ser fuentes importantes de semillas y atractivos de aves y murciélagos que dispersan semillas en las zonas agrícolas. Complementariamente, estos árboles aislados contribuyen al mantenimiento de la diversidad animal en el paisaje al proveer sitios de anidación, alimento, descanso y refugio para animales que se dispersan a través del paisaje, incrementando la conectividad funcional.

Por último, un aspecto poco explorado, pero sin duda importante es la conservación de fragmentos de sabana o zonas en regeneración de pastizales en regiones con ecosistemas herbáceos como en las sabanas del Caribe, valle del Magdalena y Orinoquia. Por su parte, en regiones agrícolas de Norteamérica la incorporación

de terrenos reservados está generando oportunidades muy prometedoras de conservación. En este sentido, el establecimiento de un programa de áreas reservadas en zonas agrícolas está mostrando resultados positivos en especies de aves estrictamente dependiente de pastizales, las cuales tienen un descenso poblacional a escala continental (Herkert 2009).

Tipos de herramientas de manejo del paisaje establecidos en los Andes colombianos

El diseño de las herramientas de manejo para un paisaje es la respuesta a las condiciones de transformación del paisaje y las oportunidades de conservación identificadas. Las HMP diseñadas pueden contener diferentes arreglos vegetales y estructurales, y su ajuste para la escala predial deberá responder a características de la finca como las oportunidades de conservación identificadas, los sistemas productivos del predio, el costo de oportunidad de la tierra y las necesidades de recursos del bosque para uso por parte de los propietarios. El costo de las HMP puede ser una limitante en un proceso de planeación para la conservación de biodiversidad; sin embargo, la fortaleza de esta propuesta es

que su enfoque metodológico los reduce al priorizar la inversión sobre las fincas con oportunidades de conservación, es decir, donde las HMP generarán un mayor impacto para la conservación.

A continuación se presentan los diferentes tipos de HMP establecidos en el marco del Proyecto Andes en la región andina colombiana. De acuerdo con su función, las HMP se dividen en dos: (1) Herramientas de manejo del paisaje de conservación (HMP para la conservación de remanentes de ecosistemas naturales y HMP para el incremento del hábitat y la conectividad) y (2) Herramientas de manejo del paisaje complementarias, las cuales se proponen en el proceso de planificación predial para apoyar la concertación en el reordenamiento de la finca y así facilitar el establecimiento de las HMP para la conservación.

Tipos de herramientas de manejo del paisaje (HMP) y de prácticas de manejo desarrolladas en los Andes colombianos

- **Conservación de remanentes de ecosistemas naturales**



Tipo de HMP

Cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento

Elemento de paisaje donde se establece la HMP

Fragmentos de bosque de diferentes tamaños, cañadas o bosques riparios.

Especies vegetales que hacen parte de la HMP

Especies con capacidad de rebrote para el establecimiento de cercas vivas y especies de rápido crecimiento para la formación de barreras marginales que disminuyan efectos de borde; aplica en remanentes aislados en sistemas productivos de clima cálido en zonas planas.

Descripción del propósito de la HMP

Protección mediante cercado de fragmentos de bosque natural o cañadas, con postes de madera y alambre de púa para evitar el ingreso de ganado y el consecuente daño por destrucción del sotobosque, ramoneo, pisoteo y contaminación de fuentes de agua con estiércol.



Tipo de HMP

Enriquecimiento de bosque natural

Elemento de paisaje donde se establece la HMP

Cañadas o bosques riparios, fragmentos de bosque de diferentes tamaños.

Especies vegetales que hacen parte de la HMP

Se hace con especies de la flora nativa de la misma zona donde se lleva a cabo la actividad de manejo principalmente en bajas densidades de especies claves por su aporte de alimento para la fauna, especies amenazadas o endémicas.

Descripción del propósito de la HMP

Siembra en el interior de los parches de bosque secundario o las cañadas de especies nativas de la zona, principalmente especies de los estados avanzados de la sucesión las muchas de las cuales son

especies amenazadas o endémicas. Muchas de estas son especies de semillas grandes. Con esta HMP se busca que al desarrollarse estos individuos ofrezcan recursos alimenticios y de hábitat a la fauna. En promedio una hectárea de bosque o de cañada se puede enriquecer con 10 individuos por especie, usualmente de 10 a 20 especies por hectárea.



Tipo de HMP

Ampliación de parches de bosque o cañadas

Elemento de paisaje donde se establece la HMP

Contorno o bordes de los parches de bosque o de las cañadas.

Especies vegetales que hacen parte de la HMP

Se utilizan especies nativas diversas en altas densidades. Usualmente especies de la sucesión secundaria para acelerar el proceso y generar rápidamente cobertura, en algunos casos, especies maderables creando una franja de amortiguación alrededor.

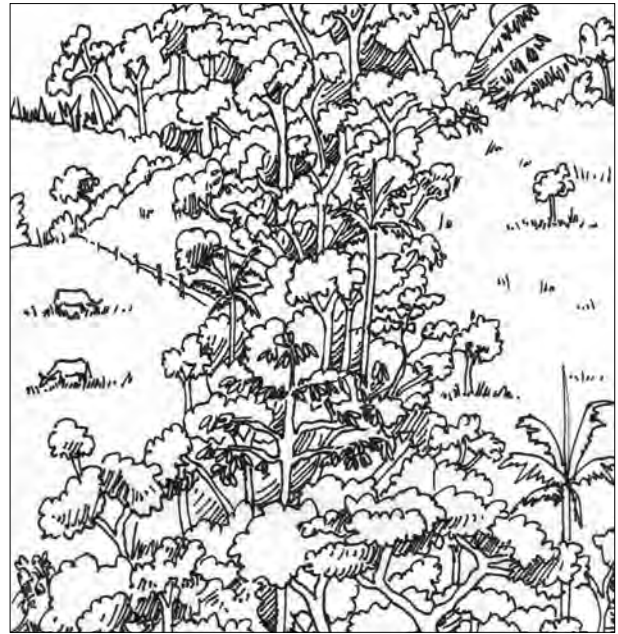
Descripción del propósito de la HMP

Es una herramienta de manejo del paisaje para restaurar áreas que están en potreros o rastrojos y convertirlas en áreas de bosque. De esta manera se amplía el área del fragmento o de la cañada, aportando también a la disminución de los efectos de borde.

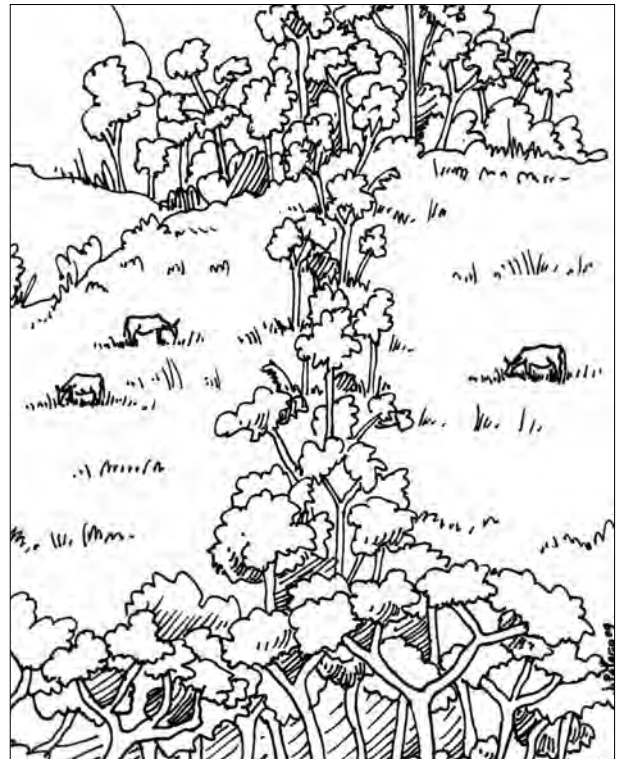
• **Incremento de la conectividad a través de corredores biológicos**



Tipo de HMP
Corredores biológicos



En el minicorredor el ancho varía entre 20 y 49 m



En el microcorredor el ancho varía entre 5 y 19 m

Elemento de paisaje donde se establece la HMP

Reconexión de fragmentos de bosque, fragmentos y cañadas mediante el restablecimiento de coberturas en potreros u otros usos del suelo diferentes a coberturas nativas.

Especies vegetales que hacen parte de la HMP

Procesos de restauración basados en aceleración de la sucesión, con alta diversidad de especies nativas para su establecimiento. En la fase inicial, altas densidades de especies pioneras y pioneras intermedias para disminuir la competencia por pasturas y generar hábitat, cobertura y recursos para la fauna. Posteriormente, con especies de sucesión avanzada, especies claves en la producción de recursos para la fauna, especies amenazadas, especies endémicas de la región.

El 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.

Los corredores biológicos pueden variar su amplitud en un paisaje rural. Se puede denominar corredor biológico a aquellos cinturones de restauración con un ancho entre 50m, 100 m o más. Cuando el corredor biológico tiene entre 20 y 49 m de ancho lo denominamos minicorredor biológico y cuando su ancho varía entre 5 y 19 m, lo llamamos microcorredor biológico o franjas de conexión.

Descripción del propósito de la HMP

El propósito de un corredor biológico es el de favorecer el incremento en tamaño de las poblaciones animales y vegetales y aumentar las probabilidades de sobrevivencia de estas especies en el paisaje. Los corredores biológicos ayudan a la conexión de las poblaciones y aportan al sostenimiento de poblaciones de animales y plantas que viven en los hábitats fragmentados, como es el caso de los paisajes rurales.

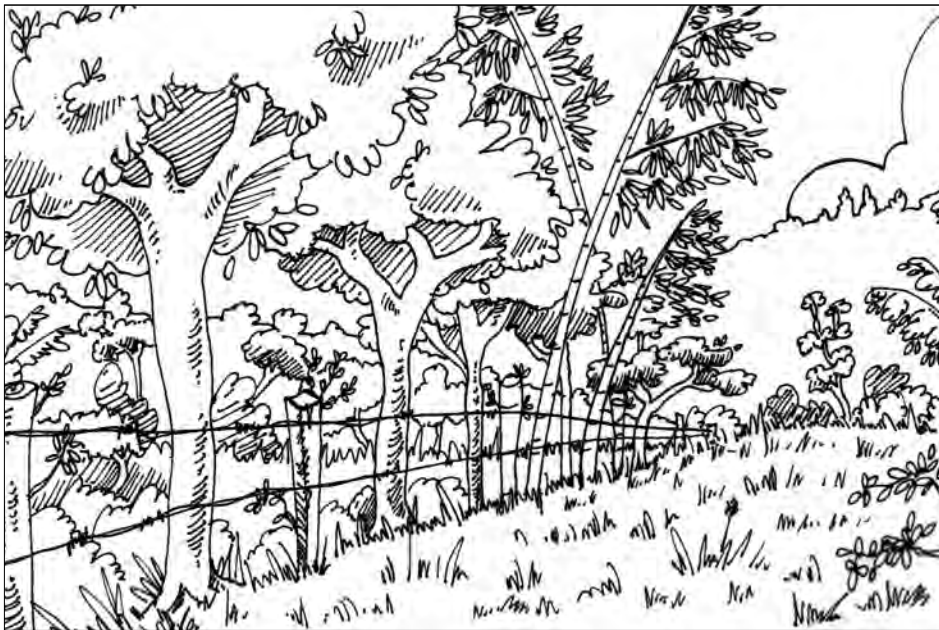
Las principales características de los corredores biológicos son el ancho y la conectividad. Estos se convierten en los principales atributos para su evaluación. Los corredores biológicos pueden ser remanentes cuando se conserva la conexión entre parches de bosque o restaurados cuando son nuevamente establecidos. En ambos casos deben ser protegidos con cercas a lo largo de sus bordes para evitar el deterioro causado por el ganado.

Las principales fuentes de material vegetal para el establecimiento de un corredor biológico son:

- 1) Arbolitos producidos en viveros de semillas colectadas en los bosques o de árboles remanentes de la zona: para esto es importante utilizar tantas especies e individuos por especie como sea posible. Hay que evitar plantas de viveros comerciales, pues el material genético típicamente no es propio de la zona.
- 2) Plántulas rescatadas debajo de los árboles remanentes en potreros o parches de bosques de la zona. Las plántulas rescatadas deben ser llevadas a bolsas en vivero en donde se les deja crecer

hasta tener un porte adecuado para el trasplante a campo (normalmente más de 80 cm para eliminar las probabilidad de muerte).

- 3) Arbolitos de regeneración natural en el interior de plantaciones forestales o bordes de carretera que eventualmente serán eliminados. Estos arbolitos, que serán eliminados en la cosecha de la plantación o no podrán crecer en los bordes de la carretera, pueden ser trasplantados al interior del corredor biológico acelerando el proceso de sucesión y desarrollo del mismo en estructuras verticales y horizontales.



Tipo de HMP

Cercas vivas mixtas

Elemento de paisaje donde se establece la HMP

Se establece en divisiones de linderos de fincas, en límites de parcelas agrícolas o para la separación de potreros.

Especies vegetales que hacen parte de la HMP

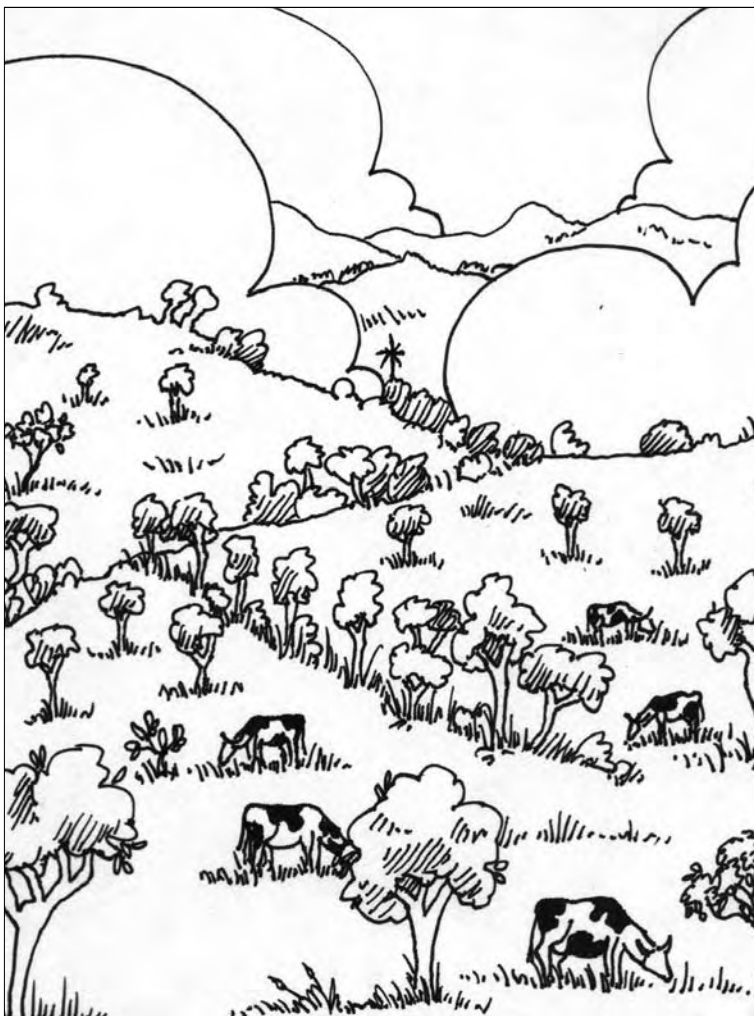
Se recomienda la combinación de especies nativas y exóticas de diversos usos, incluyendo maderables, para leña, forraje para el ganado y productoras de grandes cantidades de flores o frutos para la fauna nativa. Son claves las especies arbóreas con alta capacidad de rebrote tanto en el establecimiento de cercas a partir de estacones como de podas severas por uso.

Diversas especies de árboles tienen la capacidad de rebrotar cuando se les emplea en el establecimiento de cercas; entre ellas sobresalen las especies del género *Ficus*. Se recomienda además la combinación con especies forrajeras como el nacedero (*Trichanthera gigantea*), chachafruto (*Erythrina edulis*), matarratón (*Gliricidia sepium*), y especies maderables como cedro (*Cedrela montana*, *C. odorata*), nogal (*Cordia alliodora*), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), entre otras.

Descripción del propósito de la HMP

El rol ecológico de las cercas vivas se puede resumir en que sirven como potenciales hábitats, recursos y corredores para la fauna silvestre en un paisaje rural. Las cercas vivas tienen el potencial de aumentar la conectividad de los paisajes y facilitar el movimiento de animales por medio del incremento de la cantidad total de la cobertura vegetal dentro de los paisajes rurales (aumentan el número de sitios de descanso, alimentación y percha) y contribuyen al acortamiento de las distancias entre los sitios de posa o escala, reduciendo la energía que los animales deben gastar en vuelo o movimiento (Harvey *et al.* 2004)

En el establecimiento de una cerca viva se recomienda una combinación de árboles y arbustos en diferentes estratos protegidos por una cerca de alambre. Con la cerca viva se logra una cerca permanente que evita la necesidad de hacer reposición de postes. Es altamente recomendable evitar la remoción de la vegetación arbustiva espontánea que se va generando a lo largo de la cerca como resultado de la dispersión de semillas por las aves, los murciélagos y el viento.



Tipo de HMP

Árboles dispersos

Elemento de paisaje donde se establece la HMP

1. Distribuidos en toda el área interior del potrero.
2. Mezclados al interior de las parcelas de cultivos en muy bajas densidades.

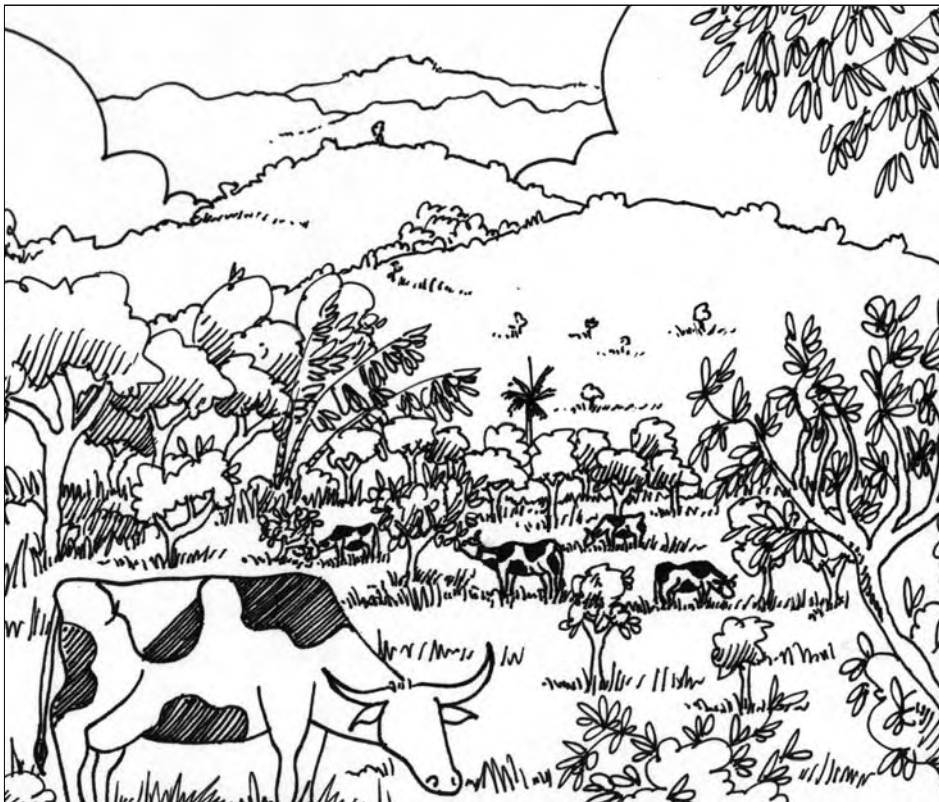
Especies vegetales que hacen parte de la HMP

Se utilizan especies frutales, maderables, forrajeras o especies nativas de la zona que ofrezcan alimento para la fauna, percha u oportunidades de nidificación. Se sugiere como densidad el uso de 30 árboles (en promedio) de diversas especies por hectárea.

Descripción del propósito de la HMP

Los árboles dispersos en potreros aportan madera, postes, leña, productos medicinales y alimento para los humanos y el ganado. Además, proporcionan servicios ambientales tales como la captura de carbono, la conservación de la biodiversidad y el embellecimiento del paisaje (Schellas y Greenberg 1996). La distribución de los árboles dentro de las pasturas y los cultivos puede ser muy variable. Muchos de estos árboles pueden ser remanentes del bosque original o pueden haber sido sembrados para proveer sitios de descanso para el ganado o sombra para algunos cultivos.

- **Herramientas complementarias para la negociación de herramientas de manejo del paisaje para la conservación**



Tipo de HMP

Sistema silvopastoril

Elemento de paisaje donde se establece la HMP

Potreros.

Especies vegetales que hacen parte de la HMP

Se utilizan especies que sirven de alimento para el ganado como forrajeras y fijadoras de nitrógeno como totumo, matarratón, leucaena, campano, caña fístula y guácimo. Igualmente se pueden incluir allí algunas especies nativas atractivas de fauna en bajas densidades.

Descripción del propósito de la HMP

Los sistemas silvopastoriles están basados en la combinación de pastos para ganadería con especies arbóreas y arbustivas. Se pueden utilizar para maximizar el uso de las áreas de potreros y de esa manera negociar la liberación de ciertas áreas de la finca para restaurarlas, ampliar fragmentos o conectar elementos con cobertura nativa en la finca.



Tipo de HMP

Banco de proteínas

Elemento de paisaje donde se establece la HMP

1. Potreros.
2. Cercas.

Especies vegetales que hacen parte de la HMP

Se utilizan especies forrajeras como el botón de oro, poro, madero negro, leucaena, guácimo, nacedero, sauco, pastos, caña de azúcar, entre otros, para la alimentación del ganado.

Descripción del propósito de la HMP

Son áreas compactas, cercanas a las instalaciones de la finca para el manejo y la alimentación de los animales (en corrales, establos, etc.). Se destinan a la producción de forrajes de alta calidad y volumen. También puede utilizarse para pastoreo. Esta herramienta complementaria se usa para negociar la liberación de ciertas áreas de la finca para restaurarlas, ampliar fragmentos o conectar elementos con cobertura nativa en la finca.



Tipo de HMP

Bosque dendroenergético

Elemento de paisaje donde se establece la HMP

1. Potreros.
2. Áreas contiguas a bosques o cañadas.

Especies vegetales que hacen parte de la HMP

Se utilizan especies de rápido crecimiento para ser utilizadas como leña. Se puede hacer una combinación de especies nativas de rápido crecimiento y buena madera para leña, con especies exóticas como eucaliptos y acacias.

Descripción del propósito de la HMP

Consiste en el establecimiento de pequeñas parcelas con especies de rápido crecimiento que serán utilizadas para leña en la finca. Esta herramienta complementaria se usa para negociar la extracción de maderas de los parches de bosque de la finca por un manejo y uso sostenible en una porción de la finca (el bosque dendroenergético) lo que le permitirá al campesino mantener un recurso disponible en mayor volumen y cerca a la casa.

Mecanismos facilitadores para la implementación de herramientas de manejo del paisaje

El éxito de las herramientas de manejo del paisaje (HMP) se debe medir en relación con la perdurabilidad de los impactos en el tiempo y no sólo por sus resultados inmediatos de establecimiento; es decir, no solamente por el número de árboles sembrados, ni por el número de hectáreas reforestadas, restauradas o reconectadas, sino por el mantenimiento de estos cambios, su perdurabilidad y la permanencia de dichas herramientas en el tiempo y por ende, los impactos positivos a largo plazo para la biodiversidad (Aristizábal 2007).

Teniendo en cuenta que las HMP son acciones de conservación que se establecen a nivel de finca, pero que se diseñan para tener un impacto a nivel de paisaje, su perdurabilidad y permanencia está condicionada por diversos factores sociales, económicos, culturales, institucionales, políticos, entre otros, dado que se establecen en un área en donde actores concretos se desenvuelven y las escalas local y de paisaje toman relevancia en la toma de decisiones sobre el uso del suelo.

Con el fin de considerar estos aspectos que facilitan u obstaculizan no sólo la implementación de las HMP, sino también su permanencia y sostenibilidad a largo plazo, el esquema de planeación para la conservación de los paisajes rurales identificó la necesidad de generar una serie de mecanismos que propicien los procesos de negociación, implementación y mantenimiento de las HMP. En este sentido, los mecanismos facilitadores para el establecimiento de las HMP son acciones dirigidas a fomentar comportamientos favorables a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, en un espacio y un tiempo determinado en el proceso de planeación del paisaje rural.

En el presente esquema se presenta un menú de mecanismos, que se diferencian según su naturaleza (institucionales, educativos, de sensibilización-educación, técnicos, jurídicos-legales, económicos-financieros y de autogestión) y según su nivel de implementación (predial, local y regional) (Tabla 4.1).

Es necesario señalar que este menú es un indicativo de mecanismos facilitadores que pueden ser utilizados en un proceso de implementación de HMP, dado que, por las condiciones biológicas, sociales, económicas, culturales e institucionales, particulares de la zona donde se implemente la propuesta, pueden surgir otros mecanismos facilitadores o estos deben ser adaptados a condiciones particulares.

Tabla 4.1. Menú de mecanismos facilitadores propuestos para apoyar la implementación de HMP en los paisajes rurales.

Naturaleza	Mecanismo	Escala	Objetivo	Destinatarios
Económicos - financieros	Exención tributaria impuesto predial	Predial	Compensar costos transacción propiedad	Predios privados rurales
	Financiación de acciones compensatorias	Predial	Compensar costos Oportunidad productivos	Predios vinculados al proyecto
	Financiación del establecimiento de las HMP	Predial	Costo cero de establecimiento	Predios vinculados al proyecto
Reglamentarios-jurídicos	Acuerdos de compromiso	Predial	Formalizar la inversión de las HMP y el manejo que se les debe dar	Predios vinculados al proyecto y alcaldía de o corporación autónoma regional
	Servidumbres ecológicas	Predial	Formalizar la inversión de las HMP y el manejo que se les debe dar	Predios vinculados al proyecto y alcaldía de o corporación autónoma regional
Institucionales	Mesa interinstitucional	Local, regional	Sostenibilidad: Definición plan de manejo de los corredores y la participación de los diferentes actores interesados	Actores locales y regionales con competencias e intereses en las acciones de conservación
Educativos y de sensibilización	Giras de intercambio	Local, regional	Sensibilización y divulgación de los avances del proceso	Municipio y otros actores regionales
	Medios alternativos de comunicación	Local, regional	Sensibilización y divulgación de los avances del proceso	Municipio
	Medios masivos de comunicación	Local, regional	Sensibilización y divulgación de los avances del proceso	Municipio
Técnicos	Transferencia tecnológica sobre HMP	Local		Predial y local
	Establecimiento y operación de vivero de especies nativas	Local		Local
	Asistencia técnica fases establecimiento y mantenimiento	Predial		
	Plan de manejo de las HMP	Predial		

Naturaleza	Mecanismo	Escala	Objetivo	Destinatarios
Autogestión	Planificación predial participativa	Predial	Sensibilización y concertación de las HMP a establecer	Predios vinculados al proyecto
	Plan comanejo para el uso sostenible de la biodiversidad	Local, regional	Garantizar uso sostenible del recurso	Artesanos, propietarios de predios con la oferta recurso y corporación autónoma regional
	Diseño y elaboración de otros productos a partir del uso de diferentes recursos de la biodiversidad (ejemplo bejuco)	Local	Mejoramiento ingresos	Artesanos
	Cadena de valor ecoturismo	Local, regional	Identificación del potencial ecoturístico de los corredores	Operadores turísticos y propietarios de predios con potencial ecoturístico

Tomado de: Carlos Manuel Chacón-CEDARENA. 1998. Servidumbres ecológicas. El propietario privado contribuyendo al desarrollo sostenible.

Así mismo, es importante resaltar que un solo mecanismo no podría atender todos los conflictos que pueden generarse en la implementación de las HMP; por lo tanto estos no son excluyentes entre sí y por el contrario es importante que sean diversos y complementarios y que tengan desarrollo, retroalimentación y enriquecimiento durante las diferentes fases del proceso.

Instrumentos de naturaleza económica–financiera

Teniendo en cuenta que las herramientas de manejo del paisaje son establecidas en predios privados, los instrumentos de naturaleza económica y financiera están orientados a generar un beneficio tangible, preferiblemente monetario, ya sea un pago en efectivo o la reducción en sus obligaciones. Los propietarios de las tierras deben asumir los costos, debido a las limitaciones de uso que impone una estrategia de conservación, mientras que se mantienen los costos asociados a la propiedad, como por ejemplo, impuestos. Entre estos mecanismos se encuentran:

Exención tributaria del impuesto predial: Antes de implementar este instrumento facilitador se hace necesario analizar los factores de éxito y de fracaso de este tipo de incentivo. Los factores potenciadores o limitantes que se analizan pueden agruparse en tres: (i) la ineficiencia para garantizar el cumplimiento del objetivo de conservación, es decir, los limitantes en la medición del cumplimiento de los criterios biológicos de acceso del incentivo hacen que sea complejo establecer un vínculo entre causa-efecto, en términos de conservación; ii) las condiciones de acceso al incentivo que determinan el interés de los usuarios, como los criterios elegidos, los costos de transacción asociados, el grupo objetivo, etc. y (iii) las dificultades de financiación del incentivo.



De acuerdo con lo anterior, el primer paso es evaluar el papel del impuesto predial en las finanzas públicas municipales, especialmente en la inversión social y el comportamiento de pago de los contribuyentes en el municipio. El segundo paso es definir los criterios de acceso al incentivo desde el punto de vista tanto biológico como político; en este sentido, los criterios de acceso biológico deben mantener coherencia con la estrategia de conservación que se espera que apoye el incentivo, con el fin de potenciar con este instrumento el alcance de los objetivos de la política pública ambiental local y evitar la atomización de iniciativas, perdiendo el enfoque de paisaje; los criterios de acceso político deben orientarse a premiar comportamientos favorables en los esquemas de pagos del impuesto predial y no, por el contrario, premiar comportamientos incumplidos con esquemas de refinanciación. El tercer paso es evaluar el impacto del incentivo sobre los propietarios a partir de diferentes escenarios de acceso.

Una vez evaluada la viabilidad y efectividad del incentivo se debe adelantar un proceso de negociación con la administración y con el Concejo Municipal, para su adopción a través de Acuerdo Municipal.

Previo a la fase de implementación del incentivo, y con el fin de evitar caer en las fallas institucionales más frecuentes y así reducir al máximo posibles costos de transacción asociados a la realización de un contrato como éste, costos de información, negociación, diseño, vigilancia, cumplimiento, es necesario tener en cuenta:

- Que el diseño sea participativo, es decir, que se tengan en cuenta las diferentes dependencias municipales involucradas operativamente en la implementación, el seguimiento y la evaluación del incentivo: oficinas de planeación y tesorería, Umata, entre otras.
- Construir un *documento reglamentario* del Acuerdo Municipal, que amplíe la información contenida en éste y que garantice que el oferente del incentivo entregará información completa a los posibles

usuarios. Es necesario diseñar todos los *documentos operativos* requeridos para la reglamentación, como por ejemplo formato de solicitud de la exención, certificado de uso del suelo, formato-carta de intención de no intervención, resolución de autorización de la exención, entre otros.

- Desarrollar una estrategia de divulgación del incentivo basada en cuñas radiales transmitidas en emisoras locales y regionales y volantes que permitan entregar la misma información a todos los habitantes del municipio (posibles usuarios del incentivo) y así evitar problemas de inequidad en el acceso a la información (asimetrías).
- Validar el proceso de liquidación, ajustando el programa actual que realiza el proceso de facturación del impuesto en el municipio.

Financiación del establecimiento de HMP: Teniendo en cuenta que las HMP implican en algunos casos cambios del uso del suelo productivo hacia la conservación, se identificó como mecanismo facilitador del proceso la financiación del establecimiento de las herramientas de manejo del paisaje. Es decir, que el propietario no tenga que incurrir en costos adicionales por destinar un área de su predio a la conservación de la biodiversidad. Este instrumento se puede aplicar inicialmente en los predios identificados con oportunidad de conservación, como una forma de maximizar los impactos del proceso de planeación para la conservación de la biodiversidad.

Financiación de acciones compensatorias: Las acciones compensatorias son aquellas que representan una compensación para el propietario por permitir el establecimiento de HMP con fines de conservación de biodiversidad. Es decir, están orientadas a compensar por los costos de oportunidad productivos en que se incurren (cuando estos existan), por dejar un uso del suelo productivo por un uso de conservación. En estricto sentido, son diseñadas para proporcionar beneficios económicos tangibles para el propietario (a nivel privado), lo que no impide que en muchos casos generen beneficios a la población circundante, es decir, generen externalidades positivas a la comunidad.

Las acciones compensatorias deben diferenciarse de las HMP de conservación, debido a que las HMP tienen propósitos exclusivos para la conservación de la biodiversidad. No ocurre igual con las acciones compensatorias, dado que le ofrecen al propietario beneficios que antes no tenía, es decir, lo están compensando de alguna manera. Entre las principales acciones compensatorias trabajadas se encuentran las HMP complementarias (Tabla 4.1), bebederos móviles, mejoramiento de pasturas, siembra de especies forrajeras, entre otras.

Instrumentos jurídicos-legales

Se entienden como aquellos documentos formalizados por al menos dos partes involucradas en el proceso de implementación de las herramientas de manejo del paisaje, propietario e institución ejecutora del proyecto; teniendo en cuenta que la mayoría de las veces dichas herramientas se implemen-

tan con recursos del Estado en predios privados y es necesario garantizar que dicha inversión genere los resultados de conservación previstos.

En dichos documentos se determinan claramente los compromisos de las partes para la ejecución de un proyecto en todas sus fases (establecimiento, mantenimiento y seguimiento) y garantizar así su permanencia y sostenibilidad. Existe una gran variedad de figuras legales para formalizar dichos acuerdos y compromisos. La elección de una figura específica depende del perfil del propietario y de las condiciones del proyecto, a continuación se presentan algunas opciones:

- **Acuerdos de compromiso:** Son documentos con formato de contrato que especifica el objetivo del acuerdo, las obligaciones de las partes, la duración, los beneficios del propietario, las causales de incumplimiento y las sanciones por incumplimiento de cada una de las partes. Este instrumento es voluntario y no tiene afectaciones sobre la propiedad; su formalización ante notario público dependerá de la voluntad del propietario. Fue el instrumento más usado en el proceso de negociación para el establecimiento de las HMP en los Andes colombianos.
- **Servidumbres ecológicas:** Una servidumbre ecológica es un acuerdo legal por medio del cual el propietario de un predio decide en forma voluntaria limitar el uso de su finca con el fin de proteger los atributos ecológicos de ésta (Chacón, 1998). Al igual que el acuerdo de compromiso, la servidumbre ecológica es un documento en formato de contrato que para su mejor cumplimiento se inscribe en el Registro Público de la Propiedad (aunque también se puede constituir sobre finca sin inscribir). Por esta razón se crea por medio de una escritura pública que se realiza ante cualquier notario público. Es importante mencionar que la servidumbre es un gravamen real, donde las responsabilidades que se adquieren recaen sobre la propiedad y no sobre el propietario, de esta manera, si el predio cambia de dueño, las responsabilidades se transfieren al nuevo propietario (Robles, *et al.* 2005).

Los requisitos para la constitución de las servidumbres ecológicas es que participen y se pongan de acuerdo dos predios, uno que cumpla el papel de fondo sirviente y otro que cumpla el papel de fondo dominante. Adicionalmente, es necesario identificar claramente la relación existente entre los dos predios y, por ende, la utilidad de la servidumbre ecológica.

Lo ideal es que en las servidumbres participen como fondo dominante predios que destinados a perpetuidad y de propiedad de una institución como la corporación autónoma regional, la alcaldía o una ONG con fines de conservación. De esta forma, dicha institución podrá asesorar al propietario con información científica y legal para definir en conjunto con éste las actividades sostenibles más recomendables que pueden ser llevadas a cabo en la propiedad y definir los términos de la servidumbre ecológica. Además, esta institución sería la responsable de realizar el seguimiento correspondiente al contrato de servidumbre ecológica en forma perpetua, garantizándose así el mantenimiento de los valores naturales de la propiedad a perpetuidad (Chacón 1998)

Instrumentos institucionales

Uno de los factores que determina la sostenibilidad de las herramientas de manejo del paisaje es el papel que juegue la institucionalidad, es decir, la permanencia y sostenibilidad de las herramientas no es una responsabilidad exclusiva del propietario del predio, sino que también se requiere del esfuerzo y trabajo serio, responsable, comprometido y coordinado de los diferentes actores institucionales –locales y regionales– que tienen injerencia directa o indirecta en la conservación de la biodiversidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, dentro de los instrumentos facilitadores institucionales se encuentra la conformación y dinamización de una mesa interinstitucional, entendida ésta como un espacio de planeación y construcción colectiva dirigida a orientar el papel de los diferentes actores institucionales y locales, en torno a la sostenibilidad de las herramientas de manejo del paisaje y en general de la estrategia de conservación de biodiversidad en el paisaje rural implementada. Así mismo, debe convertirse en un escenario donde, entre otras, se coordinen acciones que favorezcan la sostenibilidad de las herramientas, se gestionen y optimicen recursos para consolidar y mantener físicamente las herramientas, y se promuevan espacios de réplica de la estrategia de conservación.

La compra de predios es otro mecanismo facilitador de tipo institucional.

Compra de predios. Éste es un mecanismo de gestión institucional. Se basa en la adquisición de predios importantes o estratégicos para el corredor de conservación. Debe tenerse en cuenta que este instrumento, como la mayoría, es viable sólo bajo ciertas condiciones. La participación de la sociedad civil y del sector privado, y no sólo del sector público, en la administración de los recursos naturales es garantía de sostenibilidad en los procesos de conservación. En este sentido, la decisión de vincular este instrumento al sistema de mecanismos facilitadores dependerá de que los costos de adquisición y de vigilancia no superen los beneficios que se obtendrían de igual manera si el área de importancia ambiental hiciera parte de un predio privado. Cuando estos beneficios operen bajo condiciones de alta incertidumbre, la compra del predio o del área estratégica será la mejor opción.



Instrumentos educativos de sensibilización y educación

Medios alternativos de comunicación: Entre los medios alternativos de comunicación se pueden recomendar los boletines en formato de periódico mural, que tienen como objetivo principal divulgar los avances del proceso de establecimiento de HMP. Estos boletines deben tener como máximo una periodicidad semestral y cada edición debe estructurar una temática central seleccionada, donde participan tanto los investigadores que han acompañado el proceso como las comunidades e instituciones que han participado en él.

La selección de la herramienta de divulgación que se decida utilizar debe hacerse en el marco de una construcción participativa con las comunidades vinculadas al proceso de establecimiento de herramientas de manejo del paisaje: propietarios, juntas de acción comunal, docentes, funcionarios de corporaciones, entre otros, buscando que las piezas divulgativas que se diseñen tengan una mayor apropiación y realmente se conviertan en mecanismos de divulgación que aporten a la sostenibilidad de la estrategia de conservación.

Medios masivos de comunicación: Las herramientas de manejo del paisaje, como estrategia de conservación de biodiversidad en los paisajes rurales, deben ser apropiadas e incorporadas en el accio-



nar cotidiano no sólo por los propietarios de los predios donde se establecen, sino también por la comunidad del territorio que se transforma positivamente, de tal manera se que conviertan en un referente para todos los habitantes del municipio. Esta apropiación es un factor determinante en la sostenibilidad de las HMP. En este sentido, como mecanismo facilitador se han identificado los medios masivos de comunicación, orientados básicamente a la divulgación del proceso a través de diferentes instrumentos como material audiovisual, pilotos radiales, material impreso en objetos de uso frecuente (afiches, entre otros) con mensajes cortos y llamativos de tal manera que se capte el interés del usuario y se enfoque su atención en la propuesta de conservación y uso sostenible de la biodiversidad en paisajes rurales. La señalización en el paisaje con mensajes gráficos que permitan reconocer la importancia biológica

de la zona y la estrategia de conservación que allí de adelanta, son también elementos claves para mantener la atención de la comunidad sobre los sitios donde se desarrollan las acciones y para fortalecer los conceptos de conservación que se quieren incorporar en el discurso de los habitantes rurales.

Giras para el reconocimiento de experiencias: Las giras educativas son un mecanismo facilitador que permite la socialización de las experiencias de conservación de biodiversidad en paisajes rurales, dado que permite a los asistentes conocer, vivenciar e interpretar los principales resultados de la estrategia diseñada e implementada y compartir ese momento con los actores locales involucrados en el proceso. Este mecanismo permite que los participantes, reconozcan en terreno los resultados de la experiencia, de tal forma que resalten la importancia del establecimiento de las herramientas de manejo del paisaje y, como resultado principal, se incremente su motivación para iniciar procesos similares en sus localidades. Estas giras permiten además fortalecer las relaciones y generar actitudes de confianza entre los propietarios y la institución implementadora de la propuesta. Las giras se consideran como un medio interpretativo guiado a través del cual se comunica un mensaje utilizando experiencias de primera mano y medios ilustrativos. Como se mencionó anteriormente, las giras buscan presentar a los participantes un proceso investigativo por fases y etapas, de tal forma que el asistente pueda comprender lógicamente la propuesta de conservación de biodiversidad en paisajes rurales, donde se presentan todos los componentes con una visión interdisciplinaria e integral y se interrelacionan los aspectos biológicos, sociales, económicos e institucionales.

Como propuesta metodológica se sugiere estructurar las giras en dos momentos principales; un primer momento más académico donde se debe presentar el contexto de la experiencia y la propuesta del esquema de conservación a escala del paisaje; con esto se aprovechará mejor la secuencia del recorrido de campo. Un segundo momento práctico, es decir, recorrido en campo propiamente dicho, en el cual se deben hacer en visitas a sitios estratégicos donde se hará referencia a cada una de las fases del proceso de planeación y los momentos importantes de la propuesta implementada. Conviene anotar que la profundidad con que se traten los temas dependerá del público objetivo y sus expectativas.

Para el caso concreto de la experiencia del Instituto Humboldt en el Proyecto Andes, la experiencia del corredor biológico Barbas-Bremen en el Quindío fue la principal gira a una experiencia práctica en conservación de biodiversidad en paisajes rurales.

Instrumentos técnicos

Estos instrumentos se orientan básicamente a un proceso de transferencia tecnológica y acompañamiento técnico, teniendo en cuenta que éste es un factor fundamental no sólo para lograr motivar a los campesinos en el establecimiento de las herramientas de manejo del paisaje, sino también para garantizar la permanencia de las mismas (Aristizábal 2007). Dentro de los instrumentos técnicos se contempla los siguientes mecanismos facilitadores:

Planificación predial de la finca: La planificación predial es un proceso que se convierte en la memoria del trabajo en la finca y la guía que le permitirá al propietario orientar su accionar en torno al mantenimiento de las HMP una vez se retire el acompañamiento institucional que brindan los ejecutores del proyecto. La planificación predial se centrará principalmente en las fincas que se identificaron con oportunidad de conservación, donde se desarrollará un proceso de negociación con los propietarios para el ordenamiento de la finca que incluye el establecimiento de las HMP. El proceso de planificación predial retoma las HMP diseñadas a escala de paisaje en la fase anterior y define y ajusta a escala de finca el menú técnico de las HMP que serán negociadas con los propietarios de las fincas priorizadas.

Planes de manejo para el uso sostenible de recursos de la biodiversidad: Teniendo en cuenta que las comunidades rurales hacen uso de los recursos de la biodiversidad para generar alternativas económicas para su subsistencia, como por ejemplo artesanías, es necesario generar estrategias de uso sostenible con el fin de garantizar la permanencia en el tiempo de dicho recursos. Entre estas estrategias se encuentra la elaboración de planes de manejo, entendidos estos como el resultado de un arreglo institucional en el cual las comunidades, gobiernos locales y otras partes interesadas comparten responsabilidad en el manejo del recurso. La generación de estos planes se da en el marco del diálogo de conocimiento entre investigadores y comunidades, donde estas últimas se convierten en agentes de aprendizaje y de cambio.

Vivero de especies nativas: Finalmente, dentro de los instrumentos facilitadores técnicos, y considerado uno de los más importantes en el esquema de planeación, se encuentra el desarrollo de vivero(s) de especies nativas. Por la importancia de este mecanismo facilitador se le dará un tratamiento especial en el siguiente capítulo del esquema de planeación de los paisajes rurales.

Literatura citada

- Aristizábal, S. L. 2007. Factores socioeconómicos e institucionales determinantes de la permanencia de cercas vivas y bosques protectores en el eje cafetero. Tesis de Maestría en Desarrollo Rural. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá
- Arroyo-Rodríguez, V., E. Pineda, F. Escobar, & J. Benítez-Malvido. 2008. Value of small patches in the conservation of plant-species diversity in highly fragmented rainforest. *Conservation Biology* 23: 729–739.
- Askins, R. A., M. J. Philbrick, & D. S. Sugeno. 1987. Relationship between the regional abundance of forest and the composition of forest bird communities. *Biological Conservation* 39:129-152.
- Bierregaard, R. O. Jr., & P. C. Stouffer. 1997. Understory birds and dynamic habitat mosaics in Amazonian rainforest. Páginas 138–155 en W. F. Laurance & R. O. Bierregaard, Jr., editors. *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. The University of Chicago Press, Chicago, USA.

- Blake, J. G., & J. R. Karr. 1987. Breeding birds of isolated woodlots: area and habitat relationships. *Ecology* 86:1724-1734.
- Brooks, T., S. L. Pimm, & J. O. Oyugi. 1999. Time Lag between Deforestation and Bird Extinction in Tropical Forest Fragments. *Conservation Biology* 13:1140-1150.
- Brown, J. H. & A. Kodrik-Brown. 1977. Turnover rates in island biogeography: effect of immigration on extinction. *Ecology* 58: 445-449.
- Calvo, L., & J. Blake. 1998. Bird diversity and abundance on two different shade coffee plantations in Guatemala. *Bird Conservation International* 8:297-308.
- Chacón, C. & Rolando, C (eds.). 1998. Conservación de tierras privadas en América Central. Utilizando herramientas legales voluntarias. Iniciativa Centroamericana de Conservación Privada. San José, Costa Rica: Centro de Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales.
- Ceballos, G., M. M. Vale, C. Bonancic, J. Calvo-Alvarado, R. List, N. Bynum, R. A. Medellín, J. Simonetti, & J. P. Rodríguez. 2009. Conservation challenges for the Austral and Neotropical America section. *Conservation Biology* 23: 811-817.
- Crooks, K. R. & M. Sanjayan. 2006. Connectivity conservation. Cambridge University Press, New York, USA.
- Dunning, J. B., B. J. Danielson, & H. R. Pulliam. 1992. Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos* 65(1):169-175.
- Gardner, T. A., M. A. Ribeiro-Júnior, J. Barlow, T. C. S. Ávila-Pires, M. H. Hoogmoed & C. A. Peres. 2007. The Value of Primary, Secondary, and Plantation Forests for a Neotropical Herpetofauna. *Conservation Biology* 21: 775-787.
- Harvey, C. A. 2000. Colonization of forest windbreakers by forest trees: effects of connectivity and remnant trees. *Ecological Applications* 10: 1762-1773.
- Harvey, C., Villanueva, C., Villacis, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Gómez, R., Taylor, R., Martínez, J., Navas, A., Sáenz, J., Sánchez, D., Medina, A., Vilchez, S., Hernández, B., Pérez, A., Ruiz, F., López, F., Lang, I., Kunth, S. y F. Sinclair. 2004. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40): 30-39.
- Harvey, C.A., C. Villanueva, J. Villacís, M. Chacón, D. Muñoz, M. López, M. Ibrahim, R. Gómez, R. Taylor, J. Martínez, A. Navas, J. Saenz, D. Sánchez, A. Medina, S. Vilchez, B. Hernández, A. Perez, F. Ruiz, F. López, I. Lang, F.L. Sinclair. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 111: 200-230.
- Harvey, C.A. & J. C. Saenz (Eds.). 2008. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Editorial INBio, Santo Domingo de Heredia. Costa Rica.
- Harvey, C. A., C. F. Guindon, W. H. Haber, D. H. DeRosier & K. G. Murray. 2008. La 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.

- Herkert, J. 2009. Response of bird populations to farmland set-aside programs. *Conservation Biology* 23: 1036–1040.
- Hilty, J. A., W. Z. Lidicker Jr., & A. M. Merenlender. 2006. *Corridor ecology: The science of linking landscapes for biodiversity conservation*. Island Press, Covelo, Ca. USA.
- Jokimäki, J., & E. Huhta. 1996. Effects of landscape matrix and habitat structure on a land bird community in northern Finland: a multiscale approach. *Ornis Fennica* 73: 97–113.
- Köster, N., K. Friedrich, J. Nieder, & W. Barthlott. 2009. Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human land use. *Conservation Biology* 23: 911–919
- Kupfer, J. A., G. P. Malanson, & S. B. Franklin. 2006. Not seeing the ocean for the islands: the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation effects. *Global Ecology and Biogeography* 15: 8–20.
- Laurance, W. F. & R. O. Bierregaard, Jr., editores 1997. *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. The University of Chicago Press, Chicago, EEUU
- Lozano-Zambrano, F. H, Ulloa-Chacón P. & I. Armbrecht. 2009. Hormigas: Relaciones Especies – Área en Fragmentos de Bosque Seco Tropical. *Neotropical Entomology*. 38 (1): 44-54.
- MacArthur, R. H. & E. O. Wilson. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton Univ. Press., Princeton, N. J. USA.
- Mendoza, J. E., E. Jimenez, F. H. Lozano-Zambrano, L. M. Renjifo & P. C. Caycedo. 2008. Identificación de elementos del paisaje prioritarios para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales de los Andes centrales de Colombia. Pp. 251–288. En: C.A. Harvey, y J. C. Saenz (Eds.). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Editorial INBio, Santo Domingo de Heredia. Costa Rica.
- Morrison, S. A. & W. M. Boyce. 2008. Conserving connectivity: some lessons from Mountain Lions in Southern California. *Conservation Biology* 23: 275–285.
- Muriel, S. B., & G. H. Kattan. 2009. Effects of patch size and type of coffee matrix on Ithomiine butterfly diversity and dispersal in cloud-forest fragments. *Conservation Biology* 23: 948–956.
- Noss, R. F. & B. Csuti. 1997. Habitat fragmentation. Pp. 269 – 304. En: *Principles of conservation biology*, Second Edition (G. K. Meffe, C. R. Carroll and contributors). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Offerman, H. L., Dale, V. H., Pearson, S. M., Bierregaard, R. O., & O’Neill R. V. 1995. Effects of forest fragmentation on neotropical fauna: current research and data availability. *Environmental Reviews* 3: 191–211.
- Parry, L., J. Barlow, & C. A. Peres. 2007. Large-vertebrate assemblages of primary and secondary forests in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 23:653–662.
- Pejchar, L, R. M. Pringle, J. Ranganathan, J. Zook, G. Duran, F. Oviedo, G. C. Daily. 2008. Birds as agents of seed dispersal in a human-dominated landscape in southern Costa Rica. *Biological Conservation* 141: 536–544

- Renjifo L. M. 1999. Composition change in subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conservation Biology* 13:1124-1139
- Renjifo, L. M. 2001. Effect of natural and anthropogenic landscape matrices on the abundance of subandean bird species. *Ecological Applications* 11: 14-31.
- Robles, J. A., Paulson. L., Salgado, A. E., Vargas, M. A. 2005 Opciones de Manejo y Conservación para la Biodiversidad. Guía para el Propietario. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia.
- Schellhas, J & R. Greenberg. 1996. Forest patches in tropical landscapes. Washington, DC, US, Island press. 426 p.
- Schroth, G., G. A. B. da Fonseca, C. A. Harvey, C. Gascon, H. L. Vasconcelos, & A. M. N. Izac (Eds.). 2004. Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. Island Press, Covelo, CA, USA.
- Taylor, P. D., L. Fahrig, K. Henein & G., Merriam. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, Vol. 68, No. 3: 571-573.

Capítulo 5

Herramientas de manejo del paisaje para la conservación de biodiversidad (Fase III)



Herramientas de manejo del paisaje para la conservación de biodiversidad (Fase III)

William Vargas, Fabio H. Lozano-Zambrano, Luis Miguel Renjifo, Sandra Lucía Aristizábal B., Ana María Vargas F., Gustavo Guerra y Diana Patricia Ramírez.

La tercera fase del proceso de planeación de los paisajes rurales para la conservación corresponde al establecimiento de las herramientas de manejo del paisaje y sus mecanismos facilitadores.

En este sentido, el proceso de planeación en esta fase debe contar con toda la información biológica y socioeconómica que permita priorizar y diseñar la estrategia de conservación para el paisaje rural. El proceso de planeación se traslada de un análisis a escala de paisaje y de elemento del paisaje, a la escala predial. Por esto, en el capítulo previo mostramos cómo uno de los insumos principales de la fase de diseño de la estrategia es el desarrollo del menú de herramientas de manejo del paisaje para las fincas con oportunidades de conservación. Este menú incluirá: las HMP de conservación que se ajustarán al área y las condiciones de cada predio y las HMP complementarias que apoyarán la liberación de terrenos de la finca, el reordenamiento de espacios de uso de recursos del propietario o la compensación por costos productivos para el propietario por permitir acciones de conservación en terrenos en producción.

Planificación predial en fincas rurales

Trabajar en paisajes rurales implicará concertar y negociar en tierras privadas, por eso en este esquema de planeación se incorpora el concepto de planificación predial desarrollado ampliamente por la Fundación Cipav (Arango 2003). Cualquier propuesta metodológica que se emplee para el proceso de planificación predial en esta fase debe incorporar como meta el reordenamiento de la finca que permita el establecimiento de las HMP. En este sentido, es fundamental contar con los insumos de las fases previas (especialmente mapas prediales a escala 1:5000), contar con un equipo humano con conocimientos técnicos agropecuarios-de conservación, y principalmente, con un grupo que garantice experiencia en relacionamiento con campesinos o finqueros en extensión rural o asistencia técnica. Estos componentes son fundamentales y necesarios para garantizar el éxito de la negociación.

El proceso de planificación predial deberá promover una reflexión entre el grupo técnico y el propietario sobre el ordenamiento ambiental y productivo del predio, teniendo como insumo principal los diseños de HMP a escala de paisaje y el menú técnico de HMP a escala de finca. Desarrollar el proceso de planificación predial en las fincas con oportunidades de conservación tendrá el potencial de ser más costo eficiente para el proyecto; por eso la probabilidad de concretar los acuerdos sobre cambios en el



uso del suelo en estas fincas será mayor y la sostenibilidad de las HMP establecidas se incrementará.

El proceso de planificación predial, al igual que cualquier otro proceso de planificación, deberá partir de la situación actual de la finca reconociendo, además del interés del establecimiento de las HMP, los problemas o necesidades, las características intrínsecas del predio, y sobre todo, las expectativas individuales que se deben incorporar en el trabajo de formulación del plan de fincas, con objetivos y actividades, para garantizar alcanzar las metas propuestas.

En el proceso de planificación predial se debe generar un documento construido con el propietario que recoja mínimamente los elementos de la planificación que han sido concertados:

- Una descripción general del predio,

donde se expresen las características biofísicas y el contexto regional del mismo (las coberturas circundantes a la finca, el paisaje en que se encuentra, su ubicación en la cuenca). Esta información será clave pues le permitirá al propietario entender la relación de su finca y el paisaje circundante, de esta manera el papel de las herramientas de manejo del paisaje será más claro para los propietarios.

- Una descripción detallada del menú de las HMP a implementar en la finca. Donde se señale el tipo de herramienta, las dimensiones, números de árboles, las fechas de siembra, las especies a utilizar, el objetivo de cada HMP, cronograma de manejo, entre otros. Esto hace parte de un trabajo en donde se tendrán que llevar a cabo recorridos por el predio para verificar las áreas y hacer ajustes a las HMP cuando esto sea necesario.
- Una representación geográfica del predio, es decir, un mapa donde se ubique la cobertura vegetal del predio, los sistemas productivos y la ubicación georreferenciada de las HMP y las HMP complementarias a establecer. Este mapa se puede construir con el propietario en ausencia de un mapa de

imágenes de satélite de alta resolución. El aspecto clave de este insumo es proyectar el reordenamiento de la finca desde la situación actual a la situación deseada, es decir, la que incluye las HMP de conservación y complementarias establecidas.

- Los lineamientos de manejo, donde se detalle las actividades de implementación y mantenimiento, cuando sea necesario, que se deben adelantar en el predio. Este cronograma de actividades deberá definir claramente los responsables y la temporalidad de las acciones. Estos lineamientos deben cubrir como mínimo el tiempo de establecimiento de las HMP y el periodo de seguimiento y evaluación que contemple el proyecto.
- Las proyecciones futuras, teniendo en cuenta que los recursos para el establecimiento de HMP siempre son limitados; sin embargo, es estratégico entregar al propietario toda la información sobre las HMP potenciales a ser implementadas en su predio (no sólo en términos descriptivos sino también geográficos). Con esto el propietario puede gestionar recursos en los entes municipales o departamentales y continuar su proceso de planificación.

Las metas del proceso de planificación predial participativa deben ser realizar el proceso de acercamiento a los propietarios; generar la sensibilización sobre la importancia del proceso de planeación de los paisajes rurales; realizar el reordenamiento de la finca para negociar y establecer las HMP; concertar los mecanismos facilitadores de costo de oportunidad para la finca y formalizar el establecimiento de las HMP y de su mantenimiento en el tiempo, el cual puede ser a través de los acuerdos de compromiso para la conservación. La propuesta metodológica para el desarrollo de este proceso se fundamenta en los siguientes pasos:

1. Elaboración de la propuesta “menú de HMP” por predio priorizado: Identificar todos los predios involucrados en el trazado de las HMP a escala de paisaje que involucran el predio con oportunidad de conservación. Se deben diseñar a escala de finca (en área, especies, densidades y costos) las HMP de conservación de acuerdo con los elementos del paisaje que tenga el predio con oportunidad de conservación. Esto se realiza con base en el análisis de coberturas del predio, el mapa de oportunidades de conservación del paisaje y la información productiva levantada en la encuesta socioeconómica. En los casos en que es necesario trabajar en fincas vecinas para fortalecer el establecimiento de las HMP de conservación se introduce el concepto de núcleos de conservación, el cual se define como una estrategia de conservación que integra una o más fincas con oportunidad de conservación con fincas vecinas para potenciar el impacto de las HMP para la conservación en el paisaje.
2. Acercamiento a propietarios de fincas para socializar el proyecto: Los contactos con los propietarios se realizan vía telefónica o escrita. La socialización de la propuesta usualmente se hace de manera individual, con el propietario o su delegado en la toma de decisiones del predio. La me-

Metodología empleada en la presentación del proyecto es de construcción participativa, el punto de partida es el conocimiento que tengan sobre la biodiversidad local, y la identificación y priorización que hagan los propietarios de los problemas de pérdida de recursos naturales en sus predios y en la zona. Además, de la forma como conciben la solución a los problemas. En estas reuniones se deberá trabajar para sensibilizar en el establecimiento de las HMP enfocándose en destacar la importancia de trascender la escala de finca en su planificación, para lograr un impacto de conservación en la escala de paisaje.

Los instrumentos de política o mecanismos facilitadores constituyen el *sistema de instrumentos* empleados para facilitar el desarrollo de una determinada política, proyecto o programa. Según los objetivos que persigan, y por ende, el público objetivo, van a operar a escalas diversas: predial, local, regional, nacional o internacional. Conviene resaltar que a menudo la implementación de un solo mecanismo es insuficiente para alcanzar los objetivos que se propone, es por esto que adquiere importancia la idea de *sistema* de instrumentos. En este caso particular, representan el conjunto de instrumentos que permitirán la negociación, el establecimiento y la sostenibilidad del corredor de conservación y de las herramientas complementarias de manejo del paisaje.

3. Gira demostrativa: Es fundamental llevar a los propietarios a conocer experiencias exitosas de implementación de HMP en predios privados, adelantadas por la misma u otras instituciones en paisajes rurales en la zona de trabajo.
4. Definición del menú de HMP a establecer en el predio: Con base en la propuesta de menú de HMP del proyecto y el acercamiento alcanzado con el propietario se hacen recorridos en el predio con el fin hacer una verificación en campo de la información de coberturas, de conocer las expectativas de cambios en el uso del suelo del propietario -toda vez que conoce los alcances del proyecto y la ubicación estratégica e importancia ambiental de su predio- y de iniciar la concertación de las HMP. El propietario y el proyecto pueden dibujar sobre una imagen impresa del predio (con las coberturas) los cambios concertados tanto para la conservación como para las HMP complementarias.
5. Concertación de las HMP y su financiación: Se deben estimar los costos de las HMP definidas para el predio para la conservación y las HMP complementarias y acciones compensatorias (costos establecimiento). Con esta información se analizan las posibilidades del proyecto para cubrir toda la demanda del paisaje de acuerdo con el número de fincas con oportunidad de conservación. En otra/s reunión/es con el propietario se negocia la propuesta final de las HMP y de las acciones compensatorias, la *figura jurídica* escogida para formalizar las inversiones realizadas en el predio y los compromisos de financiación y de manejo de las HMP.
6. Firma de documentos de compromiso: El cual puede ser acuerdo de compromiso, servidumbre ecológica, entre otros y con esto se entregan los esquemas de manejo de las HMP.

Establecimiento de las herramientas de manejo del paisaje

El paquete o menú de herramientas de manejo del paisaje a implementar en cada predio dependerá exclusivamente de la negociación directa con el propietario, donde el proyecto presenta las oportunidades de conservación a escala de paisaje, el menú técnico de HMP definido para la finca y donde esta información se debe concertar y se negociar con el propietario respetando y potenciando sus expectativas y compromisos.

Existen muchas estrategias para la implementación de las HMP; sin embargo, en la restauración ecológica están las oportunidades para acelerar los procesos de sucesión y lograr la recuperación de los hábitats en el paisaje rural en un corto plazo.

La restauración ecológica en el establecimiento de herramientas de manejo del paisaje

Muchas de las áreas dedicadas a actividades agropecuarias han sido abandonadas por diversos factores. En algunos casos como consecuencia de factores socioeconómicos como la intensificación de la producción o la industrialización (Grau *et al.* 2004; China & Helmer 2003; Thomlinson *et al.* 1996), disminución de la productividad por degradación de los suelos y las pasturas, establecimiento de áreas para la conservación o a migración del campo a la ciudad.

Algunas de estas áreas fueron restauradas mediante el establecimiento de plantaciones protectoras, entre ellas las adquiridas por las corporaciones autónomas a mediados del siglo pasado (Cavelier & Santos 1999). La mayoría de las tierras privadas sólo se dejaron de explotar, dando paso a procesos de sucesión que generaron bosques secundarios.

Diversos estudios han mostrado los efectos de la restauración con plantaciones forestales sobre los suelos y la diversidad, y resaltan los beneficios de la regeneración natural. Sin embargo, lo lento de los procesos naturales obliga al diseño de estrategias de restauración más cortas, pero con efectos positivos sobre la



diversidad, los suelos y las aguas. La situación económica actual y la dimensión de las áreas transformadas requieren resultados a corto plazo y con baja inversión de recursos, pero además con una alta efectividad biológica, económica y social.

Como parte de la experiencia aplicada en el esquema de planeación de los paisajes rurales para la conservación, se presenta la metodología de restauración enfocada a acelerar los procesos de sucesión mediante el empleo de especies nativas. Este enfoque se basa en la restauración de hábitat, la producción de recursos y el restablecimiento de la conectividad como elementos claves para la conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados.

Restauración basada en la aceleración de procesos de sucesión

Diversas estrategias se han empleado en la protección y restauración en los Andes colombianos, siendo la siembra o reforestación la más conocida entre las acciones directas, y la regeneración natural como la más importante de las estrategias de restauración pasiva. Sin embargo, las reforestaciones

convencionales han tenido poco éxito en algunos lugares, especialmente en aquellos en los que las limitaciones para el establecimiento de las plantas son altas.

Entre los aspectos limitantes del éxito en las reforestaciones convencionales se encuentran las bajas densidades de siembra (400-1100 árboles/ha), arreglos espaciales de siembra y trazados que hacen *más* costoso y complicado el establecimiento, el empleo de pocas especies, el uso en las fases iniciales del establecimiento de especies de estados avanzados de sucesión, el empleo de plantas muy pequeñas que requieren de plateos y protocolos costosos de mantenimiento, así como el uso de especies no nativas de las zonas en donde se realizan las actividades de reforestación.

Tomando como base lo desarrollado por algunas corporaciones autónomas regionales dentro del Plan Verde (CRQ 2002), los protocolos de siembra comprenden limpieza general de los lotes, a veces con la eliminación parcial o total



de la regeneración natural (rastrojo) para facilitar el trazado y las siembras, pero además para disminuir la competencia, luego de la siembra se realizan hasta dos limpiezas por año. Entre las demás actividades de un protocolo de siembra se encuentran el trazado, marcación de los sitios de siembra con estacas, la realización de plateos de hasta un metro y medio de diámetro para disminuir la competencia por herbáceas, ahoyado y siembra del material, en algunos casos con la aplicación de hidrorretenedores, incorporación de micorrizas, aplicación de mezclas de productos orgánicos para disminuir el estrés hídrico como Cationic, Nitrato de Calcio, Nitrato de Potasio, Nitrato de Magnesio, Melaza y agua. El mantenimiento comprende resiembras, fertilizaciones (una o dos aplicaciones de fosfato diamónico DAP, urea y fertilizantes compuestos como el triple 15), aplicación de enmiendas como el bórax en la siembra de eucalipto por bajos niveles de boro en el suelo, control manual y químico de plagas con aplicación de insecticidas y fungicidas de contacto y sistémicos, algunas veces riego y hasta colocación de sombra artificial.

Tanto el establecimiento como el mantenimiento de este tipo de reforestaciones es un procedimiento costoso por el tipo de actividades que se realizan en campo, mano de obra, materiales, insumos y herramientas. Sin embargo, no son pocos los casos en que luego de seguir protocolos tan costosos la supervivencia alcanza niveles mínimos.

Algunas de estas plantaciones se realizan bajo criterios de bosque protector-productor con especies comerciales como pino, ciprés, eucalipto, guadua y algunos árboles nativos. Emplear especies conocidas resuelve problemas de domesticación y asegura la disponibilidad de material para siembra, disminuye los costos de establecimiento y las pérdidas de material gracias a protocolos de manejo forestal conocidos. El uso de especies exóticas garantiza el prendimiento del material plantado, así como uniformidad y rápido crecimiento, pero en algunos casos con fuertes efectos sobre los suelos, las aguas y la biodiversidad.

Cuando se emplean especies nativas, la selección se hace teniendo en cuenta la oferta del mercado y la facilidad para la consecución de semilla o la siembra. Con frecuencia no se consideran sus requerimientos ecológicos, de tal manera que especies de bosque maduro son plantadas en monocultivo, a libre exposición solar y casi siempre a través de plántulas que no superan los 20 cm de altura. Bajo estas condiciones, los programas con especies nativas pocas veces tienen éxito, pues las mortalidades alcanzan niveles de hasta el 100% en la primera estación seca, las plantas que sobreviven requieren mantenimientos costosos que deben hacerse por los siguientes 2 ó 3 años.

El escaso éxito de las reforestaciones con especies nativas radica en su uso dentro de sistemas de establecimiento convencionales, diseñados para especies exóticas con altas tasas de desarrollo y competencia, teniendo en cuenta que la mayoría de las especies nativas tienen bajas tasa de crecimiento en sus etapas iniciales incluyendo la de vivero. Entre los factores de fracaso se encuentra tam-



bién la realización de plateos amplios, los cuales tienen efectos sobre el lavado de nutrientes, incremento de la compactación, altas temperaturas sobre las raíces y la erosión, entre otros, los cuales pueden estar asociados a bajas tasas de desarrollo y altas mortalidades de plántulas. En las reforestaciones convencionales se hacen grandes esfuerzos e inversión de recursos en los mantenimientos, los cuales deberían estar dirigidos al establecimiento en busca de mejores resultados.

La regeneración natural o restauración pasiva es una estrategia empleada en el encerramiento de bosques y cañadas. A través de los encerramientos se impide la entrada de ganado a las áreas de protección mediante el establecimiento de barreras como cercas, uno de los ejemplos más conocidos es el de las franjas amarillas para la protección de cuencas. Estas áreas se encierran y se abandonan sin que se realice en ellas alguna acción de restauración, en algunos casos la regeneración natural recu-

pera la cobertura de arbustos y árboles, pero en otros casos los efectos de las pasturas retrasan la regeneración y prolongan la permanencia de pastos muy agresivos y competitivos que impiden la germinación de semillas y el establecimiento de plántulas. La duración de los estacones de las cercas es una limitante importante, por lo cual generalmente se emplea guadua por el menor costo, pero, por su poca durabilidad, habría que cambiarla al menos cada dos o tres años para evitar que el ganado destruya la recuperación alcanzada, y pocas veces se hace.

La restauración pasiva puede ser una alternativa importante en algunas áreas o situaciones, pero no en todas; en algunos casos es necesario realizar acciones de restauración para acelerar los procesos de sucesión y lograr la recuperación de los ecosistemas en un corto plazo, pues los procesos naturales de sucesión pueden ser extremadamente lentos. En la restauración de ecosistemas es necesario buscar coberturas que sean protectoras, pero que además sean productivas en términos ecológicos y con valor desde el punto de vista de la conservación (Hobbs y Norton 1996).

En la práctica, los procesos naturales de sucesión pueden verse afectados por diversos factores, entre ellos la disponibilidad (Muñiz *et al.* 2006; Zimmermann *et al.* 2000; Aide & Cavelier. 1994) y dispersión de semillas (Howe & Smallwood 1982; Galindo *et al.* 2000), así como la persistencia de pasturas que actúan como barreras a la sucesión (Nepstad *et al.* 1996; Holl 2000). La sucesión ecológica implica cambios progresivos en la composición, estructura y dinámica de las comunidades (White y Walker 1997; Putnam 1994; Luken 1990; Huston & Smith 1987; Bazzaz 1979; Connell & Slatyer 1977). El incremento de las especies de bosque maduro está acompañado de una disminución de las especies de crecimientos secundarios, de igual manera, las abundancias relativas de las especies dominantes sufren cambios en el tiempo (Huston & Smith 1987) como una respuesta a las perturbaciones (White y Walker 1997). En este proceso los niveles de variación dependen tanto de factores bióticos como abióticos (Bazzaz 1979), y tanto las perturbaciones como la ocurrencia de eventos estocásticos introducen una alta impredecibilidad.

La aceleración de la sucesión

La sucesión implica cambios secuenciales en las abundancias relativas de las especies dominantes en una comunidad (Huston & Smith 1987); en un proceso sucesional se presentan variaciones en las comunidades de plantas gracias a los efectos de la perturbación sobre las diferentes estrategias o historias de vida (Denslow 1980). Conceptos como direccionalidad, predecibilidad y climax (Clements 1916; 1936), asociados a la sucesión, se han ido quedando atrás, y hoy la sucesión es vista como un proceso dinámico.

Los patrones de sucesión en los trópicos han sido estudiados de manera permanente en muchas regiones, avances en su conocimiento son publicados periódicamente; sin embargo, son muchos los vacíos que aún persisten. En términos generales, los procesos de sucesión secundaria en los trópicos comprenden una invasión inicial por especies de rápido crecimiento que ocuparán los sitios por lo menos en los siguientes quince años, diferentes mezclas de especies de estados sucesionales más avanzados se van dando en los siguientes años hasta constituir un bosque secundario (Uhl *et al.* 1988; Guariguata *et al.* 2004; Guariguata & Ostertag 2001; Martínez & Howe 2003). La velocidad con la que los procesos sucesionales avancen depende de diversos factores tanto bióticos como abióticos, los cuales no necesariamente son similares a todos los sitios.

Los procesos de restauración requieren el entendimiento de la dinámica sucesional a nivel local; sólo de esta manera es posible orientar adecuadamente la sucesión en un proceso de aceleración, pues diferentes factores pueden dirigir la sucesión, aún en trayectorias no deseadas.

Cualquier actividad de restauración que se realice dentro de un ecosistema degradado tiende a acelerar los procesos de sucesión en mayor o menor medida. Bajo condiciones naturales la sucesión

comprende diferentes cambios que se dan a la largo del tiempo; estos cambios comprenden la colonización inicial de algunas hierbas y arbustos que posteriormente dan paso a la aparición de los primeros árboles. Esta secuencia es de gran importancia, especialmente en lo que tiene que ver con la recuperación del suelo, aspecto clave para el establecimiento de especies con mayores requerimientos, su duración está determinada por varios factores, entre ellos el grado de alteración del suelo (Turner *et al.* 1998). Sin embargo, diversas acciones pueden facilitar la aceleración de la sucesión a comunidades más complejas en menor tiempo, tal es el caso de acciones sencillas como el establecimiento de perchas (McClanahan & Wolfe 1993), ya sean artificiales o incrementando la oferta de perchas naturales con especies de rápido crecimiento mediante trasplante.

Acelerar sucesión es un necesidad y se requiere convertir áreas degradadas y pasturas abandonadas en bosque (Florentine & Westbrooke 2004), proceso que se debe realizar en el menor tiempo posible. Acelerar procesos de sucesión significa romper las barreras a la sucesión y hacerlos más cortos en el tiempo, tratando de reproducir condiciones de composición y estructura de bosques de mayor

edad. Diversas estrategias combinadas pueden ser empleadas para la aceleración de sucesión, entre ellas la siembra de especies catalizadoras en altas densidades y con manejo posterior con raleos, permitiendo una mayor diversidad de ambientes y un incremento de la riqueza de especies mayor que en plantaciones sin manejo. Plantaciones poliespecíficas con manejo posterior, así como la siembra de especies pioneras nativas en altas densidades con enriquecimientos posteriores, la siembra de especies de estados sucesionales avanzados para el enriquecimiento de áreas de regeneración y el uso de estacones con alta capacidad de rebrote son estrategias capaces de generar en corto tiempo condiciones apropiadas para la biodiversidad.

Puede ser una estrategia aplicable en sitios en donde existen presiones constantes por ganado y otros usos sobre las áreas restauradas, cuando las tierras tienen un alto valor comercial, los proyectos exigen resultados a corto plazo o



por la corta duración de los proyectos. La presión ejercida por el ganado se hace más fuerte en épocas en que los recursos de las fincas escasean ya sea por veranos prolongados o por baja calidad o recuperación de las pasturas, cuando estas áreas se dejan en restauración pasiva las cercas son destruidas y los sitios invadidos por ganado debido a una mayor oferta de alimento, por otro lado puede haber un incremento de plantas invasoras.

El valor de la tierra, así como el costo de oportunidad, son factores importantes. Un barbecho permanente por varios años y un proceso de sucesión lento podrían hacer que los propietarios cambien de opinión respecto a la idea inicial; algunos propietarios no desean ver algunos de sus lotes convertidos en zonas abandonadas. La aceleración de los procesos de sucesión impide que estas áreas sean utilizadas con fines productivos. Estrategias sencillas como el manejo de las pasturas a través de especies pioneras intermedias en altas densidades y la siembra de plantas de diferentes estados sucesionales pueden ser determinantes.

Uno de los factores que hacen necesaria la aceleración de la sucesión es la falta de una financiación apropiada que permita el desarrollo de proyectos a mediano y largo plazo. Actualmente la financiación de la mayoría de proyectos de restauración y reforestación se hace a un año y en unos pocos casos alcanza un tiempo mayor, la necesidad de presentar resultados en tan corto tiempo hace que las acciones no sean planificadas, que se empleen especies poco apropiadas y que las técnicas utilizadas no sean las mejores. En la gran mayoría de los casos los resultados mostrados al final del proyecto no existen un año después.

Es precisamente el corto tiempo del que se dispone para sacar adelante los proyectos, lo que debe obligar a pensar en nuevas alternativas, pues hacer restauración en corto tiempo, por la ruta adecuada y con buenos resultados es posible y a bajo costo. Mostrar resultados en poco tiempo implica el desarrollo y la prueba de nuevas propuestas para hacer restauración; más que una limitante debe ser considerada una oportunidad, la aceleración de la sucesión puede producir resultados a corto plazo y por lo tanto, el compromiso de los propietarios, los financiadores y las comunidades se ve recompensado.

Los procesos de sucesión pueden ser manipulados y las rutas de sucesión alteradas, esto requiere de un conocimiento de la composición, la estructura y la dinámica de los bosques a nivel local, así como de los usos actuales y potenciales de las especies. La aceleración y manipulación de la sucesión pueden plantearse de manera simple como la siembra de especies de estados avanzados de sucesión en las etapas iniciales del establecimiento (Palmer *et al.* 1997), sin embargo, esto no es tan sencillo. Más que introducir especies de estados avanzados se debe buscar el uso de combinaciones de especies de varios estados sucesionales (modificación de la perturbación intermedia) buscando niveles intermedios de perturbación a través de la complementariedad entre las especies.

A niveles intermedios de perturbación existe una mayor riqueza de especies (Palmer *et al.* 1997; Collins *et al.* 1995; Connell 1978) y mayor diversidad de hábitats; por ello, la restauración en algunos ecosistemas debe tener como meta niveles intermedios de perturbación y no ecosistemas inalterados. A lo largo de un proceso sucesional la disponibilidad de recursos fluctúa con el tiempo, y por lo tanto las especies se distribuyen a lo largo de un gradiente de recursos (Connell & Slatyer 1977), y la selección de estrategias e historias de vida de las especies bajo distintos regímenes de perturbación es constante (Denslow 1980). Un equilibrio entre perturbación y riqueza tiene implicaciones en la estructura de las comunidades, así como en su composición y dinámica (Collins *et al.* 1993), pues las comunidades de plantas consisten de un mosaico de parches de perturbación (Denslow 1980) que generan diferentes hábitats.

La aceleración de procesos de sucesión busca proveer en poco tiempo condiciones apropiadas para el establecimiento de especies de estados intermedios y avanzados de sucesión. Dentro de este propósito los modelos de facilitación, tolerancia, e inhibición propuestos por Connell & Slatyer (1977) y Connell (1978) se ajustan como una estrategia para la creación de hábitats. Sin embargo, facilitación, tolerancia, e inhibición no actúan de forma separada y pueden combinarse o tener efectos variables sobre el establecimiento de otras especies aún dentro de la misma comunidad (Pickett *et al.* 1987; Callaway & Walker 1997, Holl 2000; Bruno *et al.* 2003), por lo tanto, no es apropiado asignar categorías a cada una de las especies respecto a esta clasificación. Algunos arbustos y árboles pioneros por ejemplo pueden tener un papel claramente facilitador sobre el establecimiento de especies leñosas (Barnes & Archer 1999; Gómez *et al.* 2004), mientras que en otras no es tan evidente.

Una combinación apropiada de especies de diferentes estrategias y estados iniciales e intermedios de sucesión puede favorecer notablemente el establecimiento de especies de estados más avanzados. El uso de especies tolerantes a la perturbación puede generar una mayor diversidad de ambientes, permitiendo que un número mayor de especies encuentre un ambiente óptimo para su crecimiento y reproducción. El enriquecimiento con especies de bosque maduro en fases tempranas de sucesión puede no ser apropiado, pues los recursos disponibles, así como las condiciones ambientales y de suelos para su establecimiento, pueden no estar aún recreadas.

Las poblaciones de microorganismos, por ejemplo, que son básicos en la descomposición de la materia orgánica y en el ciclo de nutrientes tardan tiempo en encontrar las condiciones adecuadas para su establecimiento. Las micorrizas pueden jugar un papel muy importante al limitar la presencia de especies invasoras y promover el establecimiento de especies de estados tardíos de sucesión (Rowe *et al.* 2007), requieren de condiciones adecuadas para establecerse, y más cuando los suelos han sido fuertemente erosionados o compactados por el uso continuo en actividades como la ganadería. Fuentes de microorganismos como el suelo del bosque y la hojarasca descompuesta pueden ser empleadas

para enriquecer el sustrato para el llenado de bolsas contribuyendo a la recuperación de la microfauna, pero se necesita que las plantas sean establecidas en sitios apropiados y no en áreas abiertas y compactadas que han estado sometidas a décadas de pastoreo permanente.

Niveles intermedios de perturbación permiten una mayor tolerancia al estrés ambiental y a nuevas perturbaciones. Una buena relación entre especies pioneras tolerantes tanto efímeras como intermedias puede asegurar la persistencia del ecosistema restaurado. Las especies efímeras o sólo intermedias no son capaces de sobrevivir a perturbaciones fuertes, pero las especies de interior no sobreviven a condiciones adversas de ambiente. Se busca entonces crear diversidad de ambientes mediante la combinación de especies de estados sucesionales distintos, con diferentes niveles de tolerancia, productividad y capacidad de adaptación.

La heterogeneidad de hábitat está ampliamente relacionada con la riqueza de especies (Krauss *et al.* 2004; Ricklefs & Lovette 1999; Palmer *et al.* 1997; Kohn & Walsh 1994; MacArthur 1965), así, tener como meta la restauración de la mayor diversidad de hábitats puede conducir no sólo a la recuperación del ambiente físico sino de las comunidades asociadas a estos (Palmer *et al.* 1997). Una manera de buscar diversidad de hábitats en el ecosistema restaurado es reproduciendo condiciones parecidas a las características iniciales del sitio. Por ello, muchas especies deberán ser reintroducidas, pues no tienen la capacidad para colonizar, ya sea por sus bajas densidades, por pérdida de dispersores o por limitaciones en la dispersión por las distancias a los bosques (Muñiz *et al.* 2006; Cubiña & Aide 2001). Sin embargo, la recuperación de la estructura o la composición solas no necesariamente aseguran altos niveles de restauración de las comunidades, más importante que esto es la restauración de la estructura y heterogeneidad del hábitat (Palmer *et al.* 1997).

Una aproximación a las condiciones iniciales del sitio puede ser dada por los remanentes actuales, por ello, se requiere *contar* con



información de la composición y la estructura, que, de no existir, es necesario obtenerla mediante muestreos. En algunos casos el conocimiento empírico puede ser de utilidad en la identificación de especies claves para los procesos de restauración. La información de la que se disponga es la medida de qué tan ricas y complejas pueden ser las comunidades, y hasta y hacia dónde deben ser dirigidos los esfuerzos de restauración. La siembra de las especies adecuadas, así como el establecimiento de una cobertura apropiada son claves en procesos de restauración, y lo son más cuando se pretende acelerar procesos de sucesión.

Algunos atributos son más susceptibles de acelerar que otros. Una aproximación a la composición original puede lograrse mediante diferentes técnicas de restauración, sin embargo, la estructura y la reiniciación de procesos toma más tiempo. El uso de las especies apropiadas y en las secuencias acertadas puede hacer más corto este proceso, mientras que una mala selección de las especies puede llevar al establecimiento de ecosistemas “vacíos” que sólo aseguran cobertura, pero no la reiniciación de procesos claves o la recuperación de la composición y la estructura originales.



La restauración de ecosistemas basada en la aceleración de la sucesión puede lograr altos niveles de composición de especies, especialmente de plantas en un periodo corto de tiempo, sin embargo, requiere de evaluación.

Fuentes de propágulos para la restauración basada en aceleración de sucesión

La aceleración de procesos de sucesión ha sido pobremente explorada mediante el uso de especies nativas. Una de las mayores barreras es la producción de grandes cantidades de plantas nativas que aseguren alta diversidad no sólo de especies sino de formas de crecimiento e historias de vida. La producción de plantas en vivero es un proceso sencillo para muchas especies, pudiéndose lograr no sólo la producción de grandes cantidades de plántulas, sino altas tasas de desarrollo y muy buena calidad del material producido. Pero en muchas especies este proceso no es tan sencillo, no sólo porque su desarrollo es escaso, sino por la baja posibilidad de coleccionar

semillas en grandes cantidades, algunas especies, pueden no producir semillas por varios años, o si las producen, lo hacen en muy bajo número y algunas veces es imposible colectarlas por el tamaño de los árboles, o porque son consumidas o depredadas en el árbol.

En los bosques existen diversas fuentes de semillas, entre ellas las colectadas directamente de los árboles en su etapa de cosecha, las colectadas bajo las perchas de aves y murciélagos, bajo la copa de los árboles dentro del bosque y las colectadas bajo la copa de árboles aislados en sistemas productivos.

Las plantaciones forestales como fuente de propágulos para la restauración y la conservación

En Colombia las plantaciones forestales son principalmente de dos tipos, las de tipo productor y las protectoras. Las plantaciones productoras son establecidas especialmente para la producción de madera o pulpa, actividad que se ha desarrollado con el apoyo de diferentes mecanismos de incentivos, mientras que las plantaciones protectoras son establecidas con el propósito de restaurar, conservar y proteger ecosistemas (Acosta 2004).

El desarrollo de la producción comercial ha estado enfocado en el uso de especies con capacidad para desarrollarse rápidamente y producir madera de características apropiadas especialmente para pulpa (Evans 1998; Tiars *et al.* 1998). La búsqueda de estas características se ha centrado en el uso de especies introducidas, entre las que se destacan los eucaliptos (*Eucalyptus*), pinos (*Pinus*), acacias (*Acacia*) y teca (*Tectona*). Cerca del 85% de las plantaciones establecidas en los trópicos corresponden a estos géneros (Montagnini 2001; Evans 1999, 92; Brown *et al.* 1997). La identificación de especies nativas para el establecimiento de plantaciones tiene sus limitantes, entre ellas, la de su conocimiento (Montagnini 2001); sin embargo, no son pocos los esfuerzos que se vienen realizando en este sentido (Brown *et al.* 1997). En Colombia la investigación tanto en la identificación de especies como en su evaluación ha sido liderada por la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (Conif) y las facultades de Ingeniería Forestal.

La reforestación es una actividad que trae beneficios tanto a la industria como a las comunidades rurales (Alice *et al.* 2004; Montagnini 2001; Sedjo 1999; Hofstede *et al.* 1998; Evans 1998), al proveer algunos recursos que comúnmente son extraídos del bosque tales como postes para construcción y cercas, leña y forrajes (Alice *et al.* 2004; McNabb & Wadouski 1999; Evans 1998). Algunos servicios ambientales, entre los que se encuentra la recuperación de la biodiversidad en áreas degradadas (Cusack & Montagnini 2004), pueden ser favorecidos por el establecimiento de plantaciones, especialmente las de especies nativas (Montagnini 2001). Sin embargo, existe una fuerte discusión respecto a los efectos negativos que las plantaciones forestales con especies introducidas pueden tener sobre los suelos, el agua y los ecosistemas, especialmente los de montaña (Farley *et al.* 2005; Hofstede *et al.* 2002; Fahey & Jackson 1997; Oyarzón & Huber 1999; Morris 1985).

El papel de las plantaciones forestales con especies nativas o introducidas en la restauración de ecosistemas ha sido estudiado en varias regiones, tanto en su capacidad para mejorar en los suelos la productividad, la fertilidad y disminuyendo la erosión (Montagnini 2000; Parrotta 1995; 1992), así como para promover la regeneración natural en su interior. Con frecuencia las plantaciones forestales son asociadas con baja diversidad (Kamo *et al.* 2002), los posibles efectos inhibidores de algunas especies sobre la regeneración en el interior de las plantaciones han sido evaluados (Cavelier & Santos 1999; Murcia 1997; Meilleur *et al.* 1994), así como los efectos negativos sobre el suelo, tanto sobre la estructura (Tiars *et al.* 1998;) como sobre la fertilidad y el ciclo de nutrientes (Mackensen *et al.* 2003; 1997; Forrester *et al.* 2005. Khanna 1997; Tiars *et al.* 1998; Fölster & Kanna 1997; Nykvist *et al.* 1994), pues las plantaciones forestales pueden causar una disminución en la fertilidad de los suelos debido entre otros a la remoción de biomasa durante las cosechas (Fölster & Kanna 1997).

Algunas especies forestales y sistemas de siembra permiten que las plantaciones forestales fomenten la regeneración natural, pero esto depende de la cercanía y la calidad de las fuentes de propágulos (Senbeta & Teketay 2001), así como de los dispersores (Vieira *et al.* 1994). En su papel como catalizadoras de los procesos de sucesión, las plantaciones forestales tanto de especies nativas como de especies exóticas han sido ampliamente evaluadas. La regeneración natural en el sotobosque de las plantaciones puede llegar a ser especialmente rica, registrándose una gran abundancia y riqueza de plántulas de árboles y arbustos de bosques maduros (Cummins *et al.* 2007; Senbeta *et al.* 2004, 2004a; Otsamo, R. 2004; Kamo *et al.* 2002; Cusack & Montagnini 2004; Yirdaw & Luukkanen 2003; Senbeta & Teketay 2001; Parrotta 1999, 1997, 1995, 1993, 1992; Lamb 1998; Haggard *et al.* 1997; Keenan *et al.* 1997; Brown & Lugo 1994; Vieira *et al.* 1994; Lugo *et al.* 1993).

La capacidad para favorecer el establecimiento de plántulas en el interior de las plantaciones se ve favorecida por la edad de la plantación, el manejo y por el tipo de especie que domina el dosel. Plantaciones maduras a densidades bajas de siembra o manejadas con entresacas permiten una mayor entrada de luz al piso, mayores tasas de descomposición de materia orgánica, favoreciendo la germinación y el desarrollo de plántulas, pues altas tasas de acumulación de biomasa, así como bajas tasas de descomposición afectan la germinación de semillas y el establecimiento de las plántulas en especies como ciprés (*Cupressus*) y pino (Feyera & Teketay 2001).

Altas densidades de plántulas y juveniles de especies arbóreas de bosque maduro y secundario han sido registradas en plantaciones manejadas con entresacas durante el desarrollo de la plantación. Plantaciones de urapán (*Fraxinus chinensis*) y de pino (*Pinus patula*) con entresacas muestran un sotobosque denso, dominado por especies de bosques secundarios, pero con gran abundancia de especies arbóreas de bosque maduro de dispersión zoocora, casi comparable a la encontrada en plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus*) sin entresaca (Vargas datos sin publicar).

Esta riqueza de especies arbóreas de bosques secundarios y maduros que crece dentro de las plantaciones forestales constituye una de las mayores oportunidades para el aprovisionamiento de material vegetal para proyectos de restauración. Durante las labores de aprovechamiento de las plantaciones se destruye la mayor parte de las plantas que crecen bajo el sotobosque, de igual manera, el nuevo ciclo de siembra requiere de limpiezas de los lotes para facilitar las labores de preparación del terreno, trazado y siembra. La oferta de plántulas desde las plantaciones alcanza altos niveles de diversidad y el desarrollo de técnicas apropiadas de extracción y manejo permite que grandes volúmenes sean incorporados a procesos de restauración. No todas las especies pueden ser manejadas a través de plántulas, pero sí la mayoría de ellas mediante podas y trasplante en días frescos dentro de la época lluviosa. Supervivencias promedio de 92,4% se obtuvieron en 402 especies manejadas bajo este método en el corredor Barbas-Bremen, donde algunos plántulas alcanzaban siete metros de altura.



Los sistemas productivos como fuentes de propágulos para la restauración ecológica

El manejo de plantas invasoras y de malezas se encuentra entre las actividades habituales del mantenimiento de cultivos y potreros. Numerosas especies de árboles y arbustos se encuentran entre las plantas que, a pesar de no convertirse en problema en los sistemas productivos, son erradicadas. La abundancia de plántulas se ve favorecida por la cercanía a fuentes de propágulos, siendo los bordes rápidamente invadidos por regeneración que avanza hacia los cultivos y hacia los potreros. La presencia de árboles en los sistemas productivos y cercas vivas favorecen la presencia de plántulas, generalmente de dispersión zoocora bajo la copa.

El papel de los árboles aislados como fuente de propágulos es de gran importancia. Individuos de numerosas especies, algunas amenazadas, son frecuentes en potreros o en cultivos, y bajo la copa de estos germinan numerosas semillas sin que las plántulas tengan alguna posibilidad de establecerse.

Para evaluar el potencial de los árboles aislados en la producción de plántulas para la restauración, se evaluó durante seis meses la supervivencia de plántulas desde su germinación bajo la copa de diez individuos de veinte especies de árboles de bosque maduro aislados en potreros. La supervivencia de las plántulas fue de sólo el 3,58%, y la mortalidad estuvo asociada a pisoteo y consumo por ganado, así como por desecación y labores de mantenimiento de potreros.

En general, la regeneración que se desarrolla bajo los árboles aislados en potreros alcanza sólo unos pocos meses de supervivencia mientras el ganado está fuera o la presión aumenta por la disminución de la cantidad de pastura. Sólo las especies más resistentes pueden permanecer periodos más largos de tiempo antes de convertirse en un problema y deben ser erradicadas. Los potreros son una fuente muy rica en plántulas de numerosas especies de árboles, y pueden constituir una estrategia de gran importancia en procesos de restauración, a muy bajo costo y alta diversidad.

El bosque como donante

Las perchas bajo los árboles del bosque, así como la abundante regeneración bajo la copa de árboles, pueden jugar un papel importante en la recuperación de especies de difícil propagación, especies raras y especies amenazadas. Esta práctica puede ser clave en el rescate de especies de semillas

grandes cuyos dispersores se han perdido, como en el caso de varias especies de Lauraceae, Sapotaceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae, Hipocrateaceae, Hipocastanaceae y otras familias típicas de los bosques maduros.

Las densidades de plántulas de algunas especies alcanzan varios miles bajo la copa de árboles del interior. Un manejo apropiado de estas fuentes puede traer ventajas en la restauración de bosques y en la recuperación de especies claves. Existen diversas técnicas que permiten obtener altas tasas de supervivencia de plántulas mediante extracción, transporte, siembra y manejo apropiados, así como el uso de podas de follaje y raíces.

La colección de plántulas de los bosques puede convertirse en una estrategia peligrosa para algunas especies. Cuando se colectan de manera exagerada podrían causarse desequi-



librios en el reclutamiento de plántulas y en organismos asociados a estas especies, especialmente en aquellas que tienen bajas densidades poblacionales, bajas tasas de desarrollo, poca producción de semillas viables o escasas tasas de germinación. Algunas especies sólo pueden ser colectadas por plántulas en estados iniciales de desarrollo, mientras que otras permiten un margen de maniobra mayor. Las mayores limitaciones se dan por daños en el sistema radicular que pueden ser irreversibles.

Los bordes de caminos y taludes

Con frecuencia los taludes son invadidos por numerosas especies de arbustos y árboles que deben ser removidos dentro de las tareas de mantenimiento. Algunas especies de difícil propagación en vivero suelen ser abundantes en este tipo de sitios. Los sietecueros (*Tibouchina lepidota*), encenillos (*Weinmannia pubescens*) y cargaguas (*Clethra* spp.) entre otros, se encuentran entre las especies más difíciles de propagar por semilla debido al tamaño y manejo de las semillas; sin embargo, en los taludes se puede recolectar abundante material de muy buenas características y en muy buenas condiciones. En los bordes de las vías, especialmente en aquellas sin mantenimientos periódicos, pueden presentarse grandes concentraciones de plántulas y plantones de especies pioneras y algunas veces de plantas de estados sucesionales avanzados. Este tipo de material ha sido de gran ayuda en el establecimiento de herramientas en varias regiones, a costos muy bajos y altas tasas de supervivencia.

La baja densidad de las pasturas cerca a los bordes de los bosques y en sitios de altas pendientes en los potreros permite una rápida colonización por plántulas de árboles y arbustos que luego son eliminadas en las labores de mantenimiento o son pisoteadas o consumidas por el ganado.

El vivero de especies nativas como mecanismo facilitador para la implementación de herramientas de manejo del paisaje

Para el diseño e implementación de las herramientas de manejo del paisaje será necesario la construcción de un vivero para la propagación de las plantas requeridas para los diferentes tipos de HMP, seguido de la definición de los grupos de plantas para el establecimiento en cada una de las fases de campo del proceso de restauración, así como la identificación de las fuentes de material vegetal para el vivero.

El vivero es de vital importancia para la propagación de las plantas necesarias para el proyecto, entre ellas especies amenazadas y endémicas, especies claves para los hábitats, especies útiles y potenciales, especies que brindan abundantes recursos para la fauna, especies pioneras y especies de bosques maduros. Adicionalmente, alrededor de los viveros se pueden originar procesos de conservación que involucren a las comunidades. En este sentido, el trabajo de vivero permite la participación de diferentes grupos de personas de una comunidad y favorecer la creación de conciencia y compromiso con los procesos.

Las estrategias tendientes a la aceleración de la sucesión comprenden el rescate de plántulas y plantones, el uso de estacones para el establecimiento de cercas vivas y el enriquecimiento de bosques secundarios, plantas nodrizas, parches de colonización y manejo de pasturas.

Es de resaltar que la conservación y producción de especies nativas implican numerosos interrogantes relacionados básicamente con la obtención de material vegetal y el diseño de estrategias apropiadas para la restauración. Esto está asociado al escaso éxito que se tiene en el establecimiento de estrategias de conservación como de restauración y propagación de especies nativas, especialmente en las zonas andinas.

En general, la función principal de un vivero es la producir plantas, y sus objetivos son definidos de acuerdo con los proyectos. Los viveros son sitios de paso para las plantas; en ellos son propagadas y permanecen allí el tiempo necesario hasta lograr la altura y el vigor adecuados para ser llevadas al sitio definitivo en el campo. La calidad de la planta está definida como el conjunto de las características morfológicas y fisiológicas que le permiten a una plántula sobrevivir y crecer en las condiciones en las que es sembrada (Duryea 1985). Por su parte, las características morfológicas están relacionadas con la forma y la estructura de la plántula, tales como altura, diámetro, vigor, sistema radicular (Ritchie 1984). Lograr la calidad de planta adecuada es una de las limitantes más importantes en el establecimiento de programas de restauración con especies nativas. La altura es un aspecto clave tanto como indicador del desarrollo (Torral 1997, Prieto *et al.* 1999; Sánchez & Murillo 2004; Lindqvist & Ong 2005; Zarco *et al.* 2005) así como estrategia para lograr mayores posibilidades de supervivencia gracias a su capacidad para competir.

Lograr alturas adecuadas, así como la calidad general de las plántulas es algo que sólo es posible cuando se controla la producción del material dentro del proyecto; esto permite además la apropiada selección de las especies y de las cantidades necesarias de acuerdo con las necesidades para el establecimiento. Así, el vivero es una pieza clave en la estrategia de conservación de especies, y debe serlo para cualquier programa de restauración, por lo tanto debe ser uno de los primeros pasos en el esquema de planeación de los paisajes rurales. En consecuencia, el manejo de viveros para restauración y conservación tiene numerosos retos, en primer lugar los relacionados con el tipo de instalaciones, así como los relacionados con el manejo de las semillas, los sustratos, la siembra y manejo de plántulas (problemas fitosanitarios y manejo general) tanto en las camas de germinación como en el área de desarrollo. Pero, además, existe el reto del desconocimiento de la mayoría de las especies; tal vez ésta sea la parte más interesante y a través de la cual se puedan hacer las mayores contribuciones.

En términos generales, la producción de plantas para restauración y conservación difiere enormemente de la producción comercial de plantas, se hace menos rígida en términos de calidad de las

plantas y permite mayores rangos de maniobra dentro de las especies que se propagan. Características que en producción comercial uniforme pueden ser indeseables, en conservación no son tenidas en cuenta, no porque no importe la calidad de las plantas, sino por la dificultad para la consecución de semilla de la mayoría de las especies.

Al llevar al campo plantas fuertes y de alturas mínimas de 70 cm producidas en vivero se disminuye la competencia por las pasturas y otras hierbas, hay una rápida y fácil adaptación, altas tasas de supervivencia y altas tasas de desarrollo. Bajo el esquema de aceleración de sucesión, sembrando especies de diversas historias de vida, en mezcla y en proporciones apropiadas para cada sitio, se reducen los costos de establecimiento por no hacerse mantenimientos, plateos, resiembras, manejo de competencia, fertilizaciones, o manejo de plagas y enfermedades. Una práctica tan común como la realización de plateos a los individuos que se siembran a libre exposición puede disminuir considerablemente la supervivencia y el desarrollo de las plántulas entre otros por lavado de nutrientes, pérdida de materia orgánica, compactación, aumento de la temperatura sobre la superficie del suelo causando pérdida de humedad y muerte de raíces y microorganismos.

La disminución de los costos de establecimiento y aumento de la eficiencia permiten incrementar las densidades de siembra, pero, para lograrlo, el vivero debe contar con los elementos que le permitan mantener las plantas el tiempo necesario para que se alcancen tamaños apropiados de siembra. La selección de sustratos, tamaño de bolsas y técnicas apropiadas de manejo es clave para obtener plántulas de calidad, pudiéndose acelerar de manera efectiva el desarrollo de las plántulas si se combinan con el manejo de sombra y el uso de abonos y fertilizantes.

¿Qué tipo de vivero establecer y por qué?

Algunos elementos son determinantes para el establecimiento y la construcción de viveros para especies nativas, pues a diferencia de la producción de especies forestales industriales, de las que existe abundante información y experiencias de manejo, en las especies nativas son muchos los vacíos.





Sitio para el establecimiento del vivero

El sitio para el establecimiento del vivero debe contar con agua permanente y de buena calidad, y el área debe ser adecuada (nivelación, limpieza, eliminación de plantas problema) de acuerdo con las necesidades del vivero (tamaño y duración). Debe contar con vías de acceso que faciliten no sólo la entrada de materiales (tierra por ejemplo), sino el movimiento de las plantas hasta los sitios de trabajo. De igual manera, debe estar ubicado en un sector desde el que se facilite llevar las plantas a los sitios de trabajo sin incurrir en excesivos costos ni tiempo. Asimismo, en el lugar se debe facilitar la toma de datos y la evaluación de las especies y los procesos. De igual manera, que se facilite la contratación de personal para las actividades relacionadas con el establecimiento y mantenimiento.

En muchos casos la construcción de viveros se ve limitada por los costos de los materiales. El uso de materiales de la zona, construcciones sencillas y de bajo costo es la alternativa más viable, en contra de la mayoría de propuestas que emplean materiales de alto costo y de difícil consecución. Viveros pequeños pueden ser contruidos utilizando costales, hojas de palma, pasto, frondas de helecho u otros materiales para la construcción del umbráculo, los excesos de tecnología terminan limitando las posibilidades de construir estructuras útiles y prácticas.

Al igual que en otros tipos de viveros, en los viveros para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales son dos los componentes claves: el área de producción de plantas o de germinación, y el área de almacenamiento o de crecimiento.

Área de producción de plantas, camas de germinación

El tamaño y el diseño de las camas de germinación dependen de las necesidades y duración del vivero, así como de la disponibilidad de recursos. En procesos cortos, y en los que se manejan pocas especies y en bajo volumen, es suficiente con pequeñas camas construidas a nivel del suelo usando

madera, guadua, ladrillos u otros materiales de la zona; en algunos casos basta con recipientes y cajas plásticas para la germinación de unas pocas semillas. Las camas levantadas son útiles y muy eficientes en viveros permanentes en los que se manejan mayores volúmenes de semillas y de especies. A diferencia de las camas levantadas, las camas bajas son susceptibles a encharcamientos, ataques de plagas y patógenos, así como a daños por animales domésticos y personas.

Las camas levantadas facilitan el desarrollo de actividades relacionadas con la siembra de las semillas y el manejo de los germinadores, de igual manera en los procesos de seguimiento y toma de datos. Camas levantadas a 1,2 m de altura y de 1,2 m de ancho, construidas en guadua o madera y forradas en plástico han dado excelentes resultados, a la vez que tienen muy bajo costo y alta disminución del esfuerzo. El tipo de sustrato, la disponibilidad de agua para el riego y un manejo apropiado son claves para la obtención de buenos resultados.

En la construcción de umbráculos puede utilizarse guadua o madera. En clima frío es necesario que tanto el techo como los lados estén forrados con plástico para invernadero calibre 8, por ser éste el más resistente a los vientos. En estas condiciones puede incrementarse varios grados la temperatura interna, favoreciendo no sólo la germinación de las semillas, sino el desarrollo de las plántulas. En clima cálido es preferible forrar los lados en polisombra o saram para permitir el movimiento del aire y evitar incrementos innecesarios de temperatura y humedad relativa. Germinadores pequeños y transitorios pueden ser techados con hojas u otros materiales.

Área de manejo o de crecimiento

Las áreas de crecimiento o desarrollo de plantas se disponen en eras de 1,2 m de anchas y calles de 0,5 m de ancho para facilitar el tránsito y los mantenimientos. La construcción de drenajes es necesaria para evitar encharcamientos que conduzcan a la proliferación de hongos y otros problemas; de igual manera, la colocación de plástico negro sobre el piso en el que van a ser depositadas las bolsas ayuda eficientemente al manejo de malezas, humedad, plagas, patógenos, y evita que las raíces salgan directamente al suelo cuando las plantas llevan mucho tiempo en el vivero.

Aunque con frecuencia se dejan las plantas a libre exposición es preferible el uso de polisombra para generar mejores condiciones, evitar resecaamientos en las épocas de verano e incrementar la competencia por luz. El manejo apropiado de sombras es una estrategia importante para la aceleración del desarrollo de las plantas. Cuando se acerca la siembra, se retira la sombra de manera gradual para “endurecer” el material y hacerlo más resistente al transporte y a las condiciones de campo. Es preferible llevar al campo plantas bajo condiciones de estrés que plantas demasiado cuidadas, el periodo de adaptación al campo en este tipo de plantas es más corto y la respuesta se da en menor tiempo, a la vez que son menos susceptibles al ataque de plagas que ven en las hojas suculentas y tiernas una irresistible fuente de alimento.

Para brindar sombra en los almácigos de café en la zona cafetera del Quindío se siembran semillas de higuera (*Ricinus communis*) cada 2-3 metros a lo largo de las eras luego del llenado de las bolsas. Una vez germinan se constituyen en una fuente de sombra a muy bajo costo y con muy buenos resultados en el desarrollo de las plantas de café. Ésta y otras especies de comportamiento similar pueden ser usadas como sombrío en los viveros de especies nativas, especialmente en aquellos sitios en donde la consecución de otros elementos no es fácil.

Las especies de estados avanzados de sucesión requieren más sombra que los demás grupos, las pioneras en cambio se desarrollan mejor en sitios abiertos, pero se debe ser muy cuidadoso en el suministro de riego. Cuando el agua escasea es preferible manejar algunos niveles de sombra y evitar la entrada de vientos fuertes con el establecimiento de barreras con árboles y arbustos de rápido crecimiento o la instalación de cortinas.

La permanencia de cada planta en el vivero depende de sus características, de las características de la especie, pero también del manejo que se le haya dado. Plantas con bajos niveles de nutrición y bajo condiciones no apropiadas de manejo tardan más tiempo.

Algunos aspectos relacionados con el manejo de viveros para la conservación

El manejo del vivero comprende las actividades relacionadas con el manejo de semillas, frutos y plántulas en todas sus fases. Comprende además el manejo de los sustratos y del cuidado mínimo que necesita el material vegetal, de igual manera la recolección de información clave para la evaluación de procesos y de especies dentro del vivero.

Un vivero para restauración y conservación debe contemplar la producción de especies de diferentes historias de vida, siendo las pioneras efímeras, las pioneras intermedias y las especies de bosque maduro los grupos claves. La proporción de especies y de individuos de cada uno de los grupos varía de acuerdo con los propósitos del vivero y de la fase de establecimiento de HMP, siendo la demanda de pioneras más alta en las primeras fases de establecimiento y de especies de bosque maduro más alta al final del proceso. El manejo de propágulos de especies de bosque maduro es constante durante todo el proceso, ya que la oferta de semillas no es constante y algunas especies pueden pasar varios años sin producir frutos.

Una proporción apropiada de plantas para facilitar las fases iniciales del establecimiento de HMP es de 10% de pioneras efímeras, 40% de pioneras intermedias y 50% de especies de bosque maduro, mientras que para las fases intermedias y finales la producción de especies pioneras intermedias 20-30% y de bosque maduro 70-80%.

El tipo de HMP y la negociación para el establecimiento de HMP dan la pauta para orientar la producción del vivero. Una negociación que comprenda un alto componente de uso deberá incluir especies de tal tipo, por lo que el vivero debe contar con las herramientas técnicas necesarias para producir-

las. La producción de especies forrajeras para bancos de proteína, follajes, ornamentales, maderas, alimenticias o nectaríferas son sólo algunas de las posibles necesidades, y el vivero como facilitador deberá producirlas u orientar su producción y establecimiento.

El vivero es una herramienta muy importante para la conservación de la biodiversidad, aunque esto no esté ligado a la producción exclusiva de especies nativas. Las especies no nativas tienen un papel muy importante en la reducción de las presiones sobre algunas especies nativas amenazadas, de igual manera algunas especies no nativas son más eficientes que las especies nativas en la producción de recursos empleados por las comunidades.

Material a propagar, estrategias de propagación

En conservación de biodiversidad tiene gran valor la propagación sexual, mientras que para el establecimiento de algunas herramientas de manejo del paisaje la propagación vegetativa o asexual puede tener gran valor. La mayor cantidad de material deberá ser obtenido a través de propagación por semillas, como una manera de obtener mayor diversidad genética. La propagación vegetativa puede ser empleada en el caso de especies cuya propagación por semillas es complicada, existen pocas probabilidades de obtención de semilla, en especies empleadas para siembra masiva en restauración de nacimientos o de cárcavas, material para el establecimiento de cercas vivas, plantas con potencial ornamental, plantas escasas, etc.

Propagación vegetativa

En la propagación vegetativa se emplean porciones vegetativas que han sido extraídas de plantas y son inducidas para formar raíces, produciendo plantas semejantes a la planta original (Wells 1979; Dirr & Heuser 1987; Hartmann & Kester 1988). La propagación vegetativa es de gran importancia en el establecimiento de sistemas productivos pecuarios, ya sea en el establecimiento de cercas vivas, como en el establecimiento de bancos para la producción de forrajes



(Vargas & Lozano 2008). Estacas y estacones son los dos tipos de estructuras más usados en propagación vegetativa en los viveros para el establecimiento de herramientas de manejo del paisaje, aunque algunas veces se emplean porciones basales o de rizomas. Las estacas son porciones vegetativas de 20-30cm, mientras que los estacones, empleados en el establecimiento de cercas vivas son porciones de tallo entre 1,8-2,2 m de longitud.

La propagación vegetativa en especies nativas es una estrategia útil cuando se presentan limitaciones para la propagación sexual, ya sea por la poca oferta de semilla o por problemas en la germinación o establecimiento (Vargas & Lozano 2008), de igual manera en la producción de especies forestales en las que se requiere de grandes cantidades de material genéticamente uniforme (Davies *et al.* 1982).

En la producción de material por sistemas vegetativos generalmente se emplean sustancias como el ácido alfa-naftalenacético (hormonagro) para estimular el enraizamiento. La propagación por esta vía debe estar acompañada por una buena selección del tipo de estacas y de estructuras a propagar; de igual manera, de las especies, pues no en todas se obtienen buenos resultados, así como los sustratos y tratamientos.

Propagación por semillas

Es la manera más sencilla para la propagación de la mayoría de las especies de plantas, además asegura una mayor diversidad genética (Wilson & Loomis 1968). La propagación por semillas requiere de un seguimiento en campo de las diferentes especies de interés para su propagación. Identificar “el punto de madurez”, así como los mecanismos para obtener semillas de buena calidad son claves, como también lo es el debido tratamiento y manejo adecuado para asegurar una germinación aceptable y tasas de desarrollo de las plántulas acorde con lo requerido.

La propagación por semillas requiere de un seguimiento permanente del bosque, de los árboles aislados y de los sitios de interés para la recolección de semillas, requiere disciplina en la recolección, el manejo y la siembra a tiempo. Se sabe poco de la capacidad de las semillas de las especies nativas para permanecer almacenadas y no perder la viabilidad; la mejor manera de evitar pérdidas por esta razón es evitar almacenarlas por periodos largos de tiempo, recomendando la siembra en el menor tiempo posible.

La disponibilidad de semillas está determinada por la densidad de árboles adultos en un área; algunas especies presentan densidades muy bajas y esas son las más problemáticas. Además, la fragmentación puede afectar la capacidad germinativa de las semillas (Charlesworth & Charlesworth 1987; Jennersten 1988; Wolf 2001; Henríquez 2004), por lo que buena parte de las semillas no germina. Por su parte, la recolección de semillas puede verse limitada por numerosos factores, entre los que se encuentran los siguientes:

La identidad de las especies. La identidad de muchas especies es desconocida o confusa en el mejor de los casos, especialmente en aquellos grupos muy diversos como las lauráceas o las melastomatáceas. Esta dificultad conduce a que se use un mismo nombre común para nombrar grupos de especies. Con el nombre de laurel se conoce a la mayoría de las especies de varios géneros de la familia Lauraceae, y con nigüito a las numerosas especies del género *Miconia*.

Pocas especies tienen nombre locales. Para la mayoría de los campesinos sólo las especies que tienen algún uso tienen nombre local o son conocidas, numerosas especies que no son usadas son desconocidas. Un alto porcentaje de las especies no tiene nombres locales y esto dificulta el trabajo de recolección de material para propagación.

La densidad poblacional. La mayor parte de las especies tienen una distribución dispersa en el paisaje, sólo algunas pioneras o especies de ambientes muy particulares pueden encontrarse en altas densidades. Las entresacas para aprovechamiento, bien sea para madera, materiales para artesanías o alimento, ejercen una presión sobre las especies y sus densidades pueden ser muy bajas. Algunas especies están representadas tan sólo por un individuo en muchas hectáreas de bosque. Asimismo, algunas especies amenazadas o raras están representadas por unos pocos individuos, entre ellos árboles viejos con la mayor parte de las ramas muertas. La producción de frutos es reducida, y aunque producen frutos con semillas viables, estas son pequeñas o generalmente depredadas.

La topografía. Las barreras topográficas son una barrera importante en la recolección de semillas de especies nativas; algunas especies crecen en sectores empinados o los fragmentos en los cuales sobreviven son sectores rocosos o con pendientes altas.

Tamaño de los árboles. Buena parte de las especies arbóreas amenazadas o de interés para la conservación son árboles corpulentos y de fuste recto que pueden sobrepasar los 50 m de altura dificultando la recolección de semillas.

Dispersión de las semillas. En terrenos de pendientes bajas los frutos y las semillas caídas se concentran bajo la copa de los árboles, mientras que en terrenos pendientes la semilla se dispersa por un área muy grande.

No hay homogeneidad en la época de cosecha. Aun dentro de la misma especie, los individuos producen cosechas de manera asincrónica, dispersa a lo largo del año, esto es especialmente negativo en especies con bajas densidades y con cosechas pobres, contrastando con el comportamiento de algunas especies en las cuales se presentan hasta dos grandes cosechas por año.

Poca producción de frutos. En especies dióicas sólo una parte de los individuos produce frutos, sin embargo, este comportamiento no es exclusivo de especies con este síndrome. En muchas especies, sólo unos pocos individuos producen frutos, y esto no sucede todos los años, existiendo especies de árboles con una cosecha de unos pocos frutos en varios años.

Desuniformidad en la cosecha. En algunas especies las cosechas son dispersas y los frutos van madurando en pocas cantidades a lo largo de un tiempo largo.

Síndrome de dispersión. La recolección de las semillas de especies dispersadas por viento es un proceso difícil, especialmente cuando son especies amenazadas, escasas y de porte alto como el papelillo (*Vochysia duquei*). En este tipo de especies, los frutos están ubicados en la periferia de la copa, al madurar hacen dehiscencia y las semillas son dispersadas por las corrientes de aire; en muchos de los frutos caídos las semillas han sido depredadas.

Depredación de frutos y semillas. La depredación de frutos en el árbol es alta, haciéndose más notoria en aquellas especies con fructificaciones poco generosas. De igual manera, la depredación de semillas en el piso es elevada por roedores y patógenos, fuera del bosque por el ganado que no sólo consume algunas semillas, sino que pisotea las restantes.

Poca durabilidad y pérdida de viabilidad. Algunas semillas pueden permanecer bajo las copas de los árboles aun durante meses, otras en cambio pierden la viabilidad en muy corto tiempo. Los efectos de los vientos penetrando desde el borde del bosque hacia el interior puede producir desecamiento de las semillas expuestas; de igual manera las semillas depositadas bajo la copa de los árboles aislados en potreros pierden rápidamente la viabilidad por desecamiento.

Tamaño de las semillas. Muchas especies de frutos carnosos pequeños producen numerosas semillas de tamaño menor a un milímetro, este tipo de semillas, como en *Miconia*, requiere de una recolección y manejo especial.

Uso de semillas. Semillas de especies como el cedro negro o nogal (*Juglans neotropica*), medicaró (*Pouteria lucuma*), algunas palmas (*Ceroxylon*, *Prestoea*, *Syagrus*, *Wettinia*), chochos (*Erythrina*, *Ormosia*, *Mucuna*), entre otros, son apetecidas por artesanos para la elaboración de collares y otras manualidades. Estas semillas son colectadas del campo, y muchas corresponden a especies amenazadas, de bajas densidades y de difícil consecución. Esta práctica pone en peligro las poblaciones de algunas especies, pues la semilla disponible para recuperación es cada vez menor.

Literatura citada

- Acosta, I. 2004. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América latina, documento de trabajo. Informe nacional Colombia. FAO ESFAL/N/8. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (Conif). 113 pp.
- Aide, T.M. y J. Cavelier. 1994. Barriers to lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Restoration Ecology* 2:219-229.
- Alice, F., Montagnini, F., Montero, M. 2004. Productividad en Plantaciones de Especies Nativas en La Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28(2): 61-71.

- Arango H. 2003. CD de Planificación predial participativa. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV. Cali, Colombia.
- Barnes, P.W. y S. Archer. 1999. Tree-shrub interactions in a subtropical savanna parkland: competition or facilitation? *Journal of Vegetation Science* 10:525-536.
- Bazzaz, F.A. 1979. The physiological ecology of plant sucesión. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 10:351-371.
- Brown, A.G., Nambiar, E.K.S., Cossalter, C. 1997. Plantations for the tropics- Their role, extent and nature. En Nambiar EKS, Brown AG (Eds.) Management of soil, water and nutrients in tropical plantation forests. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Monograph 43. Canberra, Australia. pp. 1-23.
- Brown, S; Lugo, A.E . 1994. Rehabilitation of tropical lands: A key to sustaining development. *Restoration Ecology* 2(2):97-111.
- Bruno, J.F.; J.J. Stachowicz y M.D. Bertness. 2003. Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends in Ecology & Evolution* 18:119-125.
- Callaway, R.M. y L.R. Walker. 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78:1958-1965.
- Cavelier, J. y C. Santos 1999. Efectos de plantaciones abandonadas de especies exóticas y nativas sobre la regeneración natural de un bosque montano en Colombia. *Revista Biología Tropical* 47(4):775-784.
- Charlesworth, D.R. y B. Charlesworth. 1987. Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18:237-268.
- China, J. D. y E. H. Helmer. 2003. Diversity and composition of tropical secondary forests recovering from large-scale clearing: results from the 1990 inventory in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 180:227-240.
- Clements, F.E. 1916. *Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation*. Carnegie Institution of Washington. Publication 242, Washington, D.C., USA.
- Clements, F.E. 1936. Nature and structure of the climax. *Journal of Ecology*. 34(1): 253-284.
- Collins, S.L., S. M. Glenn y D. W. Roberts. 1993. The hierarchical continuum concept. *Journal of vegetation science*, 4:149-156.
- Collins, S.L., S.M. Glenn y D. Gibson. 1995. Experimental analysis of intermediate disturbance and initial floristic composition decoupling cause and effect. *Ecology* 76(2):486-492.
- Connell, J.H. & R.O. Slatyer. 1977. Mechanisms of sucesion in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist* 11(982):1119-1144.
- Connell, J.H. 1978: Diversity in tropical rainforests and coral reefs. High diversity of trees and corals is maintained only in a nonequilibrium state. *Science* 199:1302-1310.

- Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ). 2002. Informe final de ejecución del convenio 023 de 2000 celebrado entre el Ministerio del Medio Ambiente y la Corporación Autónoma Regional del Quindío. Plan estratégico para el establecimiento y restauración de bosques en el departamento del Quindío “plan verde bosque para la paz”. 37 p.
- Cubiña, A. y T.M. Aide. 2001. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. *Biotropica* 33:260-267.
- Cummings, J., N. Reid, I. Davies y C. Grant. 2007. Experimental manipulation barriers in abandoned eucalypt plantations. *Restoration Ecology* 15(1):156-167.
- Davies, F.T., J.E. Lazarte y J.N. Joiner. 1982. Initiation and development of roots in juvenile and mature leaf bud cuttings of *Ficus pumila* L. *Am. J. Bot.* 69:804-811.
- Denslow, J.S. 1980. Patterns of plant species diversity during succession under different disturbance regimes. *Oecologia* 46(1):18-21.
- Dirr, M.A. y C.W. Heuser Jr. 1987. The reference manual of woody plant propagation: from seed to tissue culture. Athens, GA: Varsity Press. 239 p.
- Duryea, M. 1985. Evaluating Seedling Quality: Principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Proceedings of the workshop held October 16-18 1984. Forest reaserch Laboratory. Oregon State University. EEUU.
- Evans, J. 1998. La producción sostenible de madera en las plantaciones forestales. *Unasyuva* (49)192.
- Evans, J. 1999. Planted forests of the wet and dry tropics: their variety, nature, and significance. *New Forests* 17(1-3):25-36.
- Fahey, B., Jackson, R. 1997. Hydrological impacts of converting native forests and grasslands to pine plantations, South Island, New Zealand. *Agricultural and Forest Meteorology* 84(1):69-82.
- Farley, K.A., E.G. Jobbágy y R.B. Jackson. 2005. Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. *Global Change Biology* 11(10):1565-1576.
- Florentine, S.K. y M.E. Westbrooke. 2004. Restoration on abandoned tropical pasturelands – do we know enough? *Journal for Nature Conservation* 12(2):85-94.
- Fölster, H. y P.K. Kanna. 1997. Dynamics of nutrient supply in plantation soils. In: Nambiar, E.K.S. y A.G. Brown (eds.) *Management of soil, water and nutrients in tropical plantation forests*, 339-378. Australian centre for International Agricultural Research, Monograph 43, Canberra.
- Forrester, D.I., J. Bauhus y A.L. Cowie. 2005. Nutrient cycling in a mixed-species plantation of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. *Can. J. For. Res.* 35: 2942-2950
- Galindo, J., S. Guevara y V. Sosa. 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology* 14(6):1693-1703.

- Gómez-Aparicio, L., R. Zamora, J.M. Gómez, J.A. Hódar, J. Castro y E. Baraza. 2004. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications* 14(4):1128–1138.
- Grau, H. R., T. M. Aide, J. K. Zimmerman y J. R. Thomlinson. 2004. Trends and scenarios of the carbon budget in postagricultural Puerto Rico (1936–2060) *Global Change Biology* 10(7):1163–1179. *Global Change Biology* 10 (7), 1163–1179.
- Guariguata, M. R. y R. Ostertag. 2001. Neotropical secondary forest sucesión: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management* 148:185–206.
- Guariguata, M. R., R. L. Chazdon, J. S. Denslow, J. M. Dupuy y L. Anderson. 2004. Structure and floristics of secondary and old-growth forest stands in lowland Costa Rica. *Journal Plant Ecology* 132(1):107–120.
- Hartmann, H.T. y D.E. Kester. 1988. Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad. del inglés por Antonio Marino Ambrosio. 2 ed. México, Cecs. 760 p.
- Henríquez, C.A. 2004. Efecto de la fragmentación del hábitat sobre la calidad de las semillas de *Lapageria rosea*. *Revista Chilena de Historia Natural* 77:177–184.
- Hobbs, R. J. y D. A. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology* 4: 93–110.
- Hofstede, R., J. Lips, W. Jongsma y J. Sevink. 1998. Geografía, Ecología y Forestación de la Sierra Alta del Ecuador. Revisión de Literatura. Editorial Abya Yala, Ecuador. 242 p.
- Hofstede, R.G.M., J.P. Groenendijk, R. Coppus, J.C. Fehse y J. Sevink. 2002. Impact of Pine Plantations on Soils and Vegetation in the Ecuadorian High Andes. *Mountain Research and Development* 22(2):159–167.
- Holl, K.D., M.E. Loik, E.H.V. Lin y I.A. Samuels. 2000. Tropical Montane Forest Restoration in Costa Rica: Overcoming Barriers to Dispersal and Establishment. *Restoration Ecology* 8 (4), 339–349.
- Howe, H. F. y J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics* 13:201–228.
- Huston, M. y T. Smith. 1987. Plant succession: Life History and Competition. *The American Naturalist* 130(2):168–198.
- Jennersten, O. 1988. Pollination in *Dianthus deltoides* (Caryophyllaceae): effects of habitat fragmentation on visitation and seed set. *Conservation Biology* 2:359–366.
- Kamo, K, T. Vacharangkura, S. Tiyanon, C. Viriyabuncha, S. Nimpila y B. Doangsrise. 2002. Plant species diversity in tropical planted forests and implication for restoration of forest ecosystems in Sakaerat, Northeastern Thailand. *JARQ* 36(2):111–118.
- Khanna, P. K. 1997. Nutrient cycling under mixed-species tree systems in southeast Asia. *Journal Agroforestry Systems* 38(1–3):99–120.

- Kohn, D.D. y D.M. Walsh. 1994. Plant species richness – the effect of island size and habitat diversity. *Journal of Ecology* 82:367–377.
- Krauss, J., A.M. Klein, I. Steffan–Dewenter y T. Tschardt. 2004. Effect of habitat area, isolation, and landscape diversity on plant species richness of calcareous grasslands. *Biodiversity and conservation* 13:1427–1439.
- Lamb, D. 1998. Large-scale ecological restoration of degraded tropical forest lands: the potential role of timber plantations. *Restoration Ecology* 6(3):271–279.
- Lindqvist, H. y C.K. Ong. 2005. Using morphological characteristics for assessing seedling vitality in small-scale tree nurseries in Kenya. *Agroforestry Systems* 64(2):89–98.
- Lugo, A.E., J.A. Parrotta y S. Brown. 1993. Loss of species caused by tropical deforestation and their recovery through management. *Ambio* 22(2–3):106–109.
- Lugo, A.E., J.A. Parrotta y S. Brown. 1993. Loss of species caused by tropical deforestation and their recovery through management. *Ambio* 22(2–3):106–109.
- MacArthur, R.H. 1965. Patterns of species diversity. *Biological review* 40:510–533.
- Mackensen, J., R. Klinge, D. Ruhayat y H. Fölster. 2003. Assessment of Management-dependent Nutrient Losses in Tropical Industrial Tree Plantations. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 32(2):106–112.
- Martínez, C. y H. F. Howe. 2003. Restoring tropical diversity: beating the time taxon species loss. *Journal of Applied Ecology* 40:423–429.
- McClanahan, T. R. y R. W. Wolfe 1993. Accelerating Forest Succession in a Fragmented Landscape: The Role of Birds and Perches. *Conservation Biology* 7(2):279–288.
- McNabb KL, Wadouski LH (1999) Multiple rotation yields for intensively managed plantations in the Amazon basin. *New Forests* 18: 5–15.
- Meilleur, A., H. Véronneau y A. Bouchard. 1994. Shrub communities as inhibitors of plant succession in southern Quebec. *Journal Environmental Management* 18(6):907–921.
- Montagnini, F. 2000. Strategies for the recovery of biodiversity in deforested landscapes. In: Krishnapullay, B., Soepadmo, E., Arshad, M., Wong, A., Appanah, S., Wan Chik, S., Manokaran, N., Tong, H., Choon, K. (Eds.), *Forests and Society: The Role of Research*. IUFRO World Congress, August 6–12, 2000. Supplementary Sessions, vol. 1. International Union of Forestry Research Organizations, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 310–319.
- Montagnini, F. 2001. Strategies for the recovery of degraded ecosystems: experiences from Latin America. *Interciencia* 26, 498–503.
- Morris A. 1985. Forestry and land conflicts in Cuenca, Ecuador. *Mountain Research and development* 5(2):183–196.
- Muñiz, M.A., G. Williams y J.M. Rey. 2006. Distance effect from cloud forest fragments on plant community structure in abandoned pastures in Veracruz, México. *Journal of Tropical Ecology* 22: 431–440.

- Murcia, C. 1997. Evaluation of andean alder as a catalyst for the recovery of tropical cloud forests in Colombia. *Forest Ecology and Management* 99(1):163-170.
- Nepstad, D. C., C. Uhl, C. A. Pereira, J. Maria Cardoso da Silva. 1996. A Comparative Study of Tree Establishment in Abandoned Pasture and Mature Forest of Eastern Amazonia. *Oikos* 76(1):25-39.
- Nykvist, N., H. Grip, B.L. Sim, A. Malmer y F.K. Wong. 1994. Nutrient losses in forest plantations in Sabah, Malaysia. *Ambio* 23:210-215.
- Otsamo, R. 2004. Secondary forest regeneration under fast-growing forest plantations on degraded *Imperata cilíndrica* grasslands. *Journal New Forests* 19(1):69-93.
- Oyarzón, C.É y A. Huber. 1999. Balance hídrico en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata* en el sur de Chile. *Terra Latinoamericana* 17(1):35-44.
- Palmer, M.A., R.F. Ambrose y N.L. Poff. 1997. Ecological theory and community restoration ecology. *Restoration Ecology* 5(4):291-300.
- Parrotta, J., J. Thurnbull y N. Jones. 1997. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management*. 99, 1-7.
- Parrotta, J.A. 1992. The role of plantation forests in rehabilitating degraded ecosystems. *Agriculture Ecosystems and Environmental* 41:115-133.
- Parrotta, J.A. 1993. Secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as "foster ecosystems". En Lieth H, Lohman M (Eds.) *Restoration of Tropical Forest Ecosystems*. Kluwer. Holanda. pp. 63-73.
- Parrotta, J.A. 1995. Influence of overstory composition on understory colonization by native species in plantations on a degraded tropical site. *Journal of Vegetation Science* 6:627-636.
- Parrotta, J.A. 1999. Productivity, nutrient cycling and sucesión in single and mixed species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta* and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 124(1):45-77.
- Prieto, J.A., C.G. Vera y E. Merlin. 1999. Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto Técnico 12. INIFAP. SAGAR. 23pp.
- Putnam, R.J. 1994. *Community ecology*. Chapman and Hall, London.
- Ricklefs, F.E. y I.J. Lovette. 1999. The role of island area per se and habitat diversity in the species area relationships of four lesser antillean faunal groups. *Journal of animal ecology* 68:1142-1160.
- Ritchie, G.A. 1984. Assessing seedling quality. En: *Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings*. Duryea, M.L. y T.D. Landis (Eds.). Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- Rowe, H.I., C.S. Brown y V.P. Claassen. 2007. Comparisons of mycorrhizal responsiveness with field soil and commercial inoculums for six native montane species and *Bromus tectorum*. *Restoration Ecology* 15(1):44-52.

- Sánchez, S. y O. Murillo. 2004. Desarrollo de un método para controlar la calidad de producción de plántulas en viveros forestales: estudio de caso con ciprés (*Cupressus lusitanica*). *Agronomía Costarricense* 28(2):95-106.
- Sedjo, R.A. 1999. The potential of high-yield plantation forestry for meeting timber needs. *Journal New Forests* 17(1-3):339-360.
- Senbeta, F. y D. teketay. 2001 Regeneration of indigenous woody species Under ythe canopies of tree plantations in Central Etiopía.
- Senbeta, F., D. Teketay y B.A. Näslund. 2004a. Native woody species regeneration in exotic tree plantations at Meunessa-Shashemene Forest, southern Ethiopia. *Journal New Forest* 24(2):131-145.
- Senbeta, F., E. Beck y U. Lüttege. 2004. Exotic trees as nurse trees for the regeneration of natural tropical forests. *Trees Structure and Function* 16(4-5):245-249.
- Thomlinson, J. R., M. I. Serrano, T. M. Lopez, T. M. Aide y J. K. Zimmerman. 1996. Land use dynamics in a post-agricultural Puerto Rican landscape (1936-1988). *Biotropica* 28(4a):525-536.
- Tiars, A., E.K.S. Nambiar y C. Cossalter. 1998. Site management and productivity in tropical forest plantations. impact on soil and options for management over successive rotations. Center for International Forestry Research. Occasional paper No. 16
- Toral, I. 1997. Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Documento Técnico 1. Programa de Desarrollo Forestal Integral de Jalisco. Guadalajara, México. 26 p.
- Turner, M.G., W.L. Baker, C.J. Peterson y R.K. Peet. 1998. Factors Influencing Succession: Lessons from Large, Infrequent Natural Disturbances. *Journal Ecosystems* 1(6):511-523.
- Turner, M.G., W.L. Baker, C.J. Peterson y R.K. Peet. 1998. Factors Influencing Succession: Lessons from Large, Infrequent Natural Disturbances. *Journal Ecosystems* 1(6):511-523.
- Uhl, C., R. Buschbacher y E.A.S. Serrao. 1988. Abandoned pasture in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. *Journal of Ecology* 76: 663-681.
- Vargas, W. & F. H. Lozano. 2008. El papel de un vivero en un proyecto de restauración en paisajes rurales andinos: Establecimiento del Corredor Barbas – Bremen. Pp. 67 -82. En: Barrera-Castaño, J. I., M. Aguilar-Garavito y D. C. Rondón-Camacho (eds.). *Experiencias de restauración ecológica en Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D. C. 274 p.
- Vieira, I.C.G., C. Uhl y D. Nepstad. 1994. The role of the shrub *Cordia multispicata* Cham. as a succession facilitator in an abandoned pasture, Paragominas, Amazônia. *Journal Plant Ecology* 115(2):91-99.
- Wells, J. 1979. *Plant propagation practices*. 14^a printing. New York. USA. Macmillan Publishing co. INC. 344 p.
- White, P.S. y J.L. Walker. 1997. Approximating Nature's Variation: Selecting and Using Reference Information in Restoration Ecology. *Restoration Ecology* 5 (4):338-349.
- Wilson, C.L. y W.E. Loomis. 1968. *Botánica*. UTEHA, México. 862 p.

- Wolf, A. 2001. Conservation of endemic plants in serpentine landscapes. *Biological Conservation* 100(1):35-44.
- Yirdaw, E. y O. Luukkanen. 2003. Indigenous diversity in *Eucalyptus globulus* Labill. Ssp. *Globulus* plantations in the Ethiopian highlands. *Journal Biodiversity and Conservation* 12(3):567-582.
- Zarco, N.B., V.M. Cetina, J.A.G. Vera y C.T. Cervantes. 2005. Evaluación de la calidad de brinzales de *Pinus montezumae* Lamb., producidos en el vivero San Luis Tlaxiátemalco, Distrito Federal. Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. *Ra Ximhai* 1(1):167-176.
- Zimmermann, J.K., J.B. Pascarella y T.M. Aide. 2000. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration Ecology* 8:328-338.

Capítulo 6

Seguimiento y evaluación de la estrategia de conservación en el paisaje rural (Fase IV)



Seguimiento y evaluación de la estrategia de conservación en el paisaje rural (Fase IV)

Ana María Vargas Franco, Fabio H. Lozano-Zambrano, William Vargas, Sandra Lucía Aristizábal, Javier Eduardo Mendoza y Paula Catalina Caycedo.

La última fase propuesta en el esquema de planeación del paisaje rural para la conservación de biodiversidad consiste en el seguimiento y la evaluación de la estrategia de conservación. En esta última fase se enfatiza en la importancia de realizar acciones que permitan verificar el cumplimiento de los objetivos del proceso de planeación, es decir, mejorar las condiciones en los hábitats, incrementar la conectividad y contribuir a la conservación de la biodiversidad en el paisaje rural.

El desarrollo del proceso de seguimiento y evaluación en el paisaje rural es una oportunidad para retroalimentar la estrategia de conservación, por eso se sugiere incorporar este componente en la evaluación las dimensiones biológica y socioeconómica. Con esto se reconoce que el proceso de conservación puede generar éxitos o fracasos en los diferentes aspectos tomados en cuenta en la construcción de la estrategia de conservación; por ejemplo, una HMP podría mostrar que permitió la conectividad funcional para especies del paisaje, sin embargo, la evaluación económica de la HMP puede mostrar que su replicabilidad es muy baja o no fue aceptada socialmente. O, en caso contrario, la HMP puede mostrar en la evaluación un buen desempeño socioeconómico, pero su eficacia biológica para la conservación puede ser baja o nula. Entonces, todo este análisis producto del seguimiento será un elemento fundamental para evaluar y generar aprendizajes que posibiliten mejorar la estrategia de conservación en otro ciclo del proceso de planeación para la conservación o para aportar lecciones aprendidas a otros procesos de réplica en otros paisajes rurales del país

La eficacia biológica de las herramientas de manejo del paisaje

La evaluación y el seguimiento biológico de las HMP en el paisaje rural permitirán detectar el impacto de los cambios realizados en el paisaje. Se espera que las HMP tengan un impacto sobre las especies silvestres; en este sentido, el desarrollo metodológico para la evaluación y el seguimiento biológico de las HMP debe abarcar aspectos claves de la funcionalidad de la herramienta; (i). Hábitat, pues al restaurar áreas se está incrementando la cantidad de hábitat disponible en el paisaje, (ii). Conectividad, ya que algunas HMP buscan facilitar el movimiento de especies entre los hábitats y (iii) La conservación de biodiversidad ligada a los nuevos hábitats o al mejoramiento de los hábitats actuales.



La propuesta metodológica pretende sentar la línea base con dos objetivos generales que evidencien los impactos de estos cambios estructurales en las comunidades de fauna y vegetación. Estos objetivos pueden ser estudiados con cualquier grupo biológico de fauna (pero especialmente los que permitieron la construcción de la fase de oportunidades) y están relacionados con la composición de especies, asociada a las diferentes áreas de cobertura vegetal que se encuentran en las HMP y los elementos del paisaje restaurados, conectados o adyacentes. Las preguntas principales que abarca la etapa de evaluación y seguimiento de las HMP conducen a identificar ¿Cuáles son las especies beneficiadas con la HMP? Estas especies pueden ser diferentes dependiendo del desarrollo de las especies vegetales plantadas en las áreas restauradas y del avance de la sucesión, por lo que las siguientes preguntas tratan de medir esos cambios dependiendo de ¿Cuáles especies son asociadas a hábitats de sucesiones intermedias en el desarrollo de

la HMP?, ¿Cuánto tiempo tardan en establecerse las primeras colonizaciones de especies asociadas a hábitats boscosos en las áreas restauradas de las HMP?, ¿Cuáles son las condiciones bióticas y abióticas que se requieren para el establecimiento de una fauna similar a la del hábitat restaurado? ¿Cuánto tiempo tardan las especies la HMP para moverse a través de ella? entre otras.

Un programa de seguimiento biológico puede apoyarse en el uso de comunidades biológicas que permitan obtener una respuesta rápida de los cambios ambientales. El seguimiento biológico de las acciones de conservación en los paisajes fragmentados debe abarcar dos escalas ecológicas a través del tiempo y del espacio que incluyan los diferentes gradientes de perturbación existentes. La primera escala ecológica se debe enfocar sobre el seguimiento de una comunidad biológica en particular (seguimiento de la biodiversidad, cambios en la composición de la comunidad); en la segunda escala

se deben seleccionar especies que indiquen el avance de las acciones de conservación y las condiciones finales a las que se quieren llegar (Kremen 1994); por ejemplo la aceleración de la sucesión se puede dividir en tres grandes etapas: la etapa inicial: áreas abiertas o degradadas enriquecidas con especies pioneras (entre 0 a 2 años de restaurada); en esta etapa se espera encontrar dominancia de especies generalistas, tolerantes a los cambios de temperatura, humedad y poca cobertura arbórea, poco exigentes en sus requerimientos de alimentación y anidación. Etapa intermedia: (entre 2 - 5 años), en esta etapa se espera encontrar un ensamblaje de especies generalistas de áreas abiertas y algunas especies comunes asociadas a bordes de bosque, fragmentos y cañadas. Finalmente una etapa avanzada: bosques secundarios (entre 5 a 10 años) en esta etapa se espera encontrar especies que se encuentran asociadas a hábitats con cobertura arbórea o que su abundancia se ve favorecida por la presencia de cobertura arbórea nativa y la oferta de recursos.

El seguimiento a especies objetivo para el seguimiento y evaluación se debe realizar en las mismas etapas temporales, estas especies pueden ser definidas con base en la información biológica generada en la fase de oportunidades o por el conocimiento de la historia natural de las mismas. Sin embargo, es importante definir los conjuntos de especies esperados para cada fase del proceso de evaluación en cada HMP y hábitats circundantes antes del inicio de la implementación de la herramienta.

Identificación de ensamblajes de aves indicadores para el monitoreo y la evaluación de la eficacia biológica de HMP

Una opción para la evaluación del éxito del establecimiento de HMP con comunidades de aves es el uso de especies sombrilla. Las especies sombrilla son aquellas que demandan mayores requerimientos de hábitat que otras, de esta manera, su presencia indica que el sitio tiene las condiciones necesarias para mantenerlas y, junto con ellas, las especies que no son afectadas tan drásticamente por la fragmentación. Por lo tanto, la presencia de especies sombrilla está relacionada con la riqueza de la comunidad.

Para escoger las especies de aves del paisaje con potencial para la lista de especies sombrilla se deben considerar las siguientes características:

- Que su presencia esté asociada a fragmentos de gran área.
- Que muestren baja capacidad de dispersión en el paisaje.
- En algunos casos, que revelen especificidad por un hábitat

La eficiencia de las acciones de conservación basadas en esta aproximación dependerán de la correcta selección de las especies sombrilla (Metzger 2006).

Los grupos de especies sombrilla de aves para la evaluación de HMP pueden ser diferentes dependiendo de la HMP y del contexto del paisaje, de tal forma que, en HMP ligadas a elementos boscosos, se podrían utilizarán especies de aves con mayores requerimientos de hábitat, baja capacidad de movimiento y presentes en fragmentos de bosque grandes. Para las HMP que se establecieron en cultivos y potreros, cercos vivos y sistemas silvopastoriles, se recomienda un grupo de especies que no demanden requerimientos de hábitat altos.

Identificación de grupos de especies de aves sombrilla

La selección de los grupos de especie sombrilla para el paisaje rural a evaluar se puede basar en la información recopilada por monitoreos anteriores en el mismo paisaje o en biomas similares y cercanos. Para el proceso de evaluación del corredor biológico Barbas-Bremen en el Municipio de Filandia-Quindío, se construyó el grupo de especies sombrilla teniendo en cuenta los tres criterios que define Metzger (2006):

1. Especificidad de hábitat: Con un conjunto de datos sobre la distribución de las aves en el paisaje o paisajes similares se pueden reconocer diferentes tipos de ensamblajes relacionados con elementos del paisaje como fragmentos grandes de bosque, fragmentos medianos y pequeños de bosque, bordes de bosque, cañadas, cercos vivos, cultivos y potreros, entre otros. La clasificación de los ensambles de aves se debe basar en porcentajes de frecuencia de especies en cada hábitat. Según la amplitud ecológica observada en cada especie, es decir, si las especies pueden encontrarse en un solo tipo de elemento del paisaje o en varios.

Ensamble 1: en este ensamblaje se pueden agrupar especies que tienen un estrecho rango de tolerancia, es decir, especies reportadas únicamente en fragmentos grandes de bosque o que el porcentaje de encuentros de estas especies en bosques sea mayor a 70%.

Ensamble 2: conformado por especies con un rango de tolerancia mayor porque pueden encontrarse en coberturas boscosas nativas, de diferente tamaño y forma. En este ensamble se pueden encontrar especies con una distribución menor al 50% en bosques y especies que, a pesar de que se encuentran con una distribución de hasta 70% en bosques, se encuentran también en zonas restauradas de tres años.

Ensamble 3: especies que se pueden encontrar en coberturas boscosas nativas, pero el porcentaje de distribución en fragmentos de bosque grandes es inferior a 50%. Aquí están especies cuya mayor frecuencia de avistamientos esté en fragmentos pequeños, bordes de bosques, cañadas y cercos vivos. Estas especies también pueden hacer uso de sistemas productivos.

Ensamble 4: compuesto por especies reportadas con mayor proporción en potreros, son típicas de áreas abiertas y agroecosistemas, así como de estados iniciales de sucesión. Estas son especies

con pocas exigencias de hábitat y que no necesitan de la conectividad del paisaje para moverse, y su evaluación es un referente de las condiciones iniciales de las áreas en donde se establecerán herramientas de manejo del paisaje.

2. Capacidad de dispersión: Esta variable fue medida experimentalmente en el departamento de Caldas por el Instituto Humboldt, en colaboración con la Asociación Calidris. Este estudio generó tres rangos para clasificar la capacidad de movimiento de las aves de volar espacios no boscosos en: alta capacidad de movimiento, fue designado para las especies que podrían atravesar distancias de 100 m o más, capacidad media entre 40 y 99 m, y baja capacidad cuando es menor a 40 m.

3. Requerimiento de área: Esta característica fue construida utilizando información secundaria, específicamente lo reportado por Renjifo (1999), evalúa los cambios en la composición de especies de aves de bosque subandino en fragmentos aislados por más de 50 a 90 años. En su estudio, Renjifo clasifica a las especies de requerimientos de hábitat boscoso si están presentes en los fragmentos de bosque, extintas en fragmentos de bosque, regionalmente extintas, o especies turistas.

Al cruzar estas tres variables se obtienen los grupos de especie sombrilla que servirán como una línea de control en el monitoreo de las herramientas de manejo del paisaje, de tal manera que sea posible asociar a los grupos de especie sombrilla con los apropiados tipos y estados de las HMP.

Las herramientas de manejo del paisaje, a excepción de los cerramientos de hábitats, se basan en la restauración de sistemas alterados, ya sea en fragmentos de bosque como en sistemas productivos. En una escala temporal, los sistemas restaurados cambian y cada etapa en la sucesión cuenta con características propias. Las acciones de restauración implementadas en potreros y cultivos no albergarán en su etapa inicial especies sombrilla con altos y medios requerimientos, sino especies de áreas abiertas, con facilidad de dispersión, y que pueden utilizar muchos tipos de hábitat. En el caso



de los corredores biológicos establecidos en agroecosistemas, la probabilidad de encontrar especies sombrilla con altos requerimientos aumentará con la edad de los corredores. En etapas intermedias de la restauración, después de establecerse la cobertura arbórea, formarse el dosel y estabilizarse algunas condiciones abióticas como humedad y temperatura (aproximadamente 5 o más años) se puede esperar la presencia de grupos de especies sombrilla con medios y altos requerimientos.

Es necesario tomar datos sobre la distribución y abundancia de las especies de aves sombrilla antes, durante y después del establecimiento de las herramientas del paisaje. Asimismo, se deben hacer estudios a escala de especie, considerando todo el mosaico del paisaje, incluyendo la permeabilidad de la matriz. De esta manera, se pueden identificar los parches importantes y las conexiones a realizarse.

Evaluación y seguimiento de la vegetación en las áreas restauradas

Las lauráceas son una familia especialmente rica en la franja entre 1.000-2.500 msnm, pero su escaso estudio no ha podido resolver las preguntas más elementales sobre su diversidad o estado de conservación, entre otros. En general, es una familia poco conocida; de la riqueza estimada para Colombia, consistente en unas 380 especies, sólo un poco más de la mitad ha sido descrita (Vargas en preparación). Sin embargo, un gran número de especies se encuentran amenazadas, ya sea de forma directa por la extracción de su madera (comino, arenillo, amarillo, aguacatillo) o de forma indirecta por destrucción de hábitat y disminución de dispersores. Las lauráceas por lo tanto son sensibles tan-

to a la degradación de los ecosistemas como a las acciones que se realicen para su recuperación.

Las especies de árboles, entre ellas las lauráceas, se ven severamente afectadas por la fragmentación debido a sus bajas densidades, complejos sistemas de autoincompatibilidad y altas tasas de exogamia (Cascante et al. 2002). El establecimiento de HMP que permitan la recuperación de hábitat debe considerar las condiciones para estas plantas; de igual manera, proyectos de enriquecimiento o de suplementación deben tener en cuenta el papel que juegan estas especies en los ecosistemas, pues junto a Moraceae, Rubiaceae, Melastomataceae y Solanaceae, aportan la mayor parte de los recursos para los frugívoros.



La mayor parte de las lauráceas son especies de interior, es decir, de bosques maduros o estructuralmente capaces de aportar las condiciones ambientales necesarias para su germinación y desarrollo. Otras, en cambio (especialmente algunas especies de *Cinnamomum* y *Nectandra*), son capaces de desarrollarse en ambientes menos conservados, encontrándoseles en bordes de bosques, bosques secundarios o en pequeños matorrales.

La evaluación de las estrategias de restauración requiere de la selección de grupos o de especies que sirvan para indicar los avances del proceso; uno de estos grupos claves puede ser el de las lauráceas. Aunque las lauráceas no corresponden a estados iniciales de los procesos de sucesión, sí responden muy bien al mejoramiento de las condiciones a través de estrategias de restauración, y al incremento en las poblaciones de dispersores, es decir, que si el sitio ha sido restaurado adecuadamente, las lauráceas podrán establecerse, de lo contrario, se verán severamente afectadas en su establecimiento y desarrollo.

Las lauráceas como grupo indicador

Como las lauráceas responden a estrategias de restauración basadas en la aceleración de la sucesión, son un grupo clave en la fase de evaluación. Por lo anterior, para la supervivencia, establecimiento y desarrollo de las lauráceas se requiere recrear condiciones apropiadas. Una reconstrucción de hábitat con estas condiciones propicia altas tasas de prendimiento y tasas aceptables de desarrollo, condiciones no apropiadas en cambio favorecen la mortalidad y bajo desarrollo. Las lauráceas, al igual que otras familias de árboles de interior, son un indicador de las condiciones que se recreen, de igual manera del estado de conservación de los remanentes y cañadas, así como de la madurez de bosques secundarios.

El manejo de lauráceas, como parte importante de las fases finales de restauración, puede indicar qué tan apropiadamente han sido restaurados los ecosistemas. En este sentido, un seguimiento detallado de la implementación de estrategias conduce a la profundización del conocimiento, a la definición de estrategias apropiadas, a la disminución de costos y a hacer más efectivas las estrategias a establecer. Asimismo, los sitios piloto permiten que estrategias concebidas sobre un plano más general se adapten a condiciones particulares.

Evaluación y seguimiento de la vegetación en el vivero

Propagación

El papel del vivero en los proyectos de establecimiento de HMP es relevante, y por lo tanto debe ser una de las primeras acciones a ser desarrolladas. La propagación de plantas en proyectos de restauración debe obedecer a las necesidades del proyecto y debe estar orientada hacia la propagación de las especies apropiadas para cada una de las fases de restauración.

Por otra parte, una secuencia apropiada de restauración debe considerar la propagación de especies pertenecientes a tres estados sucesionales básicos: pioneras efímeras (recuperación básica), especies de sucesión secundaria (hábitat, recursos, estructura) y especies de bosque maduro (recursos, composición, estructura, especies amenazadas, etc.).

La evaluación y el seguimiento de procesos de propagación se basa en la selección de especies claves dentro de cada una de las historias de vida, y debe considerar aspectos como:

- Información general para cada especie:
 - La identidad de las especies. Se hace monitoreo sobre especies colectadas e identificadas.
 - Procedencia de las semillas. Localidades, sitios.
 - Colectores. Personas encargadas de la colección en campo.
 - Usos. Se refiere a los usos actuales y potenciales de las diferentes especies.
- Información sobre los frutos: peso, medida y manejo.
- Información sobre las semillas: tamaño, peso y manejo.
- Aspectos relacionados con la siembra: tipo de substrato empleado, modo de siembra (forma, distancias, densidades), manejo.
- Aspectos relacionados con la siembra: tipo de substrato, modo de siembra (forma, distancias, densidades) y manejo.
- Aspectos relacionados con la germinación: tiempo (inicio y final), tasas, manejo, problemas fitosanitarios y observaciones generales
- Aspectos relacionados con el desarrollo de las plántulas: seguimiento, desarrollo en altura, comportamiento, mortalidad, problemas fitosanitarios y manejo.

Manejo en vivero

El manejo en vivero es uno de los cuellos de botella en la propagación de especies nativas. Bajas tasas de supervivencia y desarrollo son comunes cuando no se consideran los requerimientos específicos de las plantas nativas; un manejo poco apropiado puede ser el camino más rápido al fracaso. Una evaluación permanente puede indicar en qué aspectos se está fallando; de igual manera, aporta información sobre el comportamiento de las especies nativas.

Factores claves del manejo de especies nativas indican que la producción de plantas para restauración debe comprender la producción simultánea de las diferentes historias de vida, y que los tiempos de permanencia en el vivero no son iguales, por lo tanto la producción debe ser planificada y organizada, de tal manera que para cada fase se disponga de las especies adecuadas y en las cantidades necesarias.

El manejo en vivero debe reportar información útil que aporte respuestas y soluciones a problemas fitosanitarios, manejo de sombras, fertilizantes y abonos, de riegos y de sustratos, aplicación de micorrizas, y aspectos generales del manejo de las plantas.

Un esquema organizado debe registrar las entradas de material según la procedencia, por ejemplo, desde las camas de germinación del vivero del proyecto, a través del rescate de plántulas, por compra, donaciones, intercambios, etc. Esta información debe estar contenida en formatos que permitan hacer un seguimiento del vivero y de su producción.

Siembra

La siembra en campo debe obedecer a un plan perfectamente organizado; debe corresponder a una secuencia de tal manera que especies con altos requerimiento no sean llevadas a campo hasta que no existan las condiciones apropiadas para su establecimiento. La planificación de las siembras se hace de acuerdo con lo que se quiere y siguiendo las siguientes fases: las primeras en ser sembradas son las especies pioneras efímeras; la segunda fase comprende las especies pioneras intermedias y la tercera fase las especies de interior en los casos en donde las pioneras efímeras no son necesarias. Se parte de una colonización principal con pioneras intermedias.

Registros de siembra por sitio y por especie aportan información sobre la diversidad, las densidades y los costos del establecimiento. Parcelas para la evaluación deben ser establecidas mediante el marcaje de individuos de las especies claves para ser seguidos en el tiempo el formato debe contener información básica como (Tabla 6.1):

Tabla 6.1. Formato para registrar la información básica de siembra.

Procedencia del material (sitio, vereda, finca)	Especie	Individuos	Fecha siembra	Observaciones

Seguimiento

Comprende el seguimiento que sobre las plantas sembradas en campo se hace durante un periodo de tiempo. Este seguimiento sobre las plantas está enfocado en dos aspectos: sobre la supervivencia y sobre el desarrollo en altura. Aspectos relacionados con el estado fitosanitario, adaptación, relaciones, entre otros, deben ser reportados dentro del seguimiento. Estas dos variables son las más sencillas de evaluar y aportan información muy valiosa para medir el éxito o fracaso de una estrategia.

En general, el seguimiento se hace sobre una muestra de individuos (50 individuos es un número apropiado) de cada una de las especies definidas como claves u objeto de evaluación; se inicia con datos a partir del momento de la siembra definitiva en campo. Un formato adecuado para este propósito debe incluir la siguiente información (Tabla 6.2):

Tabla 6.2. Formato de registro de supervivencia y crecimiento de las plantas en campo.

Especie	Individuos	Sitio	Fecha de siembra	Altura inicial	Observaciones

Seguimiento de plántulas

Las plántulas sembradas dentro de las fases de restauración deben ser evaluadas en cuanto a su capacidad de adaptación, datos de supervivencia y desarrollo. Evaluaciones semestrales durante el primer año y posteriormente anuales hasta el quinto año aportan suficiente información. Los aspectos más importantes para el seguimiento deben comprender:

El rescate de plántulas: Éste puede llegar a ser una alternativa viable, siempre y cuando no considere incursiones dentro del bosque para recolectar material de manera irresponsable y exagerada bajo la copa de los árboles. Entre las fuentes más comunes y sin efectos negativos se encuentran los bordes de caminos, taludes, sistemas productivos y bajo la copa de árboles aislados. Se deben evaluar en vivero aspectos como la supervivencia y el desarrollo de las plántulas rescatadas en campo. Se sugiere que al menos una muestra de cada especie sea marcada y seguida (Tabla 6.3).

Tabla 6.3. Formato para registrar la información de la supervivencia de plántulas.

Especie	Individuos	Fecha	Altura	DAP	Fenología			Observaciones
					Flores	Frutos	Ninguno	

El rescate de plántulas: El rescate de plántulas es una estrategia que facilita la aceleración de procesos de sucesión, el rescate de especies amenazadas y claves, así como la creación de hábitat. El comportamiento de las especies frente a esta estrategia es muy variable y depende entre otros de la especie, la época, calidad, manipulación, siembra y manejo del trasplante, el tamaño del plantón,

y factores climáticos y de suelos. Todas las especies son susceptibles al trasplante, sin embargo, las técnicas pueden ser demasiado complicadas para lograr la supervivencia de algunas especies. A través de la siembra de plántones se puede acelerar la sucesión durante varios años, y la restauración de la conectividad y la reconstrucción de hábitat pueden ser más rápidas y eficientes. Los costos de esta técnica son bajos, pero deben ser evaluados para cada condición. Tablas como la siguiente aportan información clave (Tabla 6.4).

Tabla 6.4. Formatos para registrar la información de supervivencia de plántones

Especie	Plántones	Sitio (finca, vereda)	Fecha trasplante	Observaciones

Especie	Plánton	Altura	DAP	Observaciones

Plantas nodrizas: El uso de plantas nodrizas es una técnica empleada en ambientes muy secos, sin embargo, en los Andes existen de manera natural en todos los ecosistemas. El papel de las nodrizas es crear micrositios en los cuales puedan establecerse especies con requerimientos tales que no le permiten establecerse en sitios abiertos. Bajo las nodrizas, las condiciones ambientales, así como aspectos físicos y químicos del suelo, y establecimiento de microorganismos se ven favorecidos. Su uso para el establecimiento de especies de bosque maduro es de vital importancia; por esto, una evaluación detallada permite obtener información relevante.

Enriquecimiento y suplementación: A través de estos procedimientos se incrementa la composición de algunos sitios, especialmente remanentes, cañadas y bosques secundarios. El uso de especies de interior, con altos requerimientos de hábitat, mejora notoriamente las condiciones del interior de los bosques, permite el rescate de especies amenazadas e incrementa el número de especies para la producción de recursos para la fauna. A través del enriquecimiento y de la suplementación se pueden rescatar especies con bajas densidades poblacionales. Una combinación de estrategias como rescate de plántulas y un seguimiento fenológico riguroso aseguran una buena disponibilidad de propágulos de este tipo de especies.

El uso de las lauráceas como grupo objetivo para el seguimiento y la evaluación permitirá apreciar y evaluar la respuesta del ambiente a las estrategias diseñadas y establecidas, por lo tanto cada una de las estrategias debe ser evaluada tanto en su capacidad restauradora, así como en sus costos y rapidez para lograrlo. La restauración debe ser un proceso sencillo, práctico y económico, y sus resultados deben lograr la mayor y mejor reconversión de un ecosistema degradado en uno apropiado para el establecimiento de las especies que habían desaparecido.

Evaluación y seguimiento socioeconómico de la estrategia de conservación

En esta fase del esquema de planeación de los paisajes rurales se busca evaluar el impacto del establecimiento de las HMP sobre las condiciones socioeconómicas y sobre el desempeño financiero de los predios adoptantes de HMP. Es decir, una evaluación desde la perspectiva del propietario-productor, una evaluación privada. Los resultados de esta evaluación serán acotados con los resultados de una valoración cualitativa del impacto social y económico del proyecto sobre los propietarios.

Aquí es preciso anotar que la evaluación económica de un proyecto, como el de HMP, incluye las dimensiones privada y social, es decir, no sólo la evaluación financiera, sino también la económica y social. Sin embargo, la evaluación del impacto económico y social del proyecto de las HMP (mediante técnicas de valoración ambiental como el Análisis Contingente o el Análisis Conjoint) debe aplicarse cuando se considere que la población beneficiaria (propietarios de predios y en general la población del municipio) haya percibido los beneficios y costos sociales que trae el mismo. Esto es, cuando las HMP lleven mínimo tres años después de establecidas y consolidadas.

De acuerdo con lo anterior, para la evaluación socioeconómica de las HMP en las fases tempranas de establecidas, el método de análisis sugerido es el análisis costo-beneficio. Mediante éste se busca comparar todos los costos y beneficios resultantes de la ejecución de un proyecto, con el fin de evaluar su viabilidad ya sea financiera, o, económica y social (Mokate 1998). En este caso se desarrollará específicamente la técnica de evaluación financiera. Según Mokate, ésta se puede realizar bajo ciertas circunstancias:

1. Cuando el interés es analizar el proyecto a la luz de su retorno financiero, desde el punto de vista de un inversionista o agente específico.
2. Cuando no se cuenta con toda la información de costos y beneficios sociales (cuantificados y valorados en términos económicos) asociados con la realización del proyecto, y resulta difícil, en términos de costos, la aplicación de técnicas de valoración ambiental.

Para el proyecto de HMP aplican las dos condiciones, interesa conocer el desempeño financiero de las HMP en los predios, y se reconoce (aunque no se cuantifique) que los beneficios sociales son superiores al beneficio privado neto. Conocer dicho diferencial entre beneficios y costos privados es

de gran utilidad en la medida en que pone en evidencia el costo de oportunidad que asumiría el particular (propietario) si decide establecer las HMP en su predio, o la compensación que habría que asignarle si se quiere llevar a cabo el proyecto. Por lo tanto, los resultados del análisis costo-beneficio, desde el punto de vista de los beneficios netos privados, se complementan con estimaciones intangibles de esos impactos sociales (ambientales), aunque sea de forma cualitativa.

En el marco del esquema de planeación que se plantea en el presente documento, la evaluación socioeconómica se hace bajo la siguiente premisa: las HMP son sostenibles en la medida que sean viables económica y socialmente, es decir, que el balance neto de los costos y beneficios económicos de su implementación, mantenimiento y aprovechamiento sea positivo, siempre que dicho balance positivo sea percibido por sus usuarios (propietario-quien toma la decisión, administradores/agregados-quienes operan y mantienen la solución).

En este sentido, interesa conocer tanto la información técnica que verifica el aporte financiero y económico de las HMP a la unidad productiva, como la percepción de los usuarios de las HMP de este aporte. Para conocer los beneficios y los costos privados y sociales asociados a las HMP que percibe el propietario-productor se requiere:

- a. Conocer el flujo de ingresos y costos de su sistema productivo o de su unidad productiva. Esto con el fin de saber cuál es el costo de oportunidad productivo de aquellos predios en los que el establecimiento de HMP implica cambios en el uso del suelo, como cesión de áreas productivas para conservación.
- b. Conocer la demanda (uso directo) de recursos naturales maderables del predio, con el propósito de estimar el aporte económico (cuánto) de las HMP establecidas. La madera y la leña tienen valores de mercado debido a que son insumos de la producción y por lo tanto se cuantifican en el flujo de caja de ingresos y costos del sistema productivo.
- c. Conocer otros usos directos de los recursos naturales del predio que son afectados positivamente por las HMP, para saber cuál es el aporte/beneficio que los propietarios reco-



nocen en las HMP. Por ejemplo saber si consideran que las HMP mejoran la calidad y cantidad del recurso hídrico.

- d. Conocer otros valores indirectos (usos indirectos) que los propietarios perciben (hacen) de las HMP, para saber cuáles son los beneficios intangibles que los propietarios valoran de las HMP. Por ejemplo: paisaje, conservación de biodiversidad, regulación climática, etc.
- e. Conocer la percepción de los propietarios sobre otras externalidades generadas por las HMP. Para saber, por ejemplo, si perciben que la presencia de las HMP valoriza o desvaloriza el predio.
- f. Conocer la disposición de los propietarios por mantener las HMP en el tiempo.
- g. Conocer la disponibilidad a pagar (invertir) en el mantenimiento de las HMP.

En concreto, con la técnica de evaluación financiera se identifican los ingresos y egresos “directos” atribuibles a la realización del proyecto, y, en consecuencia, la rentabilidad generada por el mismo. La evaluación financiera analiz el proyecto desde la perspectiva de generar rentabilidad financiera y su flujo de fondos (Mokate 1998).

Para la formulación de los modelos de análisis financieros se requieren los siguientes pasos: Seleccionar las fincas tipo y las combinaciones de HMP y de acciones complementarias implementadas en las fincas; definir los parámetros de producción y de ingresos y gastos; estimar los costos de establecimiento, mantenimiento y aprovechamiento de las combinaciones tecnológicas de HMP y acciones compensatorias; estimar los ingresos productivos en presencia de las HMP. Con base en la anterior información se construyen flujos de caja para cada una de las fincas tipo y, por último, se hace un análisis de sensibilidad.

Finalmente, el análisis de los modelos financieros, acotados por valoraciones no monetarias de externalidades positivas generadas por la implementación de las HMP, provee elementos de juicio para la toma de decisiones sobre la viabilidad social, económica y financiera del proyecto.

Ajustes a los resultados financieros y análisis integral financiero, económico y social

1. Este análisis financiero aún no ha incluido el incentivo de exención predial, por lo tanto, el cómputo del incentivo como un ingreso mejoraría el balance.
2. La valoración cualitativa que hacen los propietarios de los beneficios y costos sociales, que se presume tiene un balance positivo en la realidad, va a arrojar una relación positiva, negativa o nula. La lectura de los resultados financieros debe analizarse en conjunto con los resultados económicos y sociales.
3. En algunos casos, el análisis financiero del sistema productivo enfrenta problemas de calidad de la información suministrada por los propietarios. Cuando esto ocurra es factible emplear el aná-

lisis de costo de oportunidad, es decir, se toman datos promedio de la rentabilidad por hectárea del sistema productivo ganadero extensivo, intensivo, semiintensivo, se revisa cuánta es el área afectada y se analiza el impacto de las acciones compensatorias.

Recolección de la información y descripción de la muestra

Es importante señalar que la información requerida para el seguimiento y la evaluación económica de las HMP se recogerá mediante encuestas de percepción aplicadas a los propietarios participantes en el proyecto. Dependiendo del universo (número de predios donde se implementaron las HMP), se determina si es necesario definir una muestra o la evaluación se hace sobre todo el universo. Dicha encuesta debe dar cuenta de:

- Información general del encuestado, del propietario y del predio.
- Sistemas productivos, se busca caracterizar cada uno de los subsistemas productivos del predio: pecuarios, agrícolas y plantaciones forestales. Se hacen las preguntas que arrojen la información mínima de ingresos y costos de la actividad productiva, de manera que a partir de ahí se pueda realizar una estimación de las ganancias anuales por hectárea. No obstante, para cada subsistema productivo se indaga por la percepción del encuestado acerca de esas ganancias y, finalmente, se le pregunta sobre su percepción de la sostenibilidad del predio a partir de lo que produce.
- Uso de los recursos naturales en el predio, como agua, leña y madera; esto con el fin de conocer la demanda de estos recursos, y así estimar el aporte económico de las HMP establecidas.
- Características de las HMP: Establecimiento de HMP, aquí se indaga sobre el tiempo de establecidas, el tipo de HMP implementadas, las fuentes de financiación y la existencia de incentivos a la conservación, entre otras. Decisión de implementación, se pregunta sobre la motivación para hacerlo y la percepción actual de las HMP. Costos y beneficios de las HMP, en este punto primero se aborda al encuestado con preguntas abiertas y luego se hace un cuestionamiento para cada beneficio (leña, madera, calidad agua, cantidad agua, conservación biodiversidad, paisaje, valorización del predio). Posteriormente, se pregunta por el futuro de las HMP y por último, una vez el encuestado se encuentra sensibilizado y con información “completa” de las HMP, se indaga por la disposición y la disponibilidad a pagar (invertir) por el mantenimiento de las HMP.

En conclusión, a partir de los datos provenientes de la encuesta aplicada a cada predio se realiza el análisis financiero del sistema productivo de cada finca con y sin HMP; éste arroja un resultado positivo o negativo, en términos de rentabilidad. Este dato “a secas” se cruza con análisis socioeconómicos provenientes de la misma encuesta: se recoge otra información cuantitativa de tipo socioeconómico con la que se busca determinar patrones de uso y dependencia de los recursos naturales y cuantificarlos como insumos dentro del sistema productivo de la finca. También se recoge

información cualitativa de la percepción social de los “tomadores de decisión” de la finca sobre la sostenibilidad financiera de su predio, las HMP y los mecanismos facilitadores implementados (bien sea que hayan sido adoptados o no, como en el caso del incentivo de exención predial).

Finalmente, se considerará que la estrategia de conservación tuvo impactos socioeconómicos positivos si las HMP no tuvieron impactos negativos financieros (costos y beneficios privados) sobre el sistema productivo de la finca y, mejor aún, si con la combinación de mecanismos facilitadores como acciones compensatorias e incentivos como la exención al pago del predial, se logró no sólo no disminuir los ingresos, sino por el contrario mejorarlos. Esto en el terreno exclusivamente económico. Y si, a la par, los beneficiarios de la estrategia reconocen que las HMP les traen un mejoramiento de su calidad de vida, reconociendo tanto los beneficios económicos privados como cada uno de los múltiples beneficios sociales, nos encontramos ante una estrategia con grandes posibilidades de mantenerse en el tiempo, con implementadores apropiados de las HMP, que posiblemente puedan ser replicadores de estas.

Reconstrucción y retroalimentación del proceso

La reconstrucción y retroalimentación del proceso es el último paso sugerido en el esquema de planeación del paisaje para la conservación de la biodiversidad y su objetivo fundamental es socializar la evaluación con los actores involucrados en el proceso y reflexionar sobre la incidencia de la misma en los actores sociales e institucionales del territorio donde se implementó. Así mismo, la reconstrucción permite identificar aspectos positivos y negativos del proceso para potencializar los primeros y atender los segundos en función de contribuir a la sostenibilidad y réplica de la estrategia de conservación implementada.

La reconstrucción es un ejercicio que se adelanta a partir de promover un espacio de diálogo con los actores institucionales relevantes para el proceso, tanto aquellos que estuvieron vinculados en alguna de sus diferentes fases, como aquellos que no se vincularon pero que se consideran estratégicos. Asimismo, la reconstrucción es una mirada retrospectiva del proceso que se hace para cada una de las fases del esquema de planeación respondiendo al menos las siguientes preguntas: ¿cuáles fueron los objetivos del esquema y de las fases?, ¿quiénes participaron?, ¿cómo fue la participación?, ¿quiénes debieron haber participado y no lo hicieron?, ¿qué elementos no se consideraron o tuvieron en cuenta en la ejecución del esquema de planeación?, ¿qué aspectos deben ser mejorados en una próxima experiencia?

Las respuestas a cada una de estas preguntas se socializan y discuten con los participantes comparando el esquema planeado con lo ejecutado desde la visión de los actores, esto permitirá identificar las fallas del proceso. Es decir, las respuestas dadas por los actores se convierten en ele-

mentos de juicio para saber si se logró el nivel de apropiación esperado por parte de los actores.

En resumen, la reconstrucción debe ser el elemento y punto de partida para el diseño de una propuesta de coordinación interinstitucional donde se identifiquen el papel de cada actor en función de la sostenibilidad de la estrategia de conservación. Con esto se considera cerrado el ciclo de la planeación para la conservación que puede ser evaluado en otro momento o en otro ciclo de la planeación a una mayor escala en el paisaje rural.

Literatura citada

- Cascante, A., M. Quesada, J. J. Lobo, and E. A. Fuchs. 2002. Effects of dry tropical fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*. *Cons. Biol* 16:137–147.
- Kremen, C. 1994. Biological inventory using target taxa: a case study of the butterflies of Madagascar. *Ecological Applications* 4: 407–422.
- Metzger J.P. 2006. How to deal with non-obvious rules for biodiversity conservation in fragmented areas. *Natureza & Conservação* - vol. 4 - n.2 - Octubre 2006 - pp. 125-137
- Mokate, K. 1998. Evaluación financiera de proyectos de inversión. Universidad de los Andes. Facultad de Economía. BID. 1a. edición. Bogotá.
- Renjifo L.M. 1999. Composition Changes in a Subandean Avifauna after Long-Term Forest Fragmentation. *Conservation Biology*. 13:1124-1139.

Capítulo 7

Estrategia de conservación de la biodiversidad y restitución de la conectividad estructural de fragmentos de bosque andino y subandino en el sector de la Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo-Cerro Manjuí y el DMI Cuchilla de Peñas Blancas y El Subia en Cundinamarca



Estrategia de conservación de la biodiversidad y restitución de la conectividad estructural de fragmentos de bosque andino y subandino en el sector de la Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo-Cerro Manjuí y el DMI Cuchilla de Peñas Blancas y El Subia en Cundinamarca

William Vargas, Gustavo Guerra, Fabio Lozano, Rogelio Gutiérrez, Omar Mejía y Carlos Andrés Cardona

Introducción

En su plan de acción trienal 2007-2009, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) definió un programa de manejo y conservación de ecosistemas estratégicos y su biodiversidad, en el cual se desarrollarán acciones tendientes a la conservación de los principales ecosistemas estratégicos del departamento.

Igualmente la Corporación ha declarado áreas protegidas en su jurisdicción, dentro de varias categorías de manejo, entre las que se cuentan la Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo-Cerro de Manjuí, en los municipios de Bojacá y Tena, así como el Distrito de Manejo Integrado (DMI) Cuchilla de Peñas Blancas y El Subia, ubicado en los municipios de Viotá, San Antonio y el Colegio. También se encuentra en esta zona la Reserva Forestal Protectora denominada Cuchilla Peñas Blancas. Estas figuras de conservación cuentan con una zonificación ambiental producto de un plan de manejo formulado.

Debido a su importancia ambiental, se ha considerado necesario asegurar su funcionalidad a través de la implementación de herramientas de manejo de paisaje (HMP) que garanticen la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ambientales esenciales como la oferta y regulación hídrica.

En los planes de manejo ambiental se establece una estrategia que tiene relación con la propuesta planteada, con base en la regulación del ciclo hidrológico y la producción sostenible para el caso del DMI. Así mismo se plantea un programa de restauración, que contempla labores de restauración y de enriquecimiento en diferentes áreas de importancia ambiental. Por otra parte, en el frente de producción agropecuaria para el DMI, se incluyen los programas de manejo agropecuario sostenible, para la promoción de alternativas agroforestales y el establecimiento de sistemas silvopastoriles, entre otras acciones.

Por su parte, el Instituto Humboldt desarrolló desde 2004 un esquema metodológico para la planeación del paisaje rural que contempla el diseño y la implementación de herramientas de manejo del paisaje, las cuales buscan asegurar, en un entorno de paisajes transformados, muchos de ellos asociados a las áreas protegidas, la conectividad biológica que permita que estos ecosistemas cumplan su función de protección y mantenimiento de las funciones ecológicas.

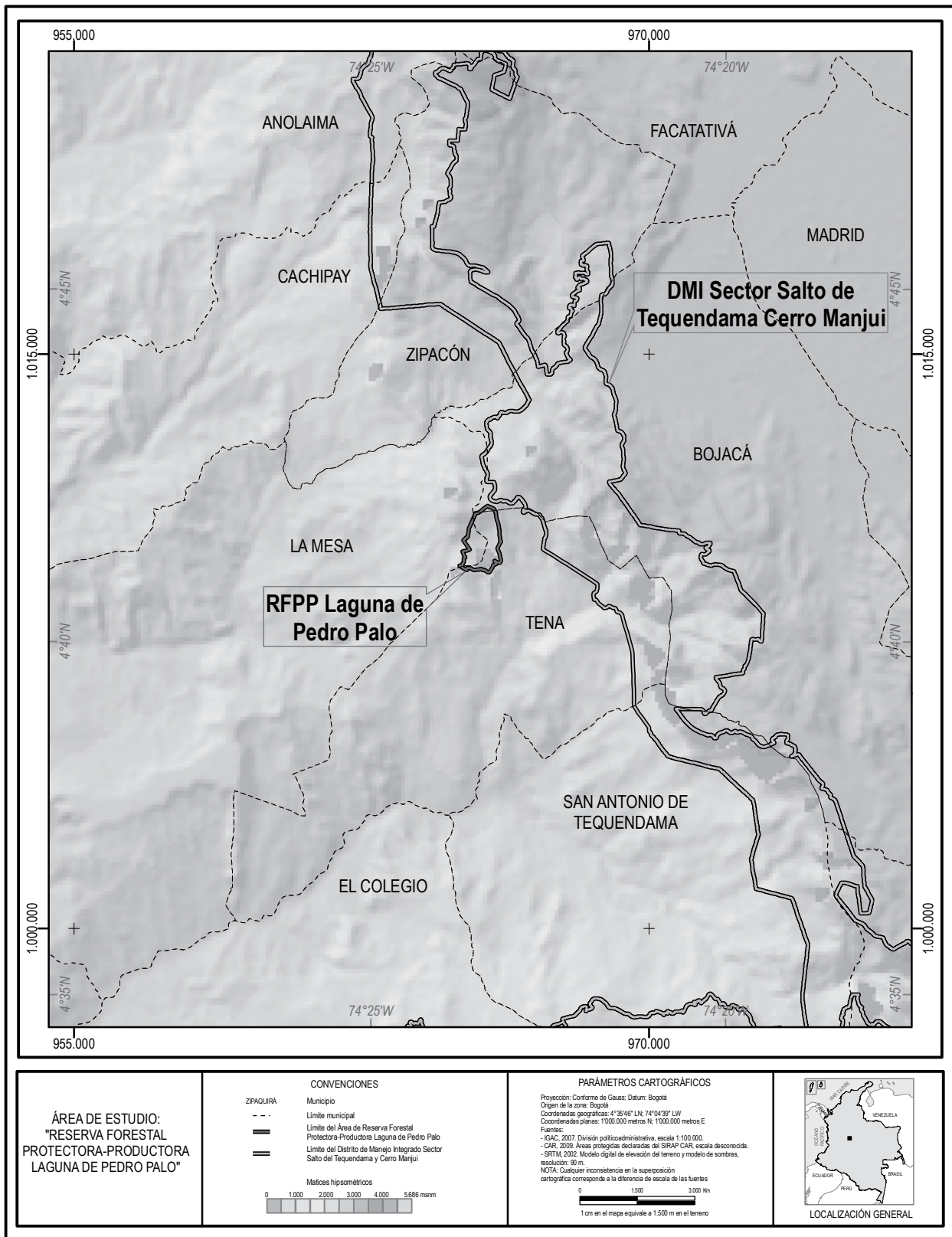
Este esquema de planeación hace una lectura del territorio desde la escala de paisaje, considerando las características biológicas y socioeconómicas, para generar una propuesta de estrategia de conservación. El proceso comienza con el análisis del territorio y la identificación de oportunidades de conservación, como elementos claves para el diseño e implementación de herramientas de manejo del paisaje. En el caso de la región de estudio, se considera relevante aplicar las metodologías mencionadas para desarrollar aspectos claves del plan de manejo, como son las labores de restauración, enriquecimiento de áreas de importancia ambiental, el establecimiento de alternativas agroforestales y sistemas silvopastoriles, entre otras, que además de mejorar los aspectos de la planeación ambiental de los paisajes rurales, procuran mejorar las condiciones de los servicios ambientales. Estas propuestas reconocen los requerimientos de los productores, pero además contribuyen al ordenamiento territorial en asocio con entidades locales y regionales, que permiten generar un conjunto de acciones coordinadas y concertadas para orientar la transformación, conservación y utilización del paisaje, que contribuya a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. Las acciones así establecidas permiten desarrollar varios preceptos promovidos en el plan de manejo ambiental, como son la conservación y recuperación de los recursos naturales, el conocimiento y la protección de biodiversidad, así como el manejo integral de los recursos.

Área de estudio

La Reserva Forestal Protectora Productora Laguna de Pedro Palo tiene una extensión de 124,8 hectáreas (ha) ubicadas en jurisdicción de los municipios de Tena (vereda Catalamonte), La Mesa (vereda Buenavista) y Bojacá (vereda Chilcal). Se encuentra ubicada a una hora de Bogotá, por la vía que conduce a La Mesa, tomando la vía Roblehueco a 5 kilómetros al norte del casco urbano de Tena. El Distrito de Manejo Integrado está localizado en jurisdicción del departamento de Cundinamarca, sobre el flanco occidental de la cordillera Oriental, ubicado en la divisoria de aguas de la cuenca baja del río Bogotá y un pequeño sector en su parte más norte en la divisoria de aguas de la cuenca del río Negro (Mapa 7.1).

El área de interés definida por la CAR para el diseño del esquema de planeación de los paisajes se encuentra en un área que va de los 3.200 m en el cerro Manjuí hasta los 1.700 m en el sector occidental del DMI, en el límite del municipio de San Antonio del Tequendama. El área para el establecimiento de las HMP se encuentra en los municipios de Bojacá y Tena, con jurisdicción directa a la Reserva Laguna de Pedro Palo.

La Reserva Forestal Protectora Productora Laguna de Pedro Palo fue declarada en el año de 1989 bajo el Acuerdo CAR 38, con las siguientes coordenadas geográficas: latitud Norte 4°41'20" y longitud Oeste 74°23'37". (Pérez & Ramírez 1994).



Mapa 7.1. Mapa de localización de la Reserva Forestal Protectora Productora Laguna de Pedro Palo

Por otro lado, el Distrito de Manejo Integrado declarado bajo el Acuerdo CAR 43 de 1999, con un área de 106.41,61 ha, está localizado en jurisdicción del departamento de Cundinamarca, sobre el flanco occidental de la cordillera Oriental, ubicado en la divisoria de aguas de la cuenca baja del río Bogotá y un pequeño sector en su parte más norte en la divisoria de aguas de la cuenca del río Negro. Su polígono se encuentra en alturas que van desde los 3.200 msnm en el cerro Manjuí y los 3.000 msnm en el cerro Negro, a los 1.700 msnm en el sector occidental del DMI, en el límite del municipio de San Antonio del Tequendama (CAR & AGS Ltda. 2005).

Geología y geomorfología

La zona de estudio se encuentra localizada en un sector de depósitos sobre un basamento poli-metamórfico sucedido durante el periodo Cretácico en lo que era anteriormente una cuenca marina. La zona se encuentra en las formaciones Simijaca (Kss) y Guadalupe; la primera se caracteriza por una sucesión de arcillolitas laminadas de color negro a gris oscuro con delgadas intercalaciones de cuarzoarenitas con matriz arcillosa en espesores que no superan los 5 cm. El sector superior de la secuencia se caracteriza por la presencia de limolitas de cuarzo y cuarzoarenitas de grano medio, importante en la medida que conforma buena parte del territorio que hace parte de las áreas de drenaje que confluyen hacia el occidente a la cuenca del río Bogotá; la segunda se encuentra predominantemente compuesta de areniscas cuarcíticas, con grano variable en tamaño de medio a grueso y su base y tope están definidos por la última de las lodolitas del Grupo Villeta y la primera ocurrencia de lodolitas de la Formación Guaduas (CAR & AGS Ltda. 2005).

Climatología

La distribución de la precipitación en la zona puede catalogarse como bimodal, adquiriendo sus máximos valores entre los meses de abril y julio, la cual decrece entre agosto y septiembre y asciende en los meses de octubre y noviembre. En los meses de diciembre, enero y febrero se presentan los niveles más bajos de precipitación. Las máximas precipitaciones se presentan en la estación Manjuí en los meses de abril con 445,5 mm, en mayo con 446,5 mm y en noviembre con 450 mm.; en la estación La Esperanza, en los meses de octubre con 461,4 mm y en abril con 412,9 mm y en la estación Venecia en el mes de noviembre con 440,5 mm. Los meses más secos son enero, febrero, mayo, julio, septiembre y diciembre con precipitación de 0 mm.

La zona de estudio está ubicada en la transición de templado a frío y húmedo a muy húmedo, caracterizada por la presencia en las zonas altas del DMI por *Cavendishia cordifolia* ubicada entre los 2.000 y 3.500 m y la desaparición de ésta y la aparición en la zona baja de la Reserva de *Persea americana* la cual se ubica entre los 0 a 1.800 m (Mahecha et al 2004).

Hidrología e hidrografía

La microcuenca de la Reserva Laguna de Pedro Palo es un sistema endorreico aislado, ubicada en la cuenca de tercer orden río medio Bogotá, cuyo principal aporte de agua lo recibe de la lluvia y del agua de escorrentía superficial. La quebrada Campo Hermoso, que se desprende del cerro del mismo nombre, es el afluente más importante de la laguna; tiene una longitud de 1.186 m y un caudal medio permanente de 1,5 LPS. Paralelo a éste, desciende un pequeño drenaje afluente de la quebrada, cuya desembocadura se encuentra muy cerca, a la confluencia de la quebrada Campo Hermoso con la laguna, en las coordenadas N: 1'010.065 – E: 965.592. Separada e intermitentemente hay dos quebradas invernales registradas por el servicio de hidrometeorología de la CAR como No. 1 (0,89 LPS) y No. 2 (1,03 LPS).

Características socioeconómicas

La zona de la reserva forestal Laguna Pedro Palo y el Cerro de Manjui, en el área de influencia del proyecto, está representada por dos veredas principales denominadas Catalamonte del municipio de Tena, en el sector de la laguna, hasta la vía principal que conduce a Bogotá y el sector de Roble Huevo en el sector del cerro Manjui en los límites de los municipios de Tena y Bojacá. En general, la zona tiene fácil acceso, pues cuenta con vías de ingreso en muy buenas condiciones que llegan a conectar todas las áreas del territorio.

En la zona existen dos escuelas principales a donde asisten niños de las viviendas vecinas. Así mismo, en el sector se cuenta con varias tiendas locales que abastecen de productos los hogares y las fincas allí ubicadas. No existen medios de transporte público, por lo que algunos vecinos prestan el servicio por pedido en motos o vehículos particulares. Tan solo, una vez a la semana existe un vehículo que hace la ruta Tena–Bojacá atravesando la cordillera a través del cerro Manjui, por vía rural.

Los predios

En el área de estudio existe un alto porcentaje de propietarios que habitan comúnmente sus fincas, hecho éste que asegura la toma de decisión de forma directa de los propietarios. En el mismo sentido existe un número de propietarios que son nativos de la zona y que permanentemente viven y desarrollan actividades productivas en sus predios. Sin embargo, un porcentaje de propietarios habita por fuera de los predios, principalmente en Bogotá, hecho que se ve favorecido por su cercanía y fácil acceso, pero en su mayoría son propietarios que hacen presencia en la finca en ocasiones, varias veces a la semana o al menos los fines de semana. En general es común encontrar que los propietarios corresponden a herederos de antiguos propietarios de grandes extensiones que han dividido los predios, resultado de procesos de sucesión. Por ello, es común encontrar predios vecinos de familiares.

Los predios en general van de medianos a grandes y en un bajo porcentaje resultan ser pequeños, principalmente en el sector de Roble Hueco. En algunas áreas se pueden notar viviendas de forma continua formando caseríos y en otras áreas fincas de extensión importante.

Las actividades productivas principales son la ganadería de forma extensiva para carne y leche y algunos cultivos como arveja que se presentan en ocasiones cuando el precio es bueno y el clima permite un buen desarrollo. Sin embargo, ya no es tan común ver cultivos, los cuales vienen siendo reemplazados por la ganadería. Asimismo, existen cultivos poco representativos como la feijoa en pocas fincas.

En los predios, al igual que en las áreas productivas, también se encuentran remanentes de bosque, los cuales se encuentran principalmente en zonas aledañas a nacimientos de agua y franjas de cañada, que en términos generales se pueden observar en buen estado. Es muy común encontrar cercas vivas con especies de fácil prendimiento por estacones. Sin embargo, aún existen cercas divisorias

de potreros y linderos de finca establecidos como cercas muertas.



Las organizaciones locales

En el área de estudio se encuentran organizaciones de base comunitaria aceptadas en general por toda la comunidad, como las juntas de acción comunal y juntas de acueductos, las cuales están bastante organizadas y son espacios de participación comunitaria comúnmente usados.

Entre las organizaciones públicas que más hacen presencia institucional en la zona se encuentran las administraciones de los municipios de Tena y Bojacá, así como la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).

Objetivos del proyecto

El objetivo general del proyecto es aplicar el esquema de planeación del paisaje rural para diseñar y desarrollar una estrategia de conservación de la biodiversidad, mediante el establecimiento de HMP que permitan la restitución de la

conectividad estructural de fragmentos de bosque andino y subandino en la Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo–Cerro Manjuí (municipios de Bojacá y Tena) y el DMI Cuchilla de Peñas Blancas y El Subia (municipios de Viotá, San Antonio y El Colegio), en el departamento de Cundinamarca.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Implementar el esquema de planeación del paisaje rural para la conservación de biodiversidad en la ventana de paisaje rural en la Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo, el Cerro Manjuí y el DMI Cuchilla de Peñas Blancas y El Subia.
- Fortalecer y complementar la iniciativa de construcción de un vivero para la zona con metodologías que permitan la producción del material vegetal de especies nativas y apropiadas para la implementación de las HMP.
- Negociar y establecer HMP para la generación de conectividad y mejoramiento de los hábitats en predios privados y públicos a través de estrategias de restauración ecológica, mediante acuerdos con los propietarios para su sostenibilidad.
- Establecer HMP que fortalezcan la primera fase del corredor biológico Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo–Cerro Manjuí a través de estrategias de restauración ecológica.
- Iniciar acciones para identificar oportunidades de conservación en la zona del DMI Cuchilla de Peñas Blancas y El Subia mediante análisis de configuración del paisaje, información de sensores remotos y recorridos en campo.

Esquema metodológico de planeación de los paisajes rurales para la conservación de biodiversidad

Para la conservación de la biodiversidad, las instituciones encargadas de la protección de los recursos bióticos se han enfocado principalmente en estrategias de conservación *in situ* como el establecimiento de parques nacionales naturales en áreas extensas con niveles mínimos de transformación y fragmentación. Sin embargo, esta estrategia no es viable en las regiones densamente pobladas y productivas donde el área remanente de hábitats naturales es mínima y está relegada en fragmentos aislados. La conservación de la biodiversidad en estas áreas requiere la planificación de los paisajes rurales, como una forma de ordenamiento territorial, generando un conjunto de acciones coordinadas y concertadas para orientar y monitorear la transformación, conservación y utilización del paisaje, que contribuya a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, teniendo en cuenta las necesidades e intereses de la población y las potencialidades ecológicas del territorio.

Esta propuesta no es una receta y no cubre todas las posibilidades y opciones que se plantean en el desarrollo de una estrategia de conservación en un territorio. Es una guía que puede orientar procesos de conservación en diferentes etapas de desarrollo. Ése es el valor de esta propuesta.

La conservación de la biodiversidad debe ser un aspecto clave en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial local y regional. El mantenimiento de la biodiversidad repercute directamente sobre los bienes y servicios que ésta presta (ej. regulación de agua, prevención de erosión, fuente de materias primas, entre otros). En este sentido, la planificación a escala de paisaje para la conservación de la biodiversidad es un aporte importante para el desarrollo sostenible en un territorio. Por ende, el desarrollo de estrategias de conservación de biodiversidad que propendan por mantener, mejorar, preservar y utilizar sosteniblemente la biodiversidad en los paisajes rurales será eficaz en la medida en que sea incluyente, participativa y concertada. De esta manera se podrán lograr procesos viables y replicables, y que representen y se ajusten a las condiciones propias de cada región.

Esta propuesta pretende apoyar y complementar la iniciativa de la CAR de trabajar en acciones de restauración en algunas de las principales áreas estratégicas del departamento de Cundinamarca, con el objetivo de conservar su biodiversidad y a la vez aportar a la regulación sostenible de los servicios ambientales que prestan. El grupo de paisajes rurales propone aplicar el esquema de planeación de los paisajes rurales para orientar este proyecto aportando la experiencia adquirida en seis años de procesos en paisajes rurales de los Andes colombianos.

Ajustes para el proceso de planeación del paisaje rural para la conservación de biodiversidad en el sector de la Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo—Cerro Manjuí y el DMI Cuchilla de Peñas Blancas y El Subia

El esquema de planeación de los paisajes rurales comprende una fase importante de colección de información biológica y socioeconómica en campo a través de muestreos sistemáticos dentro de los ecosistemas y coberturas representativas. La información biológica obtenida de esta manera es clave para la identificación de oportunidades de conservación, así como en el diseño de las herramientas, la negociación con los propietarios y el establecimiento en campo. Datos colectados, siguiendo el esquema de muestreos propuesto dentro de la metodología, permiten obtener información que facilita la toma de decisiones sobre qué y en dónde conservar. Sin embargo, no todos los procesos tienen el mismo desarrollo, ni recursos ni tiempo; algunos tienen más información que otros.

En el caso particular de Pedro Palo y sus alrededores existe información reciente sobre la flora y la fauna local, con mayor énfasis en la avifauna. Los inventarios de flora son incompletos y son el resultado de exploraciones puntuales a algunos de los sitios, revisión de literatura y apuntes de algunos botánicos que han visitado la zona. Aunque este tipo de información puede ser de valor para la definición de listados y la identificación de especies claves para la conservación, no aporta información precisa sobre ubicación, abundancia, distribución en la zona, estado actual de las coberturas y de las especies, por lo tanto los datos son insuficientes para la toma de decisiones.

Por lo anterior, la información disponible debe ser complementada con recorridos de campo y muestreos rápidos que permitan llenar los vacíos de información requerida. A partir de allí se dispone de información sobre el estado de conservación, impactos, especies claves y necesidades de conservación en los elementos principales del paisaje. Un recorrido por los remanentes o las cañadas, por ejemplo, permite identificar las especies dominantes, especies raras, regeneración de las especies claves, tipo de impactos y su intensidad, así como las alternativas más viables para su conservación.

Inicialmente se disponía del diseño de un corredor, el cual consideraba el establecimiento de herramientas en varias áreas productivas, y aunque era más complejo que el desarrollado, conducía de la misma manera a unir estas dos grandes áreas a través del DMI; sin embargo, era necesario hacer cambios al diseño original. No obstante, la dificultad para negociar áreas de potreros, la poca duración del proyecto y los recursos disponibles hicieron necesario acelerar la caracterización rápida y la identificación de oportunidades de conservación con el fin de hacer cambios al diseño original, por sitios más factibles de negociación y más seguros para el establecimiento y la sostenibilidad en el tiempo de las herramientas.

A partir de la identificación de los cambios necesarios dentro de la metodología, los cuales están previstos dentro del esquema de planificación de los paisajes rurales, se siguieron las siguientes etapas.

Revisión de la información disponible

Se tomó como base para el diseño de la estrategia de conservación el documento “Propuesta de implementación de herramientas del paisaje rural que permitan la conectividad entre el Distrito de Manejo Integrado de los recursos naturales sector salto del Tequendama—cerro Manjui y la Reserva Forestal Protectora Productora Laguna de Pedro Palo” elaborado por María Claudia Franco, funcionaria de la CAR.

Adicionalmente se tuvieron en cuenta los listados de plantas y aves de la zona. Conviene mencionar que los listados de plantas son claves en la selección de especies para el diseño de las estrategias de restauración y las herramientas de manejo del paisaje. Por su parte, los listados de aves aportan información para la selección de las especies que se deben incorporar a las HMP con el fin de que con-



tribuyan al mejoramiento de la oferta de recursos, así como al incremento de la oferta y la calidad de hábitat. Asimismo, recorridos en campo permitieron identificar especies claves, así como tener una visión completa del tipo de coberturas, estado de conservación y condiciones ambientales y de suelos de la zona.

Presentación del proceso a los propietarios y la comunidad del sector

La presentación del proceso de planeación del paisaje para el establecimiento de las herramientas de manejo del paisaje se realizó antes del inicio de las actividades de campo. En esta socialización se hizo una presentación general de la estrategia de conservación con el fin de iniciar procesos de acercamiento con los propietarios, la comunidad y los usuarios de los acueductos que se surten del sector. Acercamientos posteriores se realizaron con cada uno de los propietarios con el fin de definir las actividades y herramientas a realizar en sus respectivos predios, las cuales formarán parte de la propuesta final de establecimiento.

Recolección de información en campo

La avifauna de la zona fue estudiada por varios autores en los últimos años; los listados existentes fueron una base para el diseño de las herramientas, especialmente en términos de conectividad, oferta de recursos y mejoramiento de hábitat.

Los inventarios de flora mostraron la existencia de varios grupos de especies que pueden ser considerados claves para el establecimiento de las HMP; sin embargo, faltó información de algunos sectores de la Reserva, así como la identificación de grupos de especies que no han sido registrados en los estudios anteriores. Esta información es clave para el diseño de herramientas de manejo del paisaje, especialmente aquellas relacionadas con la creación y el mejoramiento de hábitat, la restauración de ecosistemas y oferta de recurso para la fauna.

El conocimiento de la flora permitió la identificación de especies o grupos de especies que pueden ser claves para el establecimiento de herramientas y procesos de restauración. Otras en cambio fueron claves en el diseño de estrategias de conservación *in situ* de especies de flora amenazada, especies claves en procesos ecológicos, especies útiles y en la conservación de aguas y suelos.

Inventarios rápidos de vegetación en cada tipo de cobertura permitieron tener un listado de especies más amplio para el diseño de herramientas y priorización de especies. El método a utilizar en estos muestreos fue el de recorridos por la zona de estudio, recolección de material vegetal para su identificación y obtención de ejemplares botánicos de referencia. Adicionalmente, los recorridos permitieron además identificar fuentes de semillas, plántulas y plantones para los procesos de restauración.

Ajuste de los diseños iniciales

Una revisión detallada de los diseños y recorridos por los sitios en los que se establecieron las HMP permitió la definición de las rutas más apropiadas, sencillas y efectivas, pues, como se observó en campo, algunas de las herramientas atraviesan predios que son de difícil negociación. Por ello, contar con varias rutas, diseños y alternativas fue clave para lograr una buena negociación con los propietarios; el menú consideró además de las opciones de herramientas el establecimiento de herramientas complementarias y acciones compensatorias.

Negociación con los propietarios

Se realizó un gran avance con los propietarios de la Reserva para el establecimiento de las HMP, sin embargo, este aspecto quedó pendiente para otra fase del proceso en el DMI. Por otra parte, el ausentismo es un factor que generó demoras en el inicio de actividades en estos predios, por lo que se tendrá en cuenta para una nueva fase.

Reajuste del diseño

Luego del proceso de negociación con los propietarios se realizó el ajuste del menú de las HMP, se incorporaron los cambios, comentarios y nuevos diseños de las herramientas. El tipo de especies, las densidades y demás elementos que conforman el diseño de cada herramienta se ajustó también en este proceso.

Definición de estrategias para la obtención de material vegetal para el establecimiento de HMP

Los diseños finales de las HMP y la negociación con los propietarios permitieron definir las especies, los tipos de plantas, las cantidades y las áreas sobre las que se va a intervenir en cada una de las fases. Definir las cantidades de plantas a utilizar permitió definir el tipo de estrategias que se emplearon para su obtención.

Uno de los primeros pasos fue iniciar con la propagación de especies claves para los procesos de restauración y manejo de pasturas, la propagación de especies amenazadas y de especies claves para la fauna en la región. Este tipo de plantas pocas veces puede ser obtenido de fuentes externas, y si existe en los viveros, seguramente no representa la diversidad genética local y regional.

El uso de plántulas rescatadas de sitios abiertos, sistemas productivos y bajo los árboles adultos dentro del bosque fue considerado como una estrategia de gran valor y con excelentes resultados para el proceso. El manejo de semillas se limitó a especies que durante el tiempo de establecimiento pudieran alcanzar alturas apropiadas para ser sembradas en el campo, como especies amenazadas,

raras o consideradas claves en procesos ecológicos. Estacas u otro tipo de propagación vegetativa se excluyeron del manejo de especies amenazadas y especies claves por la baja diversidad genética que se incluye en los bosques. Estacones entre 1,8-2,5 m fueron empleados en el establecimiento de cercas vivas y en el enriquecimiento de bosques secundarios. Estacas de distintas longitudes se emplearon en procesos de restauración bajo el esquema de aceleración de sucesión, establecimiento de plantas catalizadoras, plantas con alta capacidad colonizadora usadas en el manejo de áreas críticas o de plantas invasoras como los pastos (kikuyo por ejemplo).

Diseño de la estrategia de conservación

La configuración de paisaje ganadero del sector de la reserva forestal Laguna Pedro Palo y el DMI Cerro de Manjui se ve representada fundamentalmente en la cobertura del suelo, caracterizada por áreas de pasto para ganadería, algunas áreas de cultivo que alternan productos dependiendo de las condiciones económicas que se dan en la región y fragmentos de bosque, así como franjas riparias que albergan la mayoría de las especies de flora y fauna presentes en la zona.

En el sector de Pedro Palo–Cerro Manjui se identificaron las siguientes coberturas:

- Bosques maduros poco perturbados: hábitats pequeños, en zonas de altas pendientes, pero con un número importante de especies de estados sucesionales avanzados; interior en buen estado de conservación y con abundante regeneración de la mayoría de las especies del dosel.
- Bosques maduros fuertemente perturbados por entresaca: los elementos emergentes fueron extraídos así como la mayor parte de los elementos de mayor porte. La regeneración de especies de bosque maduros limita a aquellas que pueden dispersar las semillas allí mismo, pues se han perdido dispersores grandes.
- Bosques secundarios maduros: comprende la mayor parte de las cañadas y algunos sectores en regeneración. Dominados por un grupo de 12-15 especies pioneras intermedias, con un sotobosque rico en especies de estados sucesionales avanzados. Contienen juveniles de especies amenazadas y algunos elementos relictuales. Representan el mayor potencial para el restablecimiento de la conectividad estructural en el paisaje; varias de las especies dominantes producen recursos para la fauna y fueron utilizadas en el diseño de las estrategias de restauración y establecimiento de herramientas.
- Bosques de roble: comprende una mancha madura de roble, con abundantes elementos en el sotobosque y regeneración de especies arbóreas asociadas al robledal. Tienen un gran valor de conservación por representar una muestra única de esta formación dentro del área de establecimiento de HMP, y por lo tanto su papel como fuente de propágulos es innegable.
- Bosques secundarios jóvenes: no mayores de 10 a 15 años, representan un enlace clave dentro del restablecimiento de la conectividad, generación de hábitat y oferta de recursos para la fauna. Aun-

que de composición simple en el dosel, numerosas especies se regeneran en el interior, especialmente de estados sucesionales más avanzados, arbustos y hierbas.

- Plantación de eucalipto dentro de sucesión: esta cobertura se caracteriza por la alta presencia de especies pioneras intermedias en mezcla con eucalipto plantado. La especie maderable fue plantada dentro de un rastrojo que ya se encuentra desarrollado; la baja densidad ha facilitado el desarrollo de la sucesión. Es un área clave en la conectividad del paisaje en la región. Numerosas especies de Melastomataceae, Solanaceae, Piperaceae, entre otras, proporcionan grandes cantidades de alimento a la fauna.
- Potreros: los potreros de esta zona son pequeños y generalmente interrumpidos por cañadas, grupos de árboles, cercas vivas, pantanos o cultivos pequeños. La conectividad a través de los potreros se da mediante los elementos que se encuentran asociados a ellos.
- Cercas vivas: la mayoría de las cercas contiene elementos arbóreos asociados, algunas en densidades altas, otras en densidades muy bajas. Las cercas tienen un alto potencial en el incremento de la conectividad, pero necesitan de árboles que sirvan de sitios de paso, de alimentación o de refugio para la fauna, en este paisaje especialmente aves.

La configuración del paisaje ofrece posibilidades inmensas para los remanentes de biodiversidad, las coberturas abiertas como los potreros y cultivos en general no son demasiado amplias y existen aún importantes fragmentos de bosque, lo que permite que los distintos elementos se conecten a través de las franjas riparias, árboles aislados, cercas vivas e incluso los cultivos. Sin embargo, aunque existe una conectividad potencial, la vegetación asociada a las cañadas, por ejemplo, ha sido fuertemente simplificada y sobre los fragmentos y márgenes de las quebradas existe una presión permanente sobre las especies maderables.

La conectividad de este paisaje resultaba de alguna manera subutilizada por la fauna debido especialmente a la simplifica-



ción que han sufrido los remanentes y las cañadas, esto hizo más necesaria la integración de áreas en las que todavía existían buenos remanentes de biodiversidad con el fin de promover la conectividad hacia áreas poco usadas pero con alto potencial.

El proceso metodológico de planificación de paisajes rurales se basa en caracterizaciones biológicas y socioeconómicas para identificar los sitios con mayor oportunidad de conservación. La identificación de oportunidades de conservación toma como base la información biológica obtenida en las caracterizaciones y la información socioeconómica de las encuestas para definir los índices *de valor de conservación y de viabilidad socioeconómica*. A partir de ahí se inicia un proceso de planificación predial participativo con los propietarios, la implementación de las herramientas de manejo de paisaje (HMP) y su posterior evaluación.

La metodología puede prever cambios en su aplicación que permitan una mayor flexibilidad de acuerdo con las condiciones encontradas en campo, de tal manera que si la información biológica o socioeconómica no es suficiente o no tiene la fuerza suficiente para definir las oportunidades de conservación o priorizar sitios, estas pueden definirse apoyándose en las características del territorio, en la identificación de sitios claves, o mediante otros indicadores como oferta de agua, potencial de conectividad o por su capacidad para complementar estrategias y herramientas ya establecidas, y ese es el caso del sector laguna de Pedro Palo y el cerro Manjui.

La definición de oportunidades de conservación en este tipo de situaciones se basa en un reconocimiento del territorio desde su composición ecosistémica, coberturas, estado de las coberturas, oferta de agua y estado de las coberturas sobre las fuentes de agua, conectividad del paisaje, perturbaciones, presencia de elementos importantes de flora en los sistemas productivos y en las coberturas de bosque, usos del territorio, entre otros.

Con base en la información biológica de la zona y las caracterizaciones rápidas se consideraron los remanentes de bosque y las franjas riparias localizadas en los diseños de rutas previas del corredor como elementos de importancia para la conservación, es decir, con valor de conservación, desde lo biológico, pues es allí donde se albergan los mayores porcentajes de biodiversidad asociada a estos territorios. Este hecho permitió en campo diseñar las diferentes rutas que modificaban el diseño previo de lo que se esperaba implementar como un corredor de conexión estructural entre los diferentes fragmentos de bosque ubicados en medio de las dos áreas estratégicas. Sin embargo, es importante mencionar que dicha situación correspondía a una parte de la estrategia, pues es claro que espacializar los sitios de conexión y definir los diseños finales (rutas) depende de las negociaciones y concertaciones con los propietarios de las tierras o predios.

En términos generales para el presente caso, el establecimiento de conexiones en el territorio debía conducir al mejoramiento de las condiciones y características de las coberturas y la conecti-

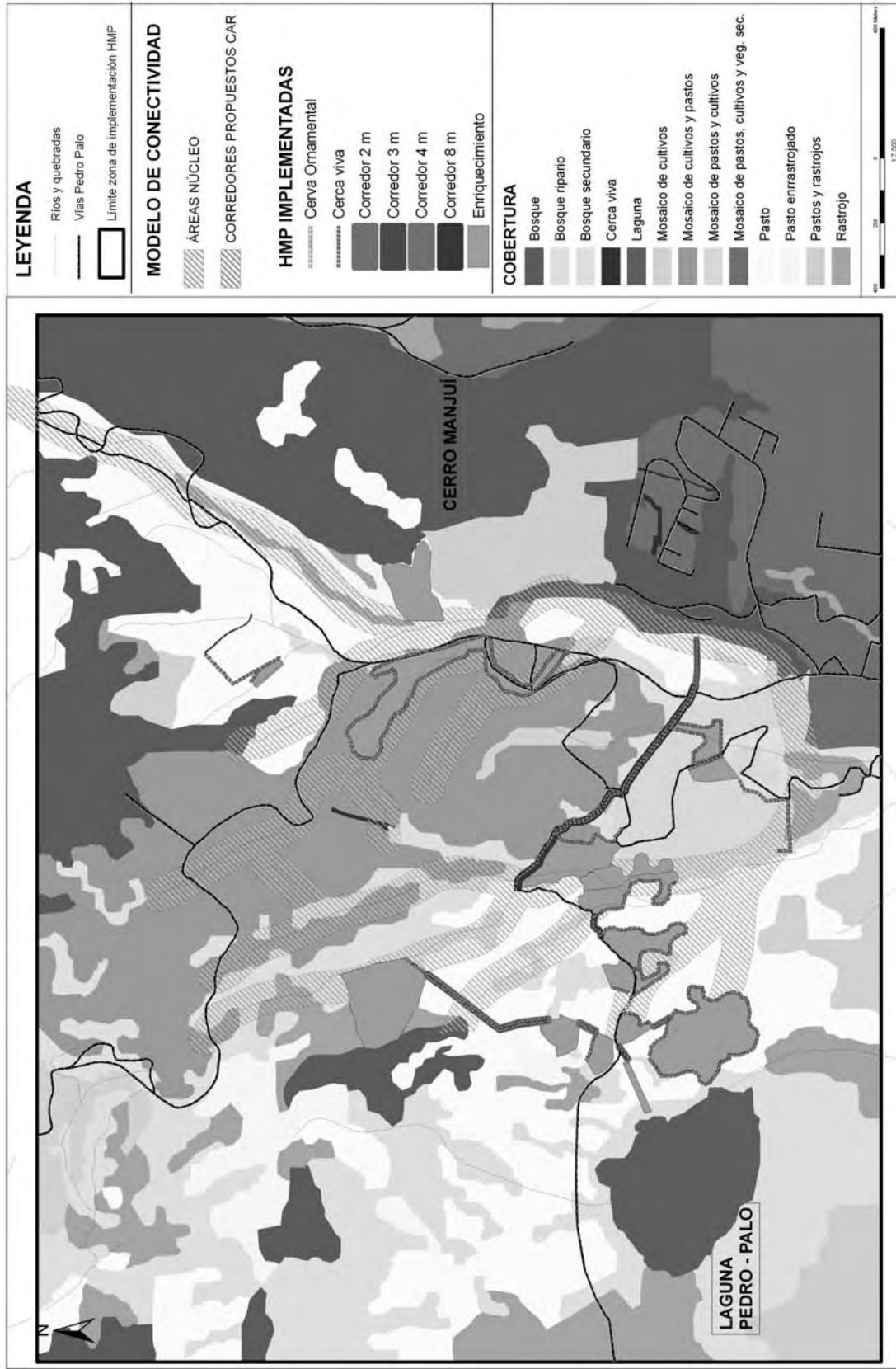
vidad existente, más que a su incremento. Una de las causas por las que las coberturas no estaban siendo eficientes en el mantenimiento de la diversidad era su escasa complejidad debida a factores de uso principalmente y, aunque existían vacíos de conectividad, estos pasaban a un segundo plano si se lograba canalizar las acciones al mejoramiento de las coberturas claves. La calidad de los remanentes se degrada a medida que se extraen especies claves para su estabilidad, entre ellas las especies del dosel ya sea de especies de bosque maduro, como en los remanentes mejor conservados, de pioneras intermedias en el caso de los fragmentos de bosque secundario, o bosques con alto grado de entresaca.

Se consideraron coberturas claves aquellas que ofrecían mayor contribución en términos de conectividad, hábitat y producción de recursos. Mejorar los ambientes existentes comprende básicamente su enriquecimiento con un mayor número de individuos, especies y grupos funcionales de plantas buscando mayor complejidad en la composición y la estructura, de tal manera que se conviertan en sitios útiles para el movimiento y la permanencia de especies de fauna.

Una vez definidos los elementos con valor de conservación desde lo biológico, fue necesario avanzar en la otra parte de la propuesta, la cual consistió en identificar los sitios (predios) que cruzaban la ruta definida en el diseño, donde fuese posible establecer la estrategia (sitios con oportunidad de conservación) mediante la implementación de las herramientas de manejo de paisaje. Para ello, desde una perspectiva socioeconómica del territorio, se tuvieron en cuenta aspectos como tenencia de la tierra, capacidad en la toma de decisión de los propietarios, tamaño de los predios, disposición de los propietarios a la implementación de estrategias de conservación, percepción hacia la propuesta, disponibilidad de espacios para el establecimiento de herramientas, calidad del aporte de cada uno de los predios a la estrategia global de conservación de biodiversidad, creación de hábitat e incremento de la conectividad en el paisaje. Teniendo en cuenta que existen predios con una alta aceptación de la propuesta, pero baja contribución al objetivo de la propuesta y viceversa, el diseño de la ruta definitiva para el corredor se obtuvo luego del análisis y la conjugación de todas las variables biológicas y socioeconómicas, hecho que permitió iniciar el proceso de negociación y concertación de la implementación de herramientas de manejo de paisaje definidas como la estrategia de conservación (menú de HMP), con los propietarios de los predios seleccionados, tal como se puede observar en el Mapa 7.2.

Uno de los insumos más importantes de la construcción de la estrategia es la definición de mecanismos facilitadores, los cuales permiten impulsar el proceso y darle soporte a muchas de las acciones y decisiones que se toman, buscando el éxito de las HMP. Los mecanismos se construyen desde las condiciones sociales y económicas que caracterizan el territorio, pues son las personas locales quienes permiten implementar el proceso y darle sostenibilidad en el tiempo.

**MODELO DE CONECTIVIDAD Y HERRAMIENTAS DE MANEJO DEL PAISAJE IMPLEMENTADAS
RFPP LAGUNA DE PEDRO PALO - CERRO MANJUI**



Entre los mecanismos facilitadores que se identificaron para el caso de la laguna Pedro Palo y el cerro de Manjui se encuentran los siguientes:

- Mantener un equipo técnico base de forma permanente en la zona, lo que permitió generar relaciones de confianza y seguridad con los habitantes locales, pues este hecho facilitó la comunicación y concertación, aportando de forma directa los pensamientos, sugerencias decisiones y aportes de las comunidades al proceso.
- Los propietarios ejecutaron las acciones definidas y concertadas en sus predios, hecho que incrementó el conocimiento claro, la participación en la toma de decisiones y apropiación por lo implementado en cada sitio.
- Contratar mano de obra local aportó indirectamente a mejorar las condiciones económicas de muchos pobladores de la zona, los cuales se han convertido en promotores de la estrategia hacia otros habitantes de la región.
- Entablar relaciones con las comunidades locales, a través de líderes de organizaciones aceptadas por la comunidad, permitió la participación objetiva de muchas organizaciones de base comunitaria, las cuales se espera que continúen aportando y promoviendo el proceso en la zona.

Procesos de concertación y negociación de la implementación de las herramientas de manejo del paisaje a través de la planificación predial

Una vez definidas las herramientas de manejo de paisaje (HMP) a implementar, y buscando consolidar el corredor de conexión en los predios donde se encuentran localizados los fragmentos de bosque, se llevó a cabo el proceso de concertación y negociación para la implementación de las herramientas. Para esto se empleó la metodología de planificación predial participativa que ha venido usando el Instituto Humboldt como parte del proceso metodológico de planeación del paisaje rural.

Bajo esta metodología, las acciones de concertación se desarrollan en varios momentos a lo largo del proceso, resaltando tres espacios principales: aquel que se construye colectivamente con los miembros de la comunidad y las organizaciones de base, el que se construye con los propietarios de los predios priorizados, y el que se coordina con las organizaciones públicas y privadas externas y locales.

Para la puesta en marcha del esquema, desde los instantes previos al inicio de las acciones en campo y durante el proceso de planificación y diseño del menú de HMP, se desarrolló un ejercicio permanente de acercamiento entre los miembros del equipo, propietarios y miembros de la comunidad. Fue fundamental generar una relación a nivel personal de conocimiento, confianza, armonía, entendimiento, transparencia y claridad en lo que se dice y en lo que se hace, para generar credibilidad.

En el primer momento, se inició un proceso de apertura o socialización de los objetivos y los logros esperados del proyecto y de la propuesta de diseño de las herramientas a implementar, en busca de lograr vincular al proceso a los actores sociales que interactúan en el territorio, como son las comunidades locales y sus organizaciones de base comunitaria, así como organizaciones públicas y privadas. Este proceso permitió, entre otras cosas, la apropiación del proceso por parte de las organizaciones, garantizando un desarrollo colectivo de las metas con el apoyo de los socios locales.

Para tal efecto se realizaron reuniones de socialización y de presentación de avances y resultados, donde a través de diálogos y transferencia de información, se consolidó el proceso y se contó con el apoyo y el interés comunitario en pro de su éxito. El trabajo con las comunidades se desarrolló a través de reuniones y talleres en las veredas Catalamonte y Roble Hueco, donde se concentra el mayor número de habitantes. Se efectuaron talleres de apertura para la presentación del proceso y talleres de cierre o socialización de resultados. Para el éxito de las reuniones fue vital el apoyo de los líderes comunales y miembros de la Junta de Acción Comunal, Juntas Administradoras de Agua, funcionarios de las alcaldías de Tena y Bojacá, así como de socios locales del proyecto.

El proceso lógico de negociación de la implementación de las HMP se diseñó de acuerdo con el planteamiento de una serie de pasos, los cuales se desarrollaron en cada uno de los sitios priorizados con oportunidad de conservación. La planificación predial correspondió no a un momento en el proceso sino al acompañamiento permanente que efectúa el facilitador al propietario, donde se presenta una interacción e intercambio de saberes que hacen que se dinamice la relación de negociación, y que ésta a su vez fluya de forma natural, sin presiones y en igualdad de condiciones.

En el mismo sentido, y una vez efectuado el proceso de planeación del paisaje, definidas las herramientas a implementar en campo, y hecha la priorización de los sitios o predios con oportunidad de conservación, se llevó a cabo el proceso de negociación o concertación para la implementación de las herramientas de manejo del paisaje en los predios seleccionados. Esta metodología presenta los siguientes pasos para la negociación o concertación de HMP a implementar:

Acercamiento a propietarios para socialización del proyecto

En el sector, los predios generalmente son manejados por administradores y propietarios; en el caso de los primeros, estos sirven de intermediarios para cruzar la información con los propietarios cuando no son tomadores de decisión o cuando los propietarios son ausentes permanentes. El acercamiento se logró a través de contactos de forma personal o a través de un líder o miembro de la comunidad que actuó como facilitador de este proceso, por vía telefónica o escrita. La socialización se realizó de manera individual en una reunión privada con el propietario o su delegado en la toma de decisión. El acercamiento y diálogo con el propietario fue permanente, dándole a conocer el avance de las actividades para generar confianza y entendimiento, así como para resolver interrogantes.

Recorrido de los predios, identificando y concertando herramientas de manejo del paisaje con base en las proyecciones definidas por el propietario

Luego de continuar con el acompañamiento con cada propietario y del cruce de información y conocimiento fue posible realizar un taller de trabajo de planeación. Con base en las proyecciones hechas con el propietario sobre una imagen de los predios en papel, se efectuaron recorridos en los predios para construir conjuntamente la zonificación del mismo y definir las áreas de producción y de conservación, con la visión de acciones a corto, mediano y largo plazo. En este espacio se revisó la propuesta de implementación de herramientas, localizándolas en campo, buscando con esto los acuerdos de implementación de las herramientas definidas inicialmente con el propietario. Una vez terminado el trabajo de campo, se realizaron otras reuniones con el propietario para concertar o negociar las herramientas a implementar y firmar los documentos de compromiso que dan soporte a la negociación.

Reajuste del diseño

Luego de la negociación con los propietarios se incorporaron a la propuesta de implementación los cambios, comentarios y nuevos diseños de las herramientas. El tipo de especies, las densidades y demás elementos que conforman el diseño de cada herramienta pueden modificarse, de acuerdo con la voluntad del propietario, en relación con algunas herramientas de uso. En este sentido, es posible que ellos seleccionen las especies que les interesan. Uno de los elementos facilitadores más importantes para lograr el éxito de la negociación fue establecer que la mano de obra requerida fuera sugerida por ellos mismos, considerando que en algunos casos los predios son administrados por mayordomos y tienen el ingreso restringido a personal foráneo. En otros casos, son los mismos propietarios quienes desarrollan o ejecutan las acciones definidas en sus propios predios. Este acuerdo genera confianza en el trabajo desarrollado y a su vez aporta en alguna medida al mejoramiento de los ingresos familiares de las personas que viven en la zona, favoreciendo a su vez la apropiación de las labores que propone el proyecto.

Sin duda la coordinación interinstitucional permite aunar esfuerzos en torno al objetivo propuesto por el proceso, y busca vincular otras organizaciones públicas y privadas que estén desarrollando acciones al proceso que se ha emprendido. Para ello se convocó a organizaciones públicas y privadas con las cuales se socializó la propuesta y se coordinaron las acciones, así como la definición y la estrategia de implementación de las herramientas de manejo de paisaje en la zona del proyecto y se buscaron estrategias de sostenibilidad a futuro.

En la Tabla 7.1 se observan los acuerdos efectuados con los propietarios para la implementación de las HMP que consolidan el corredor de conexión.

Tabla 7.1. Acuerdos logrados con los propietarios para la implementación de las HMP que consolidan el corredor de conexión

Predio	Propietario	HMP concertadas para implementar		
		Enriquecimiento	Cerca viva	Corredor
		Área (has)	Longitud(m)	Área (has)
Balcones	Flores Tiba	0,3	400	
El Alivio	Antonio Barrera	0,37	352	
El Olvido	Gerardo Patarroyo		150	0,2
El Refugio	Jaime Roa		75	
La Esperanza	José Moreno	4,9	800	
La Tartaria	Beatriz Gómez	5,8	1340	0,7
La Virginia	Antonio Peralta	6,9	1245	0,4
Laguna Pedro Palo	Santiago Córdoba	9,4	325	0,2
San Joaquín	Cecilia Gómez	1,7	550	0,2

Para ello, se efectuaron reuniones o mesas de trabajo con algunas organizaciones como las alcaldías municipales de Tena y Bojacá, con la finalidad de implementar las herramientas propuestas en los predios de su propiedad y a su vez fortalecer el proceso a mediano y largo plazo, consolidando esfuerzos para la conservación de ecosistemas de la zona, de una manera articulada.

Como elemento fundamental del desarrollo de la metodología de planificación predial, para cada reunión con propietarios o administradores se preparó una presentación en la cual se socializaron los resultados de caracterizaciones. Adicionalmente, se mostró la experiencia de las organizaciones que lideran el trabajo, haciendo transferencia de la información de los procesos exitosos desarrollados en la ventana de paisaje de Filandia por parte del Instituto Humboldt. En estas experiencias se implementaron los corredores biológicos que conectan las áreas de bosque del río Barbas y la reserva forestal Bremen, la experiencia de implementación de HMP en la cuenca media del río Nima, en áreas cercanas al Parque Natural Regional del Nima, entre otras. Para esto fue clave acompañar la presentación con la entrega de los diferentes insumos que han servido como estrategia de comunicación para la divulgación de los resultados en las diferentes áreas que se han trabajado. Esto último genera indudablemente confianza en el propietario, en quienes lo abordan y denota experiencia y seriedad de la organización con la que se negocia.

Como parte de la negociación, en cada predio se acordó que la implementación de las HMP en cada lugar fuese coordinada con una persona delegada y que la mano de obra requerida fuera sugerida

da por ellos mismos, considerando que en algunos predios está restringido el ingreso a personal foráneo, debido a sus actividades propias y porque este manejo permite mayor control de los propietarios sobre lo que se hace y como se hace.

De igual manera, se hizo claridad acerca de las responsabilidades y compromisos de cada parte, es decir, se expresó que el proyecto cubre los costos de implementación de las HMP, por tanto a los propietarios sólo se les compromete con la autorización de efectuar el trabajo en el predio y de mantener y conservar lo que se implementa.

La preocupación expuesta por el 90% de los propietarios y administradores es la vigencia de la propiedad sobre el área de fragmento de bosque que se pretende conservar, pues es notable que temen que al autorizar las acciones el derecho a la propiedad se pierda y por ende se declare como de interés público. Por esta razón, se explicó claramente que dichos escenarios no corresponden al interés de este proyecto, por tanto el objetivo es conservar en áreas privadas con la voluntad y participación del propietario. Así mismo, los propietarios con los que se hace la concertación tienen la inquietud de cómo se les puede aportar a la conservación de los fragmentos de bosque con un incentivo representado en un descuento en el impuesto predial equivalente al área del fragmento; ésta es una propuesta de mecanismo facilitador con potencial de consolidar en la zona.

Identificación de especies claves para el proceso

Una de las maneras más efectivas de hacer restauración es la disminución de costos y el logro de altas tasas de supervivencia y desarrollo. El uso de plantas pequeñas ha mostrado poco éxito debido a la competencia de las pasturas, altas tasas de mortalidad y escaso desarrollo, adicionalmente altos costos por largos procesos de mantenimiento y resiembra. Por su parte, la siembra de plántulas con alturas por encima de 60-80 cm garantiza que las plantas pueden competir efectivamente, lográndose altas tasas de supervivencia y desarrollo en poco tiempo y a menor costo al no requerirse mantenimientos.

El tipo de plantación más recomendado en el establecimiento de HMP es el de tipo aleatorio, sin arreglos espaciales y en mezclas de especies de acuerdo con los propósitos del proceso. Sin embargo, y a pesar del azar aplicado a las siembras, se deben seguir ciertos criterios que son claves tales como la proporción entre especies pioneras, pioneras intermedias y de estados sucesionales avanzados, el hábito de las especies, el tamaño de las copas en la madurez, tolerancia a distintos niveles de sombra, competencia, el tipo de hábitat en el cual se desarrollan las especies y requerimientos ambientales, entre otros.

Las mezclas de especies en proporciones apropiadas en cuanto a su historia de vida garantiza en poco tiempo niveles altos de competencia, en los cuales las más beneficiadas son las especies de



estados sucesionales avanzados. Este tipo de especies exhibe bajas tasas de desarrollo, especialmente cuando se plantan a libre exposición, en sitios y condiciones no apropiadas y en escaso tamaño. La siembra en asociaciones permite que las pioneras intermedias brinden condiciones apropiadas para un desarrollo mucho mayor.

La mayor proporción de plantas dentro de estos arreglos corresponde a pioneras intermedias, alcanzando en algunos casos hasta 60-70% de las plantas sembradas. Este grupo de plantas presenta características que lo convierten en el motor de la sucesión en procesos de restauración basados en aceleración de sucesión.

Bajo un esquema en el que se emplean distintas historias de vida en el proceso, con

plantas en avanzado desarrollo y en mezcla, no se emplean plateos ni mantenimientos. El esfuerzo se centra en el establecimiento de la estrategia y en el seguimiento de la primera fase, de tal manera que, detectados los puntos débiles del arreglo, sean corregidos mediante el uso de las soluciones más apropiadas. Este esquema contrasta notoriamente con el sistema convencional de hacer reforestación y restauración, mientras que en estos se emplean densidades promedio de 1.100 plantas/ha; en el modelo basado en aceleración de sucesión el promedio es de 3.000 plantas/ha bajo los criterios anotados anteriormente. El esquema puede establecerse en una, dos o tres fases dependiendo de los objetivos, el tiempo y los recursos disponibles; una fase puede ser suficiente si en el momento del establecimiento se cuenta en el vivero con los elementos florísticos claves dentro de cada uno de los componentes.

Algunos elementos son claves en la definición del tipo de estrategia, del tipo de especies, de los arreglos o combinaciones de especies en campo y de la estrategia de propagación en vivero o de adquisición del material vegetal.

El bosque o ecosistema modelo

Resulta de gran importancia ponerse como meta un ecosistema o un bosque real, en el que los elementos constitutivos han sido evaluados. La restauración o reforestación suele basarse en la ofer-

ta de los viveros, sin importar en muchos casos si las especies son nativas o no de la región o si tienen alguna posibilidad de adaptarse a las condiciones de la zona o no; diversos factores influyen en esto, uno de ellos es la rigidez de los tiempos en las contrataciones.

En la implementación del proyecto se tomó como modelo la formación vegetal de la zona para diseñar la estrategia de acuerdo con metas reales, especies reales y arreglos espaciales reales. Por otra parte, la distribución de las especies en el campo es tan importante como la composición florística del sitio.

El valor de la composición florística de los bosques modelo o con valor de conservación

La evaluación rápida de varias coberturas permitió obtener un listado inicial de 174 especies agrupadas en 120 géneros y 65 familias. Se hizo especial énfasis en aquellas que presentaron un potencial real para el establecimiento de herramientas de manejo del paisaje dirigidas a la conservación de la biodiversidad, el mejoramiento y la creación de hábitat, el incremento de la conectividad y la conservación y el mejoramiento de servicios ambientales en la zona.

Bosques secundarios de edades medias no mayores de 15 años son dominados por especies de *Miconia*, mientras que en estados sucesionales intermedios por un número mayor de especies entre las que no se establece monodominancia. La monodominancia es un patrón que exhiben bosques andinos en muchas regiones, y se caracterizan por la casi total dominancia de una o muy pocas especies, especialmente melastomatáceas como *Miconia*, *Axinaea* y *Tibouchina*, y teáceas como *Freziera*; diversos mecanismos han sido propuestos para explicarlo, desde aquellos meramente abióticos como la heterogeneidad ambiental y la riqueza del sustrato, ya que muchos de los casos de monodominancia están asociados a suelos pobres en nutrientes (Hart 1990). Las especies que se desarrollan en este tipo de suelos pueden ser más tolerantes a condiciones desfavorables, ya que estos actúan como una barrera que excluye a potenciales competidores (Connell & Lowman 1989).

Interacciones entre plantas y microorganismos del suelo son causas importantes de monodominancia. En este tipo de bosques (robleales por ejemplo) existen asociaciones con micorrizas de tipo vesículo-arbuscular (VAM) y ectomicorrizas (EM). La dominancia de algunas especies puede ser explicada por la presencia de EM, sin embargo, las especies que presentan los dos tipos de micorrizas pueden presentar ventajas comparativas respecto a las especies que poseen uno solo (Torti & Coley 1999). Los dos tipos de micorrizas son altamente excluyentes, de tal modo que en bosques donde domina una de ellas la otra es muy escasa, esto da explicación a la existencia de algunos tipos de bosques monoespecíficos. En los bosques tropicales la mayor abundancia de micorrizas es del tipo VAM, las asociaciones con EM son raras.

La presencia de bacterias nitrificantes en las leguminosas favorece la fijación de nitrógeno por parte de este tipo de plantas, y aunque cerca de 90% de las especies de Mimosoideae y Papilionoideae la presentan, son pocas las especies de estas familias que muestran monodominancia (Allen & Allen 1992; Connell & Lowman 1989). En resumen, la dominancia de una especie puede resumirse en tres fases: la primera consiste en la invasión, seguida por su establecimiento a través de un aumento poblacional con la disminución de las demás especies de árboles, la última fase es la de persistencia (Connell & Lowman 1989). La capacidad de invasión está asociada a las características propias de la especie en cuanto a competencia, adaptación y tolerancia.

El robleal es un bosque de dosel monoespecífico, sin embargo, bajo condiciones naturales de baja extracción, los robleales suelen estar acompañados de numerosas especies de árboles, muchas de ellas de maderas muy finas. Comparativamente, las maderas asociadas al robleal solían ser más finas que el roble y fueron extraídas casi por completo. Uno de los grupos de maderas finas que se asocia a los robleales es el de las lauráceas del género *Aniba*, *Matudaea colombiana* (Hamamelidaceae), *Panopsis* (Proteaceae), *Alfaroa colombiana* (Juglandaceae), entre otras.

El robleal en la región está representado por pequeños parches sólo recientemente conectados por cercas vivas, sitios en regeneración y cañadas. Se tuvo en cuenta como fuente de propágulos para la obtención de plántulas y algunas semillas, y como parte fundamental de la propuesta de conectividad y conservación.

La estructura de los bosques modelo o con valor de conservación

Tomamos como modelo las formaciones secundarias con edades entre mayores a 20 años, las cuales contienen numerosos elementos claves dentro de las categorías de pioneras intermedias y de estados avanzados de sucesión. Un bosque de esta edad contiene cerca de 60% de especies e individuos de estados intermedios de sucesión, cerca de 30-40% de especies de estados avanzados de sucesión y tan solo entre 3-10% de especies pioneras, especialmente en los claros y cerca de los bordes.

El dosel de un sitio con estas características está dominado casi enteramente por pioneras intermedias, sólo algunas especies de estados avanzados logran sobresalir, en muchos casos porque son elementos remanentes. El sotobosque en cambio es dominado por juveniles y plántulas de especies del bosque maduro, así como arbustos y hierbas de esta misma formación. Las especies pioneras intermedias no se desarrollan bajo estas condiciones, pero forman parte importante de los bancos de semillas, como ocurre con el guarumo o yarumo (*Cecropia*).

Las pioneras intermedias, además de ser excelentes competidoras, son muy eficientes en la acumulación de biomasa, la producción de hojarasca, la creación de hábitat, el mejoramiento de las características de los suelos y son tolerantes a condiciones extremas de clima. Algunas producen made-

ras de excelente calidad para estacaones, leña y construcción, pueden permanecer en los ecosistemas por tiempos prolongados y la mayoría de ellas produce grandes cantidades de recursos para la fauna.

De acuerdo con los tipos de crecimiento registrados, las especies se distribuyen como se muestra en la Figura 7.1.

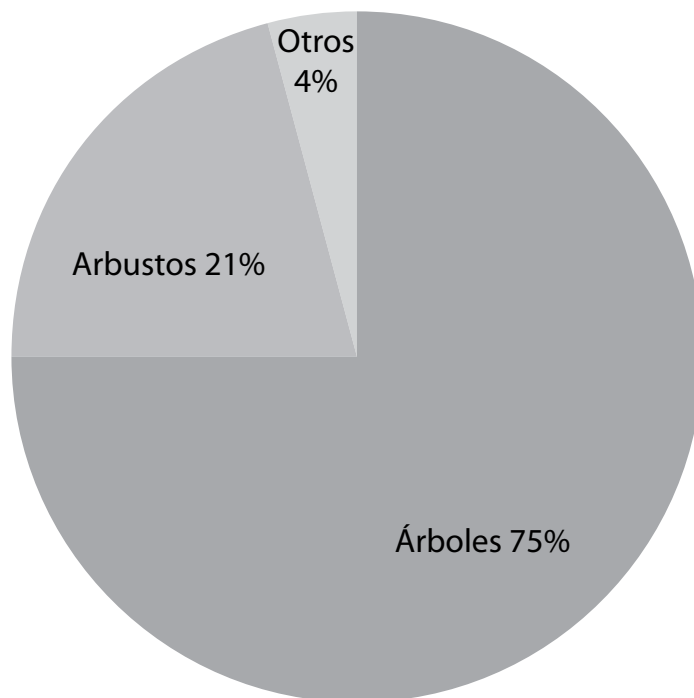


Figura 7.1. Distribución de las especies registradas de acuerdo a los hábitos de crecimiento en la zona de trabajo.

Según la etapa sucesional en la que se encuentran las especies registradas, 60% son pioneras intermedias coincidiendo con los datos de otras regiones andinas respecto a la composición y estructura de los bosques secundarios andinos con edades cercanas a treinta años. La alta proporción de especies pioneras intermedias tiene gran valor desde el punto de vista sucesional de los bosques, ya que estas son el soporte estructural y ecológico durante una fase que dura varias décadas.

Este tipo de especies muestra gran efectividad cuando se emplea en procesos de aceleración de sucesión o cuando se plantan como catalizadoras de procesos sucesionales. A diferencia de las especies de estados sucesionales avanzados, pueden ser plantadas casi de manera exclusiva dirigiendo apropiadamente la sucesión hacia rutas naturales y deseadas. Existen registros de especies pioneras intermedias de tasas relativamente bajas de crecimiento como *Ladenbergia oblongifolia* colonizando doseles de bosques con más de 50 años de edad, lo que permite entonces incluir este tipo de especies buscando sostenibilidad a largo plazo.

La distribución de las especies respecto a su etapa sucesional puede verse en la Figura 7.2.

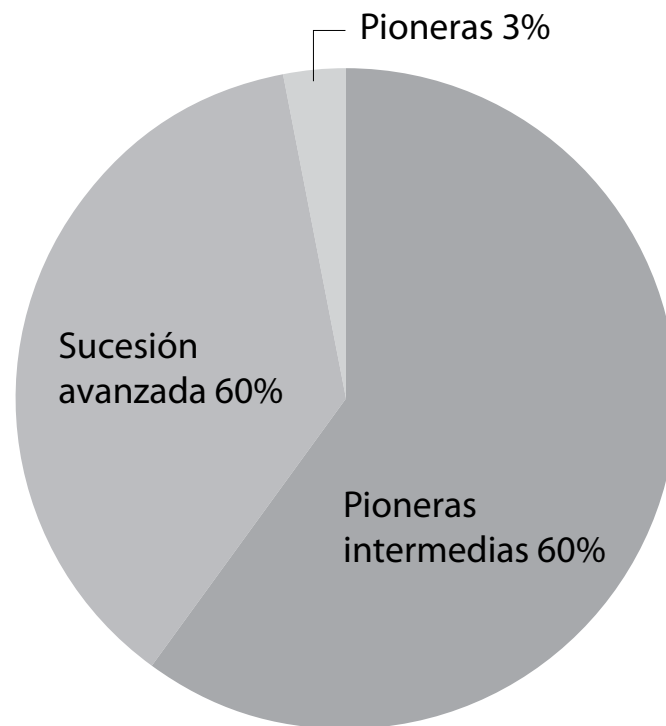


Figura 7.2. Distribución porcentual de las especies registradas de acuerdo a sus historias de vida en la zona de trabajo.

Identificación de especies claves en la producción de recursos para la fauna

Dos tipos principales de plantas son requeridas en este tipo de procesos, aquellas capaces de generar hábitat en corto tiempo gracias a sus altas tasas de crecimiento, adaptación y competencia, y aquellas que producen abundantes recursos para la fauna, frutos abundantes y de buena calidad.

Se identificaron 135 especies, consumidos con frecuencia por la fauna silvestre. De ellas, 95 especies por aves pequeñas y medianas. Especies como *Beilschmiedia costaricensis*, con frutos de hasta 7 cm de longitud sólo son dispersadas en la actualidad por roedores, aunque en otros tiempos lo eran por grandes aves (Cracidae).

En esta fase sucesional, la dispersión por viento no es dominante, así lo muestran las 22 especies registradas (sólo 12%), y a este grupo pertenecen especialmente plantas de la familia Asteraceae, claves en procesos de colonización de áreas abiertas, en la creación de hábitat y mejoramiento de condiciones para el establecimiento de especies con altos requerimientos. Aunque las Asteráceas son un grupo clave en los estados sucesionales iniciales, pocas veces se les incluye de manera intencional en los procesos, dejándose sólo aquellos individuos que al azar aparecen como parte de procesos sucesionales que se van dando con el tiempo. Sin embargo, la propagación de Asteraceae es relativamente

fácil y económica, ya que un árbol puede contener cientos de miles de semillas (como en *Verbesina*, *Polymnia* o *Montanoa*) que se colectan de manera sencilla y ofrecen garantías de altas tasas de germinación y desarrollo en vivero y en campo.

Las semillas grandes, como las de *Panopsis*, *Eschweilera*, *Pouteria*, *Calatola*, entre otras, tienen dispersión primaria por gravedad, usualmente con dispersión secundaria por roedores grandes como guatines y guaguas en bosques bien conservados. En zonas en donde la fauna grande ha desaparecido, las semillas se concentran bajo la copa de los árboles. En algunas especies la depredación es muy grande en la etapa de semillas, como en *Panopsis* y *Pouteria*, en otras la mayor depredación se da en estado de plántulas (Janzen 1970, Connell 1971). Las especies con este tipo de semillas representan una prioridad para la conservación, ya que por sí solas no pueden dispersarse y las tasas de supervivencia de plántulas bajo la copa son muy bajas en algunas especies, pero en la mayoría es nula. El papel de los viveros para estas especies fue trascendental para su conservación.

Estacones con capacidad de rebrote, elemento clave para el establecimiento de cercas vivas y el enriquecimiento de sucesiones tempranas

En algunos ambientes se hace necesario restaurar, además de atributos como la composición y la estructura, funciones como la conectividad. En este sentido, se ha desconocido el papel que pueden tener las cercas en las faenas de restauración (Vargas 2008). Su importancia no sólo está ligada a la delimitación de predios o al aislamiento de las áreas del impacto por animales, sino que además pueden participar en el enriquecimiento y la aceleración de los procesos de sucesión. Al igual que los árboles aislados en potreros (Guevara *et al.* 1992 1997; Esquivel & Calle 2002), las cercas vivas pueden facilitar procesos de sucesión al convertirse en sitios de concentración de plántulas y semillas dispersadas por aves y mamíferos (Vargas 2008). Se hace necesario entonces buscar una transformación de las cercas convencionales a cercas vivas que favorezcan este tipo de procesos.

Tradicionalmente, los estacones para cercas son extraídos en su mayor parte de maderas finas del bosque y en menor proporción de especies comerciales cultivadas. Especies como el nogal o cedro negro (*Juglans neotropica*) se encuentran entre las más apetecidas por su duración; sin embargo, ésta y muchas otras de las especies que se emplean en cercas son escasas o se encuentran amenazadas (Vargas 2008), de igual manera la extracción de grandes cantidades de estacones provoca impactos fuertes sobre los bosques de cañadas y fragmentos (Vargas 2002).

Las cercas tienen como función principal servir de linderos de predios o para la separación de potreros. Adicionalmente pueden jugar un papel muy importante en la preservación de la biodiversidad al servir como sitios de paso o por brindar recursos para la fauna. El establecimiento de cercas vivas o la transformación de cercas muertas en cercas vivas amplía la conectividad e incrementa la disponibi-

lidad de recursos para aves y pequeños mamíferos (Chacón & Harvey 2004; Zahawi 2005). Transformar cercas muertas en cercas vivas mediante la siembra de estacones de especies nativas permite no sólo disminuir la presión sobre especies de maderas finas del bosque, sino también disminuir hasta en 100% los costos de mantenimiento de las cercas (Vargas 2008).

La conversión de cercas “muertas” a cercas “vivas” tiene impacto económico en el manejo de las fincas, ya que se reducen costos de mantenimiento y reemplazamiento de estacones, pues el costo de los postes para las cercas y su mantenimiento son altos. Por otro lado, se disminuye la presión sobre especies nativas del bosque y se contribuye a incrementar la conexión, la conectividad estructural y la conectividad biológica ya que se provee de hábitat y recursos para algunas especies en el paisaje (Vargas 2008).

Las especies del género *Ficus* son las más recomendadas por sus tasas de prendimiento y baja mortalidad de los rebotes, siendo los estacones de diámetros intermedios y pertenecientes a la parte media de las ramas los que ofrecen los mejores prendimientos (Vargas 2008). El sitio de la rama del cual se extrajo la estaca es de vital importancia, debido a una distribución desigual de las reservas nutritivas y de las hormonas a lo largo de las ramas (Santelices 1998; Santelices & García 2003) y el prendimiento de los estacones o ramas está determinado por su capacidad para producir raíces adventicias, las cuales se inician en los tejidos vasculares o cerca de ellos (Wilson & Loomis 1968; Botti 1999).

Especies para el enriquecimiento de bosques

Los listados de especies revisados para la elaboración de esta propuesta, así como las observaciones en campo durante la visita al sector muestran la existencia de un número importante de especies de gran valor para la conservación, entre ellas varias especies amenazadas, especies consideradas como de maderas finas y especies endémicas.

La presencia de bosques maduros se reduce a unos pocos fragmentos que para su conexión han sido incluidos en esta propuesta. Los bosques maduros muestran una composición muy rica, especialmente en el estrato arbóreo; sin embargo, sus áreas son reducidas. Los bosques secundarios y rastrojos son más simples y están dominados por unas pocas especies, adicionalmente muchos de ellos son recorridos por el ganado causando deterioro constante. Cerrar los bosques secundarios no es una medida suficiente ya que requieren acelerarse algunos procesos, entre ellos, la llegada de especies de bosques maduros, pues la colonización natural de algunas de ellas es imposible ante las distancias que separan los fragmentos de los bosques secundarios y la ausencia de dispersores grandes.

Algunos de estos casos son los de *Pouteria baehiana* (Sapotaceae), *Billia rosea* (Hippocastanaceae) y *Calatola columbiana* (Icacinaceae), cuyas semillas son depredadas bajo la copa de los árboles ante la dificultad para su dispersión (Tabla 7.2). Este tipo de especies resulta clave en procesos de re-

poblamiento, suplementación y enriquecimiento de bosques secundarios, rastrojos y bosques altamente intervenidos. Estas, entre muchas otras especies tienen como única alternativa de conservación su manejo en vivero, ya sea por semillas o mediante el manejo de plántulas para ser llevadas nuevamente a los bosques, a las áreas restauradas y a las cañadas y fragmentos que forman parte del corredor.

Tabla 7.2. Especies de árboles con frutos y semillas grandes que presenta problemas de conservación en la región.

Especie	Familia	Tipo	Dispersión
<i>Matisia uribei</i> (García-Barr. & J. Hern.) Cuatrec.	Bombacaceae	Suc. avanzada	Fauna
<i>Rheedia</i> sp.	Clusiaceae	Suc. avanzada	Fauna
<i>Sloanea zuliaensis</i> Pitt.	Elaeocarpaceae	Suc. avanzada	Fauna
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpland	Fagaceae	Suc. avanzada	Fauna
<i>Billia rosea</i> (Pl. & Lind.) C. Ulloa & P. Jørg.	Hippocastanaceae	Suc. avanzada	Fauna
<i>Calatola columbiana</i> Sleumer	Icacinaceae	Suc. avanzada	Gravedad
<i>Juglans neotropica</i> Diels	Juglandaceae	Suc. avanzada	Gravedad
<i>Beilschmiedia costaricensis</i> (Mez & Pit.) C. K. Allen	Lauraceae	Suc. avanzada	Fauna
<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	Suc. avanzada	Fauna
<i>Persea americana</i> Miller	Lauraceae	Suc. avanzada	Fauna
<i>Eschweilera antioquiensis</i>	Lecythidaceae	Suc. avanzada	Fauna
<i>Eschweilera bogotensis</i>	Lecythidaceae	Suc. avanzada	Fauna
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth	Leguminosae	Suc. avanzada	Gravedad
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae	Suc. avanzada	Fauna
<i>Panopsis soaveolens</i>	Proteaceae	Suc. avanzada	Fauna
<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pavón) O. Kuntze	Sapotaceae	Suc. avanzada	Gravedad
<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae	Suc. avanzada	Gravedad

El manejo de este tipo de especies requiere bastante esfuerzo básicamente debido a las bajas densidades poblacionales, baja concentración de individuos, dificultad para la obtención de semilla, altas tasas de depredación en el suelo y poco conocimiento de algunas de las especies a nivel local. Entre las especies con mayores problemas de conservación por reducción de sus poblaciones, reducción y deterioro de hábitat, pérdida de dispersores y presión por la calidad de su madera, se encuentran las que se relacionan en la Tabla 7.2. Ahora bien, aunque *Quercus humboldtii* se encuentra en este listado y es una especie que ha perdido bastante terreno, entre las presentadas es la de menor grado de dificultad por el tipo de formación en la que se desarrolla.

Identificación de especies claves como fuentes de recursos para la fauna

Un número importante de especies produce alimento para la fauna, especialmente en los bosques maduros y bosques secundarios maduros e intermedios. La dominancia en algunos sectores de familias como Melastomataceae los hace sitios de alta concentración de aves. De las especies identificadas como potenciales para el establecimiento de herramientas de manejo del paisaje, y de aquellas identificadas como oportunidades de conservación, 74,31% de ellas producen frutos consumidos por aves (Tabla 7.3).

Tabla 7.3. Especies registradas en sectores de bosque secundario y maduro en el sector Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo – Cerro Manjuí - DMI Cuchilla de Peñas Blancas y El Subia

Especie	Familia	Nombre local	Hábito	Tipo	Dispersión
<i>Trichantera gigantea</i> (H. et B.) Nees	Acanthaceae	Quiebrabarrigo	Árbol	Cultivada	Ninguno
<i>Saurauia brachybotrys</i> Turcz.	Actinidiaceae	Dulumoco, lulomoco	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Saurauia cuatrecasana</i> R. E. Schultes	Actinidiaceae	Dulumoco, lulomoco	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Bomarea patini</i>	Alstroemeriaceae		Trepadora	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	Anacardiaceae	Manguito	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pavón) Kuntze	Anacardiaceae	Pedro hernández	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Oreopanax floribundum</i> Decne & Planc.	Araliaceae	Mano de Oso	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Ceroxylon vogelianum</i> (Engel) N. Wendl.	Arecaceae	Palma de Cera	Palma	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Chamaedorea linearis</i> (R. & P.) Mart.	Arecaceae	Palmicho	Palma	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i> (Jacq.) Oerst.	Arecaceae	Palmicho	Palma	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Austro eupatorium inulaefolium</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob	Asteraceae		Arbusto	Pionera	Viento
<i>Baccharis floribundus</i>	Asteraceae	Chilco	Arbusto	Pionera	Viento
<i>Baccharis latifolia</i> (R. & P.) Pers.	Asteraceae	Chilco	Arbusto	Pionera	Viento
<i>Baccharis nitida</i> (R. & P.) Pers.	Asteraceae	Chilco	Arbusto	Pionera	Viento

Espece	Familia	Nombre local	Hábito	Tipo	Dispersión
<i>Barnadesia parviflora</i> Spruce ex Bentham & Hook.	Asteraceae		Árbol	Pionera intermedia	Viento
<i>Clibadium surinamense</i> L.	Asteraceae		Arbusto	Pionera	Viento
<i>Dahlia imperialis</i> Roezl. ex Ortega	Asteraceae	Dalia	Arbusto	Pionera intermedia	Viento
<i>Montanoa quadrangularis</i> Schultz Bip.	Asteraceae	Arboloco, pauche	Árbol	Pionera intermedia	Viento
<i>Smallanthus pyramidalis</i> (Triana) H. Robinson	Asteraceae	Arboloco	Árbol	Pionera intermedia	Viento
<i>Smallanthus riparius</i> (Kunth) H. Robinson	Asteraceae		Arbusto	Pionera intermedia	Viento
<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray	Asteraceae		Arbusto	Cultivada	Viento
<i>Verbesina nudipes</i> Blake	Asteraceae		Árbol	Pionera intermedia	Viento
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	Aliso	Árbol	Pionera intermedia	Viento
<i>Tecoma stans</i> var. <i>velutina</i> de Candolle	Bignoniaceae		Árbol	Pionera intermedia	Viento
<i>Matisia uribei</i> (García-Barr. & J. Hern.) Cuatrec.	Bombacaceae	Zapotillo	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Cordia acuta</i> Pittier	Boraginaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Cordia bogotensis</i> Bentham	Boraginaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Cordia cilindrostachya</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Boraginaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Sambucus peruviana</i> Kunth	Caprifoliaceae	Sauco	Arbusto	Cultivada	Fauna
<i>Viburnum cornifolium</i> Killip & Smith	Caprifoliaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Carica pubescens</i> Lenné & K. Koch	Caricaceae	Papayuela	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Cecropia angustifolia</i> Trecul	Cecropiaceae	Guarumo, yarumo	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	Cecropiaceae	Guarumo, yarumo	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Hedyosmum bonplandianum</i> Kunth.	Chlorantaceae	Granizo	Árbol	Pionera intermedia	Fauna

Especie	Familia	Nombre local	Hábito	Tipo	Dispersión
<i>Clethra fagifolia</i> Kunth	Clethraceae		Árbol	Pionera intermedia	Explosión
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambers	Clusiaceae	Mo	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Clusia</i> sp.	Clusiaceae	Gaque	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Clusia</i> sp.	Clusiaceae	Gaque	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Rheedia</i> sp.	Clusiaceae	Madroño	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Clusiaceae	Lacre	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth	Cunoniaceae	Encenillo	Árbol	Pionera intermedia	Explosión
<i>Weinmannia tomentosa</i>	Cunoniaceae	Encenillo	Árbol	Pionera intermedia	Explosión
<i>Cyathea</i> sp.	Cyatheaceae	Helechos arbóreos	Helecho	Pionera intermedia	Gravedad
<i>Sloanea zuliaensis</i> Pitt.	Elaeocarpaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Cavendishia bracteata</i> (R. & P. ex st. Hil.) Hoer	Ericaceae	Uva de monte	Arbusto	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Cavendishia</i> sp.	Ericaceae	Uva de monte	Arbusto	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Thibaudia floribunda</i> Kunth	Ericaceae	Uva de monte	Arbusto	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae		Arbusto	Pionera intermedia	Gravedad
<i>Acalypha macrostachya</i> Jacquin	Euphorbiaceae		Arbusto	Pionera intermedia	Gravedad
<i>Alchornea glandulosa</i> Poit. & Baill.	Euphorbiaceae	Algodoncillo	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Alchornea grandis</i> Bentham	Euphorbiaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Croton funkianus</i>	Euphorbiaceae	Sangregao	Árbol	Pionera intermedia	Explosión
<i>Croton magdalenensis</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Sangregao	Árbol	Pionera intermedia	Explosión

Especie	Familia	Nombre local	Hábito	Tipo	Dispersión
<i>Croton smithianus</i>	Euphorbiaceae	Sangregao	Árbol	Pionera intermedia	Explosión
<i>Hyeronima macrocarpa</i> Muell-Arg.	Euphorbiaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Phyllanthus salviaefolius</i> Kunth	Euphorbiaceae		Árbol	Pionera intermedia	Explosión
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	Higuerillo	Árbol	Introducida	Explosión
<i>Sapium laurifolium</i> (A. Rich) Griseb.	Euphorbiaceae	Chirriador	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpland	Fagaceae	Roble	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pavón	Flacourtiaceae		Árbol	Pionera intermedia	Explosión
<i>Escallonia paniculata</i> (R. & P.) Roemer & Schultes	Grossulariaceae	Chilco	Árbol	Pionera intermedia	Explosión
<i>Billia columbiana</i> Planchon & Lindley	Hippocastanaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Calatola colombiana</i> Sleumer	Icacinaceae	Azulito	Árbol	Sucesión avanzada	Gravedad
<i>Juglans neotropica</i> Diels	Juglandaceae	Nogal	Árbol	Sucesión avanzada	Gravedad
<i>Lozania mutisiana</i> J. A. Schultes	Lacistemataceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Aniba</i> aff. <i>coto</i> (Rusby) Kostermans	Lauraceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Beilschmiedia costaricensis</i> (Mez & Pittier) C. K. Allen	Lauraceae	Aguacatillo	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Beilschmiedia towarensis</i> (Meisn.) Sa. Nishida	Lauraceae	Aguacatillo	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Cinnamomum triplinerve</i> (R. & P.) Kostermans	Lauraceae	Aguacatillo	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Lauracea</i> sp2.	Lauraceae	Laurel	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Lauracea</i> sp3.	Lauraceae	Aguacatillo	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Nectandra acutifolia</i> (Ruiz & Pavón) Mez	Lauraceae	Aguacatillo	Árbol	Pionera intermedia	Fauna

Especie	Familia	Nombre local	Hábito	Tipo	Dispersión
<i>Nectandra membranacea</i> (Swartz) Griseb.	Lauraceae	Amarillo	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae	Amarillo	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	Amarillo	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	Aguacatillo	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	Aguacatillo	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	Amarillo	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Persea americana</i> Miller	Lauraceae	Aguacate	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Eschweilera antioquiensis</i>	Lecythidaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Eschweilera bogotensis</i>	Lecythidaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth	Leguminosae		Árbol	Sucesión avanzada	Gravedad
<i>Dussia macrophyllata</i> (Donn. Sm.) Harms	Leguminosae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Leguminosae	Balú	Árbol	Cultivada	Cultivada
<i>Inga coruscans</i> Kunth	Leguminosae	Guamo	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Inga oerstediana</i> Bentham	Leguminosae	Guamo	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Inga</i> sp.	Leguminosae	Guamo	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Senna pistaciifolia</i> (Kunth) H. Irwin & Barneby	Leguminosae		Árbol	Pionera intermedia	Viento
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) Irwin & Barneby	Leguminosae		Árbol	Pionera intermedia	Ganado
<i>Adenaria floribunda</i> Kunth	Lythraceae		Árbol	Pionera intermedia	Explosión
<i>Lafoensia acuminata</i> (R. & P.) de Candolle	Lythraceae	Guayacán de Manizales	Árbol	Sucesión avanzada	Viento
<i>Pavonia spinifex</i> (L.) Cav.	Malvaceae		Arbusto	Pionera intermedia	Fauna

Especie	Familia	Nombre local	Hábito	Tipo	Dispersión
<i>Blakea princeps</i> var. <i>splendida</i> (Linden) Cogniaux	Melastomataceae		Árbol	Sucesión avanzada	Explosión
<i>Leandra melanodesma</i> (Naud.) Cogniaux	Melastomataceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Meriania quintuplinervia</i>	Melastomataceae	Tuno	Árbol	Sucesión avanzada	Viento
<i>Miconia caudata</i> (Bonpl.) de Candolle	Melastomataceae	Tuno	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae	Tuno	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae	Tuno	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Miconia squamulosa</i>	Melastomataceae	Angelito	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogniaux	Melastomataceae	Tuno	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill.	Melastomataceae	Siete cueros	Árbol	Pionera intermedia	Explosión
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turczaninow	Meliaceae	Cedro rosado	Árbol	Sucesión avanzada	Viento
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Siparuna aspera</i> (R. & P.) A. DC.	Monimiaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Siparuna laurifolia</i> (Kunth) A. de Candolle	Monimiaceae		Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	Moraceae	Lechero blanco	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Ficus andicola</i> Standl.	Moraceae	Caucho	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Ficus cuatrecasana</i> Dug.	Moraceae	Caucho	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Ficus cuatrecasana</i> Dugand	Moraceae	Caucho	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Ficus glabrata</i> Kunth	Moraceae	Caucho	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	Caucho	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna

Especie	Familia	Nombre local	Hábito	Tipo	Dispersión
<i>Morus insignis</i> Bureau	Moraceae	Salvio lechoso	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) C. Parra	Myricaceae	Laurel	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Morella pubescens</i> (H. & B. ex Willd.) Wilbur A.	Myricaceae	Laurel	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Ardisia</i> aff. <i>foetida</i> Willd.	Myrsinaceae	Cucharos	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Geissanthus</i> sp.	Myrsinaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Brown.	Myrsinaceae	Espadero	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron	Myrtaceae	Arrayan	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae	Arrayan	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae	Arrayan	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Guayaba	Árbol	Cultivada	Fauna
<i>Guapira myrtiflora</i> (Standl.) Little	Nyctaginaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Fuchsia boliviana</i> Carriere	Onagraceae		Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Bocconia frutescens</i> L.	Papaeraceae	Trompeto	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Passiflora arborea</i> Sprengel	Passifloraceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Phytolacca bogotensis</i> Kunth	Phytolaccaceae	Guaba	Arbusto	Pionera	Fauna
<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae	Cordoncillo	Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Piper aequale</i> Vahl.	Piperaceae	Cordoncillo	Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Piper bogotense</i> C. de Candolle	Piperaceae	Cordoncillo	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Piper calceolarium</i> C. de Candolle	Piperaceae	Cordoncillo	Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Piper crassinervium</i> Kunth	Piperaceae	Cordoncillo	Arbusto	Pionera intermedia	Fauna

Especie	Familia	Nombre local	Hábito	Tipo	Dispersión
<i>Piper glanduligerum</i> C. de Candolle	Piperaceae	Cordoncillo	Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Piper hispidum</i> Swartz	Piperaceae	Cordoncillo	Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Piper lacunosum</i> C. de Candolle	Piperaceae	Cordoncillo	Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Piper lancifolium</i> Kunth	Piperaceae	Cordoncillo	Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Piper marequitense</i> C. de Candolle	Piperaceae	Cordoncillo	Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Piper peltatum</i> L.	Piperaceae	Cordoncillo	Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Piper</i> sp.1	Piperaceae	Cordoncillo	Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Piper umbellatum</i> L.	Piperaceae	Cordoncillo	Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Nageia rospligiosii</i> (Pilg.) de Laub	Podocarpaceae	Romeron, Pino romeron	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Panopsis soaveolens</i>	Proteaceae	Yolombo	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Roupala obovata</i> Kunth	Proteaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Viento
<i>Roupala pachypoda</i> Cuatrecasas	Proteaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Viento
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	Rhamnaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Hesperomeles</i> sp.	Rosaceae	Mortiño	Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Prunus integrifolia</i> (C. Presl) Walp.	Rosaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Prunus</i> sp.	Rosaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Rubus</i> sp.	Rosaceae	Moras	Trepadora	Pionera intermedia	Fauna
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	Rubiaceae	Quina	Árbol	Pionera intermedia	Viento
<i>Guettarda crispiflora</i> Vahl	Rubiaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna

Especie	Familia	Nombre local	Hábito	Tipo	Dispersión
<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae	Laurel de monte	Arbusto	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Psychotria</i> sp.	Rubiaceae	Jazmin de monte	Arbusto	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Salicaceae		Árbol	Cultivada	Viento
<i>Cupania americana</i> L.	Sapindaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pavón) O. Kuntze	Sapotaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Gravedad
<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Gravedad
<i>Picrasma excelsa</i> (Sw.) Planchon	Simaroubaceae		Árbol	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Brugmansia candida</i> Pers.	Solanaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Cestrum ochraceum</i> Ruiz & Pavón	Solanaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Cestrum</i> sp.	Solanaceae		Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Cestrum tomentosum</i> L. f.	Solanaceae		Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	Solanaceae		Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Solanum ovalifolium</i> Dunal	Solanaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Solanum sycophantha</i> Dunal	Solanaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don.	Staphyleaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Freziera bonplandiana</i> Tul.	Theaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Freziera chrysophylla</i> Bonpland	Theaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Clavija</i> sp.	Theophrastaceae	Clavija	Arbusto	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Tiliaceae	Balzo	Árbol	Pionera intermedia	Viento

Especie	Familia	Nombre local	Hábito	Tipo	Dispersión
<i>Lozanella enanthophylla</i> (Donn. Sm.) Killip & Norton	Ulmaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Ulmaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Boehmeria caudata</i> Swartz	Urticaceae		Arbusto	Sucesión avanzada	Fauna
<i>Myriocarpa stipitata</i> Bentham	Urticaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Phenax uliginosus</i> Weddell	Urticaceae		Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaud.	Urticaceae		Arbusto	Pionera intermedia	Fauna
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Griseb.	Urticaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Aegiphila bogotensis</i> (Spreng.) Moldenke	Verbenaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Aegiphila novogranatensis</i> Moldenke	Verbenaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Cornutia pyramidata</i> L.	Verbenaceae		Árbol	Pionera intermedia	Fauna
<i>Cissus sycioides</i>	Vitaceae	Agraz	Trepadora	Pionera intermedia	Fauna

Mecanismos facilitadores para el establecimiento de las HMP

El vivero es uno de los mecanismos facilitadores más eficientes en el establecimiento de HMP. La necesidad de producir las cantidades de plantas requeridas para el establecimiento de herramientas de manejo del paisaje, con altos niveles de diversidad y altos niveles de calidad, le da gran valor al establecimiento de viveros temporales o permanentes.

Viveros para la estrategia de producción del material vegetal nativo

Viveros de Catalamonte y Roble Hueco

Se establecieron dos viveros, el primero ubicado en la vereda Catalamonte, municipio de Tena (Cundinamarca) en los alrededores de la laguna de Pedro Palo en el predio de la familia Sáenz, con capacidad para 5.500 plántulas. Allí se trabajaron 30 especies por rescate de plántulas. El segundo vivero se ubicó en la vereda de Roble Hueco, con capacidad para 18.000 plantas (Tabla 7.4).

Tabla 7.4. Listado de especies producidas para la implementación en los viveros de la Laguna y Roble Hueco por el método de rescate

Nombre regional	Nombre científico	Familia
Algodoncillo	<i>Alchornea glandulosa</i> Poit. & Baill.	Euphorbiaceae
Aguacatillo	<i>Beilschmiedia costaricensis</i> (Mez & Pittier) C. K. Allen	Lauraceae
Trompeto	<i>Bocconia frutescens</i> L.	Papaeraceae
Azulito	<i>Calatola colombiana</i> Sleumer	Icacinaceae
Mo	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambers	Clusiaceae
Guarumo	<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	Cecropiaceae
Palma de Cera	<i>Ceroxylon vogelianum</i> (Engel) N. Wendl.	Arecaceae
Quina	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	Rubiaceae
Palmicho	<i>Chamaedorea</i> sp.	Arecaceae
Lechero blanco	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	Moraceae
Clavija	<i>Clavija lehmannii</i> Mez	Theophrastaceae
Gaque	<i>Clusia</i> sp.	Clusiaceae
Sangregao	<i>Croton magdalenensis</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae
Balú	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Fabaceae
	<i>Geissanthus</i> sp.	Myrsinaceae
Granizo	<i>Hedyosmum bonplandianum</i> Kunth	Chloranthaceae
Balso	<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	Tiliaceae
Nogal	<i>Juglans neotropica</i> Diels	Juglandaceae
Laurel	<i>Lauracea</i> sp1.	Luraceae
Arboloco	<i>Montanoa quadrangularis</i> Schultz Bip.	Asteraceae
Salvio lechoso	<i>Morus insignis</i> Bureau	Moraceae
Arrayan	<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae
Espadero	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Brown.	Myrsinaceae
Aguacatillo	<i>Nectandra acutifolia</i> (Ruiz & Pavón) Mez	Lauraceae
Mano de Oso	<i>Oreopanax floribundum</i> Decne & Planc.	Araliaceae
	<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae
Roble	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpland	Fagaceae
Romeron	<i>Retrophyllum rospligiosii</i> (Pilg.) de Laub	Podocarpaceae

Nombre regional	Nombre científico	Familia
Madroño	<i>Rheedia</i> sp.	Clusiaceae
Higuerillo	<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae
	<i>Rubiaceae</i> sp1.	Rubiaceae
Chirriador	<i>Sapium laurifolium</i> (A. Rich) Griseb.	Euphorbiaceae
Lacre	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Clusiaceae
Laurel	<i>Lauracea</i> sp2.	Lauraceae
Aguacatillo	<i>Lauracea</i> sp3.	Lauraceae
Varios*		

Se realizaron múltiples recorridos de campo en los bosques aledaños a la laguna de Pedro Palo y se identificaron sitios potenciales para proveer de material vegetal. Más que para la recolección de semilla, los recorridos buscaban identificar árboles que han terminado su cosecha y que pueden proveer plántulas de un tamaño adecuado para las metas que se propusieron en el proyecto.

El material vegetal seleccionado se encontró especialmente en bordes de caminos y carreteras, potreros abandonados, bordes de caminos y áreas a las que en un futuro cercano se les hará mantenimiento, así como bajo la copa de árboles aislados en potreros y cultivos.

Dentro de la selección de material se escogieron especies nativas de rápido y lento crecimiento que fueron ubicadas en los corredores, cercas vivas y áreas de enriquecimiento. Los individuos seleccionados oscilan de tamaño entre 10 y 30 cm de altura, dependiendo de la especie y de su tolerancia al trasplante, así como la facilidad para el transporte entre el sitio de colecta (bordes de carreteras, rastrojos y potreros) hasta los viveros.

Vivero del municipio de Tibacuy

A manera de proceso piloto en el sector del DMI Peñas Blancas y El Subia, se estableció al interior del vivero municipal de Tibacuy, un sector de producción de especies nativas de la región, en el marco de un curso taller de viveros desarrollado con los representantes de los municipios aledaños a la reserva forestal Laguna Pedro Palo y los DMI Cerro Manjui y Cerro Peñas Blancas.

Se dejaron en el vivero 1.000 bolsas con plántulas obtenidas por rescate en las áreas de bosque y potreros aledaños; las especies habían sido previamente identificados de forma coordinada con los miembros de la Umata del municipio. El objetivo de esta actividad fue incentivar en todos los municipios participantes la propagación de especies nativas y la inclusión de las mismas en los procesos de reforestación y restauración que se realicen próximamente en sus territorios.

El rescate de plántulas, base para la obtención de las especies claves y el funcionamiento de los viveros

Una de las fuentes más importantes de propágulos en los bosques de montaña la constituyen las plántulas que se desarrollan bajo la copa de los árboles adultos, en áreas abiertas, en los sistemas productivos y las plantaciones comerciales. Mediante técnicas apropiadas de extracción y manejo se pueden lograr altos niveles de diversidad y de supervivencia a bajo costo y en menor tiempo. Esta técnica permite el manejo de especies amenazadas y de bajas densidades que no pueden ser colectadas de otras fuentes, el manejo de especies pioneras se facilita también por este medio.

Ésta fue una de las fuentes principales de propágulos con la que se abordó la propuesta, garantizando que el establecimiento de HMP y acciones de restauración se realizaran con especies nativas de la zona, permitiendo la conservación de la diversidad genética local y regional.

Implementación de las herramientas de manejo del paisaje

El establecimiento de herramientas se desarrolló siguiendo el esquema metodológico que garantiza su permanencia y efectividad biológica y socioeconómica. Esta secuencia de actividades está relacionada con las actividades descritas anteriormente, pero también con la priorización de los sitios para el establecimiento de las herramientas iniciales, así como de la priorización de los propietarios para el inicio de la propuesta en campo.

Establecer herramientas de manejo en campo requiere que la secuencia de actividades principales y secundarias estén concatenadas, y que los sitios priorizados para el inicio de las actividades puedan reflejar en corto tiempo los objetivos de la propuesta. Las herramientas propuestas en las siguientes líneas son aquellas que desde una vista general de la zona, la propuesta base, los objetivos de la propuesta y lo observado en la visita de campo pueden formar parte de la primera fase como herramientas claves para la construcción de un diseño de corredor biológico. Su diseño en campo está determinado por las negociaciones que se hicieron en campo durante la primera fase, y algunas de ellas requieren para su establecimiento de un período más largo dentro de ésta y la siguiente fase.

Para el establecimiento de HMP se emplearon 109 especies pertenecientes a 86 géneros y 55 familias botánicas. De las especies empleadas a lo largo de la fase de establecimiento, las pioneras intermedias representaron 59%, las especies de sucesión avanzada 36%, sólo 2% de las especies son pioneras y 3% son especies cultivadas como el balú (*Erythrina edulis*), el quebrabarrigo (*Trichanthera gigantea*), el nacedero (*Trichanthera gigantea*) y el sauco (*Sambucus peruviana*) (Figura 7.3).

Según el hábito o tipo de crecimiento de las especies empleadas en el establecimiento de las herramientas de manejo del paisaje, 85,3% son árboles, 11,9% arbustos y 2,8% palmas (Figura 7.4).

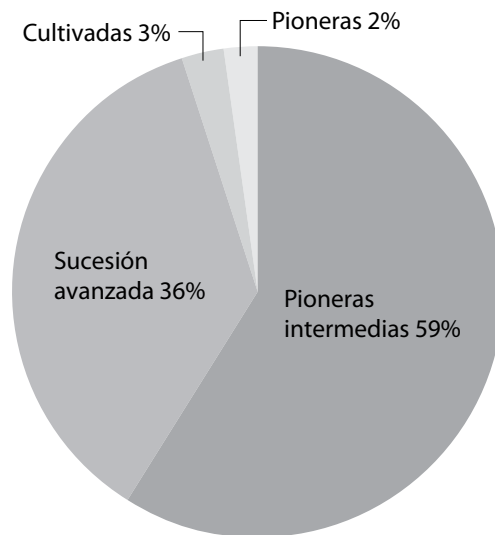


Figura 7.3. Distribución de las especies empleadas en el establecimiento de HMP según la etapa sucesional a la que pertenecen.

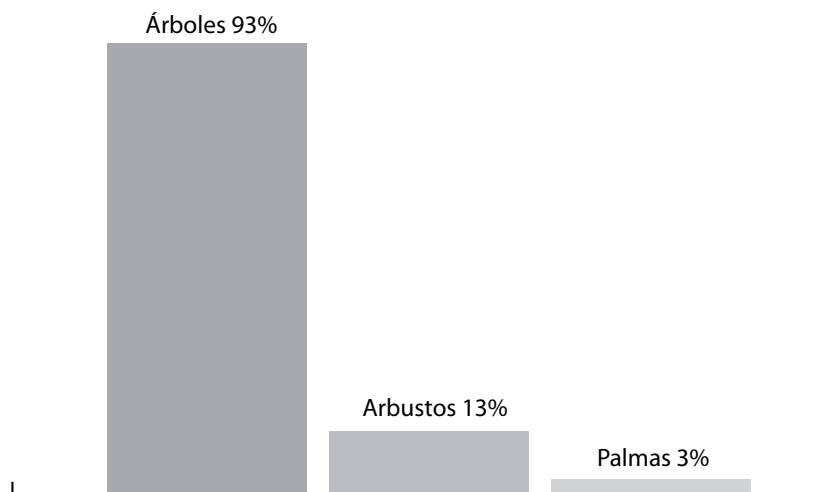


Figura 7.4. Distribución de las especies empleadas en el establecimiento de HMP según el tipo de crecimiento.

Herramientas de manejo del paisaje propuestas y establecidas

Diversificación y enriquecimiento de reforestaciones

La reforestación tradicional contempla el establecimiento de árboles en densidades que pocas veces superan los 1.600 (2,5x2,5 m) ó 1110 (3x3 m) árboles/ha. Aunque éste puede ser un esfuerzo interesante, no es un sistema eficiente puesto que no se hace un control efectivo sobre las pasturas, las cuales, a falta de mantenimiento, resultan limitando el desarrollo de las plantas sembradas; en el caso contrario, se incurre en grandes costos de mantenimiento para lograr sacar adelante una porción de las plantas sembradas.

Durante los últimos cinco años el Instituto Humboldt ha venido trabajando en el diseño de un esquema de restauración mediante el establecimiento de coberturas que no sólo aceleren los procesos de sucesión, sino que disminuyan el efecto de las pasturas sobre la supervivencia y el desarrollo de las plantas, produzcan recursos para la fauna, aceleren la creación de hábitat e incrementen la conectividad estructural. En algunos casos estas coberturas pueden estar dirigidas también a la producción de recursos para las fincas, como maderas o algún tipo de forrajes o frutos. El enriquecimiento de las reforestaciones se realiza con el fin de aumentar su diversidad, la complejidad estructural y el manejo de pasturas dentro de las plantaciones.

Cercas vivas

Incluye el mejoramiento de las existentes o la conversión de cercas muertas en cercas vivas. En este proceso se emplean especies nativas de rápido crecimiento; algunas de ellas deben producir recursos para la fauna. El uso de especies no nativas está determinado por la negociación con los propietarios, si se emplean, su siembra se hace de manera combinada junto a especies nativas. Las especies no nativas pueden ser productoras de forraje, madera, frutos u otro tipo de materiales. Algunas especies no nativas productoras de madera cumplen un papel muy importante al disminuir la presión sobre especies nativas del bosque.



Este tipo de especies es con frecuencia empleado en el establecimiento de cercas vivas y barreras.

En los 5,3 km de cercas vivas establecidos en esta fase del proyecto se utilizó un total de 1.739 estacaones vivos con capacidad de rebrote.

Enriquecimiento de rastrojos y bosques secundarios

El enriquecimiento de estos ecosistemas requiere de gran atención, puesto que es un proceso realizado exclusivamente con especies nativas, especialmente de estados avanzados e intermedios de sucesión. El tipo de especies es determinado de acuerdo con la composición de los bosques de la misma franja y condiciones del sitio a enriquecer. La dominancia de especies altamente competitivas y limitantes de procesos de sucesión como el chusque (*Chusquea scandens*) puede romperse mediante el uso de las especies apropiadas, como especies arbóreas de estados intermedios de sucesión.

Enriquecimiento de franjas de protección

Las franjas de protección de la laguna fueron plantadas con roble (*Quercus humboldtii*) y sauco (*Sambucus peruviana*), principalmente. Las altas densidades de siembra han impedido el establecimiento de otras especies, especialmente en los sectores más densos. Bajo el dosel de la cobertura plantada se han comenzado a establecerse numerosas especies dispersadas por aves y mamíferos, entre las que se encuentran al menos cinco especies de Lauraceae, varias Melastomataceae, Moraceae, Cecropiaceae, Rhamnaceae, Euphorbiaceae y Solanaceae, entre otras. Se requiere el enriquecimiento de estas áreas mediante la incorporación de otras especies que mejoren el hábitat y aumenten la diversidad. No es necesaria la eliminación de árboles de las especies plantadas. La sombra producida por estos es buena inductora para el desarrollo de especies de estados avanzados de sucesión que puedan establecerse mediante siembra o por dispersión.

Enriquecimiento de franjas riparias

Algunas de las franjas riparias y bosques de galería fueron incorporados a la propuesta general del corredor biológico; otras en cambio fueron mejoradas en su composición y ampliadas para que contribuyan en conectividad y hábitat al corredor. La incorporación de franjas riparias al corredor se hizo mediante la conexión de estas al corredor a través de la restauración de áreas que las separan del eje del corredor, mediante el mejoramiento de la calidad interna de la cobertura y el encerramiento. El manejo de plantas invasoras y el enriquecimiento con especies en estados avanzados de sucesión fueron contemplados como alternativas de manejo; de igual manera el encerramiento de áreas con presión por ganado.

Corredores de conexión

El diseño inicial contemplaba el establecimiento de un corredor con un ancho de 60 m, el cual tomaba como eje varias de las cañadas y bosques de galería existentes. El área aproximada del corredor principal de 67 ha, conectando los fragmentos de bosque del DMI con los dos fragmentos de bosque de la Reserva Pedro Palo. Los corredores de conexión que atraviesan sistemas productivos buscan tener el menor efecto sobre la producción, limitando el establecimiento de herramientas de mayor impacto como corredores o franjas de conexión a las cañadas, cercas vivas o sistemas productivos arbolados.

Cerramientos

Las franjas de conexión se aíslan mediante cercas de alambre de tres o cuatro hilos, usando estacones con alta capacidad de rebrote para disminuir costos por mantenimiento de cercas y hacerlas sostenibles en el tiempo. Los estacones para rebrote se usan en los intermedios entre los postes de la cerca muerta; en las cercas nuevas se busca que una buena proporción sea de estacones con rebrote sea empleada. De igual manera, se emplean especies para la producción de madera u otros recursos como una manera de buscar la sostenibilidad de la cerca en el tiempo.

Enriquecimiento con especies de estados intermedios y avanzados de sucesión

Este tipo de especies es un elemento clave en la aceleración de procesos de sucesión y en la sostenibilidad de los ecosistemas restaurados. Se basa en la asociación de especies con distintos requerimiento y oferta de recursos, así como de tipos de crecimiento y duración dentro de los ecosistemas restaurados. Se emplearon especies nativas; los arreglos espaciales de siembra correspondieron a una aproximación de la distribución natural de las especies en los bosques de la zona, información que se obtuvo a partir de muestreos rápidos sobre la composición y estructura de los bosques nativos locales.

Aumento de la conectividad en los potreros

Los árboles aislados, así como el establecimiento de franjas, parches o núcleos de árboles pueden contribuir enormemente al restablecimiento o al incremento de la conectividad en paisajes fragmentados. Algunos arreglos espaciales conducen al establecimiento de sistemas silvopastoriles, bancos de proteína, bancos de madera o bancos de leña. El tipo de especies se define en la negociación con los propietarios de los predios; en sistemas complejos se busca la combinación de especies nativas y especies no nativas. En algunos casos el establecimiento de plantaciones puras es requerimiento del propietario.

Los árboles aislados son una buena opción en requerimientos importantes en cuanto al tipo de plantas que se establezcan, a las especies, los tipos de crecimiento, la fase sucesional a la que corresponda, depredación por ganado, etcétera. Para la escogencia de las especies a emplear, como árboles aislados, puede haber mayores requerimientos que para las que se emplean en las cercas o en otros tipos de arreglos.

Cerramiento de bosques

Los bordes de los bosques reciben una presión constante por la penetración de ganado. En algunos casos éste puede entrar al bosque hasta cientos de metros desde el borde siguiendo los caminos y los claros creados por la extracción de árboles o por la caída natural de estos. El pisoteo y el ramoneo continuos impiden la regeneración del bosque, creándose "mangamontes" que cada vez se regeneran menos. En otros casos, la entrada del ganado a las cañadas y los bosques es una causa importante de contaminación de las aguas. El encerramiento de los bosques fue una manera de buscar su recuperación, al restringir la entrada del ganado los bordes inician un proceso rápido de regeneración a partir de los propágulos existentes y del rebrote de las plantas sobrevivientes del pisoteo. Sin embargo, es necesaria la siembra de árboles para lograr mayor densidad e incrementar la diversidad de los bordes y áreas afectadas. Se debe utilizar una buena proporción de estacones vivos de especies nativas que garanticen la permanencia de las cercas. El uso de los árboles marginales del bosque como soporte de la cerca no siempre es posible por la forma irregular de los fragmentos y los bordes.

Lo visto en campo muestra que en general los bosques son usados por el ganado y los caballos, de igual manera las franjas riparias y áreas que forman parte de la propuesta de corredor. Las reforestaciones también están siendo usadas como sitios de pastoreo como lo evidencian la dominancia de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y las huellas del ganado en su interior. Si el pastoreo no se suspende, estas reforestaciones se convierten en sistemas silvopastoriles que no cumplen con el propósito para el que fueron establecidas.

Un primer paso luego de la definición de las áreas definitivas del corredor fue la identificación de los sitios críticos por la presencia de ganado para proceder a su aislamiento mediante cercas de alambre de púas.

Protección de nacimientos y humedales

La protección de humedales y nacimientos es un componente crítico en los programas convencionales de reforestación, gracias a las especies que se siembran, al tipo de material vegetal utilizado y los arreglos espaciales. Generalmente se utilizan especies que no son capaces de sobrevivir bajo condiciones de alta saturación de humedad o en otros casos especies consideradas comúnmente como inapropiadas para estos fines.

La restauración y protección de este tipo de coberturas se basa en el empleo de especies capaces de desarrollarse bajo estas condiciones, que disminuyan la proliferación de especies invasoras y mantengan la biodiversidad típica de estas formaciones. El tipo de especies a emplear en el establecimiento de herramientas para la protección de estos ambientes es determinado de acuerdo con inventarios rápidos de la composición florística de estas formaciones en la zona. Una de las primeras acciones fue el encerramiento, el cual se hace con estacones vivos y la siembra de árboles en las márgenes como barrera de protección.

Manejo de problemas erosivos y sectores de altas pendientes

Los sitios con procesos erosivos son tratados como el primer paso con el fin de mejorar sus condiciones y establecer en ellos una cobertura en el menor tiempo. Los sectores con altas pendientes requieren ser restaurados a través de la siembra de especies pioneras intermedias como *Croton*; algunos de ellos permiten la conexión entre fragmentos, la ampliación de franjas de protección, el ensanchamiento de los corredores o el establecimiento de sistemas distintos a pasturas poco productivas.

El establecimiento de sistemas productivos distintos a la ganadería o cultivos de corto plazo en sitios pendientes y con tendencia a la erosión debe ser negociado con los propietarios de los predios. En cambio, plantaciones mixtas de especies forestales y especies nativas, así como bancos de forrajes pueden ser establecidos en la zona del DMI.



Manejo de especies invasoras

El manejo de invasoras es un aspecto clave para el sostenimiento de las herramientas de manejo del paisaje y el éxito de las estrategias de restauración. Manejar pasturas, por ejemplo, asegura la disminución del efecto “barrera” que especies altamente agresivas como el pasto kikuyo pueden ejercer en los ecosistemas restaurados. En la restauración y reforestación convencionales se realizan siembras a densidades bajas sin que se haga control efectivo de las pasturas, sin embargo, en los casos en que se hace, estas áreas son rápidamente invadidas por la misma u otras especies que pueden ser iguales o más agresivos que la especie inicial.

El manejo de invasoras fuertemente agresivas requiere del diseño de estrategias de restauración capaces de desarrollar en corto tiempo

una obertura efectiva en la producción de sombra, biomasa y condiciones para el establecimiento de especies con medianos y altos requerimientos microambientales y de suelo.

Como una parte importante de las estrategias de restauración se emplearon en esta fase especies pioneras, plántulas y plántulas capaces de competir con las pasturas, evitando mantenimientos y facilitando la aceleración de procesos sucesionales. Densidades por encima de 3.000 árboles/ha garantizan una cobertura rápida y apropiada para el manejo de pasturas agresivas y persistentes, favoreciendo el desarrollo de especies con requerimientos mayores y proporcionando recursos para la fauna. El uso de especies de rápido crecimiento aseguró una rápida transformación de áreas abiertas en bosque, la creación de hábitats incipientes que empiezan a ser colonizados y la producción de recursos. En la primera fase del manejo de pasturas se emplearon especies nativas pioneras o especies introducidas de rápido crecimiento, baja capacidad invasiva y alta capacidad competitiva en sus fases iniciales de desarrollo.

Restauración a partir de plántulas

El uso de plántulas de especies nativas ha ido empleado en varias regiones del país por parte del equipo de Paisajes Rurales para la restauración de ecosistemas. El uso de este tipo de propágulos se basa en el rápido desarrollo que se puede obtener, altas tasas de colonización de algunas especies, alta

oferta de este tipo de material en los ecosistemas naturales y agroecosistemas, bajo costo de establecimiento, altas tasas de supervivencia, se pueden lograr altos niveles de diversidad, aceleración de procesos de sucesión y aceleración en la producción de recursos para la fauna, entre otros.

El manejo de plantones para restaurar permite obtener altas densidades de plantas en campo, con un rápido y eficiente manejo de las pasturas. Durante la implementación de HMP se trasplantaron 3.337 plantones para el establecimiento de conectores. Para el fortalecimiento de cercas vivas y el mejoramiento de coberturas en franjas riparias, el mayor uso de los plantones se hizo sobre áreas de pastizal de kikuyo que fueron incorporadas a la propuesta de conservación (Tabla 7.5).

Tabla 7.5. Listado de especies establecidas en campo por plantones.

Especie	Familia
<i>Alchornea glandulosa</i> Poit. & Baill.	Euphorbiaceae
<i>Bocconia frutescens</i>	Papaveraceae
<i>Brugmansia candida</i> Persoon	Solanaceae
<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	Cecropiaceae
<i>Cordia cilindrostachya</i>	Boraginaceae
<i>Croton magdalenensis</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae
<i>Cupania</i> sp.	Sapindaceae
<i>Cyathea</i> sp.	Cyatheaceae
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Fabaceae
<i>Hedyosmum bonplandianum</i> Kunth.	Chlorantaceae
<i>Heliocharpus popyanensis</i> Kunth	Tiliaceae
<i>Lauracea</i> spl.	Lauraceae
<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae
<i>Montanoa quadrangularis</i>	Asteraceae
<i>Morus insignis</i>	Moraceae
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.	Myrsinaceae
<i>Nectandra acutifolia</i>	Lauraceae
<i>Oreopanax floribundum</i> Decne & Planch.	Araliaceae
<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae
<i>Piper</i> sp.	Piperaceae

Especie	Familia
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpland	Fagaceae
<i>Retrophyllum rospligiosii</i> (Pilg.) de Laub	Podocarpaceae
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	Rhamnaceae
<i>Sapium laurifolium</i> (A. Rich.) Griseb.	Euphorbiaceae
<i>Solanacea</i> sp1.	Solanaceae
<i>Solanum aphiodendron</i>	Solanaceae
<i>Solanum ovalifolium</i> Dunal	Solanaceae
<i>Trema micrantha</i> (L.) Luma	Ulmaceae

Conversión de pasturas a cobertura boscosa

La ampliación de las franjas riparias para el establecimiento del corredor, así como las áreas de potrero que se definieron como parte del corredor tienen que ser restauradas mediante técnicas que permitan la eliminación de las pasturas y el establecimiento de coberturas más diversas en composición y estructura. Diversas estrategias de restauración fueron empleadas buscando la aceleración de procesos de sucesión que condujeran a una transformación rápida, económica y efectiva desde el punto de vista biológico y ecológico.

Parches de colonización

Los parches de colonización son una estrategia de gran valor en la transformación de potreros en bosque. Algunos investigadores han trabajado este tema buscando transformar coberturas utilizando grupos de árboles para este fin, en algunos casos complementándolos con el establecimiento de perchas artificiales. Sin embargo, estos procesos no han sido lo suficientemente rápidos y efectivos debido principalmente al tipo de especies que se utilizan y a las densidades tanto de plantas como de parches.

Para la construcción de parches de colonización se dispuso de áreas pequeñas dentro de los conectores (2x4 m, 3x3 m), en una densidad aproximada de 50 parches por hectárea. En cada uno de ellos se eliminó la pastura de manera mecánica (azadón) y se picó el suelo para que sirviera de sustrato para las semillas que se depositaron posteriormente. Existen dos maneras de establecer los parches, uno mediante la siembra de plántulas, otro con el uso exclusivo de semillas, en ambos casos utilizando especies arbustivas y arbóreas pioneras intermedias. *Verbesina nudipes*, *Smallanthus pyramidalis*, *Smallanthus riparius*, *Montanoa quadrangularis*, *Baccharis nitida*, *Baccharis latifolia*, *Austroeupatorium inulaefolium* (Asteraceae), *Heliocarpus americanus* (Tiliaceae), *Miconia* spp. (Melastomataceae), So-

lanum spp. (Solanaceae), *Piper* spp. (Piperaceae), entre otras, se encuentran entre las especies cuyas semillas hacen parte de la mezcla con la cual se establecen los parches de colonización.

En el primer esquema, se plantaron entre 20–30 plántulas por parche con alturas no menores de 50 cm. En el segundo se esparcieron semillas de una mezcla de especies pioneras intermedias (Asteraceae, Melastomataceae, Piperaceae) disponibles en el momento, que posteriormente se taparon con los residuos de las pasturas retiradas. Éste es un proceso sencillo y muy efectivo, que permite la creación de parches a través de los cuales se disminuye la dominancia de las pasturas, se genera hábitat y conectividad. Las perchas en este esquema son sustituidas por el trasplante de plántulas de especies arbóreas intermedias.

Diseño de un plan de seguimiento de la estrategia de restauración y las HMP establecidas

A través de las evaluaciones en campo se obtiene información sobre el éxito en el establecimiento de las herramientas y de las estrategias de restauración. De igual manera, datos de seguimiento tomados durante y después del establecimiento ofrecen información sobre la efectividad biológica y socioeconómica de las herramientas. Sitios de seguimiento se definen durante el establecimiento de las herramientas y de las estrategias de restauración que se empleen en la zona.

Las tasas de supervivencia, por ejemplo, son una variable clave a evaluar en el establecimiento de plántulas, rescate y trasplante de plántulas, siembra de árboles en campo y establecimiento de cercas con estacas vivas. El tamaño de la muestra y el número de sitios son definidos en campo; los datos obtenidos en las fases iniciales del establecimiento permiten tomar medidas correctivas a corto plazo para mejorar la eficiencia de la implementación. La información obtenida es clave en la documentación del proceso y en las evaluaciones a mediano y largo plazo.

El establecimiento de herramientas de manejo del paisaje y de estrategias de restauración para la transformación de áreas abiertas en bosque tiene en la primera fase un componente importante de colonización y manejo de invasoras que debe ser complementado en la fase siguiente. Los procesos de restauración mediante el esquema de aceleración de sucesión buscan que en la primera fase se eliminen o disminuyan los efectos de plantas invasoras o altamente colonizadoras, la monodominancia de grupos poco productivos ecológicamente es reemplazada por sistemas en los cuales un nuevo grupo de especies debe colonizar y establecerse para permitir el desarrollo de condiciones apropiadas para el establecimiento de especies con mayores requerimientos.

La siembra de especies de estados avanzados de sucesión, especies amenazadas, y en general especies de lento crecimiento sólo se realiza como una segunda fase y bajo condiciones recreadas en la primera fase mediante el uso de especies pioneras efímeras e intermedias.

Impactos para la conservación

Las herramientas de manejo del paisaje tienen grandes impactos para la conservación de biodiversidad, la generación de hábitats y el incremento de la conectividad en el paisaje. Se han hecho contribuciones importantes al incremento de las poblaciones de especies amenazadas de árboles, pero lo más relevante es la contribución que se hace para el mejoramiento y la creación de hábitats para el desarrollo y establecimiento de especies con altos requerimientos de hábitat en cañadas y franjas de bosque que antes se encontraban fuertemente perturbadas por el ganado.

La conectividad lograda a través de las herramientas contribuye a aumentar el hábitat disponible para especies de aves y mamíferos en la zona. Los esfuerzos de conservación que ha venido haciendo la CAR y otras instituciones, junto a los propietarios asociados a la Red de Reservas de la Sociedad Civil y los no asociados, se han enfocado hacia los remanentes de bosque, algunas áreas en regeneración y el área de la laguna de Pedro Palo. Por otro lado, la creación de la reserva forestal protectora, la compra de predios por parte de los municipios en el cerro de Manjui y sus alrededores, así como la creación del DMI buscaban en su momento incrementar el área protegida en la región. Este proyecto toma todos estos elementos y el trabajo de varios años para lograr acuerdos entre los propietarios y conectar estos

esfuerzos de conservación en la región, aumentando de manera efectiva las áreas conservadas mediante estrategias que permitieron su conectividad.

Esta primera fase, ya consolidada, aporta una nueva área conectada de 30,54 ha y conexiones secundarias a través de 5,3 km de cercas vivas. El corredor propuesto y establecido en la región permite la movilidad de especies de flora y fauna a través de las franjas riparias de vegetación, los sistemas productivos y áreas naturales en un gradiente que se extiende desde cerca de los 2.000 m, hasta los 3.200 m de elevación. El tipo de especies usadas en los enriquecimientos de bosques, así como en el establecimiento de cercas vivas, áreas de conectividad y restauración de franjas riparias incrementan la oferta de recursos para la fauna y generan opciones de conectividad al interior del área conservada y los sistemas productivos. Permite además conectar áreas relictuales de bosque que se encontraban



aisladas del resto de la zona, aumentando las posibilidades de conservación para muchas especies de árboles fuertemente amenazadas por destrucción de hábitat, ausencia de dispersores y uso.

Tiene gran importancia el proceso que se desarrolló con los propietarios y las comunidades; los esfuerzos, antes asumidos casi de manera solitaria por la CAR, se vieron apoyados de manera efectiva por propietarios de predios claves, pero además de pequeños propietarios y la comunidad, que vieron en esta propuesta y en la metodología planteada una posibilidad viable para la conservación en la zona, conservación de manera participativa. El apoyo recibido, además de la receptibilidad de la propuesta fueron determinantes en el diseño y establecimiento de las herramientas, vista la propuesta como una opción distinta que tenía en cuenta los esfuerzos de las comunidades y los propietarios, para sumarlos a los de las instituciones y los municipios.

Especies como el colibrí *Coeligena prunellei* encontrarán mejores posibilidades de supervivencia en el paisaje gracias al efecto que pueda tener el establecimiento de corredores de conexión entre las áreas de bosque, de los remanentes y robledales a través de franjas riparias y de una mayor oferta de recursos para las especies frugívoras de la zona gracias al uso de especies de capaces de producir recursos en corto tiempo (Solanaceae, Melastomataceae y Moraceae), y otras que los producirán a más largo plazo y de manera constante, aumentando las posibilidades de sostenibilidad en el tiempo (Lauraceae, Melastomataceae, Moraceae, otras).

A pesar de los avances es necesario continuar en la consolidación de la propuesta incorporando nuevas áreas, enriquecimiento con especies de estados avanzados de sucesión en las franjas de conexión y bosques secundarios de la zona, enriquecimiento de reforestaciones convencionales monoespecíficas, seguimiento y evaluación de las herramientas establecidas. Asimismo, existe un muy buen ambiente en la comunidad sobre el establecimiento de herramientas de manejo del paisaje; algunos líderes han sido identificados y con ellos se ha avanzado en la definición de nuevas oportunidades para la conservación en la zona, en la definición de sitios claves y en el manejo y socialización de un nuevo concepto.

Curso-taller sobre establecimiento y manejo de viveros de especies nativas y planeación del paisaje rural en los municipios del área de influencia de la Reserva Forestal de Pedro Palo, el cerro de Manjuí y el cerro Peñas Blancas, Tibacuy (Cundinamarca)

En Tibacuy se realizó un curso-taller sobre el establecimiento y manejo de viveros de especies nativas y restauración ecológica, entre los días 25 y 28 de agosto de 2009. Fueron invitados los municipios del área de influencia del sector de la laguna de Pedro Palo, cerro Manjuí y Cerro Peñas Blancas, organizaciones locales, personas de la comunidad y campesinos interesados en los temas. El objetivo fue mejorar las bases para el reconocimiento, la selección, el manejo y la producción de especies nativas

en vivero, mediante diferentes técnicas que hacen parte de un proceso sencillo, práctico y eficiente en términos biológicos y económicos. Se capacitó a los asistentes en las técnicas apropiadas para iniciar procesos de restauración ecológica y el establecimiento y manejo de viveros con especies nativas y se dieron bases sencillas para el reconocimiento en campo de coberturas, especies amenazadas, especies claves en procesos de conservación y especies claves en la producción de recursos para la fauna y la restauración en ecosistemas andinos.

Conclusiones y aprendizajes del proceso

Diversos comentarios, todos favorables a la propuesta y a su desarrollo, fueron hechos por las personas de la comunidad y los propietarios de los predios. Algunos de ellos se presentan a continuación.

- Buen concepto de las especies que se están trabajando porque no se había tenido reporte de sembrar especies nativas de la región y que además se aprovechen los individuos que se encuentran en los sitios que por alguna razón se van a perder.
- El manejo de plántones o trasplantes de árboles es algo nuevo para ellos y les parece muy bien.
- Los propietarios de los predios agradecen el tenerlos en cuenta para los trabajos en sus fincas y que se les tiene en cuenta las recomendaciones en las siembras.
- Las personas vinculadas al proyecto: propietarios, administradores, obreros y conocedores del mismo aprueban la metodología de trabajo y comentan las experiencias de reforestación vividas en sus veredas, las especies y la forma en que lo hicieron
- Para el proyecto el contacto directo y el proceso de socialización con las comunidades es fundamental.
- Las buenas relaciones con los habitantes de la región, especialmente con las personas que poseen buenas aptitudes para el trabajo, es un requisito básico.

Juan Pablo Saiz, finca la Tartaria:

- Es como un sueño hecho realidad pues en su finca quería hacer los enriquecimientos, cercas vivas y corredores que se hicieron, que había hecho gestión para hacerlo y la respuesta no fue la que esperaba y que de repente venga alguien y le ofrezca justo lo que soñaba con su predio fue lo mejor, porque se preocupa por el agua que posee y las personas que viven en la parte baja de su vereda se puedan beneficiar además de enriquecer su propiedad y aumentar la cobertura vegetal, las especies que se trasplantaron fueron apropiadas pues veía como en la carretera y el camino muchas de las especies se pierden por no ser reubicadas en sitios apropiados.
- Felicitaciones por el trabajo hecho y todo el empleo que se generó de forma directa porque fue él quien realizó los trabajos de aislamientos de los sectores destinados y la ganancia de valoración que en su predio se hizo, además de la preocupación que personas de fuera y las instituciones están mos-

trando en la actualidad y metodología porque de esta forma las especies propias se ven beneficiadas sin dejarlas perder o traer otras que no son propias, mejor dicho sus plantas que son de aquí siguen aquí y se mantienen sin mucho cambio.

- Las ganancias recibidas por él en la elaboración de trabajos sirven para mejorar la calidad de vida y la de su finca al poder aumentar la mano de obra para mejorar su propiedad.

Jaime Roa:

- No esperaba que las instituciones se involucraran de una forma tan directa en los procesos de siembra de árboles y que además generaran una ganancia directa personal al realizar los trabajos en su finca.

José Moreno:

- Aunque ya estaba conservando la ronda (bosque alrededor de la quebrada), es mucho mejor cuando la CAR destina una parte de su presupuesto para conservar lo que se tiene y que de alguna forma les devuelve parte de sus impuestos y colabora para mejorar lo que ya se tiene.

Álvaro Mendoza:

- Qué bueno saber que la presencia de las instituciones esté dirigida hacia las personas que viven permanentemente en la región y no hacia las personas que vienen de fuera.
- El beneficio como tal en siembra de árboles se refleja en los sitios sin cambiar la forma como se veía antes y como se ve ahora, pues no hay presencia de árboles de fuera.

Rogelio Gutiérrez

- La metodología de trabajo es apropiada en cuanto a que las personas propietarias de los sitios a intervenir pueden realizar los trabajos y de esta forma reciben una ganancia directa, además de hacer el trabajo a su gusto y con mejor calidad pues es su predio el que resulta beneficiado mejorando su nivel de calidad.
- La intervención de las instituciones en los procesos de restauración debe ser directa y que los propietarios sean los primeros en ser beneficiados en los ingresos sin que esto afecte la economía de la región. El respeto de las directrices en la metodología propuesta por parte de los propietarios es bien recibida, sin dejar de lado las sugerencias que ellos a su vez proponen y cambios que puedan ser beneficiosas para lograr los objetivos del proyecto.
- La falencia más notoria fue que las personas de la región no son muy dispuestas a trabajar por jornales, prefieren trabajar bajo contratos ya que sus ganancias son mejores. Por tal razón fue necesario traer mano de obra de otra región, aunque fue lo más indicado, porque las personas saben y tienen la experiencia para que las herramientas a implementar finalicen con buena calidad y en el término que se propone.

Literatura citada

- Allen M.F. y E.B. Allen. 1992. Development of mycorrhizal patches in a successional arid ecosystem. In: Read J.D., D.H. Lewis, A.H. Fitter y I.J. Alexander (Eds.). *Mycorrhizas In Ecosystem*. C.A.B. International, Wallingford UK. Pp:164-169.
- Botti, C. 1999. Principios de la propagación y técnicas de propagación por estacas. Pp 72 -82. En: Manejo tecnificado de invernaderos y propagación de plantas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 161 pp.
- Chacón, M. y C. Harvey. 2004. Contribution from live fences to the structure and connectivity of a fragmented landscape, Rio Frio, Costa Rica. VI Semana científica del CATIE.
- Connell, J. H. y M.D. Lowman 1989. Low-diversity tropical forests: some possible mechanisms for their existence. *American Naturalist* 134:88-119.
- Connell, J.H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals in rain forest trees. Pp. 298-312. En: P. Den Bour & P. Gradwell (eds.). *Dynamics of Populations*. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR y Andean Geological Services Ltda. 2005. Formulación Participativa del Plan Integral de Manejo del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables de Sector Salto del Tequendama – Cerro Manjui. pp 1266.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. Sin Publicar. Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Protectora Productora Laguna de Pedro Palo.
- Hart, T.B. 1990. Monospecific dominance in tropical rain forests. *Trends in Ecology and Evolution* 5(1):6-11.
- Janzen, D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104:501-528.
- Mahecha, G., A. Escobar, D. Camelo, A. Rozo y D. Barrero. 2004. *Vegetación del Territorio CAR: 450 Especies de sus Llanuras y Montañas*. 1 Ed. Colombia. pp. 871.
- Santelices, R. 1998. Propagación vegetativa del hualo *Nothophagus glauca*, mediante estacas procedentes de rebrotes de tocón. Tesis magister en Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Postgrado. Santiago, Chile.
- Santelices, R. y C. García. 2003. Efecto del ácido indolbutírico y la ubicación de la estaca en el rebrote de tocón sobre la rizogénesis de *Nothophagus alessadrii* Espinosa. *Bosque* 24(2):53-61.
- Torti, S.D. y P.D. Coley. 1999. Tropical monodominance: a preliminary test of the ectomicorrhizal hypothesis. *Biotropica* 31(2):220-228.
- Vargas, W.G. 2002. Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Universidad de Caldas. Manizales Colombia. 813 p.

Vargas, W.G. 2008. Evaluación de la capacidad de rebrote en once especies arbóreas andinas, su potencial en el establecimiento de cercas vivas y en la aceleración de procesos de sucesión y restauración. En: Evaluación de dos estrategias de restauración, su aplicación y evaluación en el establecimiento del corredor Barbas-Bremen, Quindío. Universidad del valle, Programa biología, Maestría en ciencias. Tesis. Santiago de Cali.

Wilson, C.L. y W.E. Loomis. 1968. Botánica. Primera edición. Unión Tipográfica Hispano-Americana. México.



Diagonal 28A N° 15 - 09 • Tel. (57-1) 320 2767
Bogotá D.C., Colombia • www.humboldt.org.co



Autoridad Ambiental con Alternativas de Desarrollo



Carrera 7 N° 36-45 • Tel. (57-1) 3209000
Bogotá, Colombia • www.car.gov.co

