

## HERRAMIENTAS DE MANEJO DEL PAISAJE QUE GARANTICEN LA CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL ENTRE LAS RESERVAS FORESTAL BOSQUE DE YOTOCO Y LA RESERVA FORESTAL LA ALBANIA, VALLE DEL CAUCA



## **HERRAMIENTAS DE MANEJO DEL PAISAJE QUE GARANTICEN LA CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL ENTRE LAS RESERVAS FORESTAL BOSQUE DE YOTOCO Y LA RESERVA FORESTAL LA ALBANIA, VALLE DEL CAUCA**

Convenio Inter-Administrativo de Cooperación Técnica No. 121

### **Autores**

Fabio H. Lozano  
Paula C. Caycedo  
Elizabeth Jiménez  
William Vargas  
Ana María Vargas  
Diana Patricia Ramírez  
Carlos Andrés Cardona  
Javier Eduardo Mendoza



Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

Octubre 29 de 2007

## RESUMEN

La fragmentación de hábitats nativos en la región Andina producto de las actividades humanas es uno de los mayores problemas que afectan la supervivencia de la biodiversidad nacional. Infortunadamente, el sistema de áreas protegidas no contiene una muestra representativa de la diversidad de todo el país y muchas especies salen de las reservas en busca de alimento, pareja o para su dispersión y migración natural. Además, algunas otras sobreviven en pequeños fragmentos fuera de las reservas. Es de vital importancia que la conservación de las reservas involucre una visión a escala de paisaje que busque recuperar la conectividad perdida entre los fragmentos de bosque, facilitar el movimiento de las especies en el paisaje y disminuir el aislamiento de las poblaciones. En este documento se presenta una propuesta de estrategia integral de conservación basada en la construcción de un corredor biológico entre las reservas forestales Bosque de Yotoco y La Albania en el Valle del Cauca. El corredor es una herramienta de manejo del paisaje (HMP) que surge como iniciativa para mejorar la conectividad estructural y funcional entre las reservas, ampliar y mejorar la cantidad de hábitat para las especies, ofrecer recursos como alimento, sitios de percha y anidación que faciliten el movimiento de las especies entre las reservas. Al favorecer el movimiento de las especies, se disminuye el riesgo de aislamiento de las poblaciones, y se aumenta la posibilidad de intercambio genético entre estas, favoreciéndose el mantenimiento y conservación de la diversidad de las reservas en el tiempo. Mejorar la conexión entre los bosques involucra necesariamente la restauración de áreas que han sido degradadas o transformadas con el fin de recuperar su cobertura arbórea. La propuesta de corredor con 50 m de ancho implica restaurar aproximadamente 31.25 ha que actualmente se encuentran en sistemas productivos (cafetales asociados, pastizales, otros cultivos, etc), constituyendo en total un sistema de conservación de 902 ha que conecta e incluye a las dos reservas forestales Yotoco y La Albania. En total esta propuesta involucra 46 predios privados con los que se debe iniciar una fase de negociación predial participativa para permitir la implementación del corredor sin afectar la producción ni los ingresos de los propietarios. La propuesta que se presenta incluye un diagnóstico de la estructura espacial del paisaje donde se espera construir el corredor; la priorización de sitios con base en sus atributos biológicos y socio-económicos, que serán conectados mediante faenas de restauración ecológica basada en sucesión secundaria; la implementación de



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

mecanismos facilitadores como un vivero de especies nativas y de herramientas complementarias que compensen a los propietarios privados por los posibles costos de oportunidad que este corredor pueda causar. Esta propuesta incluye además un conjunto inicial de indicadores para el seguimiento y evaluación de la eficacia de la estrategia en sus múltiples ámbitos.

**Palabras Clave:** Paisaje Rurales, Identificación de Oportunidades, Corredor Biológico, Vivero de Especies Nativas, Conectividad a Escala de Paisaje, Conservación de Especies.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
Distribución de los organismos de acuerdo a las características del paisaje	9
Los corredores biológicos	12
La restauración ecológica basada en sucesión secundaria	14
Los estados de perturbación intermedia ¿un objetivo alcanzable de la restauración?	16
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>16</b>
<b>JUSTIFICACION</b>	<b>17</b>
<b>METODOS</b>	<b>18</b>
Área de Estudio	18
Geología	18
Geomorfología	20
Suelos	21
Pendientes	22
Cobertura Vegetal	23
Información predial	24
Reserva Forestal Bosque de Yotoco	25
Reserva Forestal La Albania	25
Evaluación del Estado del Conocimiento de la Biodiversidad	26
Caracterización Socioeconómica	27
Descripción de la muestra	27
Diseño de la encuesta	28
Priorización de sitios con base en el porcentaje de cobertura boscosa	29
Indicador de viabilidad socioeconómico	29
Diseño de las herramientas De Manejo Del Paisaje Propuestas	30
Escala de trabajo	30
Metodología para diseñar la propuesta de corredor biológico entre las Reservas Forestales Bosque de Yotoco y La Albania	31

<b>RESULTADOS</b>	<b>33</b>
<b>EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DE BIODIVERSIDAD</b>	<b>33</b>
<b>Estado Del Conocimiento De La Biodiversidad De Las Reservas Forestales Bosque De Yotoco Y La Albania</b>	<b>33</b>
<b>Caracterización socioeconómica</b>	<b>44</b>
<b>ESCENARIOS PARA LAS HERRAMIENTAS DE MANEJO DEL PAISAJE QUE GARANTICEN LA CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL ENTRE LAS RESERVAS FORESTAL BOSQUE YOTOCO Y LA RESERVA FORESTAL LA ALBANIA</b>	<b>45</b>
<b>Priorización de sitios con base el porcentaje de cobertura boscosa</b>	<b>45</b>
<b>Indicador de viabilidad socioeconómico</b>	<b>46</b>
<b>Análisis de disposición a participar del proyecto de corredor de conservación</b>	<b>48</b>
<b>Herramientas de Manejo del Paisaje Propuestas para Aumentar la Conectividad Estructural Entre las Reservas Forestal Bosque Yotoco y la Reserva Forestal La Albania</b>	<b>50</b>
<b>Análisis de los patrones espaciales del paisaje en el área del corredor biológico entre las reservas forestales Bosque de Yotoco y La Albania</b>	<b>50</b>
<b>Análisis de conectividad estructural potencial</b>	<b>55</b>
<b>Propuesta de Diseño del Corredor Biológico Yotoco – La Albania</b>	<b>58</b>
<b>Alternativas frente a la doble calzada de la vía Buga – Buenaventura</b>	<b>63</b>
<b>Herramientas Complementarias y Mecanismos Facilitadores</b>	<b>69</b>
<b>Sistemas agroforestales permanentes y cercas vivas</b>	<b>70</b>
<b>Sistemas silvopastoriles</b>	<b>70</b>
<b>Enriquecimiento de guadales</b>	<b>70</b>
<b>Cerramiento y enriquecimiento</b>	<b>70</b>
<b>Franjas de protección</b>	<b>71</b>
<b>Mecanismos Facilitadores</b>	<b>71</b>
<b>Mecanismos facilitadores dirigidos a predios vinculados al Proyecto</b>	<b>72</b>
<b>Otros mecanismos facilitadores</b>	<b>74</b>
<b>ESTRATEGIA DE RESTAURACIÓN BASADA EN LA ACELERACIÓN DE LA SUCESIÓN VEGETAL E IMPLEMENTAIÓN DE UN VIVERO DE ESPECIES NATIVAS</b>	<b>78</b>
<b>Establecimiento de un vivero para el corredor biológico Reserva Forestal</b>	<b>79</b>



<b>Bosque de Yotoco – Reserva Forestal La Albania</b>	
¿Qué tipo de vivero establecer y por qué?	79
El sitio	79
La ubicación	79
Un lugar seguro	79
Que se faciliten las evaluaciones	80
Manejo del vivero	81
Material a propagar, estrategias de propagación	81
Propagación por estacas	81
Propagación por semillas	82
El rescate de plántulas de especies nativas	82
La capacidad de producción del vivero	83
<b>PROPUESTA INICIAL DE INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN BIOLÓGICA</b>	<b>84</b>
Identificación de ensamblajes de aves indicadores para el monitoreo y evaluación de la eficacia biológica del corredor Yotoco – La Albania	84
Evaluación y seguimiento de la vegetación en las áreas restauradas	91
Las lauráceas como grupo indicador	91
Evaluación y seguimiento de la vegetación en el vivero	92
Fase 1. Propagación	92
Fase 2. Manejo en vivero	93
Fase 3. Siembra	93
Fase 4. Seguimiento	94
<b>LECCIONES APRENDIDAS</b>	<b>97</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>98</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>98</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>100</b>

## INTRODUCCIÓN

La fragmentación de hábitat es un proceso a escala de paisaje en el cual un hábitat específico es progresivamente subdividido en fragmentos más pequeños y más separados (McGarical & Cushman 2002) los cuales quedan inmersos dentro de una matriz de hábitat de origen antrópico (Kattan & Murcia 2003). Con la fragmentación muchos de los patrones de movimiento que las especies desarrollan para su búsqueda diaria de alimento, defensa de territorios, búsqueda de pareja o para su dispersión y migración se ven interrumpidos aislando individuos o sub-poblaciones no sólo física sino genéticamente. La búsqueda de soluciones para recuperar la conectividad perdida entre fragmentos de bosque es una estrategia de vital importancia para la supervivencia a largo plazo de muchas poblaciones y especies a todas las escalas.

## DISTRIBUCIÓN DE LOS ORGANISMOS DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL PAISAJE

Una parte muy importante para entender la necesidad y verdadera utilidad de una herramienta de manejo del paisaje, específicamente un corredor biológico, es conocer que aspectos condicionan o determinan la distribución espacial y el movimiento de las especies a través de los paisajes. Los efectos de la transformación de hábitat en la vida silvestre dependen de la interacción entre la escala a la cual el organismo funciona en el paisaje, los patrones de distribución y abundancia del organismo en el paisaje y como ellos son afectados por la transformación de hábitat (Kattan & Murcia 2003).

La transformación del paisaje afecta los patrones de diversidad debido a la modificación en: la estructura espacial de las poblaciones a través de cambios en los patrones de movimiento de los individuos, la distribución espacial de los recursos, el uso de hábitat y la selección de hábitat relacionada con la densidad-dependencia (Morris 1995 and Tischendorf et al. 2005). En todos estos casos los bordes y la composición de la matriz del paisaje juegan un papel importante en la dirección, magnitud y frecuencia de los flujos de organismos (movimientos) entre parches, dándole al paisaje su dinámica. Los bordes, que varían en permeabilidad, pueden controlar las tasas de emigración e inmigración, así también como el acceso de las especies a los recursos. Igualmente, la matriz ejerce control sobre procesos a escala de paisaje, ya que dependiendo de lo apropiada que sea para algunas especies, se fomentará o entorpecerá la conectividad estructural y biológica y el uso de recursos que en ella se encuentran (Brooks 2003). Adicionalmente, el interior de los parches juega un papel importante en estos procesos, debido a diferencias en su resistencia al movimiento (viscosidad del parche) o en su capacidad de atraer a los individuos (Wiens et al. 1997).

Los tipos de movimiento de los animales son diferentes a diferentes escalas espaciales y determinadas características de configuración (Tabla 1). Además, los eventos individuales de movimiento y los patrones de dicho movimiento en paisajes heterogéneos serán diferentes dependiendo de si el organismo se mueve buscando alimento o pareja (Ims 1995).



Para plantas con flor el movimiento está relacionado con la dispersión a través de polen o semillas, para colonizar nuevos hábitats, incrementando así la distribución local de la especie. Los patrones de movimiento en plantas son condicionados a los patrones y posibilidades de movimiento de los dispersores de semillas y polinizadores o en el caso de síndromes de dispersión por viento y agua al azar. No obstante, en todos estos casos es el hábitat el que selecciona qué especies estarán presentes.

Diferentes teorías y modelos para tratar de entender los patrones de movimiento como respuesta a la heterogeneidad espacial han sido desarrollados: búsqueda óptima, forrajeo óptimo, selección y dispersión de hábitat y modelos de difusión y caminata aleatoria. Sin embargo, la extrapolación de patrones de movimiento a través de escalas enfrenta falta de información empírica (Ims 1995) (Tabla 2).

Cuando el paisaje es transformado por fragmentación o pérdida de hábitat, los patrones de movimiento se ven también afectados, debido a que la probabilidad de cruzar nuevos y diferentes límites será diferente entre especies generalistas y especialistas de hábitat. Este último grupo de especies son generalmente afectadas de forma severa por la transformación de hábitat (Kattan & Murcia 2003). Para animales, la probabilidad de cruzar límites (hábitat – matriz y viceversa) y la velocidad a la cual el organismo responde a la fragmentación pueden ser importantes para definir la densidad en los parches y los nuevos patrones de distribución después del disturbio (Tischendorf et al. 2005). Para plantas, la modificación del paisaje puede modificar (aumentar o disminuir) la predación de semillas (Donoso et al. 2003) y así la distribución futura de algunas especies de plantas.

Cuando los patrones y eventos de movimiento están relacionados con la búsqueda de alimento, es clave entender cómo la distribución espacial de los recursos condiciona los movimientos y la distribución de especies. Adicionalmente, para explicar la presencia y abundancia de especies no basta con sólo conocer las condiciones locales del hábitat, se deben considerar también los efectos de la forma de los bordes y las características del paisaje alrededor del parche (Turner 2005).

Tabla 1. Tipos de movimiento de especies animales y estructuras espaciales que los influyen clasificados de acuerdo con una escala espacial jerárquica (Ims 1995).

Escala Espacial	Tipo de Movimiento	Estructura Espacial
Parche de recurso	Búsqueda de alimentos específicos (forrajeo)	Distribución del alimento específico Tamaño y forma del parche de recurso Obstrucciones a pequeña escala
Parche de habitat	Búsqueda de parches, ruteo (traplining), patrullaje de territorios	Configuración del parche de alimento refugio Factores abióticos y topografía
Mosaico de parches (paisaje)	Dispersión	Características de parche (ej. Tamaño, forma, separación) Características de paisaje (ej. conectividad, dispersión)
Región	Migración	Topografía a gran escala Barreras a gran escala

Tabla 2. Principales características de las diferentes teorías que buscan explicar los patrones de movimiento a las escalas espaciales que les son relevantes (Ims 1995).

Teoría	Rango de Escala	Estructuras Espaciales	Factores Biológicos	Unión con procesos de población o comunidad
Búsqueda óptima	Parche de recursos – Rango de acción	Recursos alimenticios / refugio y marcas territoriales	Estado interno de los individuos	Ninguna
Forrajeo óptimo	Parche de recursos – Rango de acción	Recursos alimenticios / refugio	Estado interno, competencia y predación	Demografía
Selección y dispersión de hábitat	Parche de hábitat – Mosaico	Forma del parche y los bordes Conectividad y configuración de parches	Estructura social y densidad poblacional	Demografía y dinámica de poblaciones
Modelo difusión y caminata aleatoria	Dentro del parche – Región	Mosaico de hábitat apropiados y no apropiados	Usualmente ninguno	Dinámica de poblaciones e invasiones biológicas

El estudio de los patrones de movimiento une la ecología del paisaje con la teoría de metapoblaciones (Kattan & Murcia 2003) y a su vez a ésta con el uso individual del espacio (ej. comportamiento de forrajeo, dispersión) (Wiens et al. 1993). Tomando el modelo más sencillo con sólo tres parches, dos de ellos aptos para reproducción y el tercero como un parche de transición (donde los individuos pueden moverse o habitar allí, pero no reproducirse), el movimiento parche – específico por individuo por unidad de tiempo ( $\theta_1$ ) está dado en términos de las características de cada uno de los parches de reproducción (el área de cada parche ( $A_1$  y  $A_2$ ), el perímetro de cada parche ( $B_1$  y  $B_2$ ), la densidad de individuos en cada parche ( $x_1$ ,  $x_2$ ) y la tasa de crecimiento neto de la población dentro de cada parche ( $f_1(x_1)$ ,  $f_2(x_2)$ ) y la tasa de emigración parche específica de los individuos o la probabilidad que los individuos encuentren el borde del parche 2 ( $\varphi_1$ ). Esto da como resultado la proporción de individuos que dejan el parche 1 y llegan al parche 2 o inmigración ( $p$ ), contando con la proporción de individuos que se pierden en la ruta de movimiento y nunca alcanzan el parche 2 ( $1 - p$ ) (Fig. 1 tomada de Wiens et al. 1993) Las pérdidas de emigrantes ( $1 - p$ ) dependerán de la distancia que haya entre los parches 1 y 2.

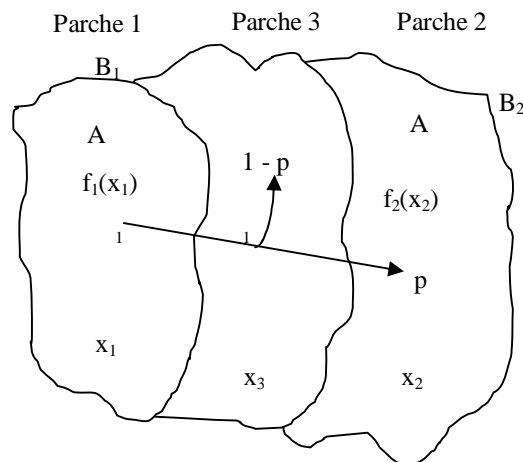


Figura. 1. Gráfico que representa la unión entre la dinámica poblacional y la distribución de la densidad entre dos parches de reproducción en un mosaico (parches 1 y 2), a través de un tercer parche de transición (parche 3). Tomado de Wiens et al. 1993.

## LOS CORREDORES BIOLÓGICOS

El término “Corredor biológico”, muy de moda en la última década, no tiene aún definición clara. En la literatura se encuentran diversas definiciones, desde las netamente estructurales (Forman & Godron 1986, Etter 1991), pasando por otras amarradas a objetivos estrictos de conservación de especies (Beier & Noss 1998) hasta llegar a las que utilizan la figura de corredor biológico como un eje articulador en estrategias de planificación ambiental del territorio (Miller et al. 2001). Lejos de la discusión sobre la utilidad de este tipo de herramienta de manejo del paisaje, la cual ya se considera superada (Noss 1987; Beier & Noss 1998; Hobbs & Wilson 1998), el enfoque y los objetivos de lo que se llame “corredor biológico” condicionarán el alcance y recursos en tiempo y dinero necesarios, para comenzar a ver transformaciones sobre el paisaje y mucho más sobre las percepciones, valoraciones y cogniciones de las comunidades locales. Al tamaño del corredor son proporcionales el número de conflictos socio-ambientales relacionados.

Aunque hasta hace varios años la recomendación de algunos autores era la de enfocar la construcción de un corredor en una o varias especies (Soulé 1991), pues esto facilitaría la resolución de preguntas como dónde debe hacerse el corredor, especies a utilizar en su construcción (según dietas), entre otras, la falta de información sobre autoecología, distribuciones y dinámicas metapoblacionales en el trópico y en especial para determinados grupos biológicos hace que se deba tener en cuenta que la construcción de un corredor no puede tener como objetivo la conservación de una especie, sino que las especies son más bien los indicadores que en diferentes etapas de desarrollo del corredor ayudarán a medir la salud del ecosistema y la eficacia de esta herramienta para la conectividad biológica entre áreas de bosque.

Los corredores se pueden constituir en piezas importantes dentro del funcionamiento del paisaje jugando papel clave en el mantenimiento de dinámicas metapoblacionales (Hanski 1997; Moilanen & Hanski 1998), efecto rescate (Brown & Kodric-Brown 1977), dinámicas fuente-sumidero (Pulliam 1988; Pulliam & Danielson 1991; Kristan III 2003), oferta complementaria o suplementaria de recursos (Dunning et. al 1992; Taylor et al. 1993), o cumplir función como piedras de paso (Forman 1997). Sin embargo, conviene aclarar que los corredores son un tipo de conector estructural del paisaje, lo que hace que sea más importante evaluar la conectividad per se, ya que un corredor no siempre asegura la conectividad biológica, la cual es fundamental para la conservación de la biodiversidad (Bennet 1999).

Para llevar a cabo un proceso de restauración ecológica es necesario evaluar la potencialidad para revertir los estresores, lo cual depende de qué componentes y procesos están siendo afectados. El proceso puede ser relativamente simple y limitarse a eliminar o controlar el factor que restringe los componentes bióticos del sistema. En estos casos sólo será necesario el cerramiento con alambre de púas o sembrando plantas de mora en altas densidades para impedir la entrada de ganado u otros animales domésticos y permitir la sucesión natural. Por otro lado, si los efectos en los componentes bióticos tienen efectos adicionales o afectan procesos críticos en el ecosistema, entonces remover el o los factores que restringen no es suficiente (Hobbs & Norton 1996). En ese momento, se deben tomar las acciones adicionales que sean necesarias, por ejemplo reintegrar de la mejor forma posible los componentes del ecosistema perdidos, aumentar la conectividad en el paisaje (a través de faenas de restauración ecológica basada en sucesión secundaria -Guariguata & Ostertag 2003-), en sistemas hídricos eliminar las conexiones erradas de aguas negras o recuperar la cobertura vegetal protectora, eliminar el proceso de relleno con materiales de desecho en cuerpos de agua, evitar la pérdida de cobertura vegetal nativa, entre otros (Mendoza 2001). Entre los procesos evaluados empíricamente que pueden constituir barreras para la sucesión se pueden citar, la disponibilidad de semillas (Toh et al. 1999; Wunderle Jr. 1997), depredación de semillas (Nepstad et al. 1996), establecimiento y crecimiento de plántulas afectada por competencia con la vegetación del sitio como pueden ser especies introducidas de alta resistencia e invasibilidad, helechos, gramíneas o en algunos casos Asteráceas (Zahawl & Augspurger 1999), limitaciones por nutrientes (Aide & Cavelier 1994; Rhoades et al. 1998) y micorrizas (Cuenca et al. 1998).

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).

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 RESTAURACIÓN ECOLÓGICA BASADA EN SUCESIÓN SECUNDARIA**

La sucesión es una consecuencia de la perturbación. Las perturbaciones naturales y originadas por el hombre alteran los niveles de recursos disponibles y la eficiencia del reclutamiento de las especies. La escala de la perturbación y la intensidad juegan un papel muy importante, pues los sitios pequeños y poco perturbados tienden a recuperarse más rápidamente. La sucesión secundaria es un proceso mediante el cual la vegetación ocupa un sitio que fue previamente deforestado y se define por cambios temporales en estructura de la vegetación, composición florística y diversidad de especies (Guariguata & Ostertag 2003). En otras palabras, acelerar procesos de sucesión significa hacerlos más cortos en el tiempo, tratando de reproducir condiciones de composición y estructura de bosques de mayor edad. La aceleración de la sucesión como técnica de restauración ecológica puede hacerse por varias vías, 1) mediante la siembra de especies catalizadoras en monocultivo, en altas densidades y con un manejo a través de raleos que permitan diversidad de ambientes y un incremento de la riqueza, 2) El uso de plantaciones poliespecíficas con manejo posterior, 3) La siembra de especies pioneras nativas en altas densidades, con enriquecimientos, 4) la siembra de especies de estados sucesionales avanzados en los bosques secundarios.

La restauración debe ser vista como un proceso dinámico en el tiempo que aunque utiliza ecosistemas de referencia para la orientación de algunas de sus acciones, como la selección de especies (Aronson et al. 1995; Aronson & Le Floch 1996; White & Walter 1997), no debe pretender recuperar condiciones históricas que nunca se repetirán, aún teniendo todas las especies originales de un lugar (Luhn & Pimm 1993). La restauración ecológica completa es posible que sea una meta inalcanzable, pero se debe tener muy claro que tan cerca de la situación deseada se quiere y se puede llegar (Mendoza 2001).

La restauración ecológica a escala de paisaje permite incrementar los valores de conservación en paisajes excesivamente fragmentados o transformados (Baker 1994; Hobbs & Norton 1996), para proveer hábitat adicional, áreas de amortiguamiento y para aumentar la posibilidad de movimiento de las especies a través del establecimiento de corredores que unan fragmentos remanentes (Hobbs 1993). Además, al enfrentarse al problema desde una perspectiva sistémica que involucra metodologías de trabajo científico, comunitario y de negociación permite generar acciones concretas donde la restauración sea un componente clave dentro de una estrategia de conservación amplia y sólida.

Cinco aspectos son importantes en un proceso de restauración ecológica (Hobbs & Norton 1996):

1. Identificar los agentes que lideran la degradación.
2. Desarrollar métodos para reversar o aminorar la degradación o la declinación

3. Determinar unas metas realistas para el restablecimiento de especies y funciones del ecosistema, reconociendo ambos: las limitaciones ecológicas de la restauración y las barreras socioeconómicas y culturales de este establecimiento.
4. Desarrollar una forma fácil y observable para medir el suceso.
5. Desarrollar técnicas y herramientas prácticas para implementar estas metas de restauración a una escala acorde con el problema.

La revegetalización, es uno de los pasos clave y más comunes en un programa de restauración ecológica. Esta consiste en la siembra activa de vegetación nativa acorde con el ecosistema a restaurar, teniendo en cuenta un ecosistema de referencia y el conocimiento de la zona (Mendoza 2001). En los ambientes donde se haya perdido la cobertura vegetal y el suelo haya sido degradado por procesos de relleno o erosión, éste será el punto inicial a recuperar ya que de la calidad en términos de fertilidad química o microbiológica depende el éxito de los programas de revegetalización (Aide & Cavelier 1994). En algunos casos extremos se deberá recurrir a la siembra previa de especies de rápido crecimiento con el fin de recuperar la materia orgánica perdida (Parrotta 1992). En casos donde sean cuerpos de agua los comprometidos, el primer paso será sin lugar a dudas, limpiar y dragar el sistema, además de eliminar la entrada de aguas contaminadas.

En el país se han empleado diversas estrategias en la protección de cuencas, áreas de reserva y bosques en los Andes colombianos, siendo la siembra o reforestación y la regeneración natural las más utilizadas. Los esquemas convencionales de reforestación consisten en la siembra de árboles a densidades entre 600 y 1600 árboles/ha, con arreglos espaciales de siembra, el empleo de pocas especies y protocolos tanto para la siembra como para el mantenimiento de las plantaciones. Estas han sido empleadas como una estrategia de conservación de cuencas y en el establecimiento de bosques protectores y bosques mixtos en muchas regiones.

Este tipo de plantaciones se realiza bajo criterios de bosque protector - productor con especies comerciales como pino, ciprés, eucalipto, guadua y algunos árboles nativos. Emplear especies conocidas 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, la mayoría de las especies nativas tienen bajas tasas de crecimiento en sus etapas iniciales incluyendo la de vivero. Entre los factores de fracaso se encuentran la siembra de especies de interior a libre exposición, bajas densidades de siembra, los tamaños reducidos de las plantas empleadas, así como los efectos de los plateos sobre el lavado de nutrientes, la compactación y la erosión. Estos elementos no han sido lo suficientemente documentados pero producen grandes pérdidas de material vegetal y de recursos. 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 buenos resultados.

## **LOS ESTADOS DE PERTURBACIÓN INTERMEDIA ¿UN OBJETIVO ALCANZABLE DE LA RESTAURACIÓN?**

Niveles intermedios de perturbación permiten una mayor tolerancia a 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 solo intermedias no son capaces de sobrevivir a perturbaciones fuertes, las especies de interior no sobreviven a condiciones adversas de ambiente. De lo que se trata es de crear diversidad de ambientes mediante la combinación de especies de estados sucesionales distintos, con distintos niveles de tolerancia, productividad y capacidad de adaptación.

## **ANTECEDENTES**

El Instituto de Investigaciones en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) viene ejecutando desde el año 2001, el proyecto “Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad en los Andes Colombianos”, iniciativa que busca generar información y desarrollar estrategias interinstitucionales para conocer, conservar y usar sosteniblemente la biodiversidad.

Una de las zonas de trabajo de este proyecto en los Andes, ha sido el Departamento del Valle del Cauca. En este sentido, el IAvH en trabajo conjunto con otras instituciones y en colaboración de la CVC, ha generado procesos investigativos orientados a identificar oportunidades de conservación en el paisaje rural cafetero en el municipio de El Cairo, a partir de los resultados de dicho proceso investigativo, se adelantó la implementación de herramientas de manejo del paisaje en conjunto con la Corporación Serraniagua.

Así mismo se llevó a cabo la identificación de oportunidades de conservación en el paisaje rural ganadero en la cuenca media del río Nima, y avances en el desarrollo de un proceso para el rescate de especies amenazadas del bosque seco de valle geográfico del río Cauca; identificando e implementando estrategias de recuperación y restauración en colaboración con el INCIVA. Por último, con el programa de biología de la Universidad del Valle se adelantan conjuntamente investigaciones ecológicas para orientar estrategias de conservación de los relictos de bosque seco del valle geográfico del río Cauca.

Otra de las zonas de intervención del Instituto Humboldt, es la ventana de paisaje rural ganadero en el cañón del Río Barbas (municipio de Filandia – Quindío), donde la experiencia

de cuatro años de trabajo en el diseño, negociación, implementación y evaluación de los corredores biológicos y herramientas de manejo de paisaje entre la Reserva Forestal de Bremen y el cañón del río Barbas, se convierte en la base conceptual y metodológica que podría sumar al proceso que se pretende adelantar en el Valle del Cauca.

Actualmente, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC y el Instituto Humboldt a través del grupo de Paisajes Rurales, en el marco del convenio de cooperación interinstitucional # 208, dan continuidad al proceso iniciado en la cuenca media del río Nima para la implementación de herramientas de manejo del paisaje (HMP), mediante el incremento de la conectividad estructural entre los bosques subandinos remanentes del paisaje ganadero en esta cuenca.

## JUSTIFICACIÓN

El Valle del Cauca conserva actualmente una alta riqueza biológica y ecosistémica, que incluye bosques andinos, altoandinos y de niebla, bosques de tierras bajas, humedales y bosques secos. Se calcula que actualmente sólo el 19.4% de los bosques andinos se encuentra dentro del sistema nacional de áreas protegidas (Arango et al. 2003). Dentro de los bosques andinos y altoandinos de la cordillera occidental la reserva forestal bosque Yotoco tiene especial importancia ya que con sus 559 ha es un parche grande que aún contiene muchas especies animales y vegetales de hábitos restringidos e importantes para conservación debido principalmente a que se encuentran bajo alguna categoría de amenaza. Entre estas especies se pueden citar: Aves como la pava caucana (*Penelope perpinox*), la tångara de siete colores (*Chlorochrysa nitidissima*), el dacnis turquesa (*Dacnis bartlaubi*), la perdíz colorada (*Odontophorus hyperythrus*) (Renjifo et al. 2002). Anfibios como la rana de lluvia del Ruíz (*Eleutherodactylus ruizi*) y la rana venenosa del Cauca (*Dendrobates bombetes*) (Rueda-Almoacid et al. 2004) y mamíferos como el mico de noche andino (*Aotus lemurinus*) (Rodríguez-Mahecha et al. 2006), entre otras muchas especies. Así, los históricos procesos de transformación, especialmente para el establecimiento de pasturas y algunos cultivos que han relegado a los bosques nativos a pequeños fragmentos en los sitios mas empinados o siguiendo el curso de quebradas, ha generado aislamiento en algunas poblaciones animales y vegetales, convirtiendo a la reserva forestal bosque Yotoco en algo cercano a una isla rodeada por una mosaico de sistemas productivos, algunos de ellos que debido a su alta diferencia fisiológica con los bosques general alta resistencia al movimiento de especies, especialmente aquellas propias de interior de bosque. El establecimiento del corredor biológico Yotoco - La Albania permitirá recuperar parte de la conectividad estructural y biológica perdida, ya que incrementará la permeabilidad de la matriz del paisaje facilitando el movimiento de especies entre las dos reservas forestales y parches de bosque intermedios entre ellas, convirtiéndose en más hábitat disponible para que individuos de múltiples especies cumplan sus funciones diarias y de dispersión disminuyendo la probabilidad de extinción local. Además ésta, como una estrategia integral de manejo del paisaje no pasa sólo por la conservación de especies silvestres, también considera las comunidades habitantes de estos paisajes y procura que su calidad de vida incremente armonizando su relación con la naturaleza, preservando y valorando los bienes y servicios ambientales que se derivan de ella y compensando, mediante instrumentos de política, los posibles costos de oportunidad generados por las actividades de conservación, fomentando así

una mejor producción agropecuaria que sea fuente de empleo y prosperidad económica de los habitantes de esta área creando un verdadero paisaje sostenible.

## MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a una zona de 19.826 Ha aproximadamente, localizada en los municipios de Darien y Yotoco, Valle del Cauca (Fig. 3), que contiene las reservas forestales del Bosque Yotoco y La Albania y se ubica en las coordenadas planas origen Bogotá:

$$\begin{aligned} X_{\min} &= 733.000 \\ X_{\max} &= 746.000 \\ Y_{\min} &= 915.000 \\ Y_{\max} &= 932.000 \end{aligned}$$

Esta área hace parte de las cuencas Piedras, Calima, Mediacanoa, Yotoco y Dagua.

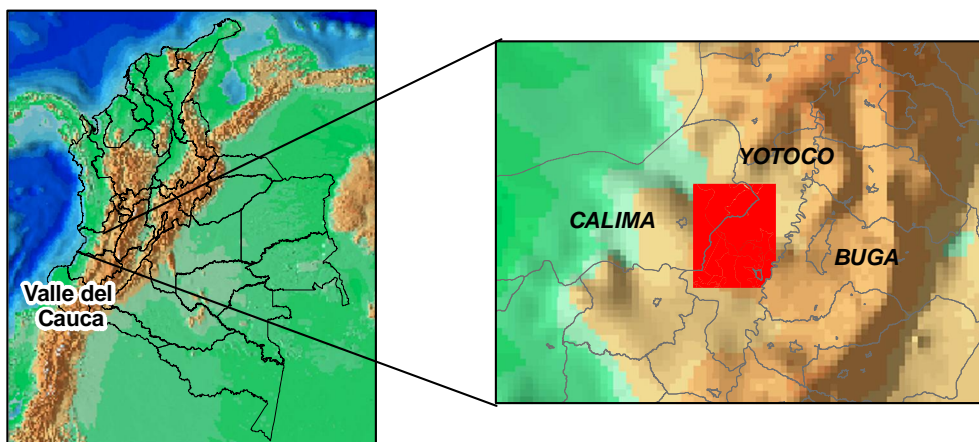


Figura 3. Localización general área de estudio.

### Geología

La zona de estudio se encuentra ubicada en la cordillera occidental flanco oriental, constituida principalmente por rocas ígneas del Cretáceo Superior. Se encuentra conformada por 9 unidades geológicas (Fig. 4):

1. **Ke**, formación espinal, Lodolitas silicio arcillosas con intercalaciones de chert-wacas
2. **Kg**, intrusitos ind denominados, ocupan solamente el 0.37% del área de estudio ubicándose en la parte norte en el municipio de Calima.
3. **Kgv**, gravo del río Volcán, Gravos, ocupan el 0.33% del área de estudio ubicándose en la parte norte en los límites del municipio de Calima y Yotoco.

4. **Kv**, unidad de rocas ígneas básicas constituidas esencialmente por basaltos, por flujos de basalto, lavas almohadillas, siloes y diques diabásicos, se presentan además intercalaciones delgadas de rocas sedimentarias esencialmente lutitas silíceas, lodositas y crees negras. Esta unidad es la más representativa en área dentro de la zona de estudio ya que corresponde al 54.41%, se encuentra en los municipios de Calima y Yotoco, adicionalmente dentro de esta unidad se ubica la reserva forestal La Albania y un alto porcentaje de la distancia del trazado de las dos propuestas de corredor.
5. **Qal**, Aluviones. Llanuras de inundación. Material poco consolidado no cementado, de composición limo-arcillosa con abundante materia orgánica, se localiza en el costado sur y ocupa el 5,10 % del área de estudio, se localiza en el municipio de Yotoco.
6. **Qc**, Depósitos coluviales, gravas, arenas limos y arcillas, ocupa solamente el 0,24% del área de estudio ubicado en el municipio de Yotoco en la zona de piedemonte.
7. **Qca**, Conos aluviales, compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas, ocupan el 5,10% de la zona de estudio, en el municipio de Yotoco.
8. **Ql**, depósitos de lateritas, fragmentos de roca en matriz arcillosa. Se encuentra en el municipio de Yotoco y ocupa el 7,02% del área de estudio. Sobre esta unidad geológica se ubica la reserva de Yotoco y el resto del trazado de las propuestas de corredor.
9. **Ql/Kv**, lateritas de la formación volcánica, arcilla limosa, arcilla saprolítica, corresponde al 26,99% del área de estudio, se ubica en los municipios de Yotoco y Calima, sobre esta unidad se ubica el Lago Calima.

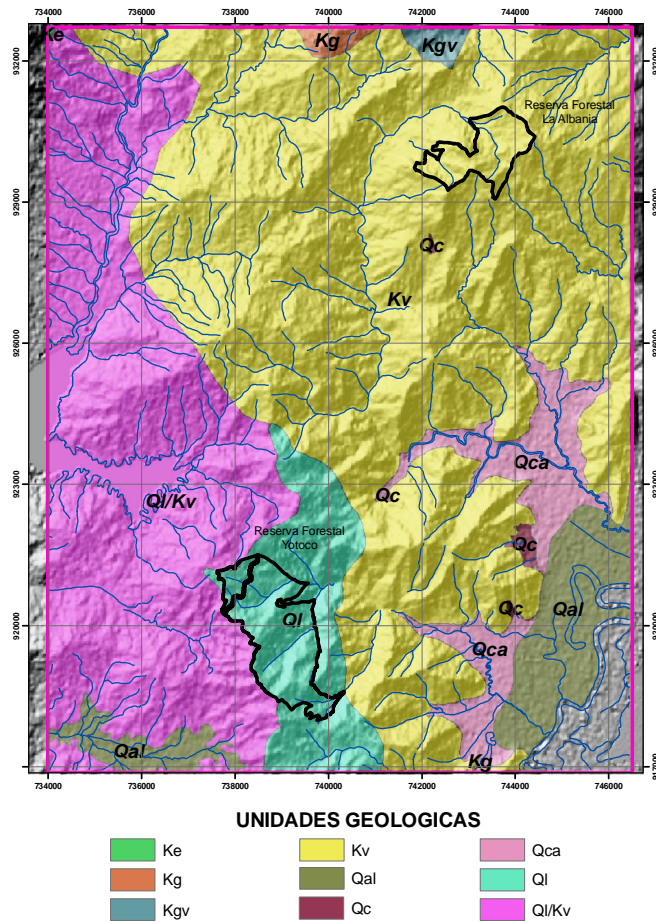


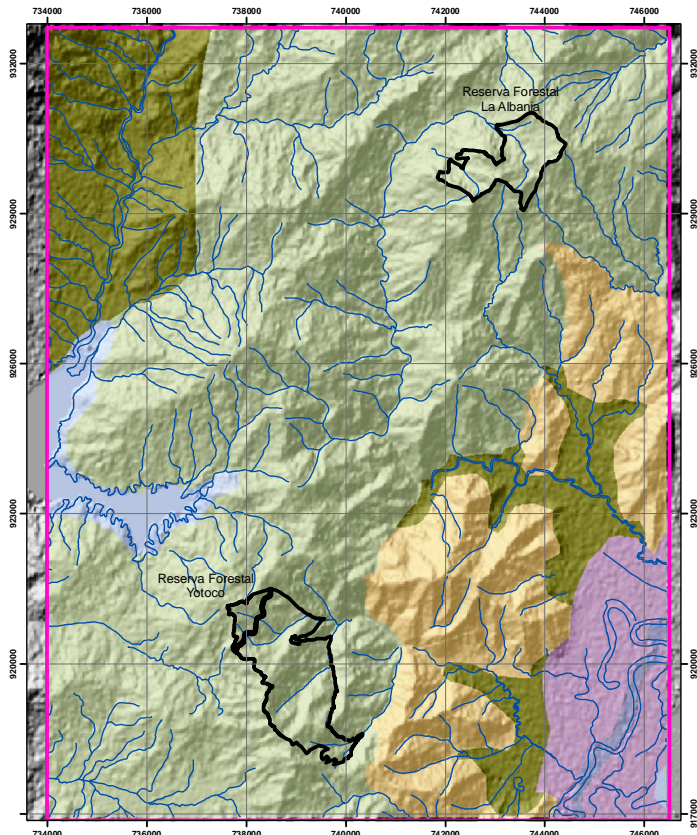
Figura 4. Geología área de estudio corredor Yotoco – La Albania

### Geomorfología

La zona de estudio seleccionada presenta cuatro paisajes geomorfológicos (Fig. 5).

1. Montaña fluvio gravitacional, ocupa el 63,42% del área de estudio en los municipios de Yotoco y Darien.
2. Piedemonte Coluvio aluvial, ocupa el 13,99% en el municipio de Yotoco
3. Planicie aluvial, corresponde a la zona del río Cauca en el municipio de Yotoco y Buga. Ocupa el 5,48%.
4. Relieve colinado, corresponde al 13,75%, se ubica en el municipio de Yotoco.





**UNIDADES GEOMORFOLOGICAS**

- |  |  |
|--|--|
|  Montaña fluvio gravitacional |  Planicie aluvial                         |
|  Pantanos y ciénagas          |  Relieve colinado                         |
|  Piedemonte coluvio aluvial   |  Ríos, lagos, lagunas, embalses, represas |

Figura 5. Geomorfología área de estudio corredor Yotoco – La Albania

**Suelos**

La zona de estudio cuenta con 34 unidades de suelos, sin embargo la que prevalece en el territorio en la Asociación Sevilla (SV) con el 32.02%, se sitúa en altitudes entre los 1.200 a los 2000 m.s.n.m., presenta un relieve quebrado a escarpado con pendientes entre el 12 y 25% (Tabla 3).

En general se trata de suelos profundos, bien drenados y ligera a medianamente erosionados. No son aptos para pastoreo por su alta capacidad de retención de humedad y movimiento de agua en el suelo alta a muy alta. Por tal razón requieren de especial cuidado en su manejo y conservación.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Información de línea base para el diseño de un proyecto de Desarrollo Agroindustrial en un Proceso de Desarrollo Regional Sostenible. Municipio de La Cumbre. II Curso Internacional sobre Promoción de la Agroempresa Rural para el Desarrollo Microregional Sostenible.



Tabla 3. Principales unidades de suelo presentes en el área de estudio La Albania – Bosque Yotoco.

ID Suelos	SUM_HECTAR	%
Asociación SEVILLA	6128,89	32,02
Asociación LA PROFUNDA-LA SIRIA	3107,09	16,23
Asociación FRAILE-LA BUITRERA	2864,84	14,97
Asociación LA CHORRERA-ZANJON HIGUERON	2008,12	10,49
Asociación NEGRA-LA FANFARRONA	688,35	3,60
Asociación DAGUA-EL REAL	565,67	2,95
Asociación LORENA	430,80	2,25
Asociación TRUJILLO	318,56	1,66

### Pendientes

La zona de estudio se caracteriza por presentar pendientes fuertemente quebradas del 25 – 50% en un 43.70% y pendientes fuertemente ondulada o moderadamente quebrada del 12-25% en un 32.82%. Figura 6.

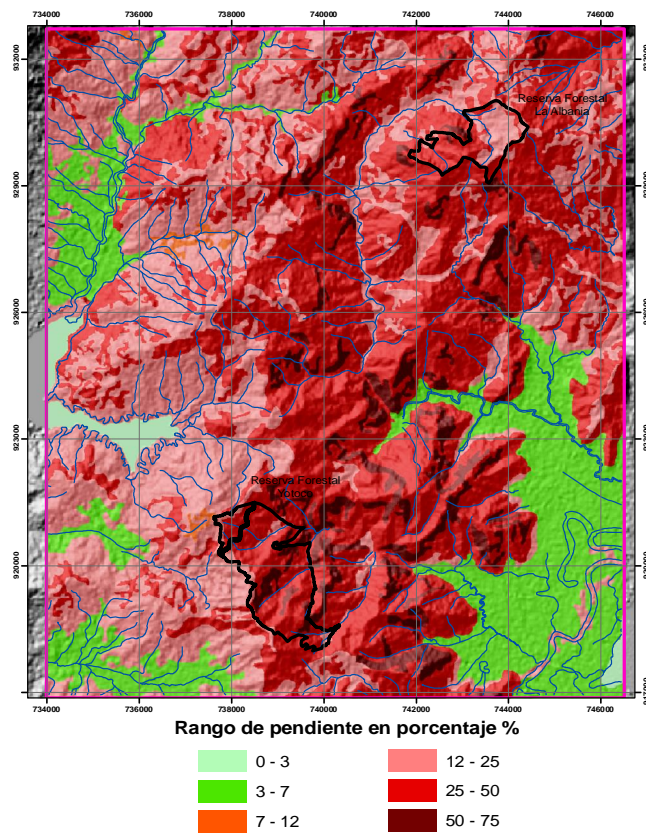


Figura 6. Pendientes área de estudio corredor Yotoco – La Albania

### Cobertura Vegetal

En la zona de estudio predominan las coberturas agrícolas con un 60% del área, donde prevalecen los pastizales con el 28.71%, los cultivos generales con el 11.38% y el café asociado con el 7.99%, concluyendo de esta manera que las reservas forestales se encuentran inmersas en una matriz agropecuaria (Tabla 4 y Fig. 7).

Algo para destacar es el porcentaje de bosque secundario y de rastrojo alto que en conjunto corresponden al 21.15% del área de estudio, lo que indica por un lado el alto grado de transformación pero por el otro la oportunidad de utilizar estas coberturas en las propuestas de HMP.

Tabla 4. Cobertura vegetal zona del corredor biológico Yotoco – La Albania

COBERTURA	Área Ha	%
Bosque secundario	2078,50	10,62
Café asociado	1563,64	7,99
Caña de azúcar	969,13	4,95
Cuerpo de agua	352,42	1,80
Cultivos	2226,79	11,38
Guadua	2,62	0,01
Matorral seco	1765,50	9,02
Pastizales	5619,54	28,71
Pastizales enrastrado	110,76	0,57
Pastizales y cultivos	1444,80	7,38
Pastizales y rastrojos	89,10	0,46
Plantación	337,28	1,72
Rastrojo alto	2063,01	10,54
Rastrojo bajo	459,19	2,35
Río	99,96	0,51
Sin vegetación	124,04	0,63
Urbano	110,11	0,56
Vegetación de pantano	29,34	0,15
Vegetación xerofítica	105,99	0,54
Vía	21,66	0,11
	<b>19573,38</b>	<b>100,00</b>

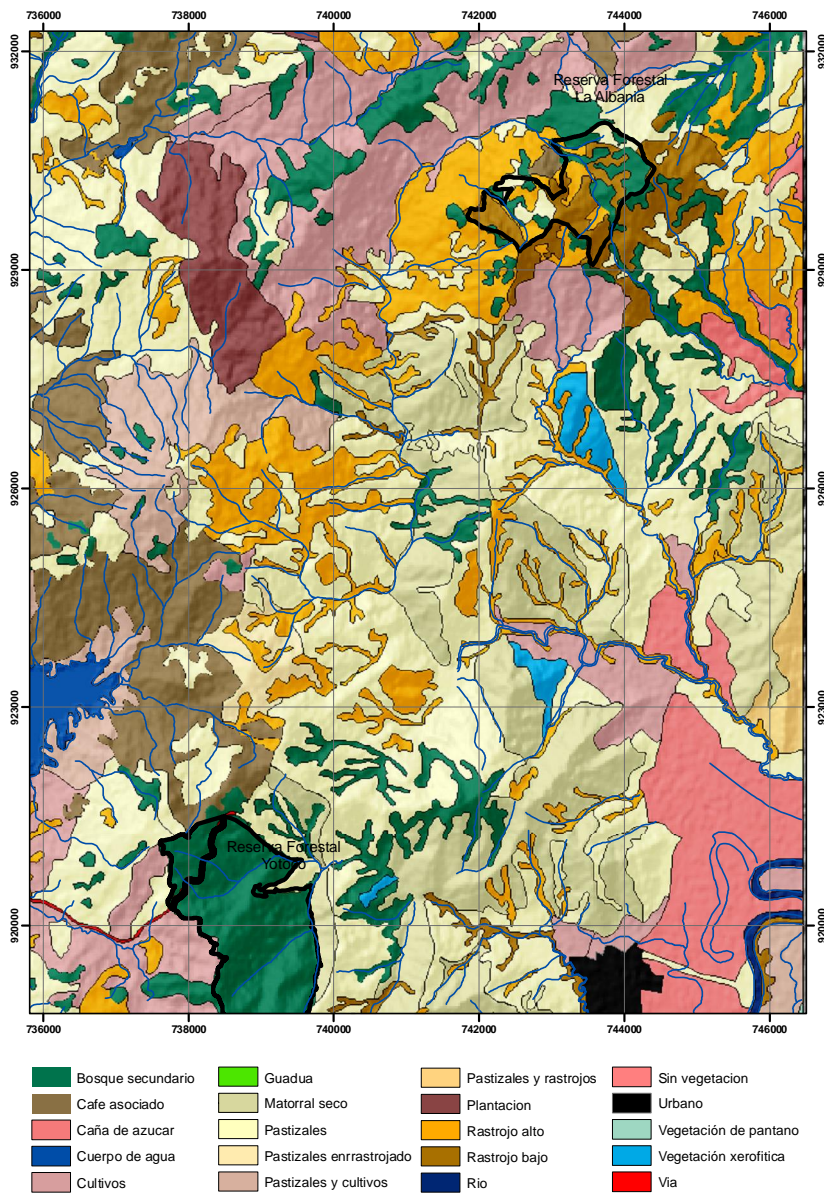


Figura 7. Cobertura vegetal de la zona del corredor biológico Yotoco – La Albania

### Información predial

Otra de las consideraciones importantes en la elaboración del trazado preliminar de las rutas de los corredores biológicos son los límites prediales, ya que estos también condicionan la configuración del paisaje, así como las rutas más óptimas del trazado, razón por la cual además de las consideraciones anteriores es fundamental tener en cuenta los límites prediales ya que esto facilita los procesos de concertación y negociación con los propietarios, al no afectar directamente las áreas productivas o habitacionales de los predios.

## **Reserva Forestal Bosque de Yotoco**

Se encuentra localizada en la vertiente oriental de la cordillera Occidental, en los predios denominados Buenavista en el municipio de Yotoco, Departamento del Valle del Cauca, Colombia, con una extensión de 559 ha (Castillo - Crespo 2001). La elevación del bosque oscila entre los 1200 y 1950 m.s.n.m lo cual corresponde al ecosistema subandino. La temperatura promedio es de 22°C y su precipitación promedio es de 1500 m.m. anuales (Carmona 1998). La reserva forestal del Bosque Yotoco fue declarada como área protegida en 1941 y se encuentra dividida en dos sectores por la vía Buga - Buenaventura. De acuerdo con el informe presentado por Asoyotoco (Vargas-Salinas et al. 2006) se encuentran los nacimiento de 32 quebradas que surten los acueductos del municipio de Yotoco y de veredas aledañas.

## **Reserva Forestal La Albania**

La reserva forestal de La Albania igualmente se encuentra localizada en la vertiente oriental de la cordillera Occidental, comprende un área de 272 ha con una elevación 1600–1800 m.s.n.m, presenta una topografía montañosa y una temperatura promedio de 18 °C (CVC, 2006). Condiciones climáticas muy similares a la Reserva Yotoco. Esta área presenta alta fragmentación y perturbación antrópica. La adquisición de este predio se realizó el 31 de diciembre del 2003 por parte de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC y el Municipio de Yotoco. La Albania juega un papel importante como área de captación hídrica pues posee 48 afloramientos de agua distribuidos por toda su área. Cinco quebradas representativas de La Albania son fuente abastecedora para el consumo humano y doméstico de los corregimientos Miravalle, Rayito, La Paloma, Campo Alegre, Alto y Bajo San Juan (Muñoz-González 2006).

## **ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD DE LAS RESERVAS FORESTALES BOSQUE DE YOTOCO Y LA ALBANIA**

Se realizó una búsqueda bibliográfica a nivel local, nacional e internacional para establecer por un lado la línea de base de información biológica que permita además de conocer el estado actual del conocimiento de la diversidad biológica y procesos ecológicos estudiados en la reserva forestal bosque Yotoco, establecer la comparación de las dos reservas, y construir un marco conceptual que ayude en la priorización de sitios para el establecimiento final de las HMP.

Para la búsqueda bibliográfica a nivel local se visitaron el centro de documentación de la CVC, la biblioteca de la Universidad del Valle, la biblioteca de la Universidad Nacional de Palmira, a nivel nacional se revisaron las bibliotecas de la Universidad Javeriana y la Universidad Nacional de Bogotá por ser de las mas completas del país y a nivel internacional se revisó la base de datos one line ISBw, es de las mas actualizadas y completas del mundo.

Los resultados de esta búsqueda nos arrojaron 25 documentos entre publicaciones y literatura gris (informes técnicos y tesis relacionadas con la reserva forestal bosque Yotoco y/o la reserva forestal La Albania), además de las numerosas publicaciones relacionadas con la fragmentación, la conservación en paisajes rurales y los corredores biológicos, temas que conforman el marco teórico de la propuesta.



Se presentan proporciones a manera de “conteo de votos” respecto al número de estudios que cumplen con las características seleccionadas para su clasificación. Estas características fueron: tipo de documento; diseño del estudio (bibliográfico o de campo); método (inventario, caracterización de estructura, c. de función, c. de composición, censo, modelación, encuesta) y grupo biológico estudiado. En términos generales, se puede decir que es realmente escasa la información a la que se puede acceder sobre trabajos realizados en esta área. Esta se limita a inventarios de especies fruto de caracterizaciones rápidas o a revisiones taxonómicas para algún grupo (ej. Asoyotoco - CVC 2006; Alberico et al. 2000; Camargo-Sanabria et al. 2002; Croat 1992; Ebinger et al. 2000; Montealegre & Morris 1999; Grant & Castro 1998; Taylor 2003; Aldana & Chacón de Ulloa 1995). Sólo dos estudios abordaron el comportamiento de especies, ranas (Suarez-Mayorga 1999) y aves (Silva 1996) y un estudio describe el estado de las poblaciones de monos aulladores en diferentes fragmentos de bosque (Gómez, et al. 2005).

## CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

Esta etapa se desarrolla aplicando una encuesta de percepción semiestructurada a los propietarios y/o tomadores de decisiones en cada predio.

### Descripción de la muestra

La metodología para determinar el tamaño de muestra es la siguiente. En primer lugar, se divide el universo poblacional en tres (Tabla 6): Valor conservación alto (18% de los predios), medio (12% de los predios) y bajo (71% de los predios). Se toman submuestras para cada caso. Ahora bien, como el interés es la conservación de la biodiversidad y ésta se encuentra principalmente en los pocos remanentes de bosques que persisten en los paisajes rurales. Es decir, en una primera instancia nos señalan un *dónde conservar*, se aplica la encuesta al 100% de los predios con valor bajo y medio de conservación, lo que significa que para estas dos submuestras el porcentaje de error es cero. Para la submuestra de valor bajo de conservación, se realiza un muestreo aleatorio, dando como resultado 20 predios a encuestar, con un porcentaje de error aceptable del 8,5%.

Tabla 6. Tamaño de muestra utilizada para realizar las encuestas socio-económicas. VC es el valor del índice de conservación.

VC	Universo predios	Submuestra	% error
Alto	12	12	0%
Medio	8	8	0%
Bajo	48	20	8,5%
Total	68	40	5,1%

Para la submuestra de VC bajo el tamaño de muestra se determinó a partir de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\left(\frac{z^2}{\varepsilon^2}\right) pq}{1 + \left(\frac{z^2 pq}{\varepsilon^2 N}\right)}$$

Donde,

n = Tamaño muestra total

N = Tamaño total población

z = Percentil de la distribución de probabilidades normal, asociado con un nivel de confianza.

$\varepsilon$  = Error máximo admisible en la estimación de la proporción

p = Probabilidad de ocurrencia, se fijó 0,5.

q = Probabilidad de no ocurrencia (1 - p) = 0,5.

### Diseño de la encuesta

Con la encuesta se recoge información que permite identificar para cada uno de los sitios (predios) con valores altos, medios y bajos de conservación, sus oportunidades de conservación de biodiversidad. Por oportunidad de conservación de biodiversidad en un paisaje rural se entiende “*Sitios priorizados biológicamente por su mayor aporte a la conservación de biodiversidad y con viabilidad para el establecimiento y la sostenibilidad de una estrategia de conservación, determinada a partir de criterios socioeconómicos.*” (Informe IAvH).

En este sentido, el diseño de la encuesta consta de siete (7) 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, escenario con corredor. (Anexo 1).

Las cuatro (4) 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 socioeconómico, es necesaria como el primer insumo para la fase de negociación y diseño de la herramienta.

La sección del *uso de los recursos naturales* indaga acerca de la dependencia que se tiene del recurso agua, de la leña y de la madera, de las posibilidades que tiene de obtenerlo dentro del predio y de las necesidades mantenimiento del recurso.

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 *escenario con corredor* se busca en primer lugar ambientar al encuestado con preguntas e información visual (Anexo 2) que lo ubique geográficamente en la zona de



estudio. Se le suministra información acerca de los bienes y servicios que representan a conservación de los bosques de La Albania y de Yotoco. En segundo lugar, se le ubica en una situación SIN PROYECTO, es decir, sin corredor, haciendo énfasis en el aislamiento de los dos bosques mencionados y en los riesgos representan para las especies de fauna y flora que tienen algún peligro de extinción, y se le indaga sobre su conocimiento de dicho riesgo. En tercer lugar, se le plantea un escenario CON PROYECTO mostrándole una manera de unir estos dos bosques es mediante el establecimiento de vegetación (plantas) que forme una conexión, es decir, de un corredor de conservación compatible con los sistemas productivos existentes. Este corredor beneficiaría la producción de agua, la regulación hídrica y permitiría el aumento del hábitat y el movimiento de las especies de fauna y flora de la Región.

### **PRIORIZACIÓN DE SITIOS CON BASE EN EL PORCENTAJE DE COBERTURA BOSCOSEA**

La identificación de oportunidades de conservación de biodiversidad en el paisaje rural comprendido entre la Reserva Forestal de Yotoco y la Reserva Forestal La Albania se basó principalmente en la información de coberturas boscosas de los predios que se encuentran entre las reserva forestal bosque Yotoco y la reserva forestal La Albania, con el fin de establecer cuales son los predios con mayor cobertura boscosa.

Esta etapa se apoyó en la información de caracterización biológica disponible para los predios de la reserva forestal La Albania y de la reserva forestal bosque Yotoco y en la información de coberturas a escala predial disponible para todos los predios del área del corredor. A partir de la información de coberturas de los 68 predios identificados en la zona, se realizó un análisis con el fin de priorizar los predios con valores altos, medios y bajos de conservación.

Este análisis tuvo en cuenta 12 tipos de coberturas: Bosque secundario, café asociado, cultivos, cultivos y pastizales, Matorral seco, Pastizales, Pastizales enrastrados, Plantación, Rastrojo alto, Rastrojo medio, Rastrojo bajo y vía. Se estimaron los porcentajes de cada cobertura en el predio y se asignó un valor alto de conservación a los predios con cobertura de bosque mayor al 50%, valor medio entre 25 y 50% y bajo menor del 25%.

### **INDICADOR DE VIABILIDAD SOCIOECONÓMICO**

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. Y 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 del corredor de conservación y de las otras HMP. El indicador incluye variables 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.

A continuación se describen las variables del indicador:

Variabes 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 guadual).

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 fue 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 un ejemplo ver Anexo 2).

## HERRAMIENTAS DE MANEJO DEL PAISAJE PROPUESTAS

### Escala de trabajo

Para el presente estudio se definió la escala de trabajo en 1:25.000, dado que la información secundaria existente para la zona en su gran mayoría se encuentra a escalas que van desde 1:25000 a 1:100000. La información temática que condiciona fuertemente los productos es la predial y la de cobertura vegetal, dando mayor peso a la primera ya que determina el nivel de la información relevante para los procesos de negociación de las HMP.

Adicionalmente, esta escala facilita el manejo de la información ya que permite tener unidades mínimas cartografiables de 3 Ha.

### **Metodología para diseñar la propuesta de corredor biológico entre las Reservas Forestales Bosque de Yotoco y La Albania**

El análisis de patrón de paisaje de la zona de estudio para el corredor Bosque Yotoco – La Albania, se efectuó sobre el mapa de cobertura.

El análisis se realizó con el modulo patch análisis de ArcView 3.2, en formato raster, con un tamaño de píxel de 10x10 metros y en dos niveles: clase y paisaje, empleando métricas e índices descriptivos del paisaje (McGarigal et al. 2002), agrupadas en las siguientes categorías:

**Área, Densidad y Borde:** el área está relacionada al tamaño de los parches, la densidad al número y distribución de estos en el paisaje, y el borde a la cantidad de perímetro generado por los parches.

**Forma:** es el grado de complejidad del polígono (parche) y esta basado en la relación área-perímetro.

**Aislamiento/proximidad:** estas métricas están basadas en la distancia al vecino mas cercano. La cual, es definida como el trayecto lineal desde el parche de interés hasta el parche más próximo del mismo tipo.

**Contagio:** se refiere a la tendencia de tipos de parches a estar especialmente agregados, es decir, a que tan continuos y juntos se encuentran los parches.

Adicionalmente, este método fue complementado por un análisis de conectividad estructural potencial, el cual pretende dar prioridad de conexión a los sitios que con base en las características físicas del territorio pueden facilitar el establecimiento del corredor biológico en la zona. Este análisis es una adaptación de la “Propuesta de Conectividad Ecológica Potencial de Áreas Naturales a través del Análisis del Paisaje” (Ramos 2004).

El proceso se basa en la identificación de las áreas con mayor probabilidad para el trazado del corredor y en segunda instancia el trazado de las rutas preliminares que permita la conectividad de las dos áreas de importancia ecológica: Reserva La Albania y Reserva Forestal Bosque Yotoco.

Al hacer la revisión de algunos estudios (García-Fernández 2003) que involucran la construcción de mapas de aptitud estructural, se seleccionaron las siguientes variables que para el caso del Corredor Bosque Yotoco – La Albania, corresponden a información disponible.

Las variables de análisis consideradas fueron las siguientes: Uso del suelo, pendiente, tamaño y forma de cada mancha, distancia a caminos, fragmentación, aislamiento natural y antrópico, tamaño predial.

El método estuvo conformado por tres etapas:

- ✓ Asignación de niveles de prioridad de las áreas.
- ✓ Modelación de las rutas de conectividad estructural potencial.
- ✓ Creación de propuestas de corredores biológicos estructurales.

Para la asignación de la calificación de la prioridad de conservación se utilizó el software Arcview 3.2., por medio del traslape ponderado de las diferentes capas de información, cada una de estas fue clasificada según los siguientes valores de prioridad de conservación: 1 = baja, 2 = media y 3 = alta, donde la prioridad alta, esta dada para aquellas zonas donde es mas factible, conveniente y con mayor posibilidad de perdurar en el tiempo la implementación del corredor estructural.

A continuación se describen las coberturas temáticas y la calificación asignada a cada una de ellas:

**Mapa de pendientes:** Se le asignó un valor de 3, prioridad alta, a los terrenos fuertemente ondulados a escarpados (pendientes mayores al 25%), un valor de 2 a los terrenos moderadamente ondulados (pendientes entre el 7 y el 25%) y un valor de 1 a los terrenos planos a suavemente ondulados (pendientes menores al 7%).

Esta calificación se justifica considerando que en el corredor pueda perdurar en el tiempo, al localizarlo sobre zonas de pendientes altas, se garantizaría una menor presión antrópica.

**Uso del suelo:** Se le asignó un valor de 3, prioridad alta de conservación, a la cobertura natural; un valor 2, prioridad media, a la cobertura seminatural y un valor de 1 la cobertura antrópica. Asumiendo, con base en las caracterizaciones realizadas por el equipo de paisajes rurales<sup>2</sup> que estas son las de mayor importancia biológica.

**Distancia de caminos:** De acuerdo con Fernández, 2003 la red viaria tiene un triple efecto directo sobre la vida silvestre: eliminando hábitat naturales, generación de barreras a los desplazamientos y aumento de accesibilidad y penetración humanos y especies generalistas o foráneas. Estos efectos se extienden hacia una cierta distancia desde el camino en sí (Stoms 2000). Para el caso de la zona de estudio, se asumieron los siguientes valores:

Buffer de 200 metros para la vías sin pavimentar de 2 o más carriles, para la vía pavimentada angosta y para la línea del ferrocarril.

---

<sup>2</sup> Caracterizaciones realizadas en la cuenca media del río Barbas (Quindío), río Otún (Risaralda), río Chambery en Caldas, Río Blanco (Manizales) y cuenca medía del río Nima (Valle).

Buffer de 100 metros, para las carreteras sin pavimentar, carretera transitable todo el año y carreteables.

Buffer de 50 metros para los caminos o senderos.

A estos buffer se les asignó los siguientes valores: se le asignó un valor de 3, a aquellas áreas que se encuentran sin influencia de las vías, prioridad alta de conservación y 1 a las zonas afectadas por la influencia vial, prioridad baja de conservación.

**Tamaño de parches de cobertura natural y seminatural:** Forman y Godron (1981), indican que la productividad, los flujos de agua y nutrientes, y la dinámica de las especies son afectados por el tamaño de los parches dentro del paisaje. La pérdida de especies, que acompaña a la fragmentación del paisaje, está comúnmente relacionada con la reducción del tamaño de los hábitats naturales, dado que áreas generalmente soportan pocas especies (Bennett 1999), existiendo una alta relación entre la diversidad de especies y el tamaño del fragmento (Bennett 1999; Forman y Gordón 1981)

Para este efecto se seleccionaron las coberturas naturales y seminaturales, se determinó el rango de variación y se dividió el área en tres rangos dando los siguientes valores:

Área menor de 100 Ha, valor de 1  
Área entre 100 – 500 Ha valor de 2  
Área mayor de 500 Ha valor de 3

**Zona de vida:** para el caso del corredor Bosque Yotoco - la Albania, se consideró fundamental, que la propuesta del trazado se ubicara en la misma zona de vida, condición que garantiza que las especies de bosque húmedo puedan usar efectivamente el corredor. Es así como a la zona de vida Bosque húmedo premontano se le asignó un valor de 3 y a las demás de 1.

**Información Predial:** se digitalizó la información predial del área de estudio.

## RESULTADOS

### EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DE BIODIVERSIDAD LOCAL DESDE LO BIOLÓGICO, SOCIOECONÓMICO, CULTURAL E INSTITUCIONAL

#### Estado Del Conocimiento De La Biodiversidad De Las Reservas Forestales Bosque De Yotoco Y La Albania

De los 25 trabajos analizados el 36% corresponde a artículos científicos publicados, seguido de informes técnicos y registros en los libros rojos de especies amenazadas y la flora de Yotoco (Escobar 2006) con el 32 y 16% respectivamente (Fig. 8). No obstante, es conveniente aclarar que la mayoría de los artículos científicos mencionados son revisiones para la cordillera



occidental o para Colombia donde se incluyen registros del área de Yotoco. No se encontraron publicaciones de trabajos de tesis o de información que se desprenda de informes técnicos. Respecto al tipo de diseño empleado los estudios de campo y los estudios bibliográficos tuvieron la misma proporción, 36%. En varias oportunidades el estudio fue una mezcla que incluyó una parte de estudio bibliográfico a través de revisiones en colecciones biológicas, las cuales se consideraron aquí como fuente de información secundaria y representan el 28% restante.

Respecto al método utilizado las caracterizaciones de composición y estructura, junto con los inventarios de especies fueron los más frecuentes entre los trabajos consultados (24, 16 y 16% respectivamente) (Fig. 9).

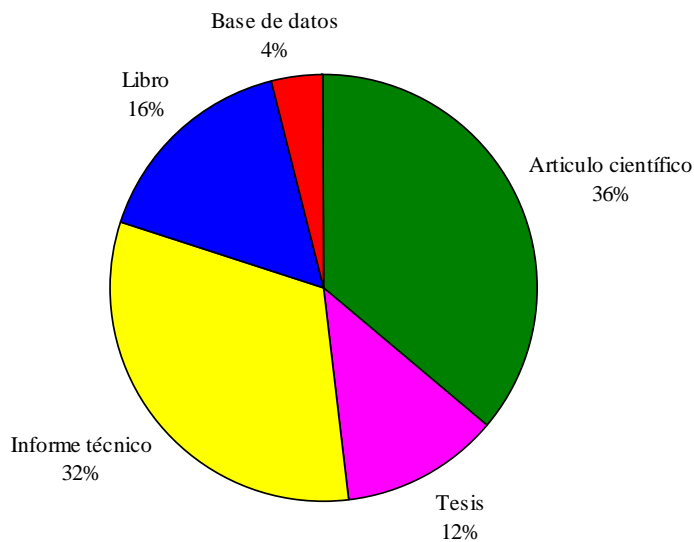


Figura 8. Proporción de los tipos de trabajos analizados para la evaluación del estado del conocimiento en la reserva forestal bosque Yotoco y alrededores, Valle

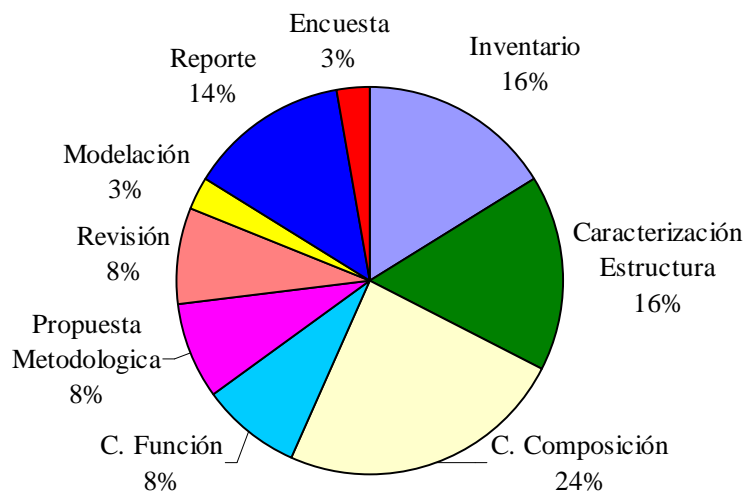


Figura 9. Proporción de los métodos utilizados en los trabajos analizados para la evaluación del estado del conocimiento en la reserva forestal bosque Yotoco y alrededores, Valle del Cauca.

Los grupos biológicos más estudiados (por número de trabajos) son aves y mamíferos (21.2% cada uno), seguidos de anfibios (18.2%). En grupos como peces, briófitos y helechos no se encontraron trabajos (Fig. 10).

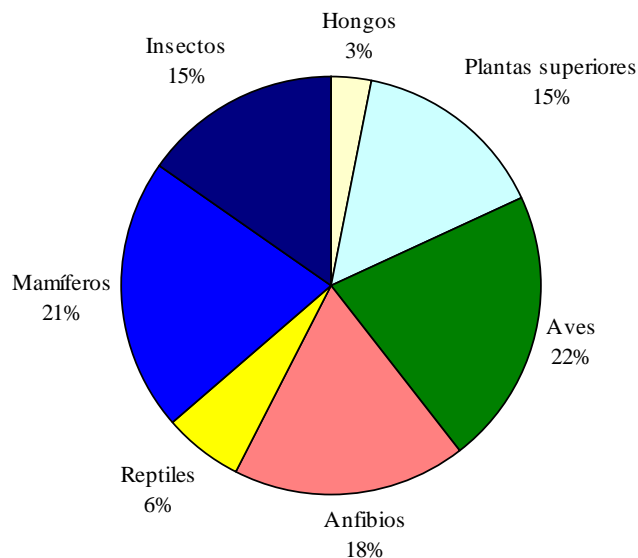


Figura 10. Proporción de grupos biológicos trabajados en la reserva forestal bosque Yotoco y alrededores, Valle del Cauca.

El trabajo de Kattan y colaboradores (2004) sobre patrones espaciales de la diversidad a gran escala en los Andes de Colombia, muestra que las vertientes, oriental y occidental, de las cordilleras son unas de las áreas con mayor riqueza de especies y endemismos en Colombia. De acuerdo a un análisis de agrupamiento por grupo biológico, la vertiente oriental de la cordillera occidental es muy parecida a la vertiente occidental de la cordillera central de acuerdo a su composición de aves, murciélagos y roedores, mientras que de acuerdo a su composición de especies de ranas y mariposas esta región es más parecida a la vertiente pacífica superior, es decir la que se encuentra a más de 1000 m de altitud (Kattan et al. 2004). Este patrón podría

ser encontrado entonces en la reserva forestal bosque Yotoco. A partir de los inventarios, caracterizaciones y reportes que se han realizado en esta área de Yotoco y alrededores, la diversidad de algunos grupos puede ser descrita de la siguiente manera (existe incongruencia entre trabajos respecto al número de especies reportadas en algunos de los grupos, por lo que se compararon las listas de especies entregadas por cada autor o autores y se construyó un único ponderado):

Se reportan 57 especies de mamíferos de 22 familias y 45 géneros. Phyllostomidae (murciélagos) y Muridae (ratones) son las familias con mayor riqueza de especies, 16 y 8 respectivamente (Fig. 11) (Asoyotoco - CVC 2006; Alberico et al. 2000 y Camargo-Sanabria et al. 2002; Escobar et al. 2006; Castillo-Crespo 2001). En este grupo se reportan 17 especies en alguna categoría de amenaza local-departamental (Asoyotoco - CVC 2006) y una especie catalogada como vulnerable a nivel nacional (*Aotus lemurinus*) (Rodríguez-Mahecha 2006; IAvH 2003a).

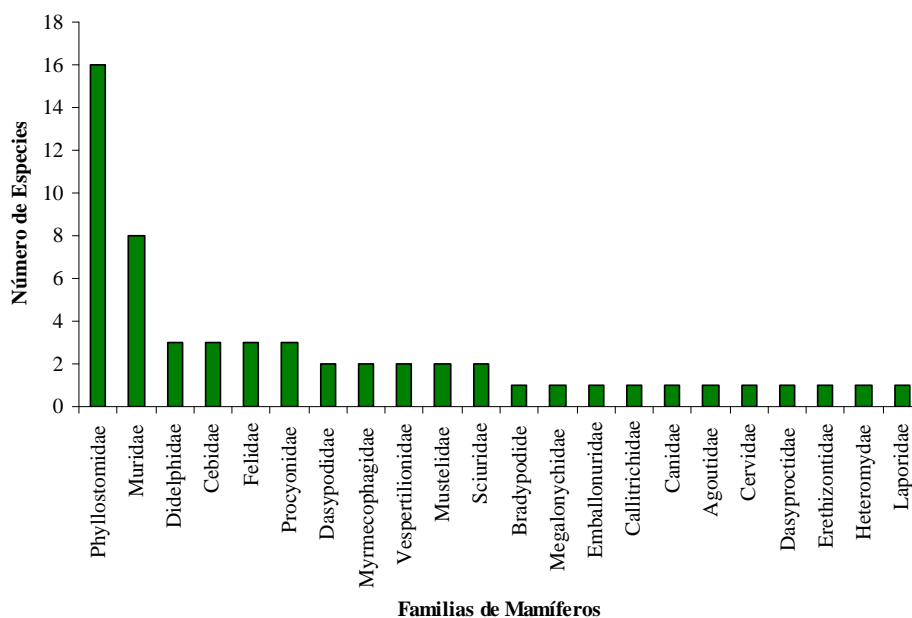


Figura 11. Número de especies de todas las familias de mamíferos reportadas para el área de la reserva forestal bosque Yotoco, Valle del Cauca.

Respecto a la estructura poblacional de monos aulladores (*Alouatta seniculus*) el trabajo de Gómez y colaboradores, identificaron la estructura y composición social de 17 tropas, con un tamaño promedio de 8.2 individuos, el cual varió desde 3 hasta 14 individuos. A partir de estos datos se estimó una densidad de 23.5 grupos/Km<sup>2</sup> y de 191 indv/Km<sup>2</sup> y una abundancia del bosque de 131.2 tropas en toda la reserva, con 1073 individuos. La densidad estimada en el Bosque de Yotoco está por encima de los promedios normalmente reportados para esta especie (Chapman & Balcomb 1998). Esta alta densidad no sólo es efecto del área, pues la abundancia de monos en esta localidad es muy alta. Los constantes encuentros intragrupal y agresiones continuas denotan el elevado número de individuos. Sin embargo, no se

encontraron indicios de alteración de la estructura social y composición de los grupos. Este resultado sugiere que la población se encuentra en condiciones “normales” (Gómez et al. 2005).

En anfibios se reportan 30 especies pertenecientes a siete familias y once géneros. La familia Leptodactylidae con 11 especies seguida de Brachycephalidae (10), Dendrobatidae y Bufonidae con 3 y 2 especies respectivamente (Asoyotoco - CVC 2006; Suarez-Mayorga 1999; Rueda-Almoacid 2004; Escobar et al. 2006; Castillo-Crespo 2001) (Fig. 12). De acuerdo con Rueda-Almoacid (2004) dos especies de anfibios amenazados nacionalmente de extinción se encuentran en esta área *Eleutherodactylus ruiji*, *Minyobates bombetes*, mientras que Vargas-Salinas y colaboradores (2006) reportan que dos especies más están consideradas amenazadas local-departamentalmente (*Ranitomeya bombetes* y *Bolitoglossa walkeri*).

De otro lado, el estudio de comportamiento reproductivo de *Minyobates bombetes*, un dendrobátido, muestra que se comporta de manera estacional en su abundancia, siendo ésta alta en época de lluvias y baja durante sequías. No obstante, no existe evidencia ni fisiológica, ni comportamental que esta estacionalidad se manifieste en la reproducción. Adicionalmente, las hembras son las que seleccionan al macho, así como el sitio de deposición de huevos y crianza de larvas. Al respecto, esta especie necesita unas condiciones muy especiales para asegurar su supervivencia y persistencia, limitada a bosques húmedos y presencia de bromelias, específicamente *Tillandsia fendlerii* y *Mezobromelia capituligera*, para depositar sus larvas. Esta es una especie con alta demanda comercial en el exterior por lo cual se debe tener especial cuidado respecto a su tráfico ilegal (Suarez-Mayorga 1999).

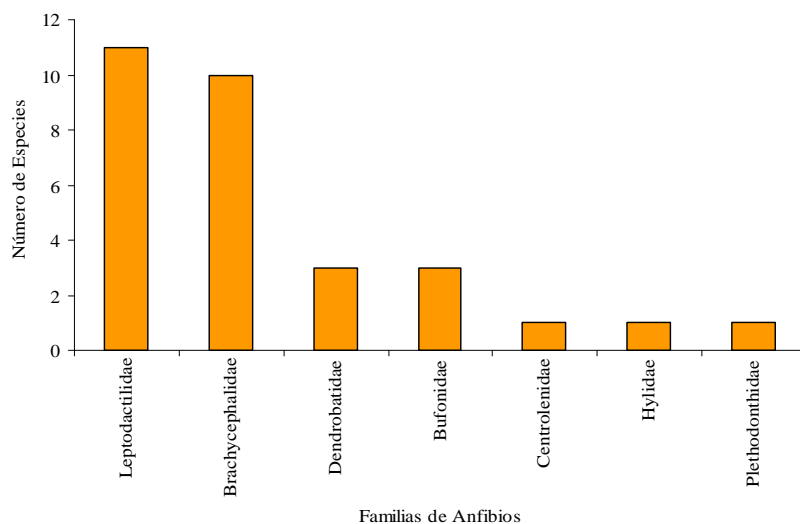


Figura 12. Número de especies de todas las familias de anfibios reportadas para el área de la reserva forestal bosque Yotoco, Valle del Cauca.

En reptiles se reportan 22 especies de 8 familias y 21 géneros. La familia con mayor número de especies es Colubridae con 11 especies seguida de Gymnophthalmidae, Polychrotidae y

Viperidae cada una con dos especies (Asoyotoco - CVC 2006; Escobar et al. 2006) (Fig. 13). Tres especies se registran como amenazadas local-departamentalmente (*Lepidoblepharis duolepis*, *Norops antonii* y *Clelia delia*) (Asoyotoco - CVC 2006).

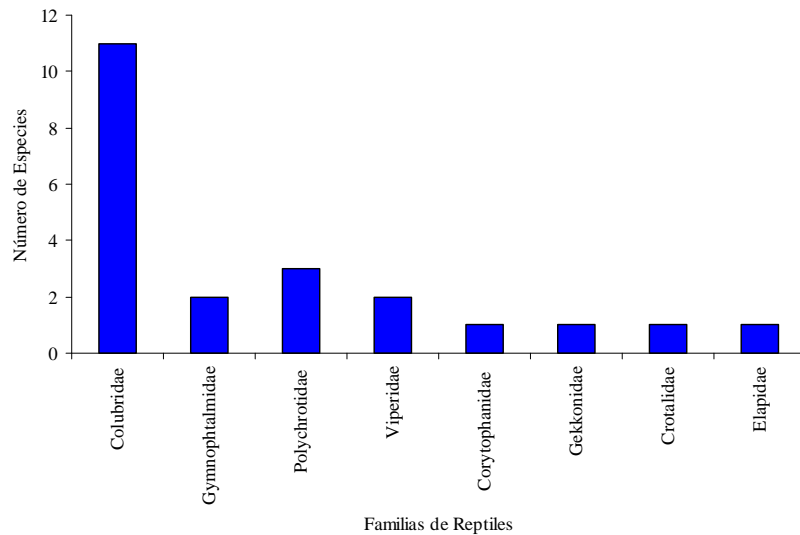


Figura 13. Número de especies de todas las familias de reptiles reportadas para el área de la reserva forestal bosque Yotoco, Valle del Cauca.

En aves se reportan 120 especies pertenecientes a 28 familias y 102 géneros. La familia más rica es Tyrannidae con 17 especies seguida de Thraupidae, Trochilidae y Picidae con 14, 11 y 8 especies respectivamente (Fig. 14) (Asoyotoco - CVC 2006; Silva 1996; Renjifo et al. 2002; Bird Life 2005; Escobar et al. 2006; Castillo-Crespo 2001). Para la reserva Yotoco, la cual fue declarada como Área Importante para la Conservación de las Aves (AICA) según los criterios de Bird Life International, se registran 9 especies amenazadas nacional y globalmente (*Penelope perspicax*, *Odontophorus hyperythrus*, *Boissonneaua jardini*, *Picumnus granadensis*, *Xenopipo flavicapilla*, *Polystictus pectorales*, *Myiarchus apicalis*, *Chlorochrysa nitidissima* y *Dacnis hartlaubi*) (Renjifo et al. 2002; Bird Life 2005; IAvH 2003a).

El estudio de comportamiento de la pava caucana (*Penelope perspicax*) muestra que esta especie endémica parece constituir una pequeña población de al menos 45 individuos, por lo que se considera crítica su situación de conservación. La pava caucana utiliza diferentes hábitats como interior de bosque, bordes, bosque secundario, entre otros, en los que se alimenta principalmente de frutos de *Cecropia*, *Ficus*, *Faramaea*, *Stylogine* y *Guettarda* aunque también come insectos, semillas y hojas jóvenes. El forrajeo se realiza en grupos de tres a cinco individuos y se desplazan dentro de los estratos medios y altos de los árboles. Los polluelos se alimentan principalmente de insectos aunque también comen frutas. Respecto a su reproducción se encontró que sucede entre los meses de Septiembre y Octubre coincidiendo con el segundo periodo de lluvias. Además, los polluelos son nidífugos pero alcanzan su máxima capacidad de vuelo a los nueve días de nacidos y obtienen el plumaje adulto a los 165 días de edad. En época no reproductiva se pueden ver individuos solitarios, parejas o pequeños grupos de hasta cinco individuos (Silva 1996).





*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Respecto a la diversidad de especies de aves, el trabajo realizado por Kattan y colaboradores (1994) muestra que en el área de San Antonio (cercana a Yotoco) desde 1900 cuarenta especies de aves (31% de la avifauna del bosque original) se han extinguido, principalmente debido a pérdida de hábitat. Además encontraron que las aves frugívoras grandes de dosel e insectívoras de sotobosque son las más vulnerables a esta pérdida. El aislamiento que genera la pérdida de hábitat en las poblaciones de algunas especies impidiendo su movimiento a través del paisaje puede ocasionar extinciones masivas (Kattan et al. 1994).

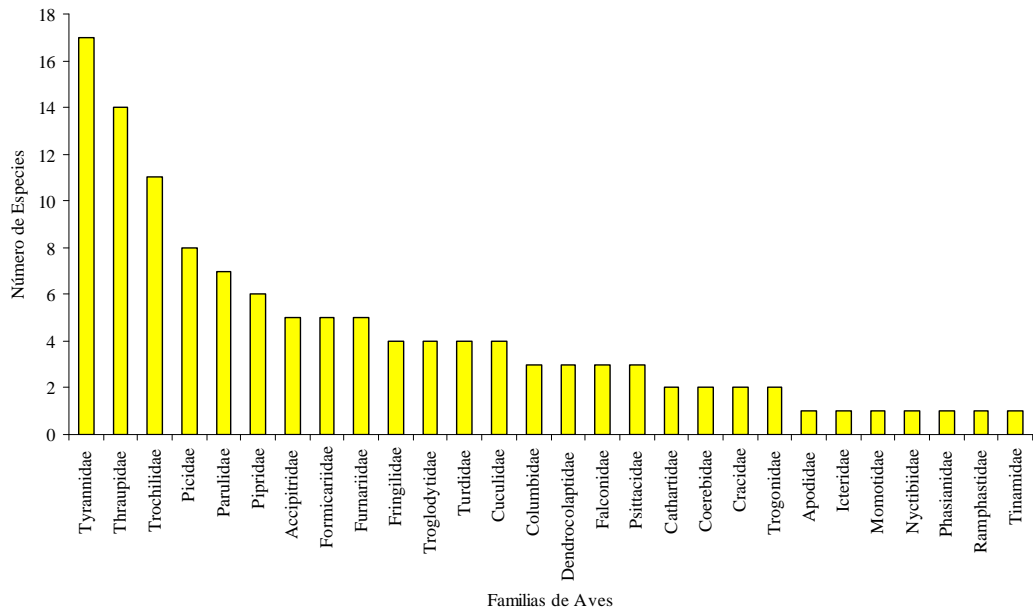


Figura 14. Número de especies de todas las familias de aves reportadas para el área de la reserva forestal bosque Yotoco, Valle del Cauca.

En insectos sólo dos grupos han sido trabajados (mariposas y escarabajos coprófagos), mientras que se para hormigas sólo se hallaron unos cuantos reportes de presencia de especies. El grupo GEMA del

Instituto Humboldt reporta 24 especies de escarabajos coprófagos (Familia: Scarabaeidae) repartidas en ocho géneros (IAvH 2003b). El género *Uroxys* es el más rico con seis especies seguido de *Canthidium* con cuatro (Fig. 15).

En plantas (Escobar 2003; Escobar et al. 2006; Castillo-Crespo 2001). Para la familia Araceae (anturios) se reportan 14 especies pertenecientes a cinco géneros (*Anthurium*, *Monstera*, *Philodendron*, *Rhodospatha* y *Xanthosoma*) (Croat 1992). El inventario de las plantas más representativas de la reserva bosque Yotoco, realizado por Escobar (2003) muestra que las familias botánicas más ricas son Orchidiaceae (30 sp.), Araceae, Rubiaceae (14), Boraginaceae, Piperaceae (13), Asteraceae y Bromeliaceae (12) (Fig. 16).

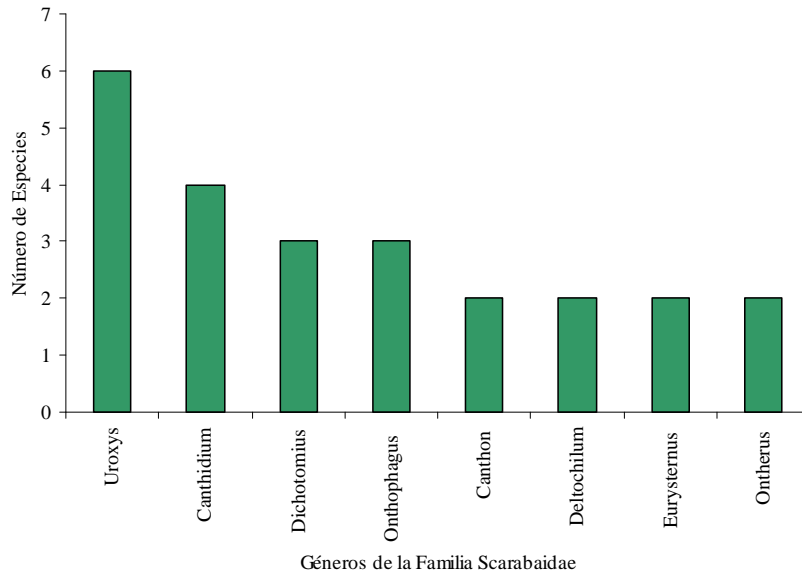


Figura 15. Número de especies de los géneros de escarabajos coprófagos reportados para el área de la reserva forestal bosque Yotoco, Valle del Cauca.

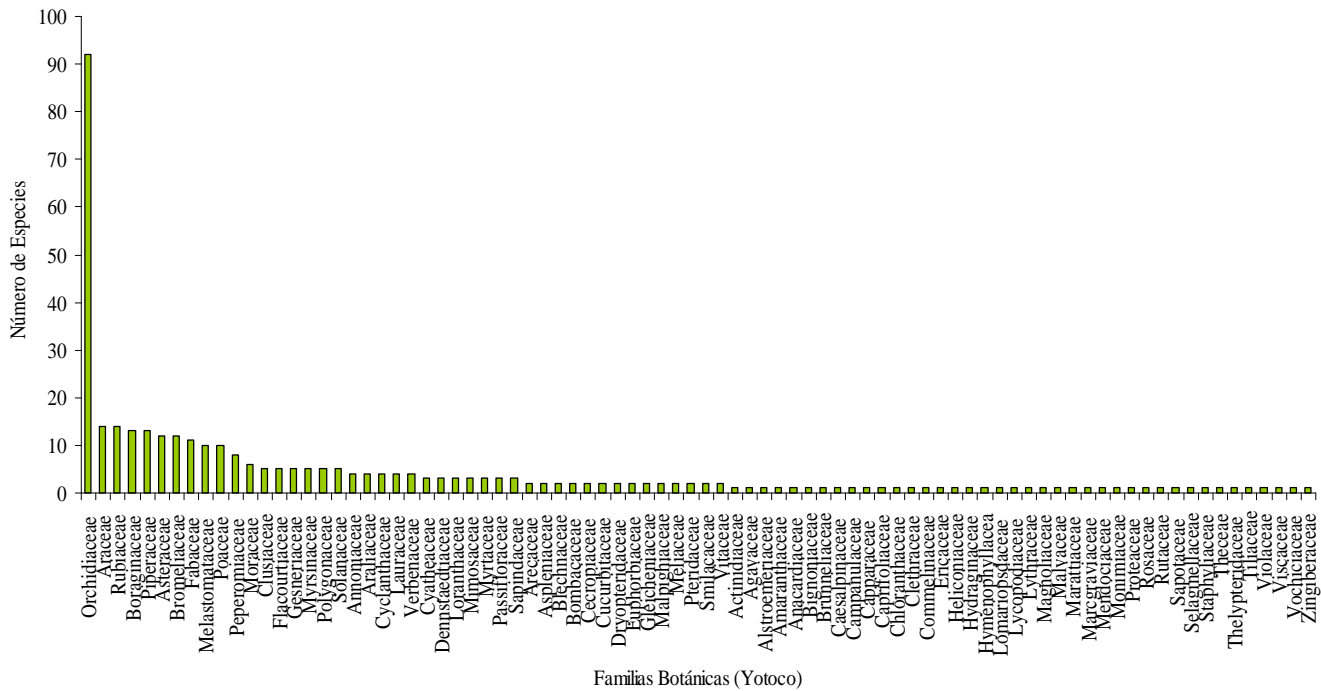


Figura 16. Número de especies de las familias botánicas reportadas para el área de la reserva forestal bosque Yotoco, Valle del Cauca.

Importantes avances se han realizado para la caracterización biológica de diversos taxa en las reservas y áreas aledañas, los informes de (Castillo-Crespo, 2001, Asoyotoco-CVC 2006 y

Escobar et al 2006), proporciona información de cinco grupos biológicos caracterizados en las dos reservas.

En la reserva de La Albania, cerca del 70% del área se encuentra en fragmentos boscosos secundarios, sometidos a tala selectiva en medio de zonas que se encuentran en regeneración natural en diferentes estados de desarrollo, la caracterización biológica se llevo a cabo en 4 unidades de paisaje, descritas a continuación: algunas zonas abiertas que fueron destinadas a la ganadería y que hoy se encuentran en un estado de sucesión temprana llamadas pasturas en sucesión natural (APsuc), algunas áreas en sucesión secundaria avanzada (AsucA), los bosques ribereños (ABrib), y áreas de bosque secundario avanzado (ABsec).

El trabajo realizado por Asoyotoco, identifico tres áreas de estudio para la reserva forestal bosque Yotoco: una relacionada con la mortalidad por atropellamiento de la fauna en la carretera Buga-Buenaventura, correspondiente al borde del bosque con la carretera (Yborde), las otras dos áreas corresponden a muestreos a 200 m dentro del bosque a ambos lados de la carretera, el muestreo que se realizó en el parche mas grande 82% de área de la reserva que queda hacia al sur fue denominado Yotoco bajo (Ybajo), y la parte que queda hacia el norte de la reserva fue llamado Yotoco alto (Yalto) (Asoyotoco-CVC, 2006).

A pesar de que los trabajos tratan de abordar algunas de las diferencias espaciales dentro de las reservas, poca es la información existente sobre distribución espacial de las especies a escala de paisaje (fuera de las reservas), principales características del paisaje que influyen en la riqueza, abundancia y presencia de las especies y patrones de movimiento y uso de hábitat a diversas escalas.

Según Asoyotoco – CVC (2006) para la finca La Albania se registran 190 especies de plantas, 91 especies de aves, 19 especies de mamíferos, 7 especies de anfibios y 13 especies de reptiles.

La reserva de La Albania presenta un gran número de especies de flora y fauna con algún grado de amenaza, el caso mas critico es el de los mamíferos las 19 especies encontradas en La Albania se encuentran bajo alguna categoría de riesgo, para los anfibios de las 7 especies reportadas en La Albania 2 especies se encuentran en alto riesgo de extinción, en aves de las 91 especies reportadas para la reserva La Albania 11 especies se encuentran bajo algún grado de amenaza o son endémicas para Colombia, situación que es muy similar para la reserva forestal bosque Yotoco. El mantenimiento de estas especies en el paisaje cumplirá un efecto de “sombriilla” sobre el resto de especies que normalmente tienen menores requerimientos para su supervivencia en los paisajes fragmentados.

En la reserva forestal bosque Yotoco se encontró una mayor riqueza de flora y fauna que en la reserva de La Albania (excepto en mamíferos debido a que en el bosque Yotoco no se colectaron Chiroptera, este grupo de mamíferos fue el que mas apporto a la diversidad de mamíferos de La Albania (9 especies) (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación de la riqueza de especies, de aves, mamíferos, anfibios, reptiles y vegetación entre la reserva de La Albania y la reserva forestal bosque Yotoco.

Grupo biológico	La Albania	Bosque Yotoco
Aves	91	120
Mamíferos	19	57
Anfibios	7	30
Reptiles	13	22
Vegetación	190	295

Cada grupo biológico responde de forma diferente a las diferentes coberturas que componen la reserva de La Albania, aunque esta área está en su mayoría en estados de sucesión temprana y dominada por especies generalistas, se encuentra una alta riqueza de plantas con especies relictuales de gran valor en los bosques secundarios como (*Sterculia apetala* -Sterculiaceae, *Vochysia duquei* -Vochysiaceae, *Ocotea whitei* Lauraceae), la mayor riqueza de flora estuvo asociada a los bosques ribereños o cañadas, las cuales poseen una topografía variada con segmentos de bosque en diferente estado de conservación, y han sido menos aprovechadas que los bosques secundarios. Es importante resaltar la presencia del niguito (*Miconia lehmannii* Melastomataceae), el cual es una especie arbórea de hasta 10m. de altura y de gran valor ecológico, en especial por ofrecer alimento a la fauna y ser una especie pionera de esta zona, de igual forma el informe de Asoyotoco resalta la presencia de árboles dispersos en los potreros que proveen alimento a la fauna y facilitan el movimiento de las especies entre las coberturas, igual tendencia presentaron los mamíferos, representados en su mayoría por murciélagos frugívoros, para las aves la mayor riqueza de especies estuvo asociada al pastizal en sucesión temprana, representadas en su gran mayoría por especies insectívoras y frugívoras asociadas a áreas abiertas y bordes de bosque, sin embargo el registro de una especie de frugívoros grande (*Chamaepetes goudotii*) y la posibilidad de que pudiesen estar en La Albania (*Ortalis motmot* y *Penélope perspicax*) hacen de la conservación de La Albania, tal vez la única posibilidad de sobrevivencia de estas especies.

En el caso de la reserva forestal bosque Yotoco la mayor riqueza de aves, anfibios y reptiles se encontró en los muestreos realizados en el interior del bosque, no se encontró ningún anfibio atropellado en la carretera y una muy baja densidad de serpientes, en cuanto a la avifauna, el disturbio acústico y el tráfico pesado del borde del bosque con la carretera pueden limitar la presencia de muchas especies de aves que generalmente pueden hacer uso de esta cobertura.

Las capturas de mamíferos terrestres pequeños fueron muy bajas y no permitieron encontrar diferencias entre las coberturas evaluadas.

La reserva forestal bosque Yotoco es uno de los únicos remanentes de bosque protegido existente en la vertiente oriental de la cordillera occidental (Herrera et al. 2006), esto motiva a prestar urgente atención sobre amenazas identificadas a la fauna de la reserva: la potencial pérdida de hábitat en áreas aledañas y el consecuente aumento en el aislamiento de este



fragmento de bosque respecto de otros, afectando la conectividad biológica entre poblaciones es uno de los mayores problemas. Además, el alto porcentaje de animales atropellados al intentar cruzar la carretera que comunica a Buga con Buenaventura. El trabajo de Vargas-Salinas y colaboradores (Asoyotoco – CVC 2006) reporta 49 vertebrados atropellados en seis meses de muestreo. Reptiles y mamíferos son los grupos más afectados con 20 y 13 individuos muertos respectivamente. Finalmente, la principal amenaza identificada para la población de aulladores en Yotoco es el alto grado de aislamiento. Sin embargo, la CVC ya ha iniciado programas de compra y recuperación de tierras vecinas. Es importante llamar la atención hacia la zona sur, donde se encuentran varios fragmentos pequeños que podrían conectarse para ampliar aun más el hábitat disponible para los aulladores. Una alta densidad de individuos en un bosque aislado, permite la rápida propagación de epidemias (Estrada & Coates-Estrada 1996). Por tanto, la liberación de individuos decomisados en Yotoco, sin un estudio intensivo y juicioso de su estado de salud, puede ser una gran amenaza para toda la población (Gómez et al. 2005). Adicional a estas amenazas se encuentran, el desconocimiento de la Reserva por parte de los habitantes del municipio de Yotoco, deficiente colaboración y/o apoyo por parte de las autoridades, incendios forestales de tipo antropogénico, destrucción de la zona amortiguadora por inadecuadas prácticas agropecuarias en algunos de los predios, caza ilegal, saqueo de flora y actividades de guaquería al interior de la Reserva, contaminación de los acuíferos por inadecuadas condiciones de saneamiento básico en las áreas aledañas y de influencia a la Reserva, insuficiencia aplicación de la normatividad y disminución de la producción de agua (Escobar et al. 2006).

Por esto en 2006 se realizó el Plan de manejo y Conservación de la reserva forestal bosque de Yotoco, para (Escobar et al. 2006): estimular la participación de las comunidades locales en los procesos de planificación, conservación y gestión de la Reserva, adelantar actividades encaminadas a la protección de la fauna, flora, recurso hídrico, y suelos, promover la reserva forestal bosque de Yotoco como centro de investigación y educación Ambiental de carácter regional, nacional e internacional, proponer proyectos de capital social y biodiversidad que generen desarrollo rural regional en las comunidades asentadas en la zona amortiguadora y de influencia de la Reserva e implementar y desarrollar una estrategia económica y administrativa que permitan hacer gestión de recursos para la reserva como área protegida. Así este plan de manejo se centra en los siguientes programas:

- ✓ Administración y Desarrollo.
- ✓ Investigación.
- ✓ Educación (Educación Ambiental y Capacitación).
- ✓ Desarrollo Rural.
- ✓ Conservación y Recuperación de las Culturas Autóctonas Ancestrales.

La biodiversidad que conserva la reserva forestal bosque Yotoco es muy importante no sólo a escala departamental sino nacional y del adecuado manejo y conservación de la reserva se derivarán beneficios ambientales, económicos y sociales (Herrera et al. 2006).

### **Caracterización socioeconómica**

La encuesta fue aplicada durante los días 18 a 21, 23 a 24 y 28 de Julio de 2007 en predios de los municipios de Yotoco y Darién que corresponden al área del corredor de conservación. Se

logró tener la información socioeconómica de 30 de los 40 predios en los que se previó su aplicación, debido a problemas técnicos relacionados con la ubicación cartográfica de los predios, a la desactualización catastral (divisiones prediales), y a la dificultad para contactar a los propietarios y disponibilidad.

La muestra quedó de la siguiente manera: Cuatro predios encuestados con valor de conservación ALTO, 11 predios con valor de conservación MEDIO y 15 predios con valor de conservación BAJO. Lo que significa que el porcentaje de error de estimación manejado para el total de la muestra es de 6,8%. El incremento en el porcentaje de error, principalmente al interior de las submuestras, no debe generar preocupación por cuanto la finalidad de esta caracterización socioeconómica es construir el indicador de viabilidad socioeconómico, a la vez que tener una primera fotografía de las condiciones sociales, económicas y ambientales de los predios asociados al área del corredor, de forma que permita orientar el diseño de las HMP.

## **ESCENARIOS PARA LAS HERRAMIENTAS DE MANEJO DEL PAISAJE QUE GARANTICEN LA CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL ENTRE LAS RESERVAS FORESTAL BOSQUE YOTOCO Y LA RESERVA FORESTAL LA ALBANIA.**

### **PRIORIZACIÓN DE SITIOS CON BASE EL PORCENTAJE DE COBERTURA BOSCOSEA**

De acuerdo a su “valor de conservación” utilizando la información de coberturas a escala predial disponible para todos los predios potencialmente incluidos en el área del corredor propuesto entre las reservas forestales Bosque de Yotoco y La Albania, se identificaron 12 predios con valor alto de conservación, ocho predios con valor medio de conservación y 48 predios con valor bajo de conservación (Fig. 17 y Anexo 1).

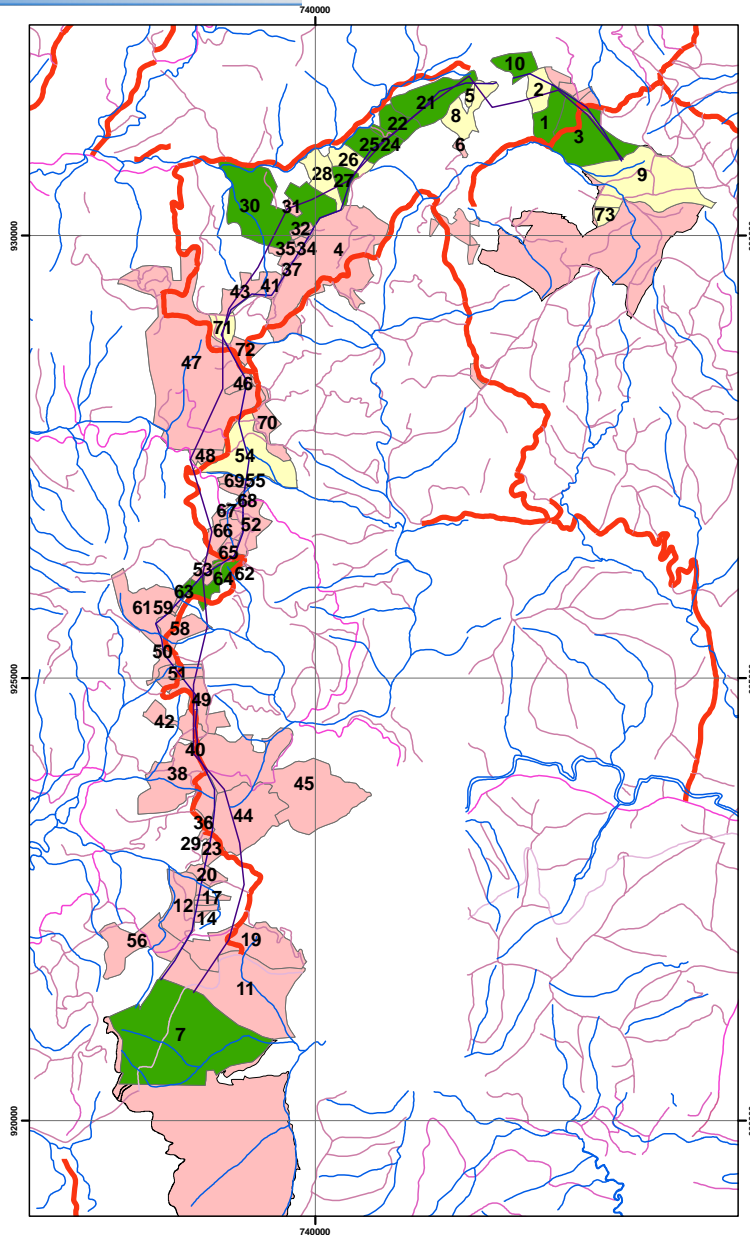


Figura 17. Predios priorizados de acuerdo a su “valor de conservación” utilizando la información de coberturas a escala predial disponible para todos los predios potencialmente incluidos en el área del corredor propuesto entre las reservas forestales Bosque de Yotoco y La Albania. Con el color verde se identifican los predios con un valor alto de conservación; con el color amarillo los predios con valor medio de conservación y con rosado los predios con valor bajo de conservación.

### INDICADOR DE VIABILIDAD SOCIOECONÓMICO

Los subtotales obtenidos para cada variable de uso, una vez relacionadas con las variables de manejo fueron sumados y se obtuvo el puntaje total por predio del indicador de viabilidad socioeconómico. En el caso del ejemplo del predio 1, el valor total del predio fue de uno (1)

punto. Para los 30 predios muestreados el indicador de viabilidad arrojó valores entre 11 y -11 (Tabla 7).

Tabla 7. Indicador de viabilidad socioeconómico predial. Método. Percentiles de 3 grupos: Alto, medio, bajo. Se divide todo por 0.66 y luego todo se divide por 0.33.

No. Encuesta	Puntos viabilidad socioeconómica	Valor socioeconómico
29	11	ALTO
6	6	ALTO
30	6	ALTO
31	6	ALTO
2	5	ALTO
4	5	ALTO
17	5	ALTO
19	5	ALTO
22	5	ALTO
18	3	ALTO
1	1	MEDIO
28	1	MEDIO
5	-1	MEDIO
13	-1	MEDIO
16	-1	MEDIO
21	-1	MEDIO
26	-1	MEDIO
7	-3	MEDIO
27	-3	MEDIO
20	-4	MEDIO
9	-4	BAJO
10	-5	BAJO
23	-5	BAJO
25	-5	BAJO
11	-7	BAJO
24	-8	BAJO
12	-9	BAJO
3	-11	BAJO
8	-11	BAJO
14	-11	BAJO

Ahora bien, con el fin de crear rangos de calificación para el indicador de viabilidad socioeconómico se aplicó el método de percentiles al puntaje total obtenido por todos los predios y se generaron tres rangos: Alto, Medio, y Bajo. Para los 30 predios del área de estudio se encontró que el 33% tienen altas posibilidades socioeconómicas o son sitios con una viabilidad socioeconómica alta para ser incluidos en el desarrollo de una estrategia de conservación de biodiversidad, o lo que es igual, en términos relativos, las personas (propietarios/administradores) que usan y manejan los recursos naturales, asociados a su predio y alrededores, 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. Por su parte, los predios con valor socioeconómico MEDIO y BAJO, representan en conjunto el 67%. Los predios con viabilidad SE 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 del 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 depender básicamente de la importancia ambiental (biológica) del predio o de su ubicación estratégica con respecto a predios con alto valor de conservación. De las posibilidades de conexión que el predio ofrezca.

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.

### **ANÁLISIS DE DISPOSICIÓN A PARTICIPAR DEL PROYECTO DE CORREDOR DE CONSERVACIÓN**

Del total de encuestados, antes de suministrarles información específica de la zona, el 57% afirma conocer el bosque de La Albania, mientras que el 40% conoce la reserva forestal bosque de Yotoco. En siete predios respondieron que no conocen ninguna de las dos áreas y en seis predios conocen las dos áreas. En general, en la zona estas áreas de conservación no son reconocidas y se puede resaltar que más personas conocen La Albania que la reserva forestal Yotoco.

Del total de encuestados, antes de suministrarles información específica de la zona, el 57% afirma conocer el bosque de La Albania, mientras que el 40% conoce la reserva forestal bosque de Yotoco. En siete predios respondieron que no conocen ninguna de las dos áreas y en seis predios conocen las dos áreas. En general, en la zona estas áreas de conservación no no son reconocidas y se puede resaltar que más personas conocen La Albania que la reserva forestal Yotoco.

El 77% de los encuestados no sabía de la importancia de estas áreas de bosque para la conservación de la fauna y flora de la región y para el mantenimiento del recurso hídrico, lo cual es consistente con el desconocimiento de la existencia de dichas áreas boscosas. Así mismo, se observó que las personas no han escuchado hablar del concepto “corredores de conservación”, sólo un 13% respondió afirmativamente.

El conocimiento del conflicto entre producción y conservación por la ampliación de la frontera agropecuaria a costa de las áreas con bosques es bastante parejo, el 53% afirma no estar enterado de esta problemática que afecta a la biodiversidad, y el restante dice lo contrario.

Sin embargo, una vez presentado el proyecto, ilustrado con fotografías e imágenes, la gran mayoría (97%) de los encuestados respondieron que un corredor que una los bosques de La Albania y de la reserva de Yotoco es muy importante para la conservación de biodiversidad y para el recurso hídrico. Esto refleja una adecuada comprensión del Proyecto, por la coherencia entre la valoración de los servicios ambientales y la valoración del proyecto que busca mejorar o mantener estos servicios.



Como se observa en la figura 18, los beneficios o servicios ambientales que más valoran son en orden: Conservación del medio ambiente (25%)<sup>3</sup>, Protección de la fauna (21%)<sup>4</sup>, Fauna<sup>5</sup> y conservación del recurso hídrico (17%)<sup>6</sup>, protección del agua (17%)<sup>7</sup>, agua y fauna (10%)<sup>8</sup>, Calidad del aire (7%) y protección de bosques (3%).

Estas respuestas muestran cómo en la comunidad entrevistada la protección de los animales es un tema de mayor sensibilidad que la misma conservación del recurso hídrico. Las razones pueden ser muchas, entre ellas la disponibilidad de agua actual, sin embargo, *esta ordenación de preferencias es interesante dentro de un modelo de sostenibilidad del corredor de conservación.*

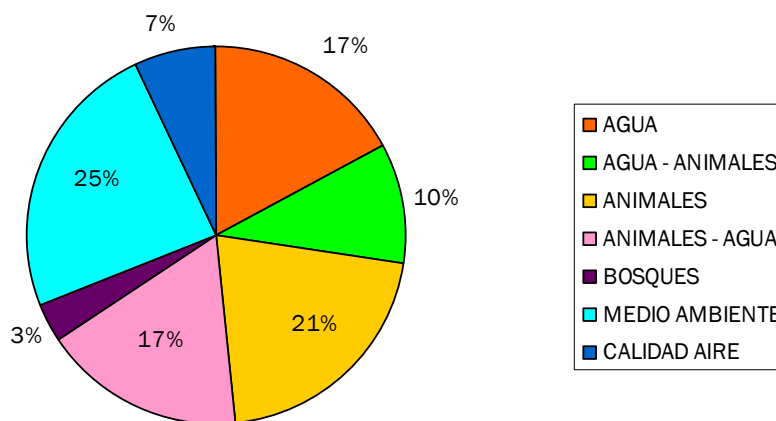


Figura 18. Proporciones de los diferentes servicios ambientales asociados al corredor Yotoco - La Albania.

La disposición a participar del proyecto fue del 63% de los encuestados, no se tuvieron respuestas negativas de propietarios, el porcentaje restante (aparentemente negativo) fueron administradores que respondieron que debían consultar con el dueño. Y en cuanto a la forma como proponen participar, quienes respondieron afirmativamente, se encontró que el 42% está dispuesto a ceder nuevas áreas del predio para que pase el corredor; por su parte, el 21% está dispuesto a ceder nuevas áreas para mantener la conexión con cercas vivas, aislamientos y sistemas silvopastoriles, es decir, una menor área. El 16% tiene bosque en su predio y está dispuesto a que el corredor pase por el bosque, permitiendo cercamiento. El 11% es una

<sup>3</sup> Esta categoría resume las respuestas: Conservación y protección del medio ambiente en general, considerando a las generaciones futuras, teniendo en cuenta el respeto a la vida.

<sup>4</sup> Respondieron: Conservación de las especies de fauna, conservación de las aves, mantenimiento de los pasos de animales, provisión de alimento para las especies de animales.

<sup>5</sup> Protección de animales, disfrute por ver más animales, aumento de las especies animales, cuidado de los animales.

<sup>6</sup> Combatir la escasez del agua, evitar las sequías, cuidar el agua, protección de las fuentes de agua.

<sup>7</sup> Preocupación por el problema de escasez del agua y el aumento de la población y por consiguiente de la mayor demanda del recurso.

<sup>8</sup> Las respuestas son similares a la categoría fauna y agua, lo que cambia es el orden en que se presenta la respuesta, que se presume está relacionado con la valoración de los servicios ambientales que prestaría el corredor para la comunidad.

combinación de predio con bosque que desea que el corredor pase por ahí y a la vez pone a disposición área para sembrar cercas vivas, que hagan parte del corredor. El restante 11% no propone acciones que impliquen nuevas áreas para el corredor, pero se responsabiliza de mantener las áreas de bosque que tiene actualmente (Fig. 19).

En conclusión, Esta información descrita es clave tanto para el diseño de las HMP en cada predio, como para la identificación de los mecanismos facilitadores encaminados a su implementación.

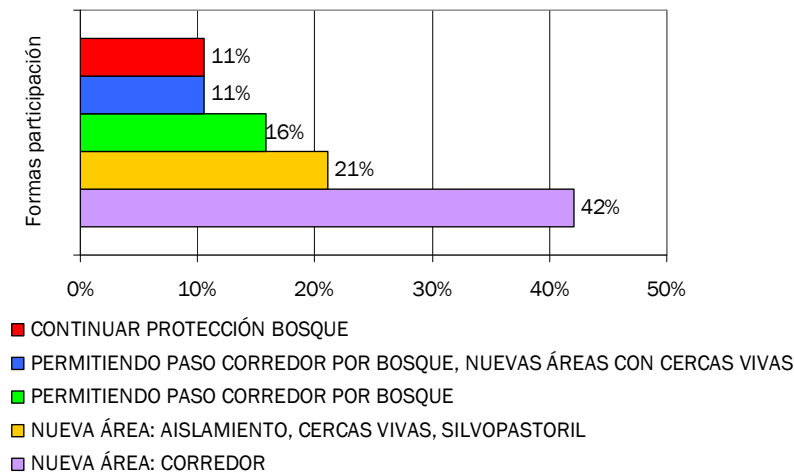


Figura 19. Proporción de las diferentes formas de participación según las encuestas socio-económicas realizadas en el área del corredor Yotoco – La Albania.

## HERRAMIENTAS DE MANEJO DEL PAISAJE PROPUESTAS QUE GARANTICEN LA CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL ENTRE LAS RESERVAS FORESTAL BOSQUE YOTOCO Y LA RESERVA FORESTAL LA ALBANIA

### Análisis de los patrones espaciales del paisaje en el área del corredor biológico entre las reservas forestales Bosque de Yotoco y La Albania

En el figura 20, se puede concluir que la cobertura dominante en la ventana son los pastizales con el 28.72%. La segunda cobertura mas representativa son los cultivos con el 11.38%, seguido por el bosque secundario y el rastrojo alto con el 10.61% y 10.54% respectivamente.

Al observar los datos correspondientes a las demás coberturas, se puede inferir que es una ventana con un alto grado de fragmentación, con áreas de fragmentos pequeñas para las demás coberturas.

A continuación se presenta un panorama de la composición y configuración del paisaje del área de estudio según un análisis de métricas del paisaje.

### Índices de área/densidad y borde

En la tabla 8, se observa el área ocupada por cada cobertura en la ventana y el porcentaje correspondiente en el territorio, las coberturas más representativas son: los pastizales, cultivos, bosque secundario, rastrojo alto, pastizal enrastrado seco, pastizales y cultivos y café asociado. Este paisaje se considera fragmentado ya que la cobertura natural corresponde al 10.61%.

Los bosques secundarios presentan el mayor número de parches 106 en total siendo esta la cobertura más fragmentada del área de estudio con un tamaño promedio de los parches de 19,60 ha y con el mayor coeficiente de variación. Esto se ve reflejado al tener áreas que varían desde 1 ha hasta 558.48 ha esta última corresponde a la reserva forestal bosque Yotoco.

Los rastrojos altos son la tercera cobertura mas fragmentada del área de estudio con 75 fragmentos y un tamaño promedio de parche de 27,51 hectáreas y un coeficiente de variación de 188,48% lo que indica igualmente una alta variabilidad en el área.

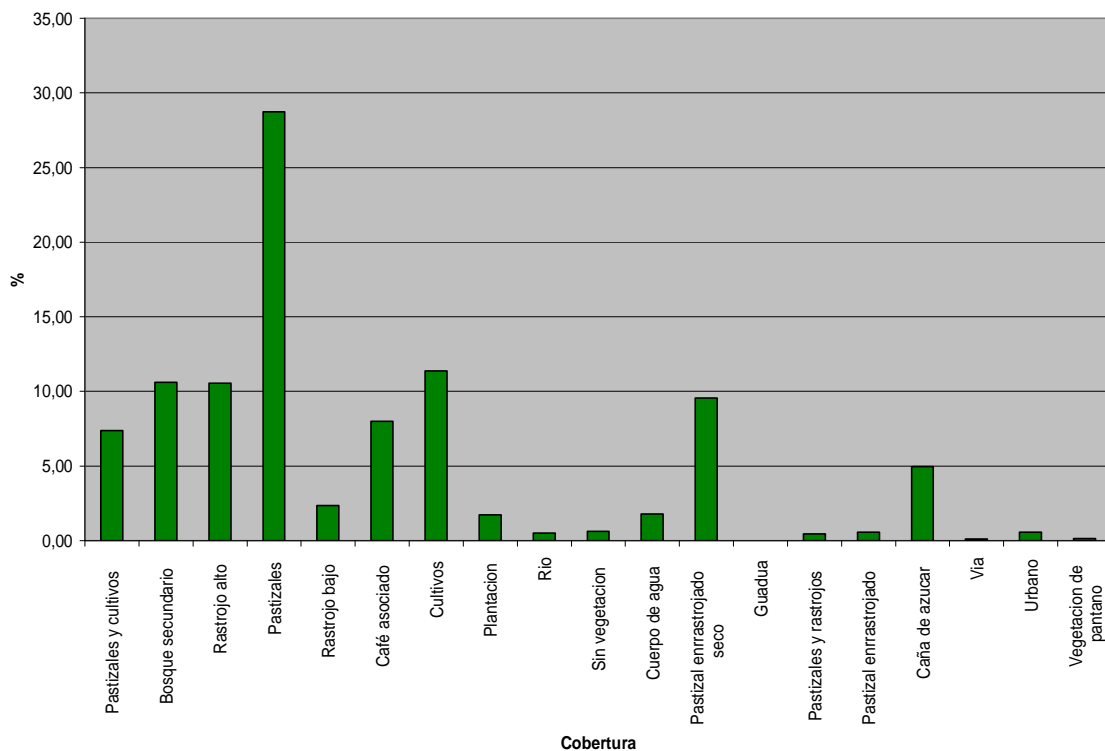


Figura 20. Porcentaje de área, por tipo de cobertura

Estas dos coberturas son las más importantes dentro del proceso del trazado de la ruta del corredor biológico, por cuanto se consideran la base sobre la cual se fundamentaría el trazado.

### Índices de forma

FRAGSTATS computa varias estadísticas que cuantifican la estructura del paisaje en términos de complejidad. La importancia primaria de este tipo de índices está relacionada directamente

con el efecto borde, en donde se puede afirmar que en principio son preferibles los espacios con una baja relación área-perímetro, ya que en estos se reduce el efecto borde.

Índice de forma SHAPE, en la tabla 9, se presenta el índice de forma para cada una de las coberturas.

Tabla 9. Índice de forma (SHAPE).

Cobertura	SHAPE_MN	SHAPE_SD	SHAPE_CV
Pastizales y cultivos	3,02	1,12	37,03
Bosque secundario	1,97	0,89	45,12
Rastrojo alto	2,76	1,52	54,95
Pastizales	2,35	1,18	50,49
Rastrojo bajo	3,24	1,54	47,48
Café asociado	2,31	0,77	33,18
Cultivos	2,28	1,20	52,55
Plantación	1,78	0,30	16,93
Río	5,26	2,56	48,68
Sin vegetación	2,16	0,43	19,91
Cuerpo de agua	1,85	0,63	34,08
Pastizal enrastrado seco	3,09	1,08	35,10
Guadua	1,27	0,00	0,00
Pastizales y rastrojos	2,19	0,00	0,00
Pastizal enrastrado	4,20	0,00	0,00
Caña de azúcar	2,20	0,40	18,39
Vía	8,03	0,00	0,00
Urbano	1,50	0,00	0,00
Vegetación de pantano	2,85	0,00	0,00

Tabla 8. Métricas de área/densidad y borde

Cobertura	CA	PLAND	NP	PD	LPI	LSI	AREA_MN	AREA_SD	AREA_CV
Pastizales y cultivos	1445,39	7,38	7,00	0,04	1,92	7,99	206,48	128,50	62,23
Bosque secundario	2077,08	10,61	106,00	0,54	2,86	19,19	19,60	57,07	291,25
Rastrojo alto	2063,11	10,54	75,00	0,38	1,60	24,18	27,51	51,85	188,48
Pastizales	5622,16	28,72	82,00	0,42	4,49	22,38	68,56	154,34	225,11
Rastrojo bajo	459,31	2,35	14,00	0,07	1,42	12,17	32,81	68,92	210,06
Café asociado	1564,93	7,99	14,00	0,07	3,04	8,43	111,78	153,18	137,03
Cultivos	2227,50	11,38	17,00	0,09	4,58	10,31	131,03	210,69	160,80
Plantación	337,73	1,73	4,00	0,02	1,54	2,86	84,43	125,46	148,59
Río	100,27	0,51	3,00	0,02	0,26	9,35	33,42	14,24	42,61
Sin vegetación	123,58	0,63	5,00	0,03	0,36	4,64	24,72	24,18	97,83
Cuerpo de agua	352,58	1,80	8,00	0,04	1,13	4,67	44,07	74,87	169,87
Pastizal	1871,25	9,56	13,00	0,07	3,75	11,35	143,94	182,20	126,58

enrastrado seco									
Guadua	2,61	0,01	1,00	0,01	0,01	1,27	2,61	0,00	0,00
Pastizales y rastrajos	88,78	0,45	1,00	0,01	0,45	2,19	88,78	0,00	0,00
Pastizal enrastrado	110,84	0,57	1,00	0,01	0,57	4,20	110,84	0,00	0,00
Caña de azúcar	969,08	4,95	3,00	0,02	2,68	3,52	323,03	178,85	55,37
Via	21,73	0,11	1,00	0,01	0,11	8,03	21,73	0,00	0,00
Urbano	110,01	0,56	1,00	0,01	0,56	1,50	110,01	0,00	0,00
Vegetación de pantano	29,31	0,15	1,00	0,01	0,15	2,85	29,31	0,00	0,00

Este índice mide la complejidad de la forma del fragmento comparada a una forma estándar que para este caso es un cuadrado, cuando el valor es igual a 1 corresponde a un fragmento cuadrado o casi cuadrado.

La cobertura que presenta formas más irregulares son los pastizales y cultivos y pastizal enrastrado seco. Se observa como las cobertura de bosque secundario presenta los polígonos mas regulares, explicando esto por los dos fragmentos de bosque de la reserva forestal bosque. El índice de la dimensión fractal se puede apreciar en la tabla 10 para cada una de las diferentes coberturas:

Este índice permite determinar la complejidad de la forma de los fragmentos, así cuando el índice se acerca a 1, está indicando formas muy sencillas como círculos o cuadrados, y cuando se aproxima a 2 refleja fragmentos de formas muy desiguales. Esta baja complejidad de la forma de los parches, puede explicarse por los usos humanos, que generalmente son de perímetros rectilíneos, otorgando por lo tanto estas formas a los parches adyacentes de bosques.

El índice de contigüidad, permite establecer cual es el nivel de conexión entre los píxeles de un fragmento, y su rango varia entre 0 y 1, cuando el valor se acerca a 1 indica un mayor grado de conexión espacial.

Tabla 10. Índice Dimensión Fractal

Cobertura	FRAC_MN	FRAC_SD	FRAC_CV
Pastizales y cultivos	1,15	0,05	4,08
Bosque secundario	1,10	0,05	4,91
Rastrojo alto	1,15	0,07	5,85
Pastizales	1,12	0,05	4,31
Rastrojo bajo	1,18	0,07	5,96
Café asociado	1,12	0,04	3,38
Cultivos	1,11	0,05	4,77
Plantación	1,09	0,03	2,69
Río	1,24	0,08	6,23
Sin vegetación	1,13	0,03	2,34
Cuerpo de agua	1,10	0,03	2,96
Pastizal enrastrado seco	1,16	0,04	3,32



Cobertura	FRAC_MN	FRAC_SD	FRAC_CV
Guadua	1,05	0,00	0,00
Pastizales y rastrajos	1,11	0,00	0,00
Pastizal enrastrajado	1,21	0,00	0,00
Caña de azúcar	1,11	0,03	2,55
Vía	1,34	0,00	0,00
Urbano	1,06	0,00	0,00
Vegetación de pantano	1,17	0,00	0,00

Como puede apreciarse en la tabla 11, en general todas las coberturas presentan una buena conexión espacial interna, presentándose una mayor variación en los rastrojos altos y el bosque secundario. Indicando que a pesar de ser un paisaje altamente fragmentando éstos en su interior presentan una alta conectividad.

Se puede concluir que la estructura del paisaje en la zona de estudio, se caracteriza por presentar una alta fragmentación, con formas de los fragmentos simples o regulares y con buenas conexiones internas espaciales.

Tabla 11. Índice de Contigüidad

Cobertura	CONTIG_MN	CONTIG_SD	CONTIG_CV
Pastizales y cultivos	0,96	0,03	3,05
Bosque secundario	0,92	0,03	3,08
Rastrojo alto	0,91	0,04	4,15
Pastizales	0,94	0,03	3,09
Rastrojo bajo	0,90	0,03	3,43
Café asociado	0,96	0,02	1,86
Cultivos	0,96	0,02	1,87
Plantación	0,95	0,03	2,83
Río	0,89	0,04	4,78
Sin vegetación	0,93	0,03	2,78
Cuerpo de agua	0,91	0,05	4,95
Pastizal enrastrajado seco	0,96	0,02	1,80
Guadua	0,91	0,00	0,00
Pastizales y rastrajos	0,97	0,00	0,00
Pastizal enrastrajado	0,95	0,00	0,00
Caña de azúcar	0,98	0,01	0,82
Vía	0,80	0,00	0,00
Urbano	0,98	0,00	0,00
Vegetación de pantano	0,94	0,00	0,00

### Índices de aislamiento / proximidad

El índice distancia euclidiana al vecino más cercano (ENN), se define como la distancia de un fragmento al fragmento vecino más cercano del mismo tipo, basado en la distancia del borde a borde. Este índice puede indicar el nivel de aislamiento que se puede presentar entre fragmentos de la misma clase, al observar la tabla 12.

Se observa como los fragmentos mas aislados son los de café asociado con una distancia en promedio de 573,47 metros. Por otra parte los rastrojos altos y los bosques secundarios presentan una distancia promedio entre fragmentos de 150 metros con los menores coeficientes de variación con lo que se puede inferir que estas coberturas se encuentran distribuidas uniformemente en la zona, situación que puede ser muy ventajosa para la implementación de herramientas de conservación

### Índices de contagio / mezcla

Índice de entremezcla y yuxtaposición (IJI), este índice indica la adyacencia a fragmentos, cada fragmento se evalúa para la adyacencia con el resto de los tipos de fragmentos presentes en un paisaje. Este índice mide el grado al cual se entre mezclan los tipos de fragmentos presentes, así valores tendientes a 100 se presentan cuando el fragmento correspondiente es adyacente a todos los tipos de parches presentes en el paisaje y 0 cuando el fragmento correspondiente es adyacente solo a un tipo de fragmento presente en el paisaje.

Al observar la tabla 13, se puede determinar que la cobertura cultivos es la que presenta un mayor nivel de adyacencia con todos los tipos de cobertura presente en la ventana. Mientras que el pastizal enrastrado seco no muestran tanta adyacencia con los demás tipos de fragmentos.

Tabla 12. Distancia media al vecino más cercano.

Cobertura	ENN_AM	ENN_SD	ENN_CV
Pastizales y cultivos	2000,18	3036,43	207,75
Bosque secundario	154,21	222,65	107,39
Rastrojo alto	150,04	238,61	108,73
Pastizales	70,97	132,84	103,31
Rastrojo bajo	391,17	1452,74	151,32
Café asociado	573,47	691,46	119,51
Cultivos	349,80	860,57	100,50
Plantación	1918,35	2240,31	111,85
Río	4297,65	5634,97	135,31
Sin vegetación	795,45	4093,63	168,91
Cuerpo de agua	546,31	3282,84	150,45
Pastizal enrastrado seco	81,39	144,58	136,30
Guadua	N/A	N/A	N/A
Pastizales y rastrojos	N/A	N/A	N/A

Cobertura	ENN_AM	ENN_SD	ENN_CV
Pastizal			
enrastrado	N/A	N/A	N/A
Caña de azúcar	73,83	101,11	80,66
Vía	N/A	N/A	N/A
Urbano	N/A	N/A	N/A
Vegetación de pantano	N/A	N/A	N/A

Las coberturas rastrojo alto y bosque secundario, con un índice de 57,31 y 58,49 respectivamente, indican que se encuentran entremezclados con la mitad de las coberturas de la zona de estudio.

El índice de separación SPLIT, este índice es igual a 1 cuando el paisaje está constituido por un solo fragmento. Aumenta en la medida en que el tipo de fragmento se reduce en área y los parches son más pequeños. El límite superior está supeditado por la fracción entre el área del paisaje y el tamaño de la celda, y se logra cuando el tipo de fragmento correspondiente consiste de un parche de un solo píxel.

Tabla 13. Índices de contagio / mezcla.

Cobertura	IJI	SPLIT
Pastizales y cultivos	73,8293	9256898
Bosque secundario	58,4962	9930275
Rastrojo alto	57,3177	14834315
Pastizales	67,1758	1638708
Rastrojo bajo	63,1471	46990693
Café asociado	56,6176	7613430
Cultivos	70,1597	3662402
Plantación	39,0605	41899333
Río	63,7496	967901014
Sin vegetación	44,7893	641186178
Cuerpo de agua	54,839	63476917
Pastizal enrastrado seco	50,4302	5467976
Guadua	23,942	5,6263E+11
Pastizales y rastrojos	25,579	486265090
Pastizal enrastrado	30,4665	311968209
Caña de azúcar	56,3803	9370801
Vía	39,2937	8116782729
Urbano	40,6061	316693423
Vegetación de pantano	23,6917	4461405894

### **Análisis de conectividad estructural potencial**

De acuerdo con los pesos establecidos en la metodología y luego de un proceso SIG se establecieron las siguientes áreas de prioridad de conservación figura 21.

Es de aclarar, que esta primera aproximación de áreas prioritarias de conservación, se trabajó con la información secundaria disponible, por ello, las áreas seleccionadas como prioridad alta no son excluyentes de otras áreas que puedan ser identificadas en el futuro.

En un paisaje fragmentado, los individuos presentes al tener posibilidades de desplazarse de un hábitat a otro pueden llegar a sostener poblaciones en declive de los hábitat de mala calidad (Kattan 2002; Bennett 1999).

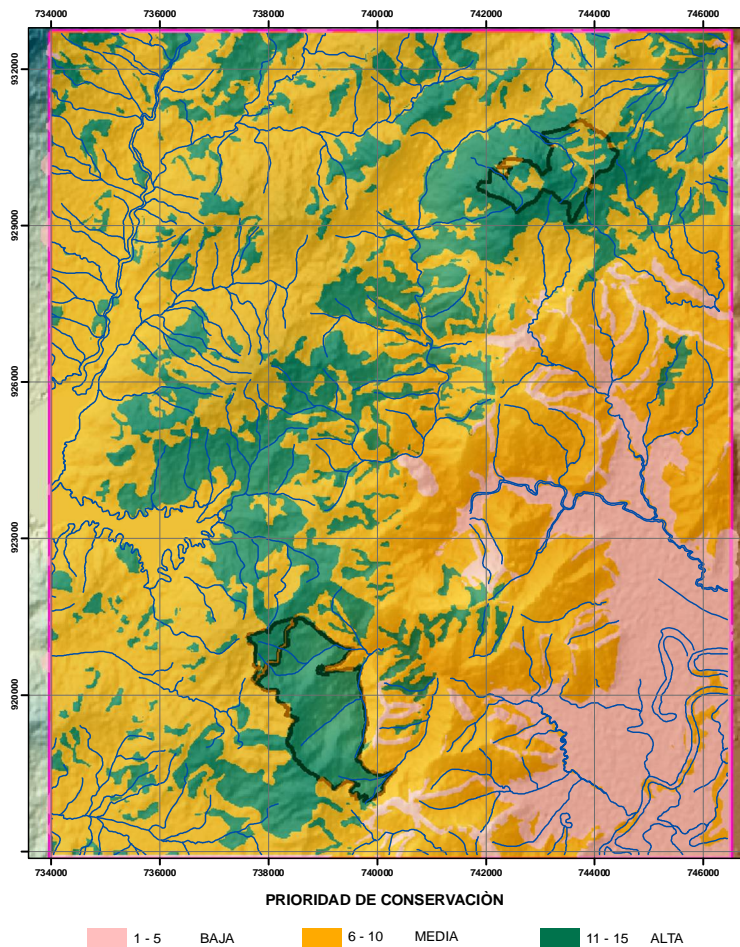


Figura 21. Áreas de prioridad de conservación.

Entre mas cerca se encuentren los fragmentos de bosque, mas facilidad para el movimiento de las especies que operan a escala de paisaje o regional (Kattan 2002; Price et al. 1999).

Adicional a las consideraciones y resultados presentados en los ítems anteriores, para la definición de los trazados preliminares se tuvieron en cuenta los límites prediales, de los predios vinculados en las zonas consideradas de prioridad alta. Para esto se digitalizaron en total 396 predios, de los cuales 33 se encuentran ubicados en el municipio de Darien y 363 en el municipio de Yotoco (Fig. 22).



## PROPUESTA PARA EL CORREDOR BIOLÓGICO YOTOCO – LA ALBANIA

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se plantean las siguientes alternativas que adicionalmente contemplan las siguientes reflexiones:

1. La parte occidental por donde se plantean las propuestas se encuentra cubierta por un porcentaje relativamente alto de vegetación nativa con fragmentos secundarios en muy buen estado de conservación, bosques secundarios jóvenes y pastizales enrastrados.
2. Existencia de abundantes árboles aislados y cañadas que permiten mejores conexiones.
3. La cercanía a reservas como Liver –pool, reservas de la sociedad civil, al sector de río frío y al parque regional del Duende, lo que permite un mayor impacto de conectividad.
4. Se logra la conexión de varios fragmentos de composición similar a la de Yotoco y La Albania.
5. Por esta área los corredores tendrían pocos puntos críticos zonas que se encuentran actualmente en Cultivos y potreros, los cuales podrían ser manejados a través de sistemas silvopastoriles.

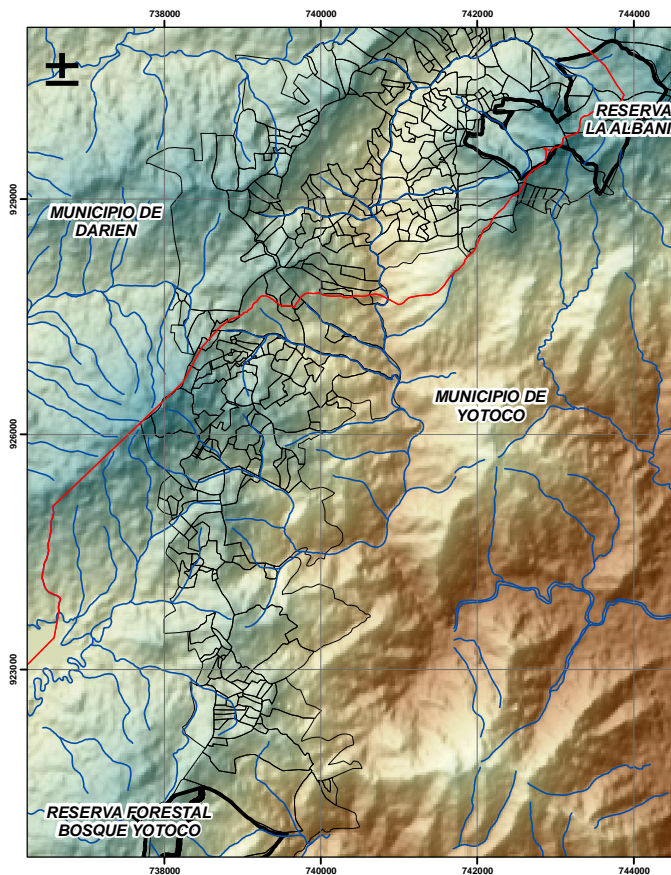


Figura 22. Predios zona corredor reserva forestal La Albania – Reserva Forestal bosque Yotoco



La zona oriental es una franja muy deforestada y erosionada, este sector presenta aspectos interesantes desde el punto de vista de conservación y restauración del bosque seco de piedemonte, pero resultaría demasiado costosa y lenta, además, no se comportaría como un transepto de conexión ya que las especies de Yotoco y la Albania corresponden a bosque subandino.

Esta propuesta atraviesa por zonas de pendientes del 12-25% y del 25-50%, principalmente, ubicada en la zona de vida Bosque húmedo premontano (Bh-PM) en el piso subandino. El corredor propuesto tiene una extensión lineal aproximada de 16.8 Km e involucra 46 predios (Fig. 23). La ruta propuesta incluye no sólo áreas de cultivos y pastizales donde se propone adelantar faenas de restauración ecológica, sino también áreas de bosque nativo, gradual y rastrojo que se incorporarían al corredor. Cabe recalcar una vez más que estas intervenciones, especialmente en áreas productivas, se realizarán sólo después del proceso de planificación predial participativa con los propietarios de los predios.

Las áreas actualmente en sistemas productivos susceptibles a restaurar, utilizando sucesión secundaria para conectar fragmentos de bosque existentes, tienen en total una longitud aproximada de 6.26 Km y un área de 31.25 ha para un corredor de 50 m de ancho (Tabla 14). No obstante, en la ruta propuesta existen once fragmentos de bosque nativo, sin contar los fragmentos de Yotoco y La Albania, con un área total de 251.21 ha que es susceptible a ser enriquecida mediante la siembra de individuos vegetales provenientes del vivero. Especies de estadios avanzados de la sucesión como especies con maderas finas son buenos candidatos para estos enriquecimientos. Además, el área de corredor propuesta utilizaría seis fragmentos de rastrojo alto con un área total de 86.51 ha, en las cuales se pueden realizar actividades de cerramiento con cerca y enriquecimiento. Se espera que con la constitución del corredor, las HMP complementarias y las reservas ya existentes se cree un sistema de conservación de 902 ha.

En el figura 24 se presenta el perfil de la línea de trazado propuesta para el corredor 1, donde el punto No 1 corresponde a La Albania con una altura de 1711 m.s.n.m. y el punto 26 a la reserva forestal de Yotoco con una altura de 1488 m.s.n.m.

Es conveniente aclarar que en algunos tramos el corredor propuesto no será una franja estricta de bosque nativo, sino que podrá ser un sistema agroforestal con manejo escalonado o un sistema silvopastoril. Esto debido a que existen predios muy pequeños o porque la negociación con el propietario puede resultar en no ceder áreas para conservación exclusiva. Como se mencionó anteriormente el manejo entonces se convierte en la principal herramienta para garantizar en estas áreas que la conectividad estructural no se pierda en el tiempo a lo largo del corredor.

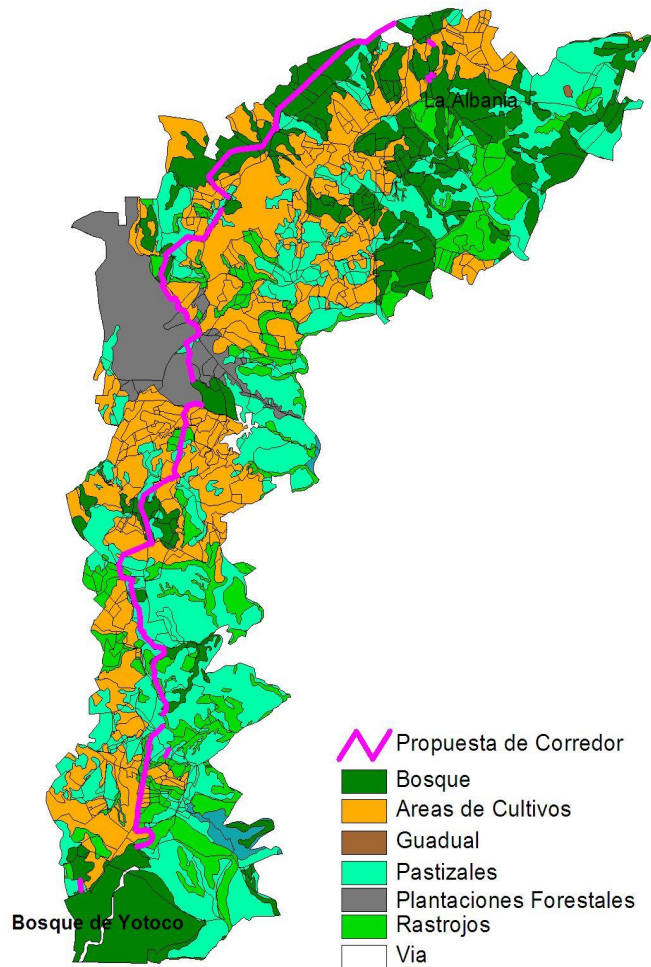


Figura 23. Trazado de la propuesta para el corredor biológico Yotoco – La Albania

Tabla 14. Predios involucrados en la propuesta de corredor biológico entre Yotoco – La Albania, con el área aproximada en cada uno de ellos susceptible a ser intervenida, su uso actual y los valores de conservación y socio-económicos calculados para algunos de ellos.

No. Predial	ID_Predio	Distancia Aprox. de Conexión (m)	Área Aprox. (m <sup>2</sup> ) (50m ancho)	Sist. Productivo Involucrado	Porcentaje de Cobertura Boscosa	Valor Socio-económico
000100040202000	1	30	1500	cultivo de plátano y café		
000100050200000	s.i.	40	2000	cultivo de plátano y café		
000100050201000	2	72	3600	cultivo de plátano y café	alto	
000100010061000/ 000100030212000.	10 - 21	240	12000	s.i.	alto	bajo
000100030224000	27	27	1350	pastizales		

000100030224000	27	20	1000	cultivos	
				cultivo de	
				plátano y	
000100030144000	30	32	1600	café	
				cultivo de	
				plátano y	
000100030292000	35	110	5500	café	
000100030292000	35	45	2250	pastizales	
s.i.	4	55	2750	pastizales	bajo
				cultivo de	
				plátano y	
s.i.	4	196	9800	café	bajo
				cultivo de	
				plátano y	
000100030335000	41	265	13250	café	
000100030335000	41	84	4200	pastizales	
000100030179000	43	317	15850	pastizales	alto
				Plantación	
000100040235000	47	800	40000	Forestal	alto
000100060037000	70	308	15400	Pastizal	
000100060101000	54	565	28250	potrero	medio
				cultivo de	
				café y	
000100060104000	69	133	6650	plátano	bajo
				cultivo de	
				café y	
				plátano	alto
000100060007000	55	171	8550		
000100060036000/ 000100060114000/ 000100060115000.	52, 65, 66	178	8900	pastizales	
000100060036000/ 000100060114000/ 000100060115000.	52, 65, 66	305	15250	cultivo de café y plátano	
000100060116000	64	186	9300	café	
000100060116000	64	46	2300	asociado	medio
000100060117000	53	155	7750	pastizales	medio
000100060124000	58	42	2100	pastizales	
				café	
000100060124000	58	456	22800	asociado	
000100060125000	s.i.	31	1550	pastizales	
000100070027000	50	20	1000	pastizales	
000100070029000	51	55	2750	pastizales	
000100070191000	49	450	22500	pastizales	
000100070092000	45	102	5100	pastizales	
000100070182000	44	251	12550	pastizales	
00010007093000	23	47	2350	pastizales	alto
				cultivos y	
000100070166000	18	60	3000	pastizales	
				cultivos y	
000100070178000	17	61	3050	pastizales	
				cultivos y	
000100070174000	15	60	3000	pastizales	
				cultivos y	
000100070171000	14	73	3650	pastizales	
				cultivos y	
000100070170000	13	54	2700	pastizales	

000200020203000	7	0	0	Bosque de Yotoco
000100070076000	s.i.	109	5450	pastizales
TOTAL		6251 m	312550 m <sup>2</sup>	
		6.25 Km	31.255 ha	

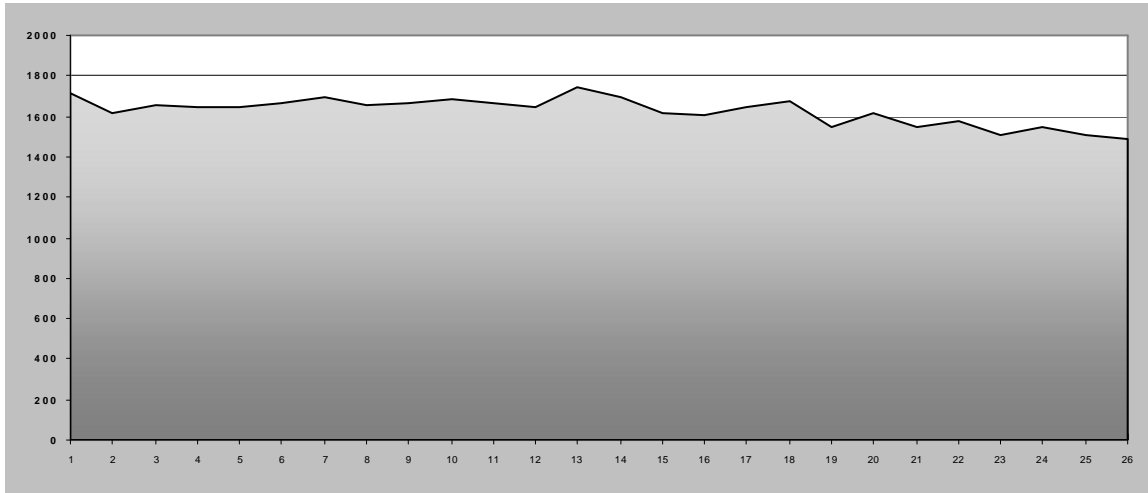


Figura 14. Perfil del trazado de la propuesta del corredor biológico Yotoco - La Albania.

### Alternativas frente a la doble calzada de la vía Buga - Buenaventura

Infortunadamente la información que se tiene respecto a la propuesta final del trazado de la doble calzada Buga - Buenaventura es limitada (Fig. 25). No obstante y como en todo proyecto de esta naturaleza se debe tener en cuenta que las obras de infraestructura vial originan una serie de efectos socios ambientales, directos e indirectos que pueden impactar reduciendo o impidiendo el movimiento de las especies entre las áreas disectadas por la vía. De esta manera, las principales recomendaciones que se pueden realizar para mitigar estos posibles efectos negativos de la obra son la construcción de pasos elevados como puentes para ser utilizados por organismos como micos y perezosos y túneles o pasos subterráneos que pueden ser utilizados por especies de mamíferos, anfibios y reptiles.

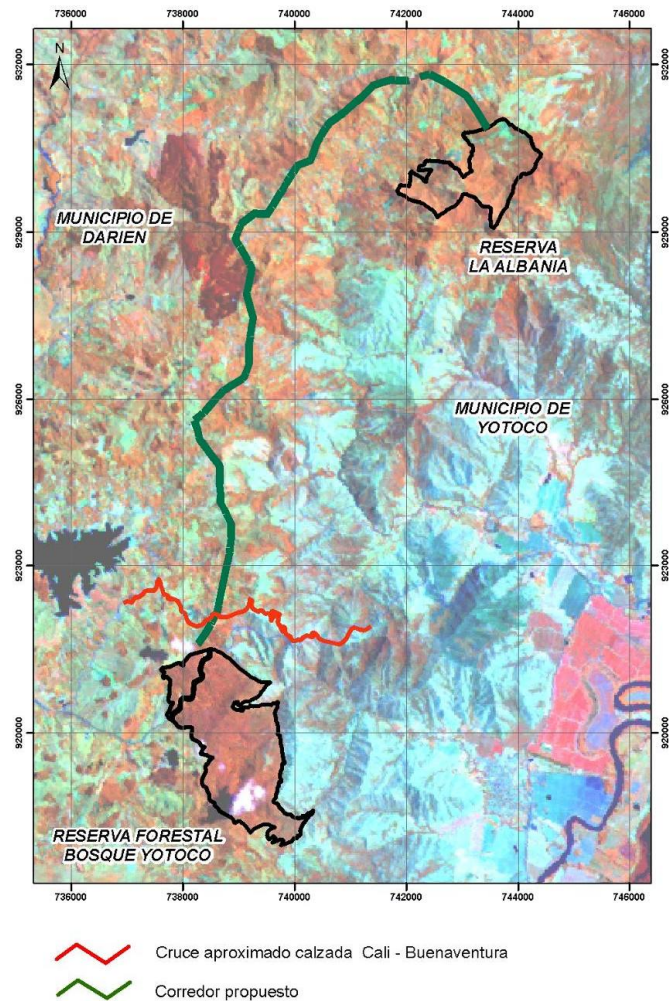


Figura 25. Trazado potencial de la doble calzada Buga – Buenaventura.

### Pasos de fauna en el corredor Yotoco – La Albania

En áreas perturbadas las poblaciones de muchos animales están aisladas gracias a la pérdida de hábitat y a la fragmentación, y si esas poblaciones contienen solo unos pocos individuos las posibilidades de extinción local son altas (Kramer-Schadt et al. 2004). La fragmentación producida por las carreteras tiene múltiples efectos sobre las poblaciones silvestres afectadas, ya que estas se constituyen en barreras para el movimiento de los animales (Clevenger et al. 2001). Las vías pueden convertirse en barreras infranqueables (Goosem 2000) para el movimiento de la fauna, o en otros casos en barreras parcialmente permeables (Goosem 2001), en ambos casos muchas especies de fauna pueden desarrollar un aversión o temor a aproximarse a estas estructuras, lo efectos se observan en un incremento del aislamiento de algunas poblaciones por disminución del movimiento, o en mortalidades masivas de animales en las vías al intentar atravesarlas (Morales et al. 2000). El efecto es mayor sobre especies silvestres de ambientes boscosos que sobre especies de áreas más abiertas (Goosem 2005). El efecto de estas barreras sobre la fauna silvestre se ve incrementado por factores como la



topografía, los claros a los lados de las vías (Goosem 2000) y la presencia de personas. Los bordes de las vías son rápidamente colonizados, la construcción de viviendas y negocios es común en los bordes de las vías colombianas, convirtiéndose en una barrera para el paso de la fauna y un riesgo permanente por cacería y depredación por animales domésticos como perros y gatos.

Los cambios en la topografía por la construcción de vías dificultan el movimiento de la fauna, especialmente cuando hay formación de taludes y terraplenes con remoción de la vegetación. La alteración sobre la vegetación de los bordes de las vías puede producir efectos tales como el rechazo a ciertas áreas más seguras para el paso de la fauna. En este sentido, resulta pertinente destacar aquellos puntos más susceptibles para el paso de la fauna, tales como corredores riparios y corredores biológicos, sobre los cuales se deben evitar daños irreparables o realizar acciones de restauración.

Los efectos de las carreteras sobre la vida silvestre ha promovido la formulación de diversos estudios, siendo evaluada en muchos lugares del mundo desde hace más de 80 años (Waller et al. 2005; Stoner 1925). Las evaluaciones recientes sobre el movimiento de la fauna en las vías la relacionan con aspectos ecológicos de las especies, así como con la disponibilidad de hábitat, alimentación, movimiento de las especies, apareamiento y reproducción, estructura de las poblaciones, cambio climático, disponibilidad de recursos, catástrofes como incendios o inundaciones, entre otras (Waller et al. 2005; Spellerberg 1998).

El efecto barrera es el impacto ecológico de mayor importancia de las vías (Forman & Alexander 1998), por lo que los esfuerzos se deben realizar para incrementar la permeabilidad de las vías, y mitigar el potencial efecto barrera (Clevenger et al 2001; Opdam et al. 1993). La fragmentación producida por las infraestructuras viales se debe no solo a la ruptura de hábitats, sino al establecimiento de barreras. Los efectos de las vías sobre la fauna están relacionados con varios factores, y con frecuencia se reflejan más allá de la franja de intervención de la vía.

Numerosas estrategias han sido diseñadas para el paso de fauna, algunos sobre las vías, otros bajo ellas, sin embargo la gran mayoría de estas estructuras, tales como desagües y drenajes no han sido construidas para tal fin y son usadas por la fauna para moverse (Clevenger et al. 2001). Los pasos no específicos para fauna, tales como pasos de ganado, pasos de maquinaria, y drenajes entre otros son usados con regularidad por muchos vertebrados, especialmente de pequeño y mediano tamaño (Rodríguez et al. 1997)

Tanto el tipo de relieve como la vegetación circundante tienen efectos sobre la fauna, la que a su vez reacciona de manera distinta ante estímulos como el ruido, alta luminosidad y contaminación. En la legislación europea por ejemplo, este análisis ha llevado a la evaluación de diferentes estructuras y pasos como mecanismo para formular recomendaciones que fueran incorporadas en la construcción de vías, la mejora de proyectos y la integración de las infraestructuras al paisaje (Español 1998; Suarez et al. 1995). Actualmente existe la Infra Eco Network Europe (IENE) que promovió la acción COST 341 para promover la sostenibilidad de la red de infraestructura vial pan-europea, la cual revisa los efectos sobre las especies y los hábitats, así como las medidas tomadas para disminuirlos (Álvarez-Jiménez 2007).

La efectividad de este tipo de estructuras ha sido ampliamente evaluada, sin embargo en regiones tropicales solo recientemente han sido evaluadas (Goosem 2003; 2001) y monitoreadas (Goosem 2005). El diseño de pasos debe ser preventivo y es más económico y útil si se realiza sobre el diseño de las vías, más que sobre vías establecidas. Se debe buscar la adaptación de las vías al paisaje para disminuir los efectos de la fragmentación y minimizar los daños. Aspectos que deben ser detectados en la evaluación ambiental o estudio de impacto ambiental de la vía.



### **Algunos aspectos a tener en cuenta en el diseño de pasos para fauna**

Uno de los efectos más notables que se produce con la construcción de vías es el relacionado con la movilidad de la fauna, pues muchas especies utilizan diferentes sectores del territorio para sus ciclos vitales. Algunas sub poblaciones pueden quedar aisladas como consecuencia de la construcción de infraestructuras viales. Entre los grupos más afectados se encuentran los anfibios al ser fragmentados sus ambientes y sus espacios para la reproducción. Los mamíferos pueden verse seriamente afectados si se produce aislamiento entre poblaciones.

Algunas consideraciones deben tenerse en cuenta durante la construcción de las vías y durante la construcción de estructuras que puedan favorecer el movimiento de fauna. Puede resultar costosa la construcción de infraestructuras especializadas para el paso de la fauna, de igual manera el establecimiento de barreras físicas que impidan su movimiento por ciertos sitios, sin embargo, algunas de las estructuras que se consideran dentro de la construcción de vías pueden ser adaptadas para favorecer el movimiento de animales y reducir los atropellamientos y el aislamiento.

Entre las recomendaciones que deben tenerse en cuenta se encuentran:

- La vía debe construirse mediante un trazado que requiera el mínimo movimiento de terreno.
- Se debe buscar la reducción mínima de los hábitats actuales, así como evitar afectar sitios de valor especial para la conservación.
- Deben protegerse las áreas de bosque más maduras, así como hábitats especiales.
- En los taludes evitar pasos abruptos, de tal manera que las pendientes utilizadas no sean tan fuertes ni los taludes exageradamente altos. Se deben tener en cuenta las características de los suelos de la zona.
- Evitar el movimiento de materiales a otros sitios, utilizándolos en rellenos que no afecten ni las fuentes de agua, ni los bosques, ni el paisaje.
- En lo posible evitar la inversión de horizontes que dificulten la restauración de las áreas de interés.
- La restauración que se realice debe apoyarse en los ecosistemas locales y debe tratar de reproducir hábitats locales con especies locales.
- La restauración de áreas debe reflejar un interés por la conservación, de tal manera que reproduzca hábitats apropiados para el establecimiento de flora y fauna local con medios y altos requerimientos de recursos.
- Para el diseño de las estructuras se deben determinar grupos de fauna objetivo, tal es el caso de ranas y lagartos, mamíferos terrestres pequeños, mamíferos terrestres grandes, aves, mamíferos arbóreos. El diseño y construcción de las estructuras debe responder a los requerimientos y características del grupo objetivo.
- Los pasos para fauna deben ser instalados en sitios con alta probabilidad de paso por las especies de interés.

- La selección de los puntos para la ubicación de los pasos debe realizarse de acuerdo a los sitios, a los hábitats y a los corredores de movilidad más probables o cortados, así como en los sitios de mayor mortalidad registrada.
- La densidad de los pasos debe buscar que sean suficientes, que conecten no solo áreas de bosque sino sistemas productivos a través de los cuales se mueven también algunas especies de fauna.
- La elección del tipo de estructura depende de los requerimientos de conectividad, la topografía, de la densidad, de los recursos disponibles y de las especies.

### **Pasos bajo las vías**

Los pasos bajo las vías son los más conocidos y los más usados son las cajas o drenajes tipo culvert, puentes para paso de ganado y tuberías.

Los drenajes tipo culvert se emplean como drenajes en las vías, y por lo tanto se encuentran entre los más utilizados por la fauna, sin embargo el diseño de la mayoría de estas estructuras antes que permitir el paso las convierte en trampas de las cuales muchos animales pequeños, entre ellos los anfibios no logran salir. El diseño de estos drenajes no considera la construcción de una rampa en la entrada, y por el contrario se construye en forma de caja o trampa que los animales no pueden superar tanto por la altura como por la acumulación de agua, basura, materiales como piedra y arena, así como ramas y troncos.

Una modificación de este tipo de pasos facilita el movimiento de fauna, construyendo la entrada en forma de rampa para que los animales que lo usen puedan salir o entrar sin dificultad, de igual manera cuando se construyan desagües con tuberías. En la construcción de estructuras que puedan favorecer el paso de fauna se debe considerar que las pendientes sean bajas, que el piso sea rugoso o áspero, y que no haya obstáculos ni en la entrada ni en la salida. En desagües de aguas permanentes o que corran durante muchos días es necesario que exista un nivel por encima de las aguas para el paso de anfibios y pequeños animales que no pueden desplazarse por el agua, en este caso el piso del desagüe puede tener dos niveles.

Los puentes sobre cañadas y pasos de agua son entre los pasos subterráneos los de más fácil uso para la fauna, sin embargo en el caso puentes sobre aguas permanentes no se consideran pasos para la fauna, y estos solo pueden ser usados por animales grandes. Se requiere la construcción de escalones o andenes para el paso de los animales pequeños.

Pasajes utilizando secciones tubulares o arcos de acero galvanizado y base de concreto son empleados en países como Australia (Goosem et al. 2005). En el interior de los pasos (3,4 m de alto y 3,7 m de ancho) se emplean piedras, ramas, arena y piedras son colocados en el piso para simular condiciones naturales. Este tipo de pasos puede ser equivalente a los construidos con concreto en las vías colombianas.

Entre los elementos claves para que los pasos bajo las vías sean usados se encuentran las dimensiones del paso, aquellos que dejan ver el otro lado son más eficientes, ya que los animales se atreven más rápidamente a cruzarlos. La adaptación a los pasos puede tomar en algunos casos largo tiempo para algunas especies, pues no basta con descubrirlo, hay que acostumbrarse, algunas especies pueden tomar años para empezar a usar los pasos. No todas las especies responden de la misma manera y esto requiere de un seguimiento para determinar el uso y las especies que los están usando. Seguramente las evaluaciones permitan corregir errores o hacer modificaciones que mejoren el flujo de la fauna, especialmente en lo que tiene

que ver con las entradas, el tipo de corredores por los cuales la fauna llega hasta los pasos, presencia de obstáculos, así como factores de perturbación o depredadores.

### **pasos sobre las vías**

Este tipo de estructuras favorece principalmente a fauna arbórea como monos, chuchas, ardillas, perezosos, perros de monte, monos nocturnos, entre otros. El tipo de paso, su ubicación y su construcción son claves para su funcionamiento.

Diversos medios son utilizados en el mundo para pasos aéreos de fauna, muchos de ellos evaluados con gran efectividad. La complejidad de las estructuras depende especialmente de los recursos de que se disponga y los requerimientos de las especies que deben pasar. Pasos elevados a través de puentes de tierra han sido construidos en varios sitios de Australia y otros países para permitir el paso de animales grandes sobre las vías.

Entre los tipos más comunes se encuentran los pasos en concreto en forma de puente sobre la vía, y sobre el cual se deposita una capa de suelo y luego se planta vegetación. En otros casos se emplean secciones tubulares o arcos de acero galvanizado para la construcción de puentes sobre los cuales se deposita suelo, se establece vegetación y se construyen barreras laterales para facilitar el movimiento de venados y otros animales. En ambos casos son estructuras costosas especialmente usadas para el paso de animales grandes en grandes autopistas. Este tipo de estrategias es complementado con vallados a los lados de las vías y hasta el uso de sustancias repelentes (Miliarium 2005).

El uso de puentes es común en Australia, y algunas modificaciones de estos podrían ser establecidas para el movimiento de fauna en Yotoco. Entre los materiales más usados se encuentran postes de madera a lado y lado de la vía, extendiendo entre ellos un puente construido con cable y cuerdas. Este tipo de puentes en regiones tropicales es el rápido deterioro que pueden sufrir por las condiciones ambientales, por lo que deben ser construidos con materiales más durables y que no requieran remplazo en muchos años.

En primer lugar el tipo de postes mas recomendado es el de cemento o concreto, del mismo que es usado por las empresas de telefonía y electricidad. Este tipo de poste no sufre deterioro con el tiempo y puede resistir gran peso y presión. Una de las consecuencias de emplear postes de madera, es que se deterioran en corto tiempo, y en una vía como esta pueden causar graves accidentes. Por otro lado, durante las actividades de cambio de los postes se destruye la conectividad lograda, exponiendo a los animales a un nuevo puente que seguramente va a ser rechazado al principio.

En todos los casos se deben utilizar contrafuertes o piedeamigos para brindarle más estabilidad a los postes, estos en cable amarrado al piso con una zapata de cemento. El uso de estructuras duraderas permite que el paso sea invadido por trepadoras que facilitan el movimiento de los animales y hacen que los puentes se incorporen al paisaje.

Entre los mejores materiales para la construcción de puentes para la fauna se encuentra la malla eslabonada, de la misma que se emplea en cerramientos. Es una malla muy durable y fina, que difícilmente se rompe y puede soportar grandes pesos. Un ancho entre uno y dos metros es adecuado para el paso de monos y otros animales por encima de la vía. La estabilidad del puente depende básicamente de la calidad del anclaje de los postes de recibo y.

En vías angostas el uso de especies arbóreas puede facilitar el paso de animales a través de las copas cuando se traslapan. El tipo de especies recomendado para estos casos es el de árboles de maderas finas de los que no se desprendan ramas que puedan causar accidentes en las vías. En vías amplias este sistema es poco útil ya que los árboles tardan muchos años en lograr tocarse por encima de la vía, y en el caso de Yotoco pocas especies podrían cumplir con este

fin. En suelos pendientes los árboles utilizados para este tipo de pasos pueden caerse y causar accidentes.

La ubicación de los puentes es estratégica, pues deben estar colocados en las rutas de movimiento de la fauna, conectando manchas de bosque que son cortadas o uniendo corredores. Los extremos de los puentes deben estar conectados al bosque, de no estarlo se debe iniciar un proceso de restauración que permita en el menor tiempo posible la existencia de un dosel que facilite el movimiento de los animales entre el puente y el bosque. Un buen sitio para la ubicación de pasos aéreos son los cortes de montaña, de tal manera que queden bastante altos y alejados de la perturbación producida por los vehículos.

Este tipo de puentes es útil y necesario tanto sobre la vía actual, como sobre la nueva vía. La modificación de algunos de los pasos actuales es posible, aunque puede resultar costosa.

### **Actividades de restauración**

El establecimiento del corredor Yotoco – la Albania comprende la restauración de cerca de 70 ha, de las cuales un gran porcentaje corresponde a potreros. En el sector más probable para el trazado de la vía esta atraviesa por potreros, y aunque atravesara el bosque se producirían impactos muy fuertes que requieren ser remediados. Algunos sectores de la vía deben ser restaurados para facilitar el flujo de fauna a través de corredores, se deben identificar las rutas y la continuación de cañadas o la conexión de fragmentos es clave.

Un plan de restauración en el que se contemple el uso de especies nativas de rápido crecimiento debe ser diseñado una vez se construya la vía, de igual manera el uso de especies nativas con alta producción de recursos y de fácil adaptación a este tipo de áreas.

Los pasos para fauna deben ser conectados al bosque a través de corredores de vegetación, se deben fortalecer y mejorar la calidad y la oferta de recursos en las cañadas y los fragmentos en el sector al que lleguen los pasos. Se deben restaurar los bordes de la carretera, así como los taludes y áreas críticas.

## **HERRAMIENTAS DE MANEJO DEL PAISAJE COMPLEMENTARIAS**

Paralelo con el establecimiento del corredor biológico y como mecanismo facilitador de la negociación con los propietarios privados para la cesión de áreas, en algunos casos productivas, en las fincas para destinarlas a conservación, se proponen una serie de herramientas de manejo del paisaje que buscan compensar costos de oportunidad al ser fuente de recursos traducibles en ingresos para el propietario. Por ejemplo, madera para leña o construcción, bancos de proteína, bebederos móviles, entre otras.

El paquete a implementar en cada predio dependerá exclusivamente de la negociación directa con el propietario, donde él exprese sus deseos, expectativas y compromisos con la estrategia de conservación para la conexión de las dos reservas forestales. A continuación se presentan las principales herramientas que se pueden implementar por tipo de sistema productivo presente en el área del corredor Yotoco – La Albania.

### **Sistemas agroforestales permanentes y cercas vivas**

#### **Áreas de Cultivos**

En el área de estudio existen tres sistemas principales de cultivos: cultivos de café asociado (a plátano y otros frutales), cultivos de plátano y cultivos semestrales. Estos últimos con pequeñas extensiones lo que impide pensar en buscar transformar su área para conservación.

Para cultivos de café asociado y plátano se propone la siembra de árboles maderables como el nogal cafetero (*Cordia alliodora*) que no crean una sombra tan densa que pueda afectar el rendimiento de los cultivos. La estrategia puede variar entre establecer lotes de árboles, aumentar densidades entre el área cultivada o potenciar las cercas existentes, ya que hay muchas predios pequeños hay gran número de cercas.

Adicionalmente, se propone, según el interés del propietario, cultivos de rápido crecimiento y alto potencial comercial como heliconias.

## **Sistemas silvopastoriles**

### **Pastizales**

Se propone la creación de sistemas silvopastoriles con árboles dispersos que produzcan sombra para el ganado y especies que sean útiles para el propietario, como maderables y frutales.

Además, en áreas muy degradadas debido a pisoteo en altas pendientes en sectores con suelos ferrosos de baja fertilidad química, los cuales se deterioran rápidamente volviéndose poco productivos, se propone realizar aislamientos para liberar estas áreas sembrando árboles. De otro lado, se propone hacer mejoras al sistema ganadero estableciendo bancos de proteínas, mejora de pastos y fertilización de pastos.

Para prevenir la entrada de ganado a los bosques nativos, se propone realizar cerramientos con cerca de alambre. Como complemento a esto se propone establecer bebederos móviles para que el ganado no se vea afectado por el cerramiento en cañadas y otras fuentes de agua. Al igual que en el caso de las áreas de cultivo, se pueden establecer lotes de madera, por ejemplo en las zonas más pendientes, en donde el ganado se pueda mover y los árboles retengan suelo.

Los cultivos de rápido crecimiento y alto potencial comercial como heliconias son también una buena opción en este caso.

Por último, el establecimiento de cercas vivas para separar potreros y a lo largo de las vías de acceso u otras vías vecinas a la finca.

## **Enriquecimiento de guadales**

### **Guadales**

Los guadales en el área de estudio son pequeños fragmentos que deben ser enriquecidos con especies leñosas, algunas incluso de maderas finas que ofrezcan alimento a fauna. La recuperación de los guadales es importante ya que pueden ser fuente de recursos complementarios y suplementarios para algunas especies, pueden servir de refugio o como piedras de paso para aves y murciélagos entre fragmentos de bosque.

## **Cerramiento y enriquecimiento**



### **Bosques y Rastrojos**

Para las áreas de coberturas vegetales nativas se propone principalmente el cerramiento para impedir la entrada de ganado, el enriquecimiento y la suplementación con especies nativas de diferentes estadios de la sucesión vegetal para acelerar la recuperación de estas áreas. El material vegetal provendrá del vivero que se propone implantar.

### **Franjas de protección**

#### **Plantaciones Forestales**

En esta área todas las plantaciones presentes son propiedad de Cartón Colombia. Los puntos que se propone para la negociación son: la ampliación de las franjas de protección, dejar algunas áreas dentro de la plantación con la vegetación nativa como por ejemplo las cañadas.

Adicionalmente y como se explicará más adelante, las plantaciones son fuentes muy importantes de material vegetal que puede ser extraído y transplantado en otras áreas donde se realicen faenas de restauración ecológica para la constitución del corredor Yotoco – La Albania.

### **MECANISMOS FACILITADORES**

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 y/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.

En este documento se presenta una propuesta de sistema de mecanismos facilitadores. Ahora bien, antes de proseguir es importante recordar algunos de los resultados de la encuesta socioeconómica, sobre la percepción de los propietarios acerca de un proyecto de corredor de conservación: Dentro de los bienes y servicios más valorados, derivados de un corredor de conservación, está en primer lugar la protección de la fauna (38%<sup>9</sup>) y en segundo lugar, la conservación del recurso hídrico (27%). Es probable que este resultado, simplemente, de cuenta de la “comprensión” de las funciones de un corredor de conservación, pero definitivamente es un indicador de la sensibilidad *positiva* de los habitantes de la zona frente a la presencia de especies de animales, es decir, a la posibilidad de que la presencia aumente como consecuencia del establecimiento del corredor. El bien y servicio asociado al agua es como de costumbre valorado, aunque no ocupe el primer lugar debido posiblemente a que en esta zona no se presentan problemas pronunciados de disponibilidad de agua; no obstante, no deja de ser una preocupación constante de los pobladores.

---

<sup>9</sup> 38% = 21% fauna + 17% fauna y agua



Estos datos deberán ser incluidos en el diseño de los mecanismos facilitadores y de las HMP. Son garantía de la “aceptación” de una de las funciones principales del corredor, la conservación de la biodiversidad. Cabe anotar que éste no es un resultado común, en muchos lugares la expectativa de aumento de la fauna silvestre en cercanía a los predios tiene una connotación negativa para los propietarios y pobladores de la zona.

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 de oportunidad productivos 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 el predio<sup>10</sup>.

ii) **Costo-efectividad:** Elegir instrumentos de política 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.

A continuación se exponen los instrumentos de política propuestos.

### **Mecanismos facilitadores dirigidos a predios vinculados al Proyecto**

En la escala predial, se trabaja con los propietarios la metodología de **Planificación Predial Participativa**. Este es un método de ordenar espacial y temporalmente los usos de un sistema predial, para conservar y manejar sustentablemente sus recursos naturales y optimizar la economía familiar, incorporando sus experiencias e ideas en la toma de decisiones (Bucher, Gascón).

En este espacio se realiza el proceso de acercamiento a los propietarios y sensibilización sobre el proyecto; la negociación de las HMP y de los mecanismos facilitadores de costo de oportunidad; y la formalización del establecimiento de las HMP y de su mantenimiento en el tiempo.

---

<sup>10</sup> Antes de que el incentivo entrara en funcionamiento existía un conflicto de uso, es decir, había una situación de ineficiencia desde el punto de vista de la optimalidad de Pareto (Varian, ), por lo tanto, el cambio o resultado al que se debería llegar con la introducción de la política/programa/proyecto para que sea óptimo, implica que se mejore el bienestar de al menos una de las partes sin que ninguno se perjudique. Y cuando el incentivo sólo compensa por los costos de oportunidad productivos, el compensado no está mejorando su situación, permanece igual, mientras que los beneficiarios de la política están en una situación mejor. La compensación de los costos de oportunidad representa el pago mínimo. Sin embargo, este resultado puede cambiar sin violar la eficiencia, mejorando al mismo tiempo el bienestar de todas las partes, es decir, compensando por encima del costo de oportunidad productivo.

La metodología adaptada por el Instituto Humboldt se desarrolla en siete etapas:

- **Elaboración de la propuesta (“oferta”) por predio priorizado.** Identificación de los predios involucrados en el trazado del corredor de conservación. Identificación de las posibles HMP o arreglos que harán parte del corredor, de acuerdo con el tipo de elementos del paisaje que tenga el predio, y los usos del suelo. Esto se realiza con base en el análisis de coberturas del predio y la información productiva levantada en la encuesta socioeconómica.
- **Acercamiento a propietarios para socialización del proyecto.** Los contactos se efectúan vía telefónica y 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 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 cómo conciben la solución a los problemas.
- **Gira demostrativa.** Se lleva a los propietarios a conocer experiencias exitosas de implementación de HMP en predios privados, adelantadas por el componente de Paisajes Rurales del Instituto Humboldt en otras zonas de estudio.
- **Formación de la “demanda” del propietario por HMP.** Con base en la “oferta” de HMP proyectada y el acercamiento alcanzado con el propietario, se hace un recorrido del 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 dibuja sobre una imagen impresa del predio (con las coberturas) los cambios que está dispuesto a hacer tanto para la conservación como productivos (Véase Figura 26).

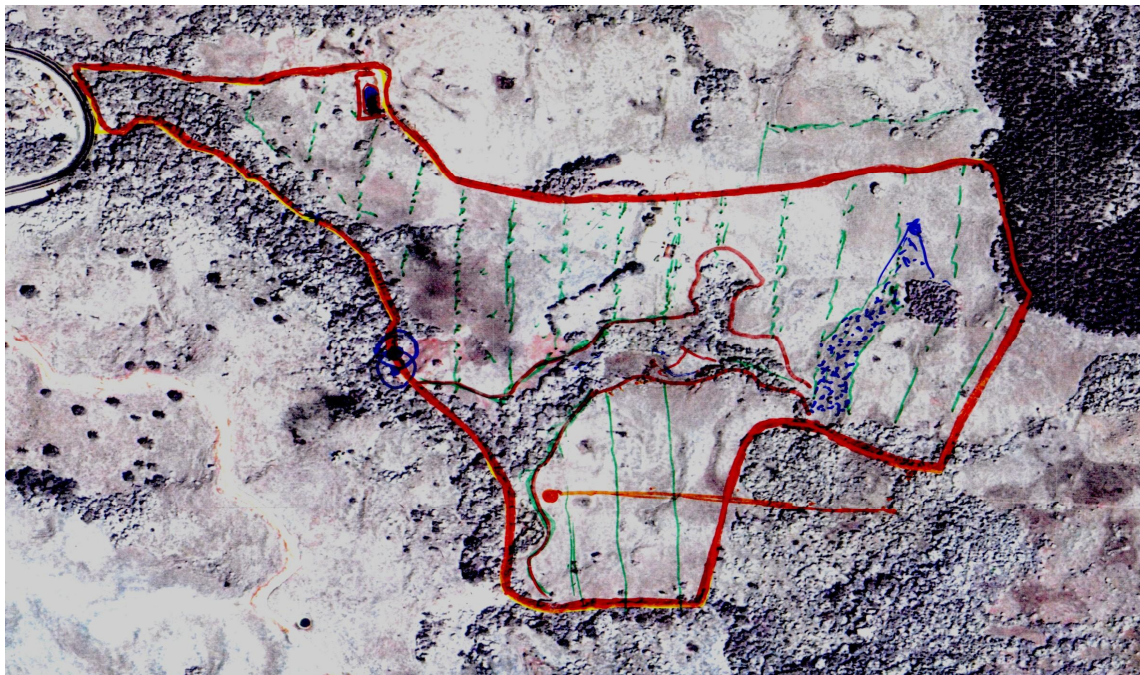


Figura 26. Ejemplo de fotografía de coberturas del suelo de un predio

- **Estimación de costos y análisis de demanda.** Se estiman los costos de la demanda del propietario por HMP y por acciones compensatorias (costos establecimiento). Con esta información se analizan las posibilidades de ajuste de la “demanda” del propietario con la “oferta” o necesidades de conservación a escala de paisaje. Y se elabora una contrapropuesta para concertación.
- **Concertación de acciones para la conservación (“oferta” y “demanda”) y su financiación.** En otra/s reunión/es con el propietario se negocia la nueva propuesta de HMP y de 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.
- **Firma de documentos de compromiso** (Acuerdo de compromiso, servidumbre ecológica) y entrega de los esquemas de manejo de las HMP.

En la tabla 15, se presenta un resumen de los mecanismos facilitadores de escala predial propuestos. Para cada uno de los tipos de sistemas productivos identificados<sup>11</sup> en la zona prevista por donde pasará el corredor, se planteó un menú de posibles herramientas de manejo del paisaje (corredor biológico, cercas vivas, enriquecimiento de guaduales, etc.). El diseño de las HMP tiene como uno de los principios de sostenibilidad económica y social, afectar lo menos posible el sistema productivo actual.

Una vez determinado el tipo de HMP y su afectación al uso del suelo actual, en términos de área y de productividad e ingresos, se propone un paquete de acciones que compensen los

<sup>11</sup> Con la interpretación de coberturas y la información recogida en la encuesta socioeconómica.

costos privados de la conservación, que compensen la pérdida de ingresos productivos por el establecimiento de las HMP.

Tabla 15. Mecanismos facilitadores en el ámbito productivo predial

Uso suelo	Actual sistema productivo/natural	HMP propuesta	Mecanismo facilitador/ Acción compensatoria
Uso agrícola	Café asociado con plátano	Enfoque de sombra. Aumentar densidades de árboles: - Potenciar cercas vivas existentes - Promover la siembra de frutales que puedan aprovechar también los animales	No económicos: - Extracción de maderas a largo plazo - Provisión de especies nativas a los propietarios, a precio de costo, para cercas (normalmente no hay quién se las venda) - Siembra de heliconias: Las especies se venden a precio de costo - Asistencia técnica en establecimiento de cultivos heliconias
	Plátano asociado con café y frutales	- Introducir especies maderables que se puedan explotar a largo plazo	
	Cultivos semestrales pequeños: Fríjol, habichuela	- Mejorar cercas vivas, si existen. Trazar las HMP por los linderos Evitar pasar las HMP por estos cultivos	No económicos: Extracción selectiva de especies maderables de las cercas vivas
Uso forestal	Plantaciones forestales	- Ampliación franjas de protección - Dejar áreas dentro de la plantación	No económicos: Beneficios derivados de imagen de plantaciones ambientalmente limpias. (único reforestador zona, "Cartón Colombia")
Uso pecuario	Ganadería	- Aislamiento áreas degradadas (altas pendientes, compactación, tipo de suelo... zonas erosionadas) para su enriquecimiento y acelerar sucesión - Establecimiento y/ mejoramiento de cercas vivas - Aislamiento de fuentes de agua	No económicos: - Mejoramiento de pasturas en otra área (siembra pastos mejorados o fertilización, ...) apta para ganadería. - Establecimiento de lotes de madera como parte de un silvopastoril - Establecimiento de bancos de proteína - Bebederos móviles - Asistencia técnica manejo acciones compensatorias productivas
Uso natural	Guadales	Enriquecimiento del guadual con especies maderables finas	No económicos: Extracción de maderas finas
	Bosques	- Enriquecimientos - Cerramientos si hay presión, puede ser con cerca viva - Suplementación	En este caso no se propone acción compensatoria



Rastrojo alto	- Cerramiento - Enriquecimiento para acelerar sucesión	En este caso no se propone acción compensatoria
---------------	---	---

Para realizar esto se requiere recolectar y analizar los datos productivos para cada uno de los posibles predios vinculados. Se estima el costo de oportunidad, el costo de la segunda mejor alternativa productiva y los beneficios económicos generados por las acciones compensatorias. La diferencia neta indica si se cumple con la condición de no afectación negativa de los ingresos generados por el sistema productivo actual y si se compensa por encima del costo de oportunidad, es decir, si se cumple con los criterios de equidad y de eficiencia Paretiana.

Además de las acciones compensatorias productivas, para el logro de los objetivos de conservación, pueden emplearse otros instrumentos de políticas que modifiquen financiera, económica y socialmente las condiciones de los implementadores de HMP. Es decir, que en sumatoria dejen al propietario en una mejor situación por asumir los costos de ofrecer conservación de biodiversidad y no destinar esa área a usos que solamente representen beneficios privados. Estos pueden ser:

- La financiación total del establecimiento de las HMP. Esto significa que los propietarios no asumen costos por la implementación del corredor de conservación o de las herramientas complementarias de manejo del paisaje. A primera vista esto no representa ningún beneficio para el privado, sin embargo, es frecuente que las HMP consistan en cerramientos de bosques, cerramientos de cañadas de áreas con las mayores pendientes del predio, cercas vivas, etc.; por lo tanto, están asociadas ó con mejoramientos de los servicios hídricos (calidad, disponibilidad y/o cantidad de agua) ó disminución en la pérdida de ganado por las pendientes, ó linderos, entre otros beneficios tangibles.
- Bajos costos de mantenimiento de HMP. La estrategias de restauración aplicadas en el establecimiento de las HMP implican costos bajos o casi nulos de mantenimiento, es decir, que los beneficios tangibles asociados a las HMP se perciben en el tiempo sin incurrir, prácticamente, en costos de mantenimiento.
- Asistencia técnica. Asistencia técnica a los propietarios en el manejo de las acciones compensatorias, durante su implementación.

### Otros mecanismos facilitadores

Los instrumentos de política de este apartado corresponden a aquellos que sobrepasan el ámbito de acción de los propietarios de predios participantes del Proyecto. Son mecanismos de la escala predial rural de los municipios en jurisdicción, de la escala local y regional (véase Tabla 16).

- Exención al pago del impuesto Predial. Este es un incentivo que representa un beneficio tributario para los propietarios de predios rurales<sup>12</sup> que cumplan con ciertos requisitos ambientales coherentes con la estrategia de conservación de biodiversidad propuesta. Dejan de pagar cierto porcentaje o monto en pesos por el impuesto Predial. Este instrumento está

<sup>12</sup> Rurales por el trazado y diseño del corredor y de las HMP complementarias.



orientado a compensar por los costos de transacción de la propiedad, y no pretende cubrir los costos de oportunidad de la tierra. La propuesta que se haga de este incentivo debe estudiarse, es necesario estimar el impacto que implica en las finanzas públicas municipales, en especial en la inversión social; el impacto sobre los propietarios, entre otros aspectos de análisis que determinan su viabilidad.

Tabla 16. Sistema de mecanismos facilitadores.

Mecanismo	Escala	Objetivo	Destinatarios
Planificación predial participativa	Predial	Sensibilización y concertación de las HMP a establecer	Predios vinculados al proyecto
Acciones compensatorias con asistencia técnica	Predial	Compensar Costos Oportunidad productivos	Predios vinculados al proyecto
Figuras jurídicas privadas (Acuerdos de compromiso)	Predial	Formalizar la inversión de las HMP y el manejo que se les debe dar	Predios vinculados al proyecto y administraciones municipales o CVC
Financiación establecimiento	Predial	Costo cero de establecimiento de HMP	Predios vinculados al proyecto
Exención Predial	Predial	Compensar Costos transacción propiedad	Predios privados rurales
Compra de predios	Predial	Comprar áreas importantes para la protección de microcuencas abastecedoras.	Administraciones municipales de Yotoco y Darién
Mecanismos divulgación	Local, regional	Sensibilización y divulgación de los avances del proceso	Toda la comunidad
Vivero	Local	Disponer el material vegetal para el establecimiento de las HMP y de las acciones compensatorias	Predios vinculados al proyecto (en principio)

- Compra de predios. Este 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.
- Mecanismos de divulgación y educación. Los instrumentos sociales son imprescindibles en cualquier política. En este caso se prevé la implementación de instrumentos dirigidos a los propietarios usuarios del Proyecto, como la gira demostrativa, talleres para identificación de

los imaginarios y representaciones sociales frente a la biodiversidad, talleres de devolución de resultados de las investigaciones, etc. Paralelo al proceso predial, se proponen mecanismos en el marco de un “territorio”, en los que participen los actores involucrados en la oferta, demanda y gestión ambiental de los recursos naturales del territorio. Para este caso convendrían manejar mecanismos masivos de divulgación como emisoras locales y regionales, boletines, y de sensibilización y participación como talleres de intercambio con la comunidad y las administraciones municipales.

- Vivero. Es un mecanismo transversal al proyecto. Su principal función es producir y almacenar el material vegetal que será utilizado en la restauración del corredor y de las herramientas complementarias de manejo del paisaje.

## **ESTRATEGIA DE RESTAURACIÓN BASADA EN LA ACELERACIÓN DE LA SUCESIÓN VEGETAL E IMPLEMENTACIÓN DE UN VIVERO DE ESPECIES NATIVAS**

La aceleración de procesos de sucesión puede ser una estrategia aplicable en sitios en donde existe una presión constante por ganado sobre las áreas restauradas, cuando las tierras tienen un alto valor comercial, los proyectos exigen resultados a corto plazo o a 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.

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 (Roxburgh et al 2003; Palmer et al. 1997) y mayor diversidad de hábitats, 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), 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.

Para la implementación del corredor biológico entre las Reservas Forestales Bosque de Yotoco y La Albania se propone utilizar una combinación de técnicas que juntas asegurarán la aceleración de la sucesión vegetal. Las técnicas propuestas para utilizar son, el establecimiento de cercas vivas con especies nativas con alta capacidad de rebrote, la revegetalización a partir de la siembra de plántulas, el establecimiento de árboles en potreros, la evaluación de especies pioneras arbóreas y el rescate de plántulas para trasplante en bolsa a vivero.

### **ESTABLECIMIENTO DE UN VIVERO PARA EL CORREDOR BIOLÓGICO RESERVA FORESTAL BOSQUE DE YOTOCO – RESERVA FORESTAL LA ALBANIA**

Para el diseño e implementación de las estrategias de restauración es necesario la construcción de un vivero para la propagación de las plantas necesarias, seguido de la definición de los grupos de plantas para el establecimiento de cada una de las fases de campo, así como las fuentes de material vegetal para el establecimiento de cada una de las estrategias y el diseño de un esquema de evaluación de cada una de ellas.

Una de las estrategias consideradas como claves en el establecimiento de estrategias de restauración es el montaje de un vivero, este es de vital importancia para la propagación de las plantas necesarias para el proyecto, entre ellas especies amenazadas y raras, especies claves, especies nuevas, especies útiles y potenciales, especies que brindan abundantes recursos para la fauna, especies pioneras y especies de bosques maduros.

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

La conservación de especies nativas, así como su producción comprenden numerosos interrogantes relacionados básicamente con la obtención de material vegetal y el diseño de estrategias apropiadas para la restauración (Kaye 2001). 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 las andinas.

En general la función principal de un vivero es la producir plantas, y sus objetivos son definidos de acuerdo a 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 (Díaz 2002). La calidad de la planta, 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). 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 (Torralba 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 solo es posible cuando se controla la producción del material. De igual manera la selección de las especies adecuadas y en las cantidades necesarias son aspectos claves que solo desde el proyecto pueden ser entendidas y lideradas.

El vivero es una pieza clave en esta estrategia y debe serlo para cualquier programa de restauración y conservación, por lo tanto debe ser el primer paso de esta. El manejo de viveros para restauración y conservación tiene numerosos retos, en primer lugar los relacionados con el tipo de instalaciones (camas, germinadores, invernaderos, umbráculos), al igual que los relacionados con el manejo de las semillas (recolección, madurez, procesamiento), los substratos (tipos, manejo), la siembra y manejo de plántulas (problemas fitosanitarios y manejo general) en las camas de germinación así como en la zona de almacenamiento de plantas. Pero además existe el reto del desconocimiento de la mayoría de las especies, tal vez esta 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.

### **¿Qué tipo de vivero establecer y porqué?**

La instalación del vivero debe considerar aspectos claves como:

#### **El sitio**

El sitio para el establecimiento del vivero debe contar con agua permanente y de buena calidad, que facilite el establecimiento de un sistema de riego por gravedad (el uso de motores incrementa los costos). El área debe ser adecuada (nivelación, limpieza, eliminación de plantas problema) de acuerdo a las necesidades del vivero (tamaño y duración).

#### **La ubicación**

El vivero debe contar con vías de acceso que faciliten no solo 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.

#### **Un lugar seguro**

El lugar para el establecimiento del vivero debe ser vigilado para evitar pérdidas de elementos como herramientas, material vegetal, asegurar el mantenimiento mínimo como el riego en días

soleados, que se resuelvan problemas como los generados por una granizada o una tempestad, evitar la entrada de animales, etc.

### **Que se faciliten las evaluaciones**

El lugar 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 del vivero.

La construcción de viveros se ve limitada en muchos casos a 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 construidos utilizando hojas de palma, pasto, frondas de helecho u otros materiales para la construcción del umbráculo, excesos de tecnología terminan limitando las posibilidades de hacer cosas de verdad interesantes.

Esta fase de diseño del corredor Yotoco – la Albania comprende el montaje de un vivero dentro del área del corredor. El vivero es pieza fundamental en la propagación de las especies de plantas que van a ser empleadas en las primeras fases del establecimiento de las estrategias de restauración y conservación diseñadas para el corredor de conexión.

Varias posibilidades existen para su establecimiento, sin embargo este primer vivero (debe ser considerado al menos otro vivero permanente) estará ubicado en predios de La Albania por cumplir con las condiciones necesarias para su establecimiento. Este vivero comprenderá:

#### **Área de germinación.**

Comprende un umbráculo de 12x6 m construido en guadua, con forro de plástico de invernadero y polisombra del 60% en las paredes y en el techo para disminuir la radiación directa.

#### **Camas de germinación.**

Dispondrá de 6 camas de 1.2 x 5 m (18 m<sup>2</sup>), con sustrato de arena y tierra en relación 1:1, levantadas a 1.2 m del piso, forradas en plástico negro, y construidas en guadua, esterilla y madera.

#### **Área de manejo de material.**

Comprende inicialmente un área de 20x15 (300 m<sup>2</sup>) para acopio y manejo de plántulas, las cuales estarán dispuestas en secciones de 1.2 m de ancho y separadas entre si por una calle de 0.5 m. la mitad de esta área estará protegida por polisombra del 60 y 80% de acuerdo a los requerimientos de los grupos de especies que se trabajan.

#### **Área de almacenamiento.**

Una pequeña bodega para materiales y equipo.



### **Instalaciones para riego.**

Comprende un sistema de riego por gravedad, con aspersores y un tanque de almacenamiento.

### **Área de manipulación de semillas y frutos.**

Una pequeña mesa para el manejo de semillas y frutos colectados.

### **Manejo del vivero**

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.

Para el manejo se debe contratar una persona permanente que se encargue de las actividades básicas. Actividades como el llenado de bolsas y otras actividades que requieren mano de obra adicional deben ser contratadas con personas de la zona, como actividades y no como jornales.

### **Material a propagar, estrategias de propagación**

La mayor cantidad de material debe 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 por estacas**

Las estacas son porciones vegetativas que han sido extraídas de plantas y son inducidas para que formen raíces, produciendo plantas semejantes a la planta original (Wells 1979; Dirr & Heuser 1987; Hartmann & Kester 1988). Este tipo de propagación 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 en prensa).

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 en prensa), 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 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 a lo requerido.

La recolección de semillas puede verse limitada por numerosos factores, entre los que se encuentran el acceso a los árboles de interés, bajas densidades poblacionales, cosechas pequeñas, eventos reproductivos escasos, grado de dificultad de la recolección, la depredación de frutos y semillas, el desconocimiento de la mayor parte de plantas del bosque, entre otros. La disponibilidad de semillas esta determinada por la densidad de árboles adultos en un área, algunas especies presentan densidades muy bajas y esas son las mas problemáticas. Además, la fragmentación puede afectar la capacidad germinativa de las semillas (Charlesworth & Charlesworth 1987; Wolf 1995; Jennersten 1988; Henríquez 2004), por lo que buena parte de las semillas no germina.

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 especies nativas para permanecer almacenadas y no perder la viabilidad, la mejor manera de evitar pérdidas por esta razón es la siembra, máximo al día siguiente a la obtención de la semilla, ya sea por procesamiento de los frutos o por recolección directa.

### **El rescate de plántulas de especies nativas**

Esta es una opción viable en casos en los que exista gran abundancia de plántulas bajo la copa de árboles aislados en sistemas productivos como potreros y cultivos, y solo en algunos casos y bajo la dirección y acompañamiento especializado se puede hacer recolección de plántulas en el interior de los bosques.

Esta práctica puede ser clave en especies de semillas grandes cuyos dispersores se han perdido, tal es el caso de varias especies de Lauraceae, Sapotaceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae, Hipocrateaceae, Hipocastanaceae y otras familias típicas de los bosques maduros.

En todos los casos de propagación vegetativa o sexual, los sustratos para la siembra son claves, así como lo son el manejo, el riego y sombra apropiados. Alrededor de los viveros pueden originar procesos de conservación que involucren a las comunidades, 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.

## La capacidad de producción del vivero

La fase inicial del vivero comprende la producción de 5000 plantas de especies nativas, las cuales se irán incrementando a medida que se inicie el proceso de establecimiento de HMP en el área del corredor. 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 a los propósitos del vivero y de la fase de establecimiento de HMP, siendo la salida (producción final u oferta al proyecto) de pioneras más alta en las primeras fases de establecimiento y de especies de bosque maduro más alta al final. 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 la producción de frutos.

Una proporción de 10% de pioneras efímeras, 40% de pioneras intermedias y 50% de especies de bosque maduro puede facilitar las fases iniciales del establecimiento de HMP, mientras que para las fases intermedias y finales la producción de especies pioneras intermedias del 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 tal fin. La producción de especies forrajeras, para bancos de proteína, follajes, ornamentales, maderas, alimenticias o nectaríferas son solo 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.

La segunda fase del vivero debe buscar su ampliación en área y capacidad de producción, el vivero actual dispone de los medios necesarios para almacenar cerca de 10000 plantas pero se requiere de un área de por lo menos cuatro veces el tamaño actual. El vivero puede especializarse en la producción de plántulas que pueden ser transportadas a otros dos viveros auxiliares que se establecerán durante la fase de establecimiento. Estos dos nuevos viveros solo dispondrán de una pequeña cama de germinación y un amplio espacio de almacenamiento de material vegetal en bolsas, un sistema de riego eficiente y las condiciones para producir plantas con la calidad requerida para los procesos de restauración en el corredor Yotoco – La Albania.

El papel de los viveros auxiliares es el de complementar la producción de plantas, disminuir los costos y esfuerzos por movimiento de las plantas, producir material más adaptado, disminuir los costos de establecimiento de HMP y disminuir las pérdidas de plantas por deterioro en el transporte.

## PROPUESTA INICIAL DE INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN BIOLÓGICA

Es imprescindible que durante todo el proceso y especialmente después de la ejecución del programa de restauración ecológica exista un monitoreo de las variables claves del sistema para evaluar los progresos de restauración relativos a las metas propuestas y de ser necesario ajustar los procedimientos para mantener la viabilidad del esfuerzo de restauración (Sarmiento 1997).

En Colombia se han intentado muchas experiencias de restauración ecológica, pero infortunadamente pocas de ellas han sido realmente exitosas, bien sea porque fallan en su planeación, diseño y ejecución o porque nunca dejan su fase de documentos (CI 2000; 2005; Vargas 2006). La falta de conocimiento de las especies nativas, la ausencia de objetivos claros que consideren estas intervenciones en el paisaje como parte de una estrategia integral que aborde muchos puntos que originan el problema de pérdida de la cobertura vegetal y la conectividad en el paisaje y la ausencia total de mecanismos de evaluación y seguimiento, son quizá los puntos más relevantes que han llevado a estos fracasos. Adicionalmente, es importante anotar que no todas las experiencias adelantadas buscan aumentar conectividad en el paisaje, lo cual desde luego limita enormemente la eficacia de estas prácticas en la conservación de flora y fauna.

De otro lado, se tienen experiencias que aunque sí buscan aumentar la conectividad en el paisaje para favorecer el movimiento de especies, no dimensionan la escala de sus pretensiones. Si bien es cierto que entre más territorio (altitudinal y latitudinalmente hablando) se piense involucrar mayores podrán ser los impactos positivos en conservación, pero también los conflictos socio-ambientales a solucionar crecerán en la misma proporción, lo cual generalmente lleva a impresionantes proyectos en papel y cero proyectos en el campo (corredores Nor-Andino y Chocó-Manabí -CI 2007 on-line-; corredor biológico Mesoamericano -Miller et al. 2001-, este último aunque no es en Colombia si marca pautas importantes para la región). En ese sentido cobra alta relevancia la frase: “piense globalmente, planee regionalmente y actúe localmente”. Quizá una de las experiencias más exitosas que ha tenido el país es la estrategia de conservación para aumentar la conectividad estructural y biológica en el Municipio de Filandia Quindío, donde se han utilizado herramientas de manejo del paisaje (ej. corredores biológicos, cercas vivas, cerramiento en cañadas, entre otras) acompañadas de construcción de viveros de especies nativas, programas de comunicación participativa, instrumentos de política y negociación predio a predio para lograr la conexión entre la reserva forestal Bremen y el cañón del río Barbas, además de la conexión de otros fragmentos de bosque subandino.

La evaluación y seguimiento biológico del corredor biológico permitirá detectar el impacto de los cambios realizados en el paisaje, el corredor ¿es efectivo biológicamente? Esto es ¿está cumpliendo el papel para el cual fue diseñado? Se espera que las HMP tengan un impacto sobre las especies silvestres; en este sentido el desarrollo metodológico para la evaluación y seguimiento biológico de los corredores de conexión debe abarcar dos aspectos claves de la funcionalidad de esta herramienta, 1. Hábitat, pues al restaurar áreas se está incrementando la cantidad de hábitat disponible en el paisaje y 2. Conectividad, ya que el corredor busca facilitar el movimiento de especies entre las reservas.

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 (en especial con los que ya se tiene información de línea base) y están relacionados con la composición de especies asociada a las diferentes áreas de cobertura vegetal que se encuentran en los corredores (área de fragmento de bosque, áreas de cañada, área restauradas, y las áreas de pastizales de sucesiones tempranas y pastizales activos y cultivos que rodean los corredores) abarcando los gradientes de perturbación existentes e involucrando además del gradiente espacial un gradiente temporal ya que es importante diferenciar las respuestas del indicador a la fluctuación natural del ambiente de las respuestas a las actividades humanas o por el impacto de las HMP. Las preguntas principales que abarca la etapa de evaluación y seguimiento del corredor biológico conducen a identificar ¿Cuáles son las especies que van a ser beneficiadas con el corredor? Estas especies pueden ser diferentes dependiendo del crecimiento 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?, ¿Cuánto tiempo tardan en establecerse las primeras colonizaciones de especies asociadas a hábitats boscosos en las áreas restauradas?, ¿Cuáles son las condiciones bióticas y abióticas que se requieren para el establecimiento de una fauna similar a la de los bosques en las áreas restauradas? Entre otras.

Un programa de seguimiento biológico debe apoyarse en el uso de indicadores biológicos 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 enfoca sobre el seguimiento de un grupo biológico 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 3 - 5 años), en esta etapa se espera encontrar un ensamble 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 6 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.

El seguimiento a especies indicadoras, se realizaría en las mismas etapas, estas especies pueden ser detectadas con base en la información biológica que se tiene de las Reservas, sin embargo es importante ajustar tanto los ensambles como las especies que se esperan encontrar en el corredor con base en la caracterización biológica de los fragmentos y cañadas que harán parte del corredor (antes de la implementación de la herramienta).



## **IDENTIFICACION DE ENSAMBLAJES DE AVES INDICADORES PARA EL MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DEL CORREDOR YOTOCO – LA ALBANIA**

La evaluación de las herramientas se llevará a cabo mediante un grupo de especies sombrilla, ya que una única especie no es suficiente para indicar todos los fragmentos en dónde es necesario ejercer acciones de conservación. 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 especies.

Para escoger a estas especies se deben considerar las siguientes características:

- ✓ Necesidad de gran cantidad de área
- ✓ Baja capacidad de dispersión
- ✓ Necesidad a nivel de micro hábitat (Especificidad de hábitat)

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

Estos grupos serán diferentes para cada tramo del corredor Yotoco – La Albania, debido a que en su recorrido atraviesa diferentes situaciones en el contexto del paisaje, las distancias a restaurar cambian, así como los elementos a restaurar. De tal forma que, en elementos boscosos se utilizarán especies de aves con altos requerimientos de hábitat, baja capacidad de movimiento y necesidad de gran cantidad de área, con el fin de que se evalúen y monitoreen herramientas de manejo del paisaje (HMP) como suplementación y enriquecimiento de hábitat boscosos. Igualmente para HMP como corredores, que conecten cortas distancias entre fragmentos, donde las aves que tienen baja capacidad de movimiento, puedan en un tiempo relativamente corto de 2 a 3 años (Caycedo en prep) empezar a utilizar el corredor. Esta situación es un extremo en el gradiente de fragmentación; en el otro extremo del gradiente están las HMP que se implementarán en cultivos y potreros, como cercos vivos, corredores o sistemas silvopastoriles, que buscarán conectar distantes elementos con cobertura boscosa. En este caso, es necesario que las especies a evaluar no demanden unos requerimientos de hábitat altos.

La identificación de los grupos de especies sombrilla se basó en información secundaria (inventarios rápidos a nivel de la comunidad de la avifauna), llevados a cabo en ambas reservas (Asoyotoco 2006, IAVH 2003). El uso de esta información permite tener una idea de qué especies están en la zona, sin embargo, la información plasmada en este informe es una aproximación preliminar, ya que en los estudios utilizados como información secundaria emplean diferentes metodologías para la evaluación de las aves. La información que se tiene de la reserva de Yotoco tiene un mayor esfuerzo de muestreo y un mayor número de técnicas, lo cual hace difícil asegurar que especies reportadas para Yotoco, no estén en La Albania y viceversa.

Se han reportado 96 especies en la reserva la Albania y 175 para Yotoco; 15 especies migratorias de las cuales sólo 4 se encuentran en la Albania y todas en Yotoco, 8 especies endémicas, 7 se encuentran sólo en Yotoco y 2 en la Albania. La reserva forestal Bosque de Yotoco

contiene 99 especies de aves que no han sido registradas en la reserva forestal La Albania y 20 especies de aves que están registradas en la reserva forestal La Albania y no en la reserva forestal Bosque de Yotoco (Anexo 4).

Identificación de grupos de especies de aves sombrilla:

La selección de los grupos de especie sombrilla se basó en la información recopilada en la evaluación y monitoreo de la avifauna en 4 corredores biológicos establecidos en el Municipio de Filandia, Quindío durante dos años; 4 estudios de caracterización de avifauna en 4 áreas de estudio ubicados en el flanco occidental de la cordillera Central. Todos estos estudios fueron llevados a cabo en el bioma de bosques subanidos, por lo tanto, en teoría cuentan con una misma biota. En las caracterizaciones y monitoreos, la metodología de muestreo en campo fue la misma (Mendoza et al en press), y a lo largo de esta recopilación de datos, se cuenta con información de abundancia por especies de aves de potreros, cultivos de frijol, café con sombra, café asociado, plantaciones, cañadas, cercos vivos, fragmentos pequeños y grandes, y zonas restauradas de 1 mes a 3 años de edad.

Con el fin de identificar los grupos de especies sombrilla tuvimos en cuenta los tres criterios que los definen (Metzger 2006):

**1. Especificidad de Hábitat:** Gracias al conjunto de datos sobre la distribución de las aves con el que se cuenta, podemos 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.

La clasificación de los ensamblajes de aves se basó en los porcentajes de frecuencia de las especies en cada hábitat, el cual fue construido mediante un análisis de componentes principales (ter Braak, C. J. F. & Šmilauer, P., 2002). Según la amplitud ecológica observada de cada especie, es decir, si las especies pueden encontrarse en sólo uno tipo de elemento del paisaje o en varios, se encontraron 4 ensamblajes:

**Ensamblaje 1:** en este ensamblaje encontramos especies que tienen un estrecho rango de tolerancia, es decir especies que fueron reportadas únicamente en fragmentos grandes de bosque ó que el porcentaje de encuentros de estas especies en bosques fue mayor al 70%.

**Ensamblaje 2:** conformado por especies con un rango de tolerancia mayor por que pueden encontrarse en coberturas boscosas nativas, de diferente tamaño y forma. En este ensamblaje encontramos 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 3 años, como por ejemplo *Malacoptila mystacalis*, *Myiarchus tuberculifer*, *Euphonia xanthogaster* y *Euphonia musica*. Por otra parte, estas han sido observadas moviéndose por sistemas productivos como pastizales con árboles dispersos o cafetales asociados, lo cual evidencia que si se tienen unos requerimientos mínimos en los sistemas productivos, como árboles en los potreros, o distancias cortas entre los elementos boscosos, se puede facilitar las rutas de movimiento de estas especies.

**Ensamblaje 3:** Especies que se pueden encontrar en coberturas boscosas nativas, pero el porcentaje de distribución en fragmentos de bosque grandes es inferior al 50%. La mayor

frecuencia de avistamientos se dio en fragmentos pequeños, bordes de bosques cañadas y cercos vivos. Estas especies también hacen uso sistemas productivos.

**Ensamblaje 4:** Compuesto por especies que fueron 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. Es decir del escenario del paisaje sin corredor.

**2. Capacidad de dispersión:** Esta variable fue medida con datos obtenidos experimentalmente y mediante información secundaria. Se evaluó el movimiento de las aves entre fragmentos inmersos en una matriz de potreros en el municipio de Aranzazu, Caldas en el bioma de bosque subandino del flanco occidental del la Cordillera Central, entre los 1700 y 2000 m de altitud. Las distancias entre fragmentos fueron clasificadas en tres rangos: alto si la distancia era igual o superior a 100 m, media entre 40 y 99 metros, y baja menor a 40 metros. Se evaluó en campo las aves que fueron capaces de atravesar estas distancias, y son categorizadas con baja capacidad de dispersión aquellas que sólo fueron capaces de atravesar la menor distancia de separación entre fragmentos y alta capacidad aquellas que fueron capaces de atravesar la mayor distancia de separación entre fragmentos.

Para efectos de construcción del grupo de especies sombrilla de este estudio, se complementó la información obtenida experimentalmente, con revisión de la literatura (Hilty & Brown 2001, Stotz 1996) Especies pequeñas de sotobosque que presentan alas redondeadas y cortas con relación a su tamaño, como por ejemplo especies del género *Scytalopus*, *Chloropipo leucorhoa*, tienen baja capacidad de dispersión.

**3. Requerimiento de área:** Esta característica fue evaluada utilizando información secundaria, específicamente lo reportado por Renjifo en 1999, en donde evalúa los cambios en la composición de especies de aves de bosque subandino en fragmentos aislados por más de 50 a 90 años. En este estudio, Renjifo clasificó a las especies de requerimientos de hábitat boscoso si están presentes en fragmentos de bosque, extintas en fragmentos de bosque, regionalmente extintas, o especies turistas. Seguí esta información para catalogar las especies presentes en Yotoco y la Albania.

Con el fin de seleccionar los grupos de especies sombrilla con altos, medios y bajos requerimientos, utilice únicamente las especies que presentaron la información completa, sin embargo, toda la lista de especies es igualmente presentada, con el fin de que en monitoreos futuros se pueda completar (Anexo 3 y 4).

Las herramientas de manejo del paisaje, a excepción del cerramiento de fragmentos, 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 ubicados en estos sistemas productivos, 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 entre 2 a 5 años) podemos esperar la presencia de grupos de especies sombrilla con medios y altos requerimientos (Anexo 3).

En la tabla 17 se muestran los grupos de especie sombrilla con las características que definen su estado de requerimiento (área, capacidad de dispersión y especificidad de hábitat). Igualmente, se muestra cuáles grupos de especies sombrilla pueden ser utilizados para el monitoreo y evaluación de las HMP que se planean implementar en el corredor Yotoco- La Albania.

Tabla 17. Descripción de las características de los grupos de especies sombrilla. Especies Sombrilla: AR: altos requerimientos; BR: bajos requerimientos; MR: requerimientos medios. Requerimientos de área: PF: presente en fragmentos; EF: extinto en fragmentos (tomado de Renjifo 1999). Especificidad de hábitat: E1: Ensamblaje 1; E2: Ensamblaje 2; E3: Ensamblaje 3; E4: Ensamblaje 4. HMP en donde se pueden utilizar para el monitoreo y evaluación: 1: Enriquecimiento; 2: Suplementación; 3: Corredores de cortas distancias; 4: Sistemas silvopastoriles; 5: Cercas vivas en cultivos y potreros; 6: corredores con amplias distancias.

Grupo de Especies Sombrilla	Requerimientos de área	Capacidad de Dispersión	Especialidad de hábitat	HMP en donde se pueden utilizar
AR	PF	Baja	E1	1, 2, 3,6
AR	EF	Alta	E1	1, 2, 3,6
AR	EF	Media	E1	1, 2, 3,6
BR	PF	Alta	E3	3,4,5
BR	PF	Media	E3	3,4,5
BR	PF	Alta	E4	3,4,5
BR	PF	Media	E4	3,4,5
MR	PF	Baja	E3	1 a 6
MR	PF	Media	E1	1 a 6
MR	PF	Alta	E1	1 a 6
MR	EF	Media	E2	1 a 6
MR	PF	Alta	E2	1 a 6
MR	PF	Baja	E2	1 a 6
MR	PF	Media	E2	1 a 6

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. Se debe 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.

## EVALUACION Y SEGUIMIENTO DE LA VEGETACIÓN EN LAS ÁREAS RESTAURADAS

Las lauráceas son una familia especialmente rica en la franja de los 1000-2500 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, solo 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 (como el comino y el arenillo) o de forma indirecta por destrucción de hábitat y disminución de dispersores. Las lauráceas por lo tanto son sensibles tanto 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 auto-incompatibilidad y altas tasas de exogamia (Cascante et al. 2002). El establecimiento de HMP que permitan la recuperación e hábitat deben considerar el establecimiento de 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, Solanaceae 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 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, si responden muy bien al mejoramiento de las condiciones a través de estrategias de restauración, es decir, que si el sitio ha sido restaurado adecuadamente las lauráceas podrán establecerse, de lo contrario estas 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. Para la supervivencia, establecimiento y desarrollo de las lauráceas se requiere recrear condiciones apropiadas para ello, 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 que tan apropiadamente han sido restaurados los ecosistemas. 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. 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**

### **Fase 1. Propagación**

El papel del vivero en los proyectos de restauración es relevante, y por lo tanto debe ser la primera herramienta en ser establecida. 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.

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

La evaluación y 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

- ✓ 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.
- ✓ Usos. Se refiere a los usos actuales y potenciales de las diferentes especies.

#### Aspectos relacionados con los frutos

- ✓ Peso de los frutos
- ✓ Medida de los frutos
- ✓ Manejo

#### Aspectos relacionados con las semillas

- ✓ Tamaño de las semillas
- ✓ Peso de las semillas
- ✓ Manejo

#### Aspectos relacionados con la siembra

- ✓ Tipo de substrato empleado
- ✓ Modo de siembra (forma, distancias, densidades)
- ✓ Manejo

#### Aspectos relacionados con la germinación

- ✓ Tiempo de la germinación (inicio y final de la germinación)
- ✓ Fin de la germinación
- ✓ Tasas de germinación

- ✓ Manejo
- ✓ Problemas
- ✓ Observaciones generales

Aspectos relacionados con el desarrollo de las plántulas

- ✓ Seguimiento
- ✓ Desarrollo en altura
- ✓ Comportamiento
- ✓ Mortalidad
- ✓ Problemas
- ✓ Manejo
- ✓ Observaciones

## **Fase 2. 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 en los viveros de especies nativas 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 que 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 para la resolución de problemas fitosanitarios, manejo de sombras, manejo de fertilizantes y abonos, manejo de riegos, manejo 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.

## **Fase 3. Siembra**

La siembra en campo debe obedecer a un plan perfectamente organizado, debe corresponder a una secuencia de tal manera que especies con altos requerimientos no sean llevadas a campo hasta que no existan las condiciones apropiadas para su establecimiento. La planificación de las siembras se hace de acuerdo a lo que se quiere y de acuerdo a 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.

Registros de siembra por sitio y por especie aportan información sobre la diversidad, las densidades y los costos del establecimiento.

El formato debe contener información básica como:

Tabla 18. Formato para registrar la procedencia del material.

Sitio (vereda, finca)	Especie	Indiv.	Fecha siembra	Observaciones

#### Fase 4. 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.

En general el seguimiento se hace sobre una muestra de individuos (50 es un número apropiado) de cada una de las especies definidas como claves u objeto de evaluación, e 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 19. Formato de registro de supervivencia y crecimiento de las plantas en campo.

Especie	Individuo	Sitio	Fecha 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 son claves. Evaluaciones semestrales durante el primer año y posteriormente anuales hasta el quinto año aportan suficiente información.

Un modelo de formato comprende:

#### El rescate de plántulas

Esta puede llegar a ser una alternativa viable, siempre y cuando no considere incursiones dentro del bosque para recolectar material bajo la copa de los árboles semilleros. El rescate de plántulas dentro del bosque puede ser negativa para el equilibrio de algunas especies, solo si es asistida por personas lo suficientemente conocedoras y formadas en esta practica puede ser

considerada. 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.

### **El rescate de plantones**

El rescate de plantones 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 del trasplante, el tamaño del plantón, la calidad del trasplante, su manipulación y siembra, el manejo 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 plantones 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 las siguientes aportan información clave.

### **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 micro-sitios en los cuales pueden establecerse especies con requerimientos tales que no le permitan 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, 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 y se 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.

Cada estrategia de restauración es la respuesta a una condición en particular, sin embargo una combinación apropiada de estrategias puede tener mejores efectos. La generalización en el uso de estrategias puede no ser apropiada, la definición de una o la combinación de varias de ellas

debe responder a una situación en particular, lo que en un sitio puede ser exitoso no necesariamente lo debe ser para todos los sitios. No existen recetas a seguir al pie de la letra ni protocolos, existen consideraciones generales y un amplio soporte teórico que puede facilitar no solo el entendimiento sino el establecimiento y la adopción de metas y procedimientos claros.

El uso de las lauráceas como grupo indicador permite 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.

Tabla 20. Formato para registrar la información de la supervivencia de plántulas.

Especie	Individuo	Fecha	Altura	DAP	Fenología			Observaciones
					Flores	Frutos	Ninguno	

Tablas 21. Formatos para registrar la información de supervivencia de plantones

Especie	Plantones	Sitio (finca, vereda)	Fecha transplante	Observaciones

Especie	Plantón	Altura	DAP	Observaciones

## LECCIONES APRENDIDAS

1. La conservación de la biodiversidad en paisajes rurales requiere de una planificación a escala de paisaje, que oriente y priorice una concertación y negociación local. El diseño del corredor de conservación Reserva Forestal Bosque de Yotoco – Reserva Forestal La Albania, se convirtió en una de las experiencias de aplicación del esquema de planificación de los paisajes rurales del Instituto Humboldt. Con esto, la



implementación del corredor se fortalece como un proceso que tiene etapas y fases orientadoras consolidando desde hoy las acciones que generarán la sostenibilidad.

2. El diseño del corredor de conservación Reserva Forestal Bosque de Yotoco – Reserva Forestal La Albania ratificó la necesidad de garantizar desde el inicio una visión y acción multidisciplinaria como mecanismo de éxito para el proceso de conservación. Fue fundamental incorporar criterios y acciones sociales, económicas, biológicas e instituciones para lograr robustez en el diseño de la acción de conservación. La educación ambiental se convierte en una acción transversal desde las diferentes disciplinas que debe estar siempre presente y debe ser operada a diferentes escalas.
3. Este proceso ratifica una vez más la importancia de garantizar en el departamento del Valle del Cauca la investigación básica como una base sólida para la planificación de las acciones de conservación. Pero es necesario lograr una mayor integración de la academia y las autoridades ambientales, de manera que se pueda tener una agenda común que oriente y priorice investigación hacia áreas prioritarias de manera que se fortalezcan las iniciativas de adelantar procesos de conservación.
4. El diseño del corredor de conservación Reserva Forestal Bosque de Yotoco – Reserva Forestal La Albania, requiere garantizar en su implementación procesos participativos desde lo local hasta lo regional. Será fundamental la capacitación, sensibilización y la integración en la toma de decisiones de los diferentes actores de manera que el proceso del corredor de conservación se convierta en una iniciativa de todos para todos.
5. Este proceso fortalece el papel de los pequeños parches de bosque que están inmersos en mosaicos rurales como proveedores de enormes beneficios ecológicos, sociales y culturales para el Departamento. Es por esto que la Corporación debe ratificar como política institucional la conservación, restauración y reforestación con criterios de conectividad de sus ecosistemas como estrategia regional para mejorar la calidad de vida de la gente y conservar el patrimonio natural.

## RECOMENDACIONES

1. En una estrategia de conservación el conocimiento científico es pilar fundamental sobre el que se fundamenta la toma de decisiones sobre la ruta definitiva del corredor, las HMP complementarias o modificaciones a sistemas existentes que contribuyan eficientemente a la conservación de poblaciones viables en el paisaje a intervenir. La investigación científica proporciona los datos que orientan mejor que cualquier suposición, por educada que ésta sea, un programa de conservación multiespecies y multiescalas. Como se mencionó al principio de este documento un estudio de esta naturaleza implica conocer al menos tres aspectos clave: (1) La distribución espacial de la diversidad. Para esto una caracterización biológica utilizando diferentes grupos objetivo que funcionen a diferentes escalas ecológicas, es necesaria. (2) Conocimiento de al menos algunos patrones de movimiento a través del paisaje de algunas

especies. Así como en el aire y en el mar, en tierra parecen existir rutas de movimiento preferidas por individuos de una o varias especies, e identificarlas es muy importante para orientar el trazado de una determinada HMP que cumpla, con el papel para el que es creada, favorecer el movimiento de especies a través del paisaje. Estos estudios pueden realizarse utilizando metodologías de captura – recaptura o seguimiento de los individuos con herramientas telemétricas y GPS. (3) Conocer el uso de hábitat que hacen algunas especies seleccionadas de los diferentes tipos de hábitat en el paisaje. De esta manera incluso se podrá establecer con mayor precisión qué especies se podrán ver más beneficiadas por el establecimiento de las HMP en cada estadio del crecimiento sucesional de estas herramientas. Además y complementados con los estudios de movimiento, pueden sugerir elementos prioritarios a conectar o intervenir con restauración ecológica, identificar que tipos de elementos del paisaje son más importantes para qué especies y saber si es necesario aumentar su extensión en el paisaje y en que posible arreglo o configuración espacial.

2. Es necesaria la compra de imágenes de satélite de alta resolución que permitan escalas de salida de los productos a 1:10000 o incluso mayores para la planificación predial participativa, pues para esta fase es fundamental poder realizar mapas de cada predio a intervenir con sus coberturas vegetales actualizadas a la fecha de negociación. Esta herramienta es clave para negociar apropiadamente con el propietario privado los cambios que se podrán hacer en sus predios.

3. La realización de un estudio costo-beneficio para la aplicación de la exención predial.

4. La ampliación del vivero para poder abastecer la producción del material vegetal para la implementación de las HMP.

## CONCLUSIONES

El conocimiento que actualmente se tiene de la biodiversidad de esta área es todavía escaso, limitándose a caracterizaciones biológicas (especialmente en el área de Yotoco) y muy pocos trabajos que ayudan a comprender los procesos ecológicos y las dinámicas poblacionales. Los grupos biológicos mejor estudiados son mamíferos y aves. Respecto a la composición biótica presente en la reserva forestal Bosque de Yotoco se destacan: 57 especies de mamíferos, 30 especies de anfibios, 22 especies de reptiles, 120 especies de aves. Mientras que para la reserva forestal La Albania se reportan 190 especies de plantas, 91 especies de aves, 19 especies de mamíferos, 7 especies de anfibios y 13 especies de reptiles.

La estrategia de conservación propuesta, tiene como eje central el diseño e implementación a futuro de un corredor biológico de hasta 50 m de ancho, que ayude a recuperar la conectividad biológica, mediante la restauración de la conectividad estructural entre las Reservas Forestales Bosque de Yotoco y La Albania. El hecho que las áreas que se encuentran entre estas dos reservas sean predios privados impone retos que sólo pueden ser superados mediante la negociación participativa con los propietarios y la compensación de los potenciales costos de oportunidad que la construcción del corredor genere, para que de esta manera las acciones de conservación no vayan en detrimento de la producción y el nivel de vida de los habitantes de esta área.

Es por esta razón que paralelo a las acciones de construcción del corredor biológico, se propone el establecimiento de herramientas complementarias y otros mecanismos facilitadores como por ejemplo, sistemas agroforestales y silvopastoriles, cercas vivas con especies maderables, entre otras.

Para orientar el diseño del corredor biológico propuesto, se realizó una priorización de sitios que puedan ser relevantes para conservación debido a su extensión y debido al uso que los dueños de los predios donde se encuentran estas áreas hacen de los recursos naturales. Doce predios se identificaron con valor alto de conservación, mientras que ocho predios obtuvieron valor de conservación medio. De otro lado, según el índice de valor socio-económico el 33% de los predios muestreados tienen altas posibilidades socioeconómicas o son sitios con una viabilidad socioeconómica alta para ser incluidos en el desarrollo de una estrategia de conservación de biodiversidad, o lo que es igual, en términos relativos, 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.

El corredor biológico propuesto tiene una longitud lineal aproximada de 16.8 Km e involucra a 46 predios en los Municipios de Yotoco y Darién. Para la construcción de dicho corredor, así como para algunas de las herramientas complementarias se realizarán faenas de restauración ecológica basada en sucesión secundaria, es decir, acelerar procesos de sucesión significa hacerlos más cortos en el tiempo, tratando de reproducir condiciones de composición y estructura de bosques de mayor edad. La ruta propuesta del corredor incluye no sólo áreas de cultivos y pastizales sino también plantaciones forestales, guaduales y áreas de rastrojos. Para la realización de todas estas actividades se propone la implementación de un vivero de especies nativas.

Las áreas actualmente en sistemas productivos susceptibles a restaurar, utilizando sucesión secundaria para conectar fragmentos de bosque existentes, tienen en total una longitud aproximada de 6.26 Km y un área de 31.25 ha para un corredor de 50 m de ancho. No obstante, en la ruta propuesta existen once fragmentos de bosque nativo, sin contar los fragmentos de Yotoco y La Albania, con un área total de 251.21 ha que es susceptible a ser enriquecida mediante la siembra de individuos vegetales provenientes del vivero. Además, el área de corredor propuesta utilizaría seis fragmentos de rastrojo alto con un área total de 86.51 ha, en las cuales se pueden realizar actividades de cerramiento con cerca y enriquecimiento.

Esta propuesta incluye además un conjunto inicial de indicadores para el seguimiento y evaluación de la eficacia de la estrategia en sus múltiples ámbitos. La evaluación de las herramientas se llevará a cabo mediante un grupo de especies sombrilla, ya que una única especie no es suficiente para indicar todos los fragmentos en donde es necesario ejercer acciones de conservación.

Es imprescindible que durante todo el proceso y especialmente después de la ejecución del programa de restauración ecológica exista un monitoreo de las variables claves del sistema para evaluar los progresos de restauración relativos a las metas propuestas y de ser necesario ajustar los procedimientos para mantener la viabilidad del esfuerzo de restauración. Finalmente,

seguimiento a los mecanismos facilitadores como el vivero y los instrumentos de política implementados es clave para la sustentabilidad de la estrategia de conservación.

## LITERATURA CITADA

Aide T.M; Cavelier J, 1994, Barriers to Lowland Tropical Forest Restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta Colombia. *Restoration Ecology* 2(4):219-229.

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.

Alberico, M., Cadena, J., Hernández-Camacho, J. y Muñoz-Saba, Y. 2000. Mamíferos (Synapsida:Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1:43-75.

Aldana, R.C. y Chacón de Ulloa, P., 1995. Nuevos registros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para Colombia. *Bol. Mus. Ent. Univ. Valle*. 3(2):55-59.

Álvarez – Jiménez, G. 2007. Fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte. Retos para detener la pérdida de biodiversidad. Mecanismos y herramientas de aplicación a la CAV. II Encuentro de verano de Gernika - Urdaibai.

Andrén, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71:355-366.

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. y Villarreal H.F. 2003. Vacíos de conservación del Sistema de Parques Nacionales de Colombia desde una perspectiva ecorregional. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF. Bogotá Colombia.

Aronson J. & E. Le Floch, 1996, Vital landscape: missing tools for restoration ecology, *Restoration Ecology* 4:377-387.

Aronson J., S. Dhillon & E. Le Floch, 1995, On the need to select an ecosystem of reference, however imperfect: a reply to Pickett and Parker. *Restoration Ecology* 3:1-3.

Ashton, M., Gunatilleke, C., Singhakumara, B. y I. Gunatilleke. 2001. Restoration pathways for rain forest in southwest Sri Lanka: a review of concepts and models. *Forest Ecology and Management*. 525, 1-23.

Asoyotoco – CVC. 2006. Implementación de acciones de manejo para la conservación del ecosistema andino y subandino de la Cordillera Occidental: bosque La Albania y reserva forestal bosque de Yotoco, departamento del Valle del Cauca. Informe técnico presentado a CVC. Volúmenes I y II. Cali, Colombia.

Baker W.L., 1994, Restoration of landscape structure altered by fire suppression, *Conservation Biology* 8:763-769.

Bazzaz, F.A. 1979. The physiological ecology of plant sucesión. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 10:351-371.

Beier P. & R.F Noss, 1998, Do habitat corridors provide conectivity?, *Conservation Biology* 12:1241-1252.

Beier, P. y Noss, R.F. 1998, Do habitat corridors provide conectivity?, *Conservation Biology* 12:1241-1252.

Bennet, A.F. 1990. Habitat corridors and the conservation of small mammals in a fragmented forest environment. *Landscape Ecology* 4(2/3): 109-122.

Bennett, A. 1999. Linkage in the landscape: The role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

BirdLife International 2005 BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation. Version 2.0. Cambridge, UK: BirdLife International. Available: <http://www.birdlife.org> (accessed 7/3/2007).

Brooks, C.P. 2003. A scalar analysis of landscape connectivity. *Oikos* 102(2):433-439.

Brown J.H. & A. Kodric-Brown, 1977, Turnover rates in insular biogeography: effect of immigration on extinction, *Ecology* 58:445-449.

Burel, F. y Baudry, J. 2002. Ecología del Paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones.

Camargo-Sanabria, A., Del Valle, C.M., Gómez, B., Gómez, I., Guzmán, A., Martínez, P., Otálora, A., Real, J. y Serna, A. 2002. Inventario preliminar de mamíferos de la reserva forestal bosque Yotoco, Valle del Cauca Colombia. Informe técnico. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Carmona, M. W. 1998. Areas de Reserva Natural y Manejo Especial. Municipios de Buga, san Pedro, Ginebra, El Cerrito, Yotoco, Vijes, Dagua, Restrepo y Buenaventura. Departamento del Valle del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC.

Carneville, N. y F. Montagnini. 2002. Facilitating regeneration of secondary forests with use of mixed and pure plantations of indigenous tree species. *Forest Ecology and Management*. 163, 217-227.

Castillo-Crespo, L. S. (Compiladora). 2001. Información de fauna y flora de la Reserva Forestal de Yotoco. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC.)

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).

Clevenger, P. C., B. Chruszcs y K. Gunson. 2001. Drainage culvert as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. *Journal of Applied Ecology* 38:1340-1349.



Connell, J.H. & R.O. Slatyer. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist* 11(982):1119-1144.

Conservación Internacional, 2000. Estrategia para la recuperación de los humedales bogotanos. Informe técnico CI, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Pp. 244. Bogotá Colombia.

Conservación Internacional, 2007. Corredor de conservación Nor-Andino. On-line: <http://www.conservation.org.co/interna/contenido.php?cod=245>.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca -CVC-. Asociación de Usuarios para la Protección y Mejoramiento de las Cuencas Hidrográficas de los ríos Yotoco y Media Canoa – ASOYOTOCO-. 2006. Proyecto implementación de acciones de manejo para la conservación del ecosistema andino y subandino de la cordillera occidental bosque la Albania (informe preliminar).

Croat, T.B. 1992. Species diversity of Araceae in Colombia: a preliminary survey. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79(1):17-28.

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.

Cuenca G., Z. De Andrade & G. Escalante, 1998, Arbuscular mycorrhizae in the rehabilitation of fragile degraded tropical lands, *Biol. Fertil. Solis* 26:107-111.

Cusack, D. y F. Montagnini. 2004. The role of native plantations in recovery of understory woody diversity in degraded pasturelands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management*. 188, 1-15.

Chapman, C. y Balcomb, S. 1998. Population characteristics of howlers: ecological conditions or group history. *International Journal of Primatology* 19 (3): 385-403.

Donoso, D. S., Grez, A. & Simonetti, J. 2003. Effects of forest fragmentation on the granivory of differently sized seeds. *Biological Conservation* 115:63–70.

Dunning, J., B. Danielson and R. Pulliam. 1992. Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos* 65:169-175.

Ebinger J.E., Seigler, D.S. y Clarke, H.D. 2000. Taxonomic Revision of South American Species of the Genus *Acacia* Subgenus *Acacia* (Fabaceae: Mimosoideae). *Systematic Botany*, 25(4):588-617.

Escobar, E., Ramos, H.F., Malagon, R., Herrera, C.L., Morales, G., Duran, C.V. y Peck, R. 2006. Plan de manejo y conservación de la reserva forestal bosque de Yotoco. Informe técnico presentado a CVC.

Español, I. 1998. Las obras públicas en el paisaje. Guía para el análisis y evaluación del impacto ambiental en el paisaje. CEDEX, Ministerio de Fomento. Madrid.

Estrada, A. y Coates-Estrada, R. 1996. Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates at Los Tuxtlas, Mexico. *International Journal of Primatology* 17 (5): 759-783.

Etter A, 1990, Introducción a la ecología del paisaje: un marco de integración para los levantamientos rurales, I.G.A.C, Bogotá D.E.

Fahrig, L, 2003, Effects of habitat fragmentation on biodiversity, *Annual Review of Ecology Evolution and Systematic* 34:487-515.

Forest Fragmentation. *Conservation Biology*. 13:1124-1139.

Forman R.T.T Godron M, 1986, *Landscape Ecology*, Edit. Jhon Wiley and Sons, U.S.A.

Forman R.T.T, 1997, *Land mosaics: ecology of landscapes and regions*, Edit. Cambridge University Press, UK.

Forman, R. T. T. y L. E. Alexander. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:207-231.

Garcia Fernandez, Santiago. *Experiencias mediterráneas en conectividad. Conectividad en sistemas regionales de áreas protegidas. Capítulo 3. 2003.*

Gascon, C.; T.E. Lovejoy; R.O. Bierregaard Jr.; J.R. Malcom; P.C. Stouffer; H.L. Vasconcelos; W.F. Laurance; B. Zimmerman; M. Tocher; y S Borges. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation* 91 (1999): 223-229.

Gómez, C., Roncancio, N. y Hicapié, P.W. 2005. Evaluación de las poblaciones de mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*) en fragmentos de bosque en el valle del cauca. Fundación EcoAndina / WCS Colombia. Informe técnico entregado a CVC.

Goose, M. W. 2000. Impacts of roads and power line clearing on rainforest vertebrates with emphasis on ground-dwelling small mammals. PhD thesis. James Cook University.

Goose, M. 2001. Effects of tropical rainforest roads on small mammals: inhibition of crossing movements. *Wildlife research* 28:351-364.

Goose, M., N. Weston y S. Bushnell. 2005. Effectiveness of rope bridge arboreal overpasses and fauna overpasses in providing connectivity for rainforest fauna. Road Ecology Center Scholarship Repository, John Muir Institute of the Environment. University of California, Davis.

Grant, T. y Castro, F. 1998. The Cloud Forest Colostethus (*Anura, Dendrobatidae*) of a Region of the Cordillera Occidental of Colombia. *Journal of Herpetology*, 32(3):378-392.

Guariguata, M. & Ostertag, R. 2003. Sucesión secundaria. Pp.591-623 en *Ecología y conservación de bosques neotropicales* Ed. Guariguata M.R y Kattan G.H. Libro Universitario Regional, San José Costa Rica.

Hanski, I. 1997. Metapopulation Dynamics: From concepts and observations to predictive models. Pages 69-91 in I. A. Hanski and M. E. Gilpin editors. *Metapopulation Biology*, Academic Press, San Diego, California U.S.A.

Hartmann, H., D. Kester, F. Davies y R. Geneve. 2002. *Plant propagation. Principles and Practices*. Prentice Hall. Upper Saddle River. New Jersey.

Herrera, C.L., Morales, G., Ramos, H.F., Escobar, E., Hidalgo, V., Maldonado, E. y Garzón, E. 2006. Reserva forestal bosque de Yotoco “Investigación, Conservación, Educación y Desarrollo Rural”. *Gestión Agropecuaria* No. 1.

Hilty S. L. y Brown W. L. 2001. *Guía de Aves de Colombia*. Princeton University Press. New Jersey, United States of America. 836 p.

Hobbs R.J. y Norton D.A, 1996, Towards a Conceptual Framework for Restoration Ecology, 4(2):93-110.

Hobbs R.J. y Wilson A.M., 1998, Corridors: theory, practice and the achievement of conservation objectives, p. 265-279, en: *Key concepts in Landscape Ecology*, Ed: Dover J.W., Brunce R.G.H, IALE(UK), Preston.

Hobbs R.J., 1993, Can revegetation assist in the conservation of biodiversity in agricultural areas? *Pacific Conservation Biology* 1:29-38.

Hobbs, R. J. y D. A. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology* 4: 93-110.

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.

Hooper, E., P. Legendre y R. Condit. 2005. Barriers to forest regeneration of deforested and abandoned land in Panama. *Journal of Applied Ecology* 42 (6), 1165–1174.

Huston, M. y T. Smith. 1987. Olano sucesión: life history and competition. *The American Naturalist* 130(2).

Ims, R.A., 1995. Movement patterns related with spatial structures. In: Hansson, L., Fahrig, L. & Merriam, G. (ed.), *Mosaic landscapes and ecological processes*. Pp. 85 – 109. Chapman & Hall, London.

Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). 2003a. Identificación de especies de fauna y flora amenazadas, prioridades de conservación de fauna (aves y mamíferos), Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS) en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y Guía sonora de las aves del departamento de Valle del Cauca (Reserva Forestal Yotoco). Informe técnico entregado a CVC.

Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). 2003b. Base de datos de escarabajos coprófagos colectados en la reserva forestal Yotoco, Valle del Cauca. Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental GEMA. Inédito.

Kattan, G. & Murcia, C. 2003. A review and synthesis of conceptual frameworks for the study of forest fragmentation. In: Bradshaw, G. & Marquet, P. (ed.). How landscapes change. Pp:183-200. Springer-Verlag, Berlin.

Kattan, G.H., Franco, P., Rojas, V. and Morales, G. 2004. Biological diversification in a complex region: a spatial analysis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *Journal of Biogeography* 31:1829-1839.

Kattan, GH. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. In Guariguata, MR; Kattan, GH (eds). *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales*. EULAC/GTZ. Primera edición. Ediciones LUR. Cartago, Costa Rica. P 561-590.

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.

Kompen, M. y R. Torres. 1987. Interacciones entre algunos reguladores de crecimiento y su influencia en el enraizamiento de acodos aéreos en *Pinus caribaea* Mor. *Acta Científica Venezolana* 38(4): 459-464.

Kramer-Schadt, S., E. Revilla, T. Wiegand y U. Breitenmoser. 2004. Fragmented landscapes, road mortality and patch connectivity: modelling influences on the dispersal of Eurasian lynx. *Journal of Applied Ecology* 41:711-723.

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.

Kremen, C. 1994. Biological inventory using target taxa: a case study of the butterflies of Madagascar. *Ecological Applications* 4: 407-422.

Kristan, W. B. III. 2003. The role of habitat selection behavior in population dynamics: source-sink systems and ecological tramps. *Oikos* 103:457-468.

Laurance, S.G.; y W.F. Laurance. 1999. Tropical wildlife corridors: use of linear rainforest remnants by arboreal mammals. *Biological Conservation* 91(1999): 231 – 239.

Laurance, W.F. 1994. Rainforest fragmentation and the structure of small mammal communities in tropical Queensland. *Biological Conservation* 69(1994): 23-32.

Luhn H.K; Pimm S.L, 1993, *The Assembly of Ecological communities: A Minimalist Approach*. *Journal of Animal Ecology* 62:749-765.

Luken, J.O. 1990. *Directing ecological succession*. Chapman and Hall, New York.

MacArthur, R.H. 1965. Patterns of species diversity. *Biological review* 40:510-533.

McGarigal, K.; S.A. Cushman; M.C. Neel; y E. Ene. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by authors at the university of Massachusetts, Amherst.

Mendoza J.E., Jiménez E., Lozano-Zambrano F.H, Caycedo-Rosales P. & Renjifo L.M. en press. Identificación de elementos del paisaje prioritarios para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales de los Andes Centrales de Colombia. in Sáenz J. & Harvey C. Conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados y agropaisajes. Editorial UNA, Heredia, Costa Rica.  
Mendoza, J.E. 2001. Restauración ecológica de ecosistemas estratégicos, un camino hacia la sustentabilidad urbana. *Ambiente y Desarrollo* 9:95-117.

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

Miller K., E. Chang, N. Johnson. 2001. En búsqueda de un enfoque común para el corredor biológico Mesoamericano. World Resources Institute, EE.UU

Moilanen A., Hanski I., 1998, Metapopulations dynamics: effects of habitat quality and landscape structure, *Ecology* 79(7):2503-2015.

Montealegre, F. y Morris, G.K. 1999. Songs and Systematics of Some Tettigoniidae from Colombia and Ecuador I. Pseudophyllinae (Orthoptera). *Journal of Orthoptera Research*, 8;163-236.

Morales. J. J., S. Peris y E. Pedraza. 2000. Utilización de pasos específicos de fauna y mortandad asociada en un canal de los páramos del norte de España (Guardo, Palencia). *Galemys* 12(1):25-40.

Morris D. 1995. Habitat selection in mosaic landscapes. In: Hansson, L., Fahrig, L. & Merriam, G. (ed.), *Mosaic landscapes and ecological processes*. Pp. 110 – 135. Chapman & Hall, London.

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.

Nepstad, D. C., C. Uhl, A. Pereira & J. M. Cardoso da Silva. 1996. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia, *Oikos* 76:25-39.

Noss R.F., 1987, Corridors in real landscapes: a reply to Simberloff and Cox, *Conservation Biology* 1:159-164.

Opdam, P, R. van Apeldoorn, A, Schotman y J. Kalkhoven. 1993. Population responses to landscape fragmentation. *Landscape Ecology of a Stressed Environment*. Chapman & Hall, London, UK.

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 Tropical Ecosystems, *Agri. Ecosyst. and Environ.* 41:115-133.

Pulliam, H. R. 1988. Sources, sinks and population regulation. *American Naturalist* 132:652-661.

Pulliam, H. R., and B. J. Danielson. 1991. Sources, sinks, and habitat selection: A landscape perspective on population dynamics. *American Naturalist* 137:50-66.

Putnam, R.J. 1994. *Community ecology*. Chapman and Hall, London.

Ramos, Zayra S. 2004. Estructura y composición de un paisaje boscoso fragmentado: Herramienta para el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad. Costa Rica.

Renjifo L.M. 1999. Composition Changes in a Subandean Avifauna after Long-Term.

Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan y B. López-Lanús (Eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Rhoades C.C, G.E. Eckert & D.C. Coleman, 1998, effects of pasture trees on soil nitrogen and organic matter: implications for tropical montane forest restoration, *Restoration Ecology* 6:262-270.

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.

Rodríguez, A., G. Crema y M. Delibes. 1997. Factors affecting crossing of red foxes and wildcats through non wildlife passages across a high speed railway. *Ecography* 20:287-294.

Rodriguez-Mahecha, J.V., Alberico, M., Trujillo, F. y Jorgenson, J. (Eds.). 2006. Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá Colombia.

Rueda-Almonacid, J. V., J. D. Lynch y A. Amézquita (Eds.). 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384 pp.

Sarmiento, F. 1997. Restauración de Paisajes Tropoandinos: El Desafío Para la Conservación de Areas Frágiles en los Andes Tropicales, en *Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña de Areas Frágiles en los Andes*, Ed. Liberman L, Baied C, UNU.

Silva, L. 1996. Biología de *Penélope perspicax* (Aves:Cracidae) en la Reserva Forestal Bosque de Yotoco, Valle del Cauca. Tesis pregrado Universidad del Valle.

Soulé M.E., 1991, Theory and Strategy, p.57-69, en: Landscapes linkages and biodiversity, Ed: Huston W.E., Island Press, Washington USA.

Spellerberg, I. 1998. Ecological effects of roads and traffic: a literature review. *Global Ecology and Biogeography* 7(5):317-333.

Stoner, D. 1925. The toll of the automobile. *Science* LXI(1568):56-57.

Stotz D.F, Fitzpatrick J.W., Parker T., Moskovits D. 1996. Neotropical Birds Ecology and Conservation. University and Chicago Press. Chicago y Londres. 478p.

Suarez -Mayorga, A. 1999. Comportamiento reproductivo de *Minyobates bombetes* (Amphibian: Anura: Dendrobatidae). Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia  
Suarez, F., J. M. Velazco y M. Yanes. 1995. El efecto barrera en vertebrados. Medidas correctoras en las vías de comunicación. CEDEX, Ministerio de Obras Públicas y Medio Ambiente. Madrid.

Taylor P, Fahrig L, Henein K, Merriam G, 1993, Connectivity is a vital element of landscape structure, *Oikos* 68(3):571-572.

Taylor, C.M. 2003. Rubiacearum Americanarum Magna Hama Pars XV. New Species and Two New Combinations in *Notopleura* (Psychotriaceae) from Central and South America. *Novon*, 13(2):228-260.

Ter Braak, C. J. F. & Šmilauer, P. (2002). CANOCO. Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power (Ithaca NY, USA), 500 pp

Tischendorf, L., Grez, A., Zaviezo, T., & Fahrig, L. 2005. Mechanisms affecting population density in fragmented habitat. *Ecology and Society* 10(1): 7. [online] URL:<http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art7>.

Toh I., M. Gillespie & D. Lamb, 1999, The role of Isolated trees in facilitating tree seedling recruitment at a degraded sub-tropical rain forest site. *Restoration Ecology* 7:288-297.

Turner, M.G. 2005. Landscape ecology: What Is the State of the Science?, *Annual Review of Ecology Evolution and Systematic* 36:319-44.

Valencia, A. 1963. Quindío histórico. Imprenta departamental, Manizales.

Vargas, O. 2006. En busca del bosque perdido. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia.

Waller, J. S., C. Servheen y D. A. Patterson. 2005. Probabilistic measure of road lethality. Road Ecology Center Scholarship Repository John Muir Institute of the Environment University of California, Davis. 501-508.

Weaver, R. 1998. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas. México D.F.

White P.S. & J.L. Walter, 1997, Approximating nature's variation: selecting and using reference information in restoration ecology, *Restoration Ecology* 5:339-349.

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.

Wiens, J.A., Schooley, R.L. & Weeks Jr., R.D. 1997. Patchy landscapes and animal movements: do beetles percolate? *Oikos* 78:257-264.

Wiens, J.A., Stenseth, N.C., Van Horne B. and Ims, R.A. 1993. Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos* 66:369-380.

Wunderle Jr. J.M., 1997, The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands, *Forestry Ecology and Management* 99:223-235.

Zahawl R.A. & Augspurger C.K., 1999, Early plant succession in abandoned pastures in Ecuador, *Biotropica* 31(4):540-552.

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.