

## Artículo de revisión

**CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES DE ROBLE EN EL CORREDOR DE CONSERVACIÓN GUANTIVA – LA RUSIA – IGUAQUE, DEPARTAMENTOS DE SANTANDER Y BOYACÁ, COLOMBIA<sup>1</sup>***Conservation and sustainable use of oak forests in the Conservation Corridor Guantiva – La Rusia – Iguaque, Santander and Boyacá, Colombia***Palabras clave:** bosques andinos, *Colombobalanus excelsa*, manejo forestal sostenible, *Quercus humboldtii*.**Key words:** andean forests, *Colombobalanus excelsa*, sustainable forest management, *Quercus humboldtii*.*Andrés Avella Muñoz<sup>2</sup>  
Luis Mario Cárdenas Camacho<sup>3</sup>***RESUMEN**

Los robledales dominados por *Quercus humboldtii* son uno de los ecosistemas más singulares de los bosques andinos de Colombia y se encuentran distribuidos en 18 departamentos entre los 750 y los 3200 m de altitud, lo cual les confiere alta importancia desde el punto de vista biológico y socioeconómico. Basados en la propuesta de criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), las directrices del Enfoque Ecosistémico del Convenio de Diversidad Biológica, los procesos sociales de la región y la investigación recopilada y generada en el marco del proyecto: “Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y manejo forestal en Colombia” realizado por la Fundación Natura– Colombia, en el presente artículo se analizan los aspectos prioritarios que permitirían formular una estrategia para la conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el Corredor de Conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque. Como resultado del análisis se identificó la protección, restauración y el uso sostenible como componentes

fundamentales de una estrategia de conservación integral de los bosques de roble del corredor; sin embargo, existen un conjunto de aspectos técnicos y sociopolíticos que orientan y condicionan el manejo forestal sostenible de estos bosques. Finalmente, se plantea la necesidad de implementar iniciativas de co-investigación y co-manejo de los bosques de robles a partir del dialogo entre disciplinas como la ingeniería forestal, biología de la conservación y el conocimiento de las comunidades locales para de esta manera aportar alternativas a la conservación y manejo convencional de los ecosistemas naturales.

**ABSTRACT**

Oak (*Quercus humboldtii*) dominated forests stands are some of the most peculiar ecosystems of the Colombian Andean forests. They are distributed in 18 departments of the country in the range of 750 and 3200 meters above sea level, which make them very important from a biological and socio-economic perspective. This article analyzes the most important factors that would facilitate the development of a strategy for the conservation

<sup>1</sup> Desarrollado dentro del proyecto, “Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y manejo forestal en Colombia”. Fundación Natura – Colombia.

<sup>2</sup> Subdirección de conservación e investigación, Fundación Natura – Colombia, [aavella@natura.org.co](mailto:aavella@natura.org.co). Autor para correspondencia.

<sup>3</sup> Subdirección de conservación e investigación, Fundación Natura – Colombia, [lcardenas@natura.org.co](mailto:lcardenas@natura.org.co)

and sustainable use of oak forests in the Guantiva – La Rusia – Iguaque Conservation Corridor. This analysis is based on: the criteria and indicators proposed for the sustainable management of forests by the International Tropical Timber Organization (OIMT); directives of the Biological Diversity Agreement; social processes of the region; and data compiled and generated in the framework of the project “Oak forest conservation corridor, a strategy for forest conservation and management in Colombia,” executed by the Fundación Natura – Colombia. As a result of the analysis, the sustainable oak forest use was identified as a fundamental component of an integral conservation strategy for this oak forest corridor. However, there is a set of technical and socio-political aspects orienting and conditioning the sustainable management of these forests. Finally, this article proposes the need to implement oak forest research and management initiatives based on the dialogue among various disciplines (such as forest engineering, conservation biology, and the knowledge of the local communities) in order to develop the proper strategies for the conservation and conventional management of the natural ecosystems.

## INTRODUCCIÓN

Cerca del 45% del territorio colombiano ha sido transformado debido al cambio en el uso del suelo (Etter *et al.* 2006). Actualmente en los andes colombianos los bosques andinos ocupan el 10% y los bosques altoandinos el 2.9% (Rodríguez *et al.* 2004), los cuales de acuerdo con Etter *et al.* (2006) han sido severamente degradados al punto que en algunas zonas solamente permanecen en forma de pequeños relictos.

Entre los bosques andinos más singulares de Colombia se encuentran los robledales, los cuales son dominados por *Quercus humboldtii*, especie neotropical que se encuentra en las tres cordilleras, desde los 750 m hasta los 3450 m de altitud, en los departamentos de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Quindío, Risaralda, Nariño, Norte de Santander, Santander, Tolima, Valle del Cauca, Cesar y Córdoba. De acuerdo con la Resolución 096/2006

del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT 2006) la amplia distribución del roble (*Q. humboldtii*) en la región andina la convierte en una especie muy importante a nivel biológico y socioeconómico, con posibilidades de restauración, manejo y uso sostenible de bienes y servicios ambientales.

Con el precedente de la veda sobre el roble (*Q. humboldtii*) establecida por el INDERENA en 1974, el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), estableció en todo el territorio nacional la veda para su aprovechamiento forestal (Resolución 096 de 2006). Al mismo tiempo, se considera el uso sostenible como un mecanismo para su conservación, para lo cual designó a las autoridades ambientales regionales, realizar estudios técnicos que evalúen las posibilidades de su uso sostenible. Para el caso del Corredor de Conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque, en los departamentos de Santander y Boyacá, donde se encuentran los bosques de roble más extensos del país (Solano *et al.* 2005; Armenteras *et al.* 2003), y debido a las posibilidades de uso planteadas en dicha resolución, se presentan propuestas de uso que van desde la conservación estricta de estos ecosistemas, como la que se lograría con la ampliación del Santuario de Fauna y Flora Guanentá–Alto Río Fonce, hasta proyectos de aprovechamiento forestal a escala industrial impulsados por empresas madereras en el municipio de Onzaga.

Enmarcados en la propuesta de criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT 1993, 2005), las directrices del Enfoque Ecosistémico (SCDB 2004), en los procesos sociales de la región y en la investigación recopilada y generada en el marco del proyecto: “Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y manejo forestal en Colombia” realizado por la Fundación Natura–Colombia, el presente documento hace un análisis reflexivo, crítico y propositivo, sobre el estado actual de los bosques de roble, el contexto social en el que están inmersos y las posibilidades de adelantar un proceso de ordenación forestal sostenible. De esta manera buscamos aportar al fortalecimiento de las capacidades

institucionales locales y regionales para la conservación y uso del recurso forestal roble en el Corredor de Conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque.

El análisis para la definición de una estrategia de conservación en los bosques de roble se realizó a partir del desarrollo de tres fases. La primera fue la recopilación y organización de la información secundaria y de los resultados de investigaciones realizadas por varios autores y diferentes instituciones en el corredor de conservación. En la segunda fase se identificaron los aspectos relativos a cada uno de los criterios e indicadores de la ordenación forestal sostenible según la propuesta de la OIMT (1993, 2005); cada criterio fue alimentado con las directrices señaladas por el enfoque ecosistémico (SCDB 2004, Shepherd 2006, Andrade 2007) y la propuesta de criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible del Ministerio de Medio Ambiente de Colombia (Orozco 1996, Ministerio del Medio Ambiente *et al.* 2002). En la tercera y última fase, se realizó el análisis propiamente dicho de los criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible de los bosques de roble teniendo en cuenta además del marco analítico, los determinantes de tipo jurídico y algunas visiones y deseos que las comunidades locales habitantes de la región han expresado sobre el uso y la conservación de los bosques de roble (Ocaña 2005, Bello 2006, Díaz 2008, Moncada 2008).

## ÁREA DE ESTUDIO

La propuesta se presenta para los bosques de roble del Corredor de Conservación Guantiva– La Rusia – Iguaque, este es un territorio definido bajo un proceso de planificación regional en la vertiente occidental de la cordillera oriental. Sus límites se establecieron a partir de las vertientes occidental y oriental de las cuencas de los ríos Chicamocha y Suarez, respectivamente y su eje principal lo constituyen los páramos y bosques de la cordillera La Rusia. De acuerdo al contexto, metas y objetivos del mismo, se ha definido como “una iniciativa que maximiza los beneficios de la conservación y mejora las oportunidades económicas y sociales de las poblaciones rurales mediante un enfoque

bio–regional a través del ordenamiento territorial y el manejo del usos del suelo” (Miller *et al.* 2001, citado por Solano *et al.* 2005).

Los bosques de roble del corredor ocupan una superficie de 141 293 ha, de las cuales 12 375 se encuentran bajo figura de protección por las siguientes áreas naturales protegidas: Santuario de Fauna y Flora Guanentá–Alto Río Fonce, Santuario de Fauna y Flora de Iguaque, Parque Natural Municipal “Robledales de Tipacoque”, Parque Natural Municipal “La Ranchería”, Reserva Forestal “El Peligro” y la Reserva Biológica Cachalú, entre otras.

## MARCO CONCEPTUAL

### BOSQUES DE ROBLE

De acuerdo con los planteamientos teóricos de Devia & Arenas (2000) y Kapelle (1996, 2006), los bosques de roble de Colombia se definen como aquellas formaciones vegetales dominadas por individuos de la especie *Quercus humboldtii*; los cuales tienen una alta importancia para la conservación de la diversidad biológica, ya que ofrecen una variedad de hábitats esenciales para muchas especies de flora y fauna. Las condiciones de humedad y sombra generadas por las densas copas de estos bosques permiten la presencia de un gran número de especies de briófitos, líquenes, bromelias, orquídeas y helechos. De acuerdo con Pulido *et al.* (2006) al interior de los robledales existe una rica biodiversidad de flora que supera las 550 especies de plantas vasculares, entre las cuales sobresalen familias como Melastomataceae, Rubiaceae, Clusiaceae, Lauraceae, Orchidaceae; además esta gran diversidad de plantas que se encuentran en los bosques de roble mantiene una abundante oferta alimenticia de frutos y semillas para aves y mamíferos.

Los estudios ecológicos de robledales en Colombia realizados por Rangel & Lozano (1989), Rangel *et al.* (2005), Rangel *et al.* (2008), Rangel *et al.* (2009) y Van der Hammen (2008) y los realizados en el corredor de conservación por Barrera & Díaz (2006), Galindo *et al.* (2006), Devia & Arenas (1997), Van der Hammen *et al.* (2008), Avella *et al.* (2009) y Ángel & Avila (2009), han podido identificar varios

tipos de robledales los cuales tienen considerables diferencias en términos de estructura y composición florística. Los robledales se consideran hábitat de varias especies amenazadas y endémicas a nivel nacional entre las que se destacan, además del roble común, el roble negro (*Colombobalanus excelsa*), el punte (*Aniba perutilis*), el pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*), y algunas palmas como la palma San Pablo (*Geonoma orbygniana*) y las palmas de cera (*Ceroxylum quinduense*, *C. vogelianum*), entre otras. Así mismo, dentro de los bosques del Corredor Guantiva – La Rusia – Iguaque, aún se encuentran poblaciones de especies, que regionalmente han sido fuertemente reducidas debido a la intervención antrópica como lauráceas (*Nectandra* spp., *Ocotea* spp., *Persea* spp.), encenillos (*Weinmannia* spp.), quinás (*Cinchona* spp.), cedros (*Cedrela montana*), entre otras.

Por otra parte, existe una amplia variedad de flujo de bienes y servicios que benefician a la sociedad y le agregan valor al bosque. Según Barrantes (2001), para el caso de Costa Rica, solo recientemente se ha prestado mayor atención a los bienes y servicios ambientales del bosque como la belleza escénica; el recurso hídrico, del cual se benefician muchos sectores de la economía y el sector doméstico en general; la regulación de gases de efecto invernadero, que beneficia a la comunidad nacional e internacional; la conservación de suelos, que mantiene su productividad y reduce riesgos; la disponibilidad de material genético (germoplasma) para la investigación científica; la provisión de productos alimenticios y medicinales, entre otros. Dentro de los anteriores servicios sobresalen los de regulación y oferta hídrica, protección de suelos, prevención de desastres naturales y refugio de especies (Hamilton 2001, Kappelle 2006, Galindo *et al.* 2006).

En el corredor de conservación se ha encontrado que los bosques de roble del corredor regulan la mayor parte de la oferta hídrica de las cuencas de los ríos Suárez y Chicamocha, de las cuales se abastece gran parte de la población de los departamentos de Santander y Boyacá, principalmente ciudades como Duitama, San Gil, Charalá (Solano *et al.* 2005) Igualmente es necesario resaltar que a lo largo de la

historia se ha presentado una demanda de madera de roble para suplir tanto los requerimientos de algunas empresas, proceso que se dio hasta antes del establecimiento de la veda 1974, como para la satisfacción de necesidades de las comunidades locales (Devia & Arenas 2000, Cárdenas & Salinas 2007). Estos procesos de intervención, junto con otras variables como el establecimiento de áreas de conservación, vedas, entre otros, determinan el estado de conservación de estos ecosistemas.

### **MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE (MFS)**

Según FAO (2004) la historia de América Latina está llena de graves acontecimientos y malas experiencias por la explotación de recursos forestales, debido a que por lo general ha predominado la utilización excesiva del bosque y los principios de manejo y ordenación forestal sostenible del bosque han sido incorporados hasta hace poco tiempo. FAO (2004) señala que actualmente los principales objetivos de manejo de bosques en América Latina son: la conservación de la biodiversidad, las cuencas hidrográficas y la producción maderera; las tendencias se orientan hacia el establecimiento de normas de protección cada vez más estrictas, a fin de preservar los bosques, la fauna silvestre, las aguas y los suelos forestales.

De acuerdo con Sheil *et al.* (2004), son muchos los conceptos que se tienen sobre manejo forestal, los cuales han evolucionado desde prácticas enfocadas únicamente a la extracción de madera, hacia prácticas más sostenibles que incluyen los diferentes bienes y servicios que los bosques ofrecen. Castañeda (2000) sostiene que actualmente el concepto de ordenación forestal sostenible se utiliza para comprender las dimensiones económicas, ambientales, sociales y culturales, de conformidad con los principios forestales acordados en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), celebrada en Rio de Janeiro (Brasil) en 1992. De esta manera para garantizar la disponibilidad de los bienes y servicios ambientales que proporcionan los bosques y los ecosistemas forestales, los países han tomado conciencia de la necesidad de establecer una definición común de

la ordenación forestal sostenible y de adoptar instrumentos que permitan evaluar y vigilar la sostenibilidad de la ordenación forestal en sentido amplio.

De acuerdo con Castañeda (2000) la importancia que han atribuido los países a la formulación y aplicación de criterios e indicadores – c&i – para la ordenación forestal sostenible se ha traducido, en la reciente aparición de nueve diferentes iniciativas en las cuales se estima que participan al menos 140 países; Colombia hace parte de dos procesos de c&i: el liderado por la OIMT y el denominado proceso de Tarapoto. En todos esos procesos, la sostenibilidad se define prácticamente en los mismos términos, ya que de acuerdo con la Secretaria del Convenio de Diversidad Biológica (SCDB) (2004), existen siete áreas temáticas generales en dichos procesos de criterios e indicadores – c&i – para la ordenación sostenible de los bosques: 1) extensión de los recursos forestales; 2) diversidad biológica; 3) salud y vitalidad forestal; 4) funciones socioeconómicas; 5) funciones protectoras de los recursos naturales; 6) marco jurídico, político e institucional; 7) aspectos económicos, sociales y culturales.

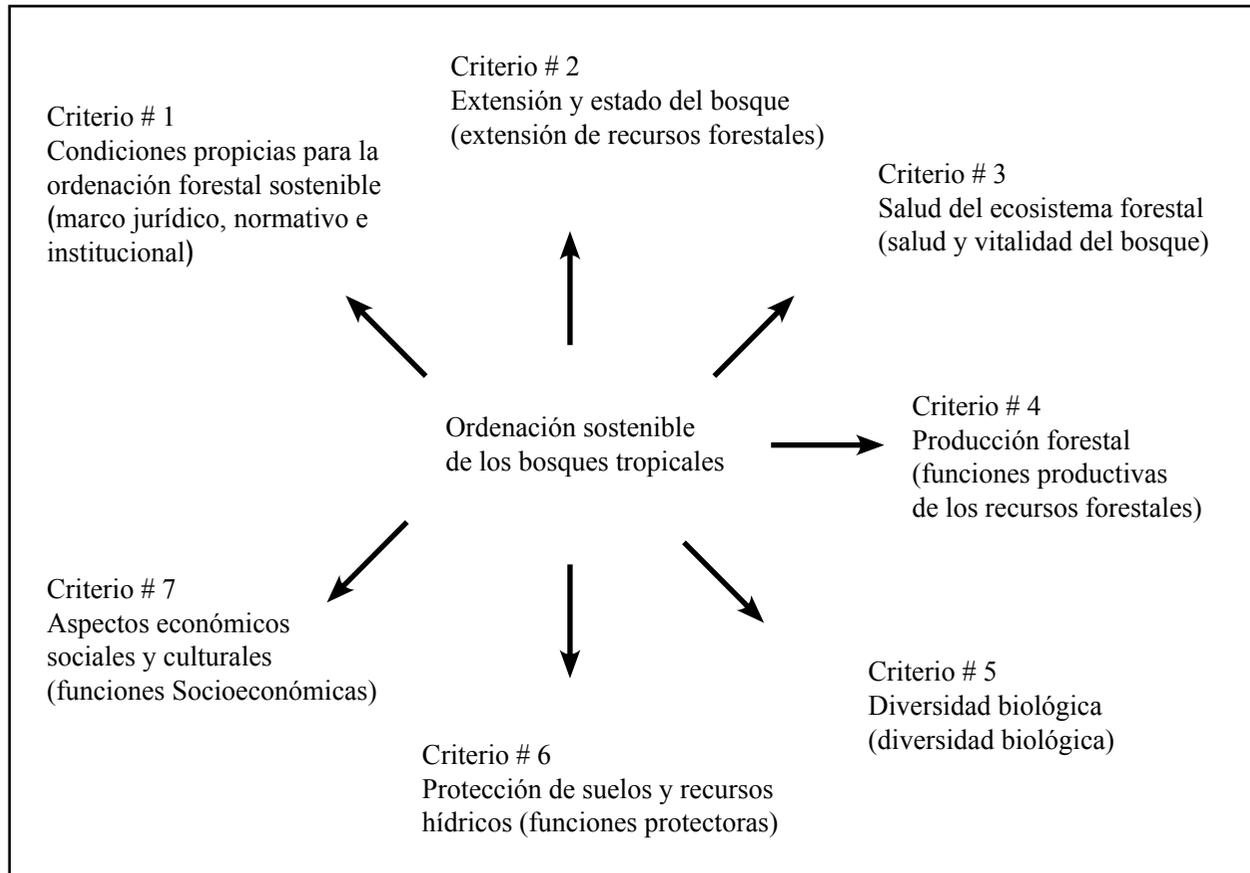
En Colombia el desarrollo de la ordenación forestal sostenible ha estado ligado a aspectos legales y bajo una concepción de instrumento de planificación del bosque como recurso, es así como se introduce el concepto desde la ley 2 de 1959 y actualmente permanece vigente por medio del decreto 1791 de 1996, como una responsabilidad de las autoridades ambientales para que, con base en aspectos bióticos, abióticos, sociales y económicos se pueda: “asegurar que el interesado en utilizar el recurso en un área forestal productora, desarrolle su actividad en forma planificada para así garantizar el manejo adecuado y el aprovechamiento sostenible del recurso”. No obstante, en los últimos años se ha venido utilizando principalmente para este fin la propuesta de criterios e indicadores de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) (1993, 2005) la cual surge a partir del trabajo: “Criterios para la medición de la ordenación forestal sostenible” presentado por la OIMT, en la CNUMAD. Con dicha propuesta se llamó la atención mundial por primera vez en la ordenación forestal sostenible como componente fundamental del desarrollo sostenible y se

reconoció que los bosques son fundamentales para el bienestar a largo plazo de las poblaciones locales, las economías nacionales y la biosfera terrestre en su conjunto. La OIMT (2005) define el manejo u ordenación forestal sostenible como “el proceso de manejar tierras forestales permanentes para lograr uno o más objetivos de ordenación claramente definidos con respecto a la producción de un flujo continuo de productos y servicios forestales deseados, sin reducir indebidamente sus valores inherentes ni su productividad futura y sin causar indebidamente ningún efecto indeseable en el entorno físico y social”. La propuesta de la OIMT se constituye a partir de siete (7) criterios y cincuenta y siete indicadores (57), los cuales pueden ser evaluados a diferentes escalas (nacional, regional o de unidad de manejo forestal) (Figura 1 y Anexo 1).

Adicionalmente, existen experiencias como las desarrolladas por Van der Hammen & Rodríguez (1996), en la Amazonia colombiana y Restrepo & del Valle (1996) en el Pacífico colombiano, que han demostrado la importancia de incluir en los procesos de ordenación forestal sostenible algunos modelos locales creados por comunidades de base (comunidades indígenas, afrocolombianas, movimientos sociales y campesinos), debido a que aportan enfoques, elementos, prácticas y reflexiones para pensar nuevas formas de manejo sostenible de bosques naturales.

### **ENFOQUE ECOSISTÉMICO**

Según el Convenio de Diversidad Biológica formulado en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo en 1992, y ratificado por Colombia mediante la ley 165 de 1994, el enfoque ecosistémico es una estrategia para el manejo de la tierra, el agua y los recursos vivos que promueve la conservación y el uso sostenible de una manera justa y equitativa. El enfoque ecosistémico sitúa a la gente y el uso de los ecosistemas como el punto de partida de la toma de decisiones, por esta razón el enfoque puede ser utilizado para buscar un balance apropiado entre la conservación y el uso de la diversidad biológica en áreas en donde hay múltiples usuarios de los recursos y valores naturales de especial importancia (Shepherd 2004). Según Andrade (2007), este marco



**Figura 1.** Criterios para la Ordenación Forestal Sostenible según OIMT. Fuente: OIMT 2005 modificada por los autores.

conceptual establece 12 principios para la acción, que se centran en las premisas del desarrollo sostenible, el manejo ecosistémico y la conservación, los cuales deben aplicarse de manera flexible para abordar el manejo en diferentes contextos sociales, económicos, ambientales y culturales.

De acuerdo con SCDB (2004) la ordenación sostenible de los bosques puede considerarse como un medio de aplicar el enfoque ecosistémico a los bosques, puesto que a pesar que éste y la ordenación forestal sostenible no son conceptos idénticos, los dos son semejantes en muchos aspectos. Los dos necesitan aplicarse como un todo integrado, ambos han evolucionado desde sus propuestas iniciales, dando la debida consideración a las cuestiones sociales, ecológicas y de gobernabilidad. Sin embargo, a pesar de los aspectos compartidos entre estos enfoques la misma SCDB (2004), reconoce que aún es necesario continuar con su articulación, principalmente en los aspectos de integración

intersectorial la cual se encuentra poco desarrollada en las propuestas de criterios e indicadores y donde el enfoque por ecosistemas tiene mucho que aportar. Igualmente es posible hacer un mayor énfasis en la ordenación sostenible de los bosques dentro de un contexto espacial más amplio, el cual podría estar gestionado bajo los principios del enfoque ecosistémico e incluir la planificación y manejo de áreas protegidas, y otros enfoques complementarios como extracción de recursos forestales no maderables, agricultura, ordenación de cuencas hidrográficas y restauración ecológica.

### **EXTENSIÓN Y ESTADO DE LOS RECURSOS FORESTALES EN LOS BOSQUES DE ROBLE DEL CORREDOR DE CONSERVACIÓN**

La ordenación forestal sostenible es un objetivo de largo plazo y depende de forma crítica de la estabilidad y seguridad de la cobertura boscosa, en este criterio se analizan los cambios en la superficie

forestal, la extensión y el porcentaje de bosques bajo planes integrales de uso del suelo, o dedicados a producción y protección. El área total de bosques de roble en el corredor de conservación es aproximadamente de 14 1293 ha. Respecto al proceso de deforestación en la región se tienen dos datos: el primero lo presenta la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) (2006) en el cual se asegura que en los últimos 30 años se han perdido aproximadamente 28550 ha de bosques de roble; el segundo lo realizó el IAvH (Rodríguez *et al.* 2003) donde señala que en el corredor nororiental de robles, entre los años 1987 y 2002, “cerca de 10.500 ha de ecosistemas naturales han sido remplazadas generalmente por misceláneas de bosques y rastrojos y en menor proporción por áreas destinadas a actividades agropecuarias”. A pesar que hay una diferencia significativa entre los dos estudios, es claro que en los bosques de roble del corredor existe un proceso de deforestación y fragmentación del cual deben caracterizarse sus principales causas.

Con respecto a los procesos de zonificación para los bosques de roble del corredor de conservación, en la misma zona existen propuestas por parte de diferentes actores institucionales, entre las que se encuentran: 1) Gobernación de Santander (CONIF 2007), 2) CAS, en su estudio de zonificación de bosques de robles (CAS 2006), 3) la que corresponde con la declaratoria del DMI en el corredor de conservación realizada por CAS (CAS 2008) y 4) la que está adelantando la Fundación Natura (Melo & Avella 2009). Un caso de especial análisis es el proceso de zonificación de áreas susceptibles al aprovechamiento de *Q. humboldtii* que ordena la Resolución 096 de 2006. A la fecha, en el área de estudio la Corporación Autónoma de Boyacá CORPOBOYACÁ, no se ha adelantado ninguna gestión al respecto. Mientras que la CAS realizó un estudio (CAS 2006) en el que, luego de determinar áreas con aptitud biofísica para el aprovechamiento forestal y dinámicas socioeconómicas favorables al mismo, se realizó un proceso de concertación cuyo objetivo era “buscar y sustentar la preservación estricta de los bosques naturales remanentes continuos y fragmentados de la especie roble (*Q. humboldtii*) en el corredor de conservación”. Este objetivo es diferente al que establece la resolución para el proceso

de zonificación y a los enfoques integrales de conservación. Queda una gran inquietud sobre el porqué de esta actitud; pareciera que con la simple declaración de preservación las presiones actuales que tienen los robledales en Santander van a desaparecer y la conservación de éstos será un hecho.

## USO Y DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES DE ROBLES DEL CORREDOR

De acuerdo con el Informe Mundial de Bosques (FAO 2007), Colombia es el tercer país en Suramérica que consume más cantidad de leña y según la Política Nacional de Bosques (1996), en los departamentos de Santander y Boyacá el consumo de leña para el año 2000 era aproximadamente de 633 180 y 792 636 t/año respectivamente, cantidades que suponen una fuerte presión en términos de degradación de los ecosistemas forestales.

De acuerdo con Devia & Arenas (1997) y con las entrevistas y testimonios recogidos a las comunidades campesinas de la región (Bello 2006, Díaz 2008, Moncada 2008) las actividades que históricamente han afectado en mayor grado el estado de los ecosistemas forestales de roble en el corredor de conservación han sido: la explotación de madera por parte de las empresas Ferrocarriles de Colombia y Acerías Paz del Río, para la construcción de polines y palancas de mina; la extracción selectiva de madera rolliza y en bloque que fue comercializada en las ciudades de Tunja, Duitama y Bogotá principalmente; la fabricación de carbón la cual modificó considerablemente el paisaje en los municipios de Boyacá principalmente en Paipa, Ráquira y Arcabuco; y aunque se cuenta con escasas fuentes bibliográficas, es posible que la ampliación de la frontera agropecuaria haya jugado un papel importante en los procesos de transformación de los robledales. Otras actividades que afectaron la salud de los ecosistemas fueron la realización de cabos para herramientas, la apertura de nuevas áreas para producción agropecuaria, y la demanda de leña y madera para consumo doméstico.

Para el caso específico del corredor de conservación de robles, actualmente los factores que están causando una mayor alteración y degradación de

los bosques de roble son la apertura de la frontera agropecuaria, en especial para el establecimiento de nuevos potreros, y para cubrir la demanda de madera y leña que consumen las comunidades locales. Hasta la fecha, solo se han logrado determinar como factor de degradación de los bosques, los requerimientos energéticos (leña) y maderables de las fincas que una familia campesina requiere, los cuales oscilan entre 5 y 8 t/año. Ahora bien, la explotación maderera de tipo comercial, la cual es posible dentro de los planteamientos de la resolución 096 de 2006, también se podría convertir en un factor de degradación para dichos bosques si no se realiza con criterios de sostenibilidad, como lo indica la misma resolución.

### EXISTENCIAS MADERABLES DE LOS BOSQUES DE ROBLE

Tomando en cuenta los aspectos que establece la Resolución 096 de 2006 para establecer áreas susceptibles de aprovechamiento, se realizó una revisión exhaustiva de los estudios que existen para bosques de roble en el corredor (Sáenz 2009a). Se identificó que no existía la información necesaria para valorar el bosque desde su riqueza maderable, debido a que en dichos estudios hay poca información de existencias volumétricas por individuos, lo cual no permite tener una idea de la cantidad, tipo y calidad del recurso. Baptiste (2006) señala también, que las investigaciones presentadas en el primer simposio internacional de bosques de roble y ecosistemas asociados, “(...) no contribuyen a aclarar el potencial de uso forestal del roble (...)”.

Para la región los datos de los estudios de Becerra (1989) y Devia & Arenas (1997), tienen un carácter puntual y por tal razón es difícil establecer la cantidad de recurso maderable para todos los tipos de bosque. De la misma forma como parte del proceso de zonificación ecológica realizado por la Fundación Natura (Melo & Avella 2009), se realizaron inventarios forestales, siguiendo la metodología propuesta por Rangel & Velazquez (1997), en 5.7 ha a través de levantamientos de 1000 m<sup>2</sup> para individuos con DAP  $\geq 10$ cm, y de 100 m<sup>2</sup> para individuos con  $2.5 \leq \text{DAP} \leq 10$  cm. Igualmente, la Fundación estableció dos parcelas permanentes de

crecimiento de 1 ha cada una en dos unidades de paisaje diferentes, bajo la metodología propuesta por Vallejo *et al.* (2005), las cuales en un mediano plazo aportarían información de dinámica forestal, determinante para el manejo de estos bosques.

Algunos de los resultados obtenidos en las caracterizaciones mencionadas de la Fundación Natura permiten establecer que en los bosques de roble del corredor el área basal promedio oscila entre los 25 y 46 m<sup>2</sup>/ha, y que hay volúmenes totales de madera entre 127 y 295 m<sup>3</sup>/ha, los cuales se encuentran entre los rangos reportados para bosques tropicales montanos (Lamprecht 1990; Cantillo *et al.* 2005). Sin embargo, los valores encontrados son mayores a los presentados por González (1978) y Flores *et al.* (1968) para bosques primarios de roble de Santander y Boyacá, respectivamente, donde el área basal promedio por hectárea oscila entre 12,5 - 18,6 m<sup>2</sup> y los volúmenes de madera entre 55 - 118,5 m<sup>3</sup>/ha. Las diferencias en volumen de los anteriores estudios pueden obedecer a que, en los valores del estudio realizado por Melo & Avella (2009), se ubicaron las existencias maderables de todas las especies, mientras que en los otros estudios se reportan valores correspondientes únicamente a los volúmenes de roble o especies maderables con alto valor comercial en el mercado. Sin embargo, la determinación de áreas basales totales por Melo & Avella (2009) supera considerablemente los valores reportados por González (1978) y Flores *et al.* (1968).

Son escasos los estudios que abordan el tema del crecimiento de los bosques de roble colombianos. León & Giraldo (2000) modelaron el crecimiento diamétrico de dos bosques de roble en Antioquia a través del modelo matemático de Von Bertalanffy, encontrando que el incremento diamétrico anual estaba entre 0.21 - 0.12 cm. Becerra (1989) a través de una investigación silvicultural realizada en los bosques de roble del sector denominado como La Sierra, en el municipio de Duitama (Boyacá) durante cuatro años, encontró que el incremento diamétrico anual para un bosque secundario de 16,5 años es de 0,58 cm, un valor mucho mayor al encontrado por León & Giraldo (2000), a través de una modelación matemática. Lo anterior nos indica un alto grado de incertidumbre acerca del

crecimiento de la especie y nos plantea la urgencia de abordar este aspecto a través de estudios ecológicos de largo plazo.

Para la determinación del nivel de extracción, un referente puede ser el determinado por Herrera & Chaverri (2006), para bosques de roble de Centroamérica donde se propone que sea menor al 25% del área basal total del bosque. Sin embargo, el establecimiento de la tasa de extracción de los bosques de roble del corredor de conservación debe considerar al menos las siguientes variables: crecimientos de las especies a aprovechar, estructura y composición del ecosistema, los requerimientos lumínicos de las especies del dosel y de la regeneración natural, al igual que algunas variables de tipo social y económico como los requerimientos de madera para la satisfacción de necesidades domésticas.

### PROCEDIMIENTOS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL DE LOS BOSQUES DE ROBLE

En la zona de estudio los procedimientos de planificación y control para el aprovechamiento forestal del roble, al igual que otras especies forestales, están regulados por los términos de referencia que tienen las corporaciones autónomas regionales (CAS y CORPOBOYACÁ), los cuales incorporan los requerimientos esenciales señalados por Ministerio del Medio Ambiente *et al.* (2002) para la realización de un plan de manejo y aprovechamiento forestal con criterios de sostenibilidad. Actualmente no se han otorgado permisos de aprovechamiento forestal en bosques de roble a pesar de que se han presentado varias solicitudes a las corporaciones.

Sin embargo, al realizar una evaluación de los requerimientos generales que tienen las corporaciones para la elaboración de los planes de manejo y aprovechamiento forestal, se identifica que: la descripción y zonificación de la unidad de manejo, la clasificación ecológica de las especies, la determinación de la corta anual permisible y la capacidad dinámica del bosque, los tratamientos silviculturales a aplicar, la identificación de los impactos

sobre los recursos bióticos y abióticos generados por el aprovechamiento y las medidas para prevenir y mitigarlos, son aspectos que para el caso de los bosques de roble del corredor presentan un nivel de información bajo y en algunos casos nulo. Esta carencia de información dificulta que se realicen debidamente los estudios necesarios para el aprovechamiento forestal y que por lo tanto se realicen sin ninguna viabilidad técnica. Adicionalmente, según las conclusiones del diagnóstico de los sistemas de aprovechamiento en Colombia realizado por Orozco (1996), en la mayoría de los casos, los planes de aprovechamiento forestal son documentos que se elaboran por dar cumplimiento a un trámite y no con el propósito de ponerlos efectivamente en acción; por el contrario, lo que comúnmente se realiza es una explotación forestal a manera de minería del bosque, y no un aprovechamiento como lo persigue el plan de manejo respectivo.

### LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN LOS BOSQUES DE ROBLE DEL CORREDOR

En cuanto a especies de flora y según las categorías y criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) para especies amenazadas, en el libro rojo de especies maderables amenazadas (Cárdenas & Salinas 2007) las dos especies de roble, *Quercus humboldtii* y *Columbobalanus excelsa*, se encuentran clasificadas como vulnerables. Los autores plantean que cuando un taxon se encuentra en la categoría de “vulnerable” a pesar de no estar ni “en peligro crítico” ni “en peligro”, enfrenta de todas formas un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo, según queda definido por los subcriterios, umbrales y calificadores apropiados. La categorización de *Q. humboldtii* (VU A2cd) como vulnerable se debe a que ha presentado una rápida reducción de su tamaño poblacional, una disminución en extensión de presencia y unos niveles de explotación reales y potenciales. *C. excelsa* (VU B1ab(iii)) fue catalogado como vulnerable porque presenta un área pequeña, su extensión de presencia es menor a 20000 km<sup>2</sup>, y está severamente fragmentado (menor a 10 localidades) afectando su extensión y la calidad del hábitat.

Además los bosques de roble deben ser considerados como hábitats de especies de flora y fauna amenazadas a nivel nacional, regional y local. Según las mismas categorías de la UICN se encuentran amenazadas especies como: *Aniba perutilis* (en peligro crítico CR), *Podocarpus oleifolius* (en peligro EN), *Magnolia caricifragans* (en peligro EN), *Magnolia viroliniensis* (en peligro crítico CR), *Magnolia arcabucoana* (en peligro EN), *Cedrela montana* (casi amenazada NT), *Aiphanes graminifolia* (en peligro crítico CR), *Geonoma santanderensis* (vulnerable VU), *Ceroxylum quinduense* (en peligro EN), entre otras.

Es importante resaltar que en las recientes caracterizaciones florísticas que se han realizado en los bosques de robles del corredor (Angel & Ávila 2009; Medina 2009; Avella 2010) se han registrado 56 especies de plantas que no habían sido reportadas con anterioridad para estos bosques, entre las cuales se encuentran *Sterigmapetalum tachiriense*, *Dacryodes* sp., *Alfaroa williamsii*, *Virola macrocarpa*, *Compsonura rigidifolia*, *Matudaea colombiana*, entre otras, y por lo menos cuatro especies nuevas para la ciencia pertenecientes a los géneros *Erythroxyllum*, *Malpighia*, *Huilaea* y *Centronia*. Estos aspectos deben considerarse como valores de conservación dentro de las propuestas de zonificación y las prácticas de conservación y uso sostenible que se proponen para estos ecosistemas.

Respecto de las especies de fauna y de acuerdo con Sáenz (2009b), más de 200 especies de aves viven en los robledales, es decir, por lo menos el 11% de las aves registradas para el país y el 20% de las registradas para la ecorregión de los Andes Tropicales, usan como hábitat preferencial los ecosistemas que tienen asociado al roble por lo menos en alguna etapa de su desarrollo. Adicionalmente, 16 de estas aves son migratorias, provenientes principalmente de Norteamérica. Dentro de las especies de aves presentes en estos bosques se destacan 9 por estar en alguna categoría de amenaza y de estas 3 son endémicas del corredor: el colibrí “inca negro” (*Coeligena prunellei*), la perdiz santandereana (*Odontophorus strophium*) y la oropéndola negra (*Macroagelaius subalaris*). Estos argumentos permitirían catalogar a los robledales de Santander

como una de las áreas más importantes para las aves en el país; por consiguiente, la asociación Bird Life International, Conservación Internacional y el Instituto Alexander von Humboldt, han designado dentro del corredor de robles dos Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA): la Reserva Biológica Cachalú y la vereda Minas, ambas en el municipio de Encino, Santander (Franco & Bravo 2005).

Para el grupo de mamíferos se han registrado 55 especies para la zona (12% del total de mamíferos registrados para el país), de los cuales se destacan 5 especies por encontrarse amenazadas: oso andino (*Tremarctos ornatus*), tigrillo (*Leopardus tigrinus*), micos nocturnos (*Aotus lemurinus*), guagua (*Dinomys branikii*) y ocelote (*Leopardus pardalis*). En cuanto a especies endémicas, se registraron para el corredor Guantiva – La Rusia – Iguaque, 2 especies pertenecientes al orden Rodentia: *Thomasomys niveipes* y *Crosciurus santanderensis*. Es relevante destacar que los bosques de roble constituyen uno de los refugios de mayor importancia en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental para los mamíferos de gran tamaño como el oso andino, el cual ha sido avistado con relativa frecuencia en varios puntos del corredor.

El grupo de los anfibios es el que presenta la mayor dependencia con el estado de conservación de los bosques de roble del departamento de Santander. Se han registrado para los bosques de roble del corredor 30 especies de anfibios que equivalen a más del 8% de las especies registradas para la región andina colombiana. Es relevante destacar que de estas 30 especies, 8 se encuentran amenazados de extinción y 18 (más del 50%) son endémicas del corredor, muchas solamente conocidas de su localidad típica de colección, es decir hasta la fecha no se sabe de su existencia en otras regiones del país, aspecto que los convierte en especies altamente vulnerables a desaparecer frente a cualquier cambio ambiental de su entorno.

Con relación a la diversidad genética de *Quercus humboldtii*, Fernández (2002) encontró que esta especie presenta altos niveles de diversidad genética similares a los encontrados en otras especies de

roble de zonas templadas. Sin embargo, estos mismos autores en un paisaje fragmentado observaron una pérdida moderada de esta diversidad en los individuos adultos, una tendencia a la polinización por pocos árboles en fragmentos pequeños, y una alta estructura genética que necesita grandes áreas para ser mantenida.

Según Palacios (2006), *Quercus humboldtii* y *Colombobalanus excelsa* parecen tener bastante variabilidad genética a pesar de sus reducidas poblaciones actuales, pero se deben procurar las condiciones para que estos altos valores de diversidad genética se conserven; por ejemplo, cuando se adelanten programas de reforestación, debe hacerse de manera independiente para cada población, sin mezclar o trasladar individuos de una población a otra, ya que es posible que las dos especies de roble (*Q. humboldtii* y *C. excelsa*) sean igualmente susceptibles de perder posibles adaptaciones locales por un manejo indiscriminado de semillas.

### **FUNCIONES PROTECTORAS DE LOS BOSQUES DE ROBLE DEL CORREDOR**

De acuerdo con FAO (2004), los objetivos del manejo forestal en América Latina varían de país a país, pero generalmente en los bosques naturales los principales objetivos de manejo y ordenación son la conservación de la biodiversidad, de las cuencas hidrográficas y la producción de madera. Así mismo es evidente la existencia de una clara tendencia a favor del establecimiento de normas de protección cada vez más estrictas, a fin de preservar los bosques, la fauna silvestre, las aguas y los suelos forestales. El recurso hídrico constituye un factor muy importante para la sociedad ya que es el motor que permite casi todas las relaciones del medio con las diferentes actividades humanas. Hamilton (2001) establece que son los bosques de alta montaña o aquellos que tienen la presencia permanente o frecuente de nubes en movimiento, los que “extraen” o capturan de la nube (o niebla) en movimiento la humedad atmosférica que se suma a las precipitaciones normales. El volumen del agua capturado por el fenómeno de la lluvia horizontal puede oscilar entre 5% y 20% del volumen normal de lluvias, aunque este valor puede ser todavía

mucho mayor en periodos de lluvias relativamente escasos en los cuales todavía hay nubes que se mueven entre la vegetación (Hamilton 2001). Herrera & Chaverri (2006) sostienen que las condiciones bajo las cuales crecen los bosques de robles neotropicales determinan aspectos específicos que deben ser tenidos en cuenta en los procesos de planificación forestal para asegurar un manejo sostenible. Entre los principales factores que se deben considerar están la regulación hídrica, la protección de suelos y biodiversidad, las condiciones fisiográficas bajo las cuales crecen los bosques, generalmente en pendientes mayores al 100% y con altos valores de precipitación.

En el corredor de conservación una de las principales funciones de los bosques de roble es la regulación y protección hídrica, toda vez que es el recurso hídrico, en términos de su calidad y cantidad, el elemento fundamental para el desarrollo de los individuos y de la sociedad. En el área de estudio los bosques del corredor mantienen la mayor parte de la oferta hídrica de las cuencas de los Ríos Suarez, Fonce y Chicamocha de las cuales se abastece gran parte de la población de los departamentos de Santander y Boyacá. Estos bosques tienen influencia directa en 28 cuencas hidrográficas con áreas que oscilan entre 2000 y 30000 ha, conformadas por cerca de 350 drenajes naturales para el departamento de Santander y 150 para el departamento de Boyacá. Se destacan las cuencas de los ríos La Rusia, Virolín, Pómea, Arcabuco, Tolota, Ture y Oibita.

### **ASPECTOS JURÍDICOS, NORMATIVOS E INSTITUCIONALES.**

Bajo este criterio se describen los factores normativos e institucionales generales que determinan los procesos de ordenación forestal sostenible de los bosques de roble. El MAVDT por medio de la resolución 0096 de 2006, estableció en todo el territorio nacional y por tiempo indefinido la veda para el aprovechamiento forestal de la especie Roble (*Quercus humboldtii*); sin embargo, dentro de la misma resolución se considera el uso sostenible de la especie como un mecanismo fundamental para su conservación. En esta resolución se le asigna a las Autoridades Ambientales Regionales (CAR) la

responsabilidad de realizar estudios técnicos que evalúen las posibilidades de uso sostenible de dicha especie tomando en consideración su amplia distribución, los servicios ambientales que prestan, las potencialidades de restauración y manejo, y la apropiación social de los beneficios del uso sostenible del bosque a nivel local. Es necesario mencionar que luego de la promulgación de la misma, se publicó el libro rojo de especies maderables (Cárdenas & Salinas 2007) donde *Q. humboldtii* está catalogada como especie amenazada en la categoría VU A2cd debido a que presentaba una rápida reducción de su tamaño poblacional, una disminución en extensión de presencia y unos niveles de explotación reales y potenciales.

### **ASPECTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y CULTURALES ASOCIADOS CON LOS BOSQUES DE ROBLE DEL CORREDOR**

Uno de los temas que propone reflexionar la propuesta de criterios e indicadores de la OIMT es el relativo al tamaño y tenencia de la tierra, que en el caso de los bosques de roble del Corredor de Conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque corresponden a propiedad privada, sus dueños generalmente son ganaderos pequeños y medianos, y en su mayoría se ubican en las zonas más escarpadas y empinadas; por el contrario, solo 12375 ha. Se encuentran legalmente bajo alguna categoría de área protegida (Solano 2008). El tamaño predial es de tipo minifundista y microfundista, con áreas menores de 5 ha. Este panorama debe considerarse con mucha atención frente a las iniciativas de conservación y manejo sostenible que se establezcan en la región puesto que todas ellas deben tener en cuenta la situación socioeconómica, los intereses y sobre todo las necesidades que tienen los propietarios de la tierra en esta región.

La resolución 096 de 2006, plantea que los beneficios del aprovechamiento sostenible del roble deben ser apropiados por las comunidades locales. En este orden de ideas, el análisis del valor económico de los bosques de robles debe incluir además de su capacidad para generar bienes maderables y no maderables, todos aquellos beneficios sociales

y ambientales que en el caso particular del corredor de conservación podrían ser incluso mayores a los estimados para productos maderables.

De esta manera, es necesario valorar los bosques de roble con un enfoque amplio, que tome en cuenta además del recurso maderable, los demás bienes y servicios que éstos ofrecen, y a partir de allí establecer las prioridades o los objetivos del manejo forestal de estos bosques. Como se mencionó anteriormente, debido a su ubicación y características estructurales, cumplen una función de alta importancia dentro del proceso de regulación y oferta hídrica, además que ofrecen al mismo tiempo recursos maderables y no maderables, protección de suelos y prevención de desastres naturales, regulación del clima, escenario paisajístico para la recreación e investigación, entre otros.

De acuerdo con Izko & Burneo (2003) la protección de las cuencas fluviales y la prevención de la erosión que la presencia de bosques supone, representan en el territorio una serie de beneficios indirectos que tienen un innegable valor económico, como por ejemplo: 1) la prolongación de la vida útil de infraestructura vial, residencial, industrial, etc. 2) el mantenimiento de la productividad del suelo agrícola, y la defensa de los cultivos existentes ante el viento y la erosión; así mismo, el mantenimiento de la productividad de las explotaciones piscícolas. 3) el suministro de agua de una determinada calidad, tanto como para consumo humano, como susceptible de otro tipo de aprovechamientos para la población local.

Con respecto a la valoración económica de los servicios ambientales en Colombia, Carriazo *et al.* (2003), realizaron una valoración de los beneficios económicos provistos por el sistema de parques nacionales naturales, en el cual se encontró que los beneficios económicos del consumo doméstico de agua potable son de aproximadamente \$32 mil millones de pesos mensuales. La regulación hídrica y el aumento de caudales significan disponibilidades a pagar equivalentes a \$708 mil millones y \$91 mil millones respectivamente. La disponibilidad a pagar por hectárea por cosecha para los cultivos de

arroz, papa y arveja ascienden respectivamente a \$1 millón, \$5 millones y \$858 600. Los beneficios totales anuales por ecoturismo oscilan en un rango entre \$2.3 y \$6.9 mil millones de pesos. La venta de carbono por la conservación de sumideros de carbono significaría para Colombia beneficios por hectárea protegida entre \$556 449 y \$1 669 406, es decir US\$297 y US\$891 respectivamente.

De acuerdo con la valoración económica realizada por Sánchez (2008) para los bosques de robles el volumen comercial de madera en pie en una hectárea de bosques de roble oscila entre US\$1600 y US\$1800. Igualmente a partir de la valoración económica realizada por Bastidas (2008) se determinó que el servicio ambiental de regulación hídrica provisto por el bosque de roble en la cuenca del Río Guacha (Encino, Santander) es de \$849.91/m<sup>3</sup>. Estos dos datos nos podrían iniciar en la búsqueda de un valor para los bosques en una determinada localidad. Sin embargo, al igual que lo recomendado por Bastidas (2008), se debe tener en cuenta que un ecosistema como el bosque de roble provee diversos bienes y servicios (regulación de gases, regulación de clima, regulación hídrica, recreación, belleza escénica, servicios farmacéuticos, recursos genéticos entre otros), y por consiguiente, el valor obtenido en estos estudios representan tan solo dos servicios ambientales y no el valor económico total de este ecosistema.

Algunos avances en la caracterización de la importancia que tienen los bosques de roble para las comunidades locales han sido los estudios desarrollados por Ocaña & Linares (2005), Díaz (2008) y Moncada (2008). En ellos se ha definido que los robledales son un elemento con alta importancia cultural y social, y que sus usos directos tienen que ver con el suministro de leña y madera para postes y construcción, donde una familia campesina aproximadamente utiliza entre 5 a 8 t/año para el abastecimiento de leña como combustible, y entre 3-10m<sup>3</sup> para el cercado de la finca. Lo anterior se podría ratificar con los planteamientos de Leff (1992, 1995), quien sostiene que: como la sustentabilidad debe basarse en las propiedades estructurales y funcionales de los distintos ecosistemas,

cualquier paradigma de producción alternativa conducente a ello, debe incorporar las actuales condiciones culturales y tecnológicas específicas bajo las cuales los actores locales se apropian de la naturaleza. Por tal razón, es necesario seguir avanzando en conocer el valor de importancia que tienen los bosques de roble para las comunidades locales, principalmente en lo relacionado con los valores de usos directo, indirectos y el valor de existencia (valor de no uso).

### **ELEMENTOS A CONSIDERAR PARA LA INCORPORACIÓN DEL USO SOSTENIBLE EN LAS ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES DE ROBLE DEL CORREDOR DE CONSERVACIÓN**

De acuerdo con el análisis de los criterios de ordenación forestal sostenible para los bosques de roble del corredor de conservación, se evidencia que históricamente y hasta el día de hoy, en los sistemas de producción rural existen actividades que demandan madera, como son: el combustible energético, elaboración de cercas, postes y tutores de los cultivos. Por lo anterior, dentro del diseño de estrategias de conservación para la especie, es necesario incluir los requerimientos domésticos de los habitantes locales, con el fin de plantear alternativas de manejo que no deterioren los ecosistemas forestales y tampoco vayan en detrimento de la calidad de vida de las comunidades campesinas.

Por otra parte, no debe desconocerse que las comunidades locales han desarrollado un importante conocimiento tradicional con respecto al manejo de los bosques de roble, al identificar especies aptas para diferentes usos, y desarrollar métodos de propagación, establecimiento, manejo y aprovechamiento de éstas. Estos conocimientos y prácticas pueden aportar de una manera significativa al diseño de los modelos alternativos de manejo y conservación.

La inclusión del uso sostenible dentro de una estrategia de conservación ya ha sido propuesta por varios autores con el ánimo de consolidar procesos de protección de la diversidad biológica; en estas experiencias además de las actividades de protección

y rehabilitación, el uso sostenible fue considerado como un elemento fundamental para evitar la pérdida de biodiversidad (Grumbine 1994, 1997, Primack *et al.* 2001, Fisher *et al.* 2005).

De acuerdo con las propuestas actuales de ordenación forestal, es necesario enfatizar que los bosques manejados tienen un importante papel que desempeñar en la preservación del hábitat, las especies y la diversidad genética (OIMT 1993, 2005, Dykstra & Heinrich 1996, OIMT & UICN 2009). A partir de lo anterior, es posible identificar una serie de prácticas que se pueden llevar a cabo en los bosques de producción con el fin de minimizar los impactos negativos de la cosecha de productos forestales a la diversidad biológica, como son: formular sistemas prácticos de evaluación de la biodiversidad, conectar las áreas de bosques y reservas mediante corredores, proteger las especies claves del ecosistema, fomentar el establecimiento de especies nativas, dejar algunos árboles huecos o muertos para desempeñar funciones ecológicas de hábitats y aporte de nutrientes, considerar los efectos de las prácticas silvícolas sobre la biodiversidad, mantener un mosaico de bosques recientemente talados y bosques de antiguo crecimiento, definir dentro de los bosques de producción áreas de especial importancia para la conservación de la diversidad biológica, y reducir al máximo el tamaño de los claros.

Del mismo modo, para la prevención, corrección y mitigación de los impactos que el aprovechamiento forestal y las técnicas de manejo silvicultural puedan causar sobre los recursos hídricos y de suelos, se recomienda la construcción de sistemas de drenaje, la conservación de zonas amortiguadoras a lo largo de ríos y cauces, la protección de suelos contra la compactación y erosión causada por la maquinaria de extracción y la protección de áreas en los bosques de producción que han sido definidas como ecológicamente vulnerables por la presencia de terrenos con pendiente pronunciada o suelos erosionables.

Sin embargo, existe otro conjunto de aspectos que van más allá de lo eminentemente técnico, que condicionan de manera sustancial la posibilidad del uso sostenible de los bosques de roble en

el corredor de conservación: el marco jurídico, la tenencia de la tierra, la capacidad de las instituciones, la prevención de desastres naturales, y la importancia social, cultural y económica de estos ecosistemas tanto para las comunidades locales como para la sociedad en general, conclusión a la que también han llegado, en Colombia, varios trabajos de investigación en el tema de manejo forestal sostenible (Del Valle & Restrepo 1993, 1996, Orozco 1996, Sánchez *et al.* 1997a, 1997b, Ulloa *et al.* 1998, Sánchez *et al.* 2004, Monje & Soler 2005).

## CONCLUSIONES

Los estudios de vegetación en el corredor de conservación han permitido identificar varios tipos de bosques de roble, los cuales tienen considerables diferencias en aspectos de estructura y composición florística (Angel & Avila 2009, Medina 2009, Avella *et al.* 2009, Avella 2010). Por lo anterior, es necesario tomar en cuenta las condiciones ambientales y ecológicas de cada tipo y a partir de éstas, formular planes de manejo y estrategias de protección, restauración y uso, que consideren la heterogeneidad ecológica de los robledales, la importancia de *Q. humboldtii* en cada bosque y la influencia que podría tener cualquier cambio en sus poblaciones y sobre el estado y salud del ecosistema forestal.

Se identificó la necesidad del uso sostenible como parte fundamental de una estrategia de conservación de los bosques de robles del corredor, retomando de esta manera el enfoque amplio de conservación señalado por varios autores (Leff 1992, 1995, Primack *et al.* 2001, Fisher *et al.* 2005). Al mismo tiempo, el trabajo realizado demostró la complejidad que demanda el tema del uso y conservación de un recurso forestal y confirmó los planteamientos expuestos en estudios anteriores (Del Valle & Restrepo 1993, 1996, Orozco 1996, Ulloa *et al.* 1998, Sánchez *et al.* 1997a, 1997b, Sánchez *et al.* 2004, Monje & Soler 2005).

La evolución del concepto de Manejo Forestal Sostenible hacia visiones más integrales, las importantes reformas al marco jurídico e institucional que se

han realizado en Colombia y la región con respecto al uso sostenible del roble y los avances en recopiliación y desarrollo de investigaciones que aportan al manejo, se consideran como grandes avances. Sin embargo, se debe realizar un esfuerzo especial en el fortalecimiento de las comunidades locales y las organizaciones sociales de base, puesto que son ellas las que están en continua interacción con estos ecosistemas forestales y determinan en parte sus condiciones actuales y futuras.

El manejo forestal de los bosques de roble del Corredor de Conservación debe partir de procesos de zonificación y ordenación forestal cuyos resultados orienten el desarrollo de las experiencias de manejo silvicultural sostenible, el aprovechamiento de productos maderables y no maderables y los procesos de restauración ecológica. A pesar de las diferentes propuestas de zonificación que existen para estos bosques, solamente aquellas que consideren las principales variables biofísicas y socioeconómicas, y que principalmente lleven a cabo un efectivo proceso de concertación con los actores institucionales y las comunidades locales, son las que verdaderamente aportarán al ordenamiento y uso sostenible de estos bosques y sus recursos asociados.

En las áreas que se determinen como susceptibles de aprovechamiento forestal de los bosques de robles, el uso integral y diversificado del bosque es uno de los principios de la silvicultura moderna que deben considerarse, debido a que busca hacer más eficiente el aprovechamiento y no sobreprestar las poblaciones de *Quercus humboldtii*. A partir de los resultados de los estudios de vegetación, la caracterización de productos forestales no maderables y la identificación de usos tradicionales, se ha logrado consolidar un grupo de especies de estos bosques que tienen alto potencial maderable y no maderable el cual debe ser tenido en cuenta dentro del proceso de planificación forestal. Algunas de ellos son: *Carapa guianensis*, *Cedrela montana*, *Juglans neotropica*, *Alfaroa williamsii*, *Virola macrocarpa*, *Compsouera cf. rigidifolia*, *Alzatea verticilata*, *Alchornea grandiflora*, *Tabeuia chrysantha*, *Sterigmatachirensis*, *Billia rosea*, *Geonoma orbygniana*, *Wettinia praemorsa*,

*Ceroxylum quiduensis*, *Ceroxylum ventricosum*, *Euterpe precatoria*, *Prestoea acuminata* y *Trichanthera gigantea*.

Como principio fundamental para el manejo sostenible de los bosques de roble del corredor se debe tener en cuenta que la tasa de extracción del recurso debe ser inferior a los crecimientos del bosque; de lo contrario, el recurso forestal con que se cuenta actualmente irá en detrimento constante hasta agotarse. Para los bosques de roble del corredor es recomendable trabajar con los crecimientos determinados por Becerra (1989) (0.91 m<sup>3</sup>/ha/año) debido a su cercanía geográfica, sin embargo es necesario adelantar investigaciones que permitan corroborar sus resultados.

Tomando en cuenta el contexto socio-económico y político en el que se lleva a cabo el aprovechamiento y uso de los robledales en el corredor de conservación, la veda nacional establecida por la resolución 096 de 2006 y los tipos de aprovechamiento forestal estipulados en la normatividad, es necesario enfocarse en los aprovechamientos domésticos con el fin de mejorar las prácticas de manejo empleadas por las comunidades locales y reducir los impactos causados a los bosques de robles por la utilización inadecuada.

De acuerdo con Orozco (1996), puede afirmarse que los temas técnicos, y más aún los científicos, no son relevantes para la mayoría de los permisionarios y administradores del recurso forestal; pareciera que no existe plena conciencia de su utilidad e importancia, ni de los efectos adversos de intervenir el ecosistema sin ningún principio de sostenibilidad. Es el caso de los territorios cuyos bosques de roble han sido aprovechados en el pasado sin tener en cuenta aspectos como: composición, estructura y dinámica del bosque, crecimiento de las especies a manejar, aplicación de sistemas impacto reducido, lo cual ha generado sistemas de baja productividad y rentabilidad, y de alto impacto ambiental.

Los conceptos de ilegalidad y prohibición restringen considerablemente la participación de las comunidades locales en el tema de uso del roble. Según

Folke *et al.* (2002), la integración de conocimientos técnicos y locales ofrecen una ayuda para enfrentar algunas de las crisis relacionadas con el manejo y la conservación convencional de los ecosistemas. Mediante los procesos generados en el corredor de conservación, ha sido posible identificar a algunas comunidades que tienen enormes intereses de participación en estos temas, y con quienes se han comenzado a implementar iniciativas de co-investigación que integran los conocimientos técnicos y locales con el fin de construir alternativas de uso sostenible de los bosques de la región.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan el agradecimiento a las comunidades locales del Corredor de Conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque y al equipo técnico del proyecto “Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y manejo forestal en Colombia” de la Fundación Natura y a *MacArthur Foundation* por el apoyo financiero a este proceso.

Igualmente a los investigadores de la Red de Investigación en Bosques de Roble (Red INBOR), que dirigieron y realizaron trabajos de grado en el marco de este proyecto y en las siguientes universidades: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Pontificia Universidad Javeriana, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Universidad El Bosque, Universidad de Córdoba, Universidad Autónoma de Occidente, Universidad Nacional, sede Medellín, Universidad del Cauca, Universidad Nacional de Asunción, Universidad de los Andes y *Universiteit van Amsterdam*. Finalmente agradecemos las observaciones realizadas por el evaluador del presente artículo, las cuales sin duda alguna ayudaron a mejorar la estructura y redacción del mismo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, A.** (Ed.). 2007. Aplicación del enfoque ecosistémico en Latinoamérica. CEM–UICN. Bogotá, Colombia. 89 p.
- Andrade, G.** 2004. Conservación de la biodiversidad a través del uso sostenible alcances y limitaciones en el páramo andino. Ponencia magistral. En: Foro Electrónico sobre mejores prácticas de uso de la biodiversidad (Proyecto Páramo Andino).
- Andrade, G.** 2005. Política de parques con la gente: ecología de ecosistemas tropicales y gestión de áreas bajo ocupación humana. En: UAESP–NN (eds.). Bases técnicas y legales de la Política de Participación Social en la Conservación. Bogotá.
- Ángel, S. & A. Ávila** 2009. Diversidad y estructura de un robledal, en la reserva biológica Cachalú, Encino (Santander–Colombia). Tesis de grado de Ingeniería Forestal. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. 61p.
- Aristizabal, J.** 2009. Producción sostenible y manejo eficiente de la leña como estrategia de reducción de la deforestación en ecosistemas asociados al roble. Fase I: diagnóstico y adopción de tecnologías. En: Informe final proyecto “Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y el manejo forestal en Colombia”. Fundación Natura. Bogotá.
- Ariza, W.; C. Huertas; A. Hernández, J. Gelvez, J. González & L. López** (En prensa). Caracterización de Productos Forestales No Maderables (PFNM) e identificación de usos tradicionales en el corredor de conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque. Colombia Forestal. En prensa.
- Armenteras, D., F. Gast & H. Villareal** 2003. Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation* 113 (2):245-256.
- Avella, A., R. López & L. Cárdenas** 2009. Los bosques de roble del sector central del corredor Guantiva – La Rusia – Iguaque. Avances de investigación, p.7. En: Parrado A. y Cárdenas L. Memorias del Segundo Simposio Internacional de robles y ecosistemas asociados. Fundación Natura–Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
- Avella, A.** 2010. Diseño de lineamientos para la conservación y el uso sostenible de los bosques de robles del sector central del corredor de conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque

- (departamentos de Boyacá y Santander). Tesis de grado. Maestría en medio ambiente y desarrollo. Instituto de Estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Baptiste, L. G.** 2006. Hacia una política nacional de manejo del roble, pp.: 283-293. En: Solano, C. & Vargas, N. (eds.). Memorias del I Simposio Internacional de robles y ecosistemas asociados. Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Barrantes, G.** 2001. Capitalización y sostenibilidad de los activos naturales y sus servicios ambientales. Instituto de Políticas para la Sostenibilidad. Heredia, Costa Rica. 156 p.
- Barrera, J. & M. Díaz** 2006. Aspectos estructurales de tres bosques de roble ubicados en el área de amortiguación del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque (Boyacá), pp.: 73-82. En: Solano, C. & Vargas, N. (eds.). Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados. Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Bastidas, D.** 2008. Valoración económica del servicio ambiental de regulación hídrica del bosque de roble en la cuenca del río Guacha, Encino-Santander, Colombia. Tesis de grado. Magíster en Manejo de Recursos Naturales y Gestión Ambiental del Territorio. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. Paraguay.
- Becerra, J. E.** 1989. Estructura y crecimiento de un bosque secundario de roble (*Quercus humboldtii*). Colombia Forestal 3:1-64.
- Bello, R.** 2006. Expresiones culturales alrededor del roble, corredor Guantiva – La Rusia – Iguaque, pp.: 225-234. En: Solano, C. & Vargas N. (eds.). Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados. Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Cantillo, E., A. Avella & K. Rodríguez** 2005. La vegetación leñosa de la reserva forestal Cárpatos. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Centro de investigaciones y desarrollo científico. Bogotá.
- Cárdenas, D. & N. Salinas** (eds.). 2007. Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: primera parte. Serie de libros rojos de especies amenazadas en Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá.
- Carriazo, F., A. Ibañez, & M. García.** 2003. Valoración de los beneficios económicos provistos por el sistema de Parques Nacionales Naturales: una aplicación del análisis de transferencia de beneficios. Documento Cede 2003-26. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.
- Castañeda, F.** 2000. Criterios e indicadores de la ordenación forestal sostenible: procesos internacionales, situación actual y perspectivas. Unasylva 203.
- Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS).** 2006. Estudio técnico para efectos de establecer áreas susceptibles de aprovechamientos forestales persistentes de impacto reducido para la especie roble (*Quercus humboldtii*) de acuerdo con la resolución 0096 de 2006. Documento No: CAS-ROBLES-JAGR-00395-06-02.
- Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS).** 2008. Acuerdo 095 del 30 de octubre de 2008.
- Corporación Nacional de Investigación Forestal (CONIF).** 2007. Zonificación forestal para el departamento de Santander-Colombia.
- Del Valle, I. & E. Restrepo** 1993. Silvicultura y uso sostenible de los bosques: referencia especial a los *guandales*, Nariño, pp.: 693-713. En: Leyva, P. (ed). Colombia Pacífico. Tomo II. Fondo para la protección del medio ambiente “José Celestino Mutis”. Santafé de Bogotá.
- Del Valle, I. & E. Restrepo. (eds.)** 1996. Renacientes del Guandal – Grupos Negros de los Ríos Satinga y Sanquianga Biopacífico-Universidad Nacional. Medellín.
- Devia, C. & H. Arenas.** 2000. Evaluación del estatus ecosistémico y de manejo de los bosques de fagáceas (*Quercus humboldtii* y *Trigonobalanus excelsa*) en el norte de la Cordillera Oriental (Cundinamarca, Santander y Boyacá). En: Cárdenas, F. (ed.). Desarrollo Sostenible en los Andes de Colombia (Provincias de Norte, Gutiérrez y Valderrama) Boyacá, Colombia. IDEADE – Universidad Javeriana con el apoyo de la Unión Europea. Bogotá.

- Díaz, M.** 2008. Evaluación del uso actual de especies forestales asociadas a bosque de roble (*Quercus humboldtii*), en las veredas Patios Altos, Patios Bajos y Canadá, Municipio de Encino–Santander. Tesis de grado Biología. Escuela de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Básicas. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Dykstra, D. & R. Heinrich (ed.)** 1996. Forestry codes of practice: contributing to environmentally sound forest operations. FAO. Documento Forestal 133. Roma.
- Etter A., C. MacAlpine, D. Pullar & H. Posingham** 2006. Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management* 79: 74–87.
- Fernández, J.** 2002. Genetic diversity and mating system in a fragmented population of the Andean oak *Quercus humboldtii* Bonpl. Biology. University of Missouri. St. Louis.
- Fisher, R.J., S. Maginnis, W. J. Jackson, E. Barrow & E. Jeanrenaud** 2005. Poverty and Conservation, Landscapes, People and Power. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Flórez, F., S. Ruán & T., Orozco** 1968. Inventario forestal y plan preliminar de manejo de los bosques de roble en “Guaca y San Andrés” Santander. Tesis de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ingeniería Forestal, Bogotá.
- Folke, C., B. Fikret, & J. Colding** 2002. Ecological practices and social mechanisms for building resilience and sustainability. En: Berkes, F. & Folke, C. *Linking social and ecological systems* (Eds). Management practices and social mechanics for building resilience. Cambridge University Press.
- Franco, A. & Bravo.** 2005. Áreas importantes para la conservación de las aves en Colombia, pp.: 117-279. En: BirdLife International y Conservation International (eds). Áreas importantes para la conservación de las aves en los andes tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Quito, Ecuador: BirdLife International (Serie de conservación de BirdLife No. 14).
- Galindo, R., J. Betancour & H. Mendoza** 2006. Estructura y composición florística de los bosques de roble en dos parques nacionales naturales en la cordillera Oriental colombiana, pp.: 95-100. En: Solano, C. & Vargas, N. (eds.). *Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados*. Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- González, J.** 1978. Análisis cuantitativo y aspectos florísticos de un sector boscoso de “La Sierra”, departamento de Boyacá. Tesis de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ingeniería Forestal, Bogotá.
- Grumbine, E. R.** 1994. What is ecosystem management. *Conservation Biology* 8:27-38.
- Grumbine, E. R.** 1997. Reflections on “What is ecosystem management?”. *Conservation Biology* 11(1): 41-47.
- Hamilton, L.** 2001. Una campaña por los bosques nublados: Ecosistemas únicos y valiosos en peligro. En: Kappelle, M. y Brown, A. (eds.) *Bosques nublados del neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad. Costa Rica.
- Herrera, B. & A. Chaverri.** 2006. Criteria and indicators for sustainable management of Central American Montane Oak Forests. En: Kapelle M. (ed.) *Ecology and conservation of Neotropical montan oak forests*. *Ecological studies*: Vol. 185. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Izko X. & D. Burneo.** 2003. Herramientas para la valoración y manejo forestal sostenible de los bosques sudamericanos. Quito-Ecuador. UICN-Sur.
- Kappelle, M.** 1996. Los bosques de roble (*Quercus*) de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Biodiversidad, Ecología, Conservación y Desarrollo. Instituto nacional de Biodiversidad: Universidad de Amsterdam. Heredia, C.R.
- Kappelle, M.** 2006. Ecology and conservation of Neotropical montan oak forests. *Ecological studies*: Vol. 185. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Lamprecht, H.** 1990. Silvicultura en los trópicos. República Federal Alemana: GTZ.
- Leff, E.** 1992. La Dimensión Cultural y el Manejo Integrado, Sustentable y Sostenido de los Recursos Naturales. En: Leff, E. y Carabias, J.

- (eds.). *Cultura y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales*. CIICH/UNAM. México D.F.
- Leff, E.** 1995. ¿De quién es la naturaleza? Sobre la reapropiación social de los recursos naturales. *Gaceta Ecológica* (37): 58-64.
- León, J. D. & E. Giraldo** 2000. Crecimiento diamétrico en robledales del norte y centro de Antioquia, Colombia. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente*. 15 (1):119-138.
- Medina, M.** 2009. Catálogo preliminar de la flora vascular de los bosques subandinos de la cuchilla El Fara (Santander-Colombia). Tesis de grado de Ingeniería Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Melo A. & A. Avella** 2009. Zonificación ecológica de los bosques de roble: una herramienta para la planificación del ecosistema. En: Informe final proyecto Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y el manejo forestal en Colombia. Fundación Natura. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial** 2006. Resolución Número 096 del 20 de Enero de 2006. Bogotá.
- Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE, & OIMT.** 2002. Criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales. Bogotá.
- Moncada, D.** 2008. Caracterización de los Sistemas de Aprovechamiento Forestal en el Corredor de Conservación de Roble. Estudio de caso: Vereda Peña Amarilla, Corregimiento de Palermo (Paipa). En: Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y manejo forestal en Colombia: II Informe. Subdirección de Conservación e Investigación. Fundación Natura. Bogotá.
- Monje, C. & G. Soler** 2005. Propuesta de lineamientos y criterios de manejo para el aprovechamiento forestal en el territorio colectivo del Cedro, El Valle-Choco. En: Conservación y desarrollo sostenible en la región biogeográfica del Chocó: construyendo capacidades para el mejoramiento de la calidad de vida y la sostenibilidad del ambiente. Informe final. Fundación Natura. WWF. Unión Europea. Bogotá.
- Ocaña, R. & E. Linares** 2005. Especies vegetales dendroenergéticas utilizadas por los pobladores del encino, Santander, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*. 10 (1):79.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO.** 2004. Estado y Tendencias de la Ordenación Forestal en 17 Países de América Latina por Consultores Forestales Asociados de Honduras (FORESTA). Documentos de Trabajo sobre Ordenación Forestal; Documento de Trabajo FM/26; Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales. FAO. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO.** 2007. Situación de los bosques del mundo 2007. Subdirección de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica Dirección de Comunicación, FAO. Roma.
- Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT).** 1993. Directrices de la OIMT para la conservación de la diversidad biológica en los bosques tropicales de producción. Serie de políticas forestales OIMT No 5. Japón.
- Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT).** 2002. Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados. Japón.
- Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT).** 2005. Criterios e indicadores revisados de la OIMT para la ordenación sostenible de los bosques tropicales con inclusión de un formato de informes, Serie OIMT de políticas forestales No 15. Japón.
- Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT) & Unión Internacional para la Conservación (UICN).** 2009. Directrices OIMT/UICN para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad en los bosques tropicales productores de madera. Serie de políticas forestales OIMT No 17. Japón.
- Orozco, J. M.** (ed). 1996. Diagnóstico de los sistemas de permisos y concesiones forestales y propuesta de criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá.
- Palacios, J.** 2006. Estado de la investigación en genética de la conservación de los robles (Fagaceae) en Colombia, pp.: 57-72. En: Solano, C.

- y Vargas, N. (eds.). Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados. Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinge, R. Dirzo & F. Massardo** 2001. Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México. 797 p.
- Pulido, M.T., J. Cavelier & S.P. Cortés.** 2006. Structure and Composition of Colombian Montane Oak Forests. En: Kapelle, M. (ed.) Ecology and conservation of Neotropical montane oak forests. Ecological studies. Vol. 185. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Rangel-Ch., J. O. & G. Lozano-C.** 1989. La vegetación selvática y boscosa del Valle de la Plata (entre el Río Magdalena y el Parque Natural del Puracé). En: Herrera L. F., R. Drennan & C. Uribe. (eds.). Cacicazgos prehispánicos del Valle de la Plata, Tomo 1. El contexto medio ambiental de la ocupación humana. Universidad de Pittsburg. Memoirs in Latin- American-Archaeology 2: 95-118.
- Rangel-Ch., J. O., A.M. Cleef, S. Salamanca & C.L. Ariza.** 2005. La vegetación de los bosques y selvas del Tatamá, pp: 469-644. En: T. Van der Hammen, J.O. Rangel-Ch. y A.M. Cleef (eds.). Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 6. La cordillera Occidental, transecto de Tatamá: J. Cramer, (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgart.
- Rangel-Ch., J.O., A.M. Cleef & H. Arellano.** 2008. La vegetación de los bosques y selvas del Transecto Sumapaz, pp: 695-798. En: T. Van der Hammen (ed). Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7. La cordillera Oriental colombiana, transecto Sumapaz: J. Cramer, Berlín-Stuttgart.
- Rangel, O., Avella, A., & H. Garay.** 2009. Caracterización florística y estructural de los relictos boscosos del sur del departamento del Cesar. En: Colombia Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la Serranía del Perijá.
- Rangel, J. O. & A. Velázquez.** 1997. Métodos de estudio de la vegetación, pp.: 59-87. En: J. O., Rangel, P. D. Lowy & M. Aguilar (eds) Diversidad Biótica II. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- República de Colombia.** 1996. Política Nacional de bosques. Documento CONPES No. 2834. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente. Departamento Nacional de Planeación.
- Restrepo, E. & I. Del Valle** (eds.). 1996. Renacientes del Guandal. Proyecto /Biopacífico/ Universidad Nacional. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Rodríguez, N., D. Armenteras., D., M. Morales, & M. Romero** 2004. Ecosistemas de los Andes Colombianos. Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt. Bogotá. 154 p.
- Sáenz, F.** 2009a. Plan de investigaciones: prioridades de investigación para el manejo forestal sostenible de los bosques de roble. En: Informe final proyecto: Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y el manejo forestal en Colombia. Fundación Natura. Bogotá.
- Sáenz, F.** 2009b. Aproximación a la fauna asociada a los bosques de roble del corredor Guantiva –La Rusia – Iguaque. En: Informe final proyecto: Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y el manejo forestal en Colombia. Bogotá: Fundación Natura.
- Sánchez-Páez, H., R. Alvarez-León, F. Pinto-Nolla, A. S. Sánchez-Alferez, J.C. Pino-Renjifo, M.T. Acosta- Peñaloza, & I. Garcia-Hansen** 1997a. Diagnóstico y Zonificación Preliminar de los Manglares del Caribe de Colombia. MINAMBIENTE/OIMT. Bogotá.
- Sánchez-Páez, H., R. Alvarez-León, O. Guevara-Mancera, A. Zamora-Guzmán, H. Rodríguez-Cruz & H. Bravo-Pazmiño.** 1997b. Diagnóstico y Zonificación Preliminar de los Manglares del Pacífico de Colombia. MINAMBIENTE/OIMT. Bogotá.
- Sánchez, H., G. Ulloa & H. Tavera.** 2004. Manejo Integral de manglares por comunidades locales del Caribe de Colombia. Proyecto PD 60/01 Rev. 1 (F) Manejo sostenible y restauración de los manglares por comunidades locales del Caribe de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial–Dirección de Ecosistemas. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Organización Internacional de Maderas Tropicales.

- Sánchez, J.** 2009. Valoración económica de bienes de uso directo (madera en pie y leña) del bosque de roble, corredor Guantiva – La Rusia – Iguaque, Colombia. Tesis de grado. Magíster en Manejo de Recursos Naturales y Gestión Ambiental del Territorio. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. Paraguay. 69 p.
- Secretaría del Convenio de Diversidad Biológica (SCDB).** 2004. Enfoque por Ecosistemas, (Directrices del CDB). Secretaría del Convenio de Diversidad Biológica. Holanda.
- Sheil, D., R. Nasi, & B. Johnson.** 2004. Ecological criteria and indicators for tropical forest landscapes: challenges in the search for progress. *Ecology and Society* 9(1): 7.
- Shepherd, G.** 2004. The Ecosystem Approach, five steps to implementation. Ecosystem management series. No. 3. UK: Gland, Switzerland and Cambridge.
- Solano, C., C. Roa & Z. Calle (eds.)** 2005. Estrategia de Desarrollo Sostenible del Corredor de Conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque. Fundación Natura. Bogotá.
- Solano, C.** 2008. Corredor de robles, una estrategia integrada de manejo y conservación de la biodiversidad en el marco del enfoque ecosistémico, pp.: 32-36. En: Andrade, A. (ed.). Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Latinoamérica. CEM –UICN. Bogotá.
- UICN.** 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Ulloa, G., H. Sánchez, H. Rodríguez, W. Gil, J.C. Pino & R. Alvarez.** 1998. Conservación y Uso Sostenible de los Manglares del Caribe Colombiano. En: Sánchez H., Ulloa G. y Alvarez, R. (eds.). Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE, OIMT. Bogotá.
- Van der Hammen, M. & C. Rodríguez C.** 1996. Sembrar para nietos y bisnietos; manejo de la sucesión forestal por los indígenas Yukuna-Matapí de la Amazonia Colombiana. *Cespedesia* 21(67):257-270.
- Van Der Hammen, T.** 2008. Zonal ecosystems of the western and eastern flanks of the Eastern cordillera of the Colombian Andes (Sumapaz Transect), pp.: 961-1009. En: T. Van der Hammen (ed.) 2008. Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7. La cordillera Oriental colombiana, transecto Sumapaz: J. Cramer, Berlín-Stuttgart.
- Van Der Hammen, T., R., Jaramillo & M. T. Murillo.** 2008. Oak forests of the Andean Forest zone of the Colombian Eastern Cordillera, pp.: 961-1009. En: T. Van der Hammen (ed.) 2008. Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7. La cordillera Oriental colombiana, transecto Sumapaz. J. Cramer, Berlín-Stuttgart.
- Vallejo, M., A. Londoño, R. López, G. Galeano, E. Álvarez & W. Devia.** 2005. Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Serie métodos para estudios ecológicos a largo plazo. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 310 p.

#### Anexo 1.

Criterios e indicadores revisados de la OIMT para la ordenación sostenible de los bosques tropicales – 2005. <http://www.gtz.de/de/dokumente/es-d8s-criterios-e-indicadores-para-ordenacion-sostenible-bo.pdf>

