

TESIS DOCTORAL

**LOS BOSQUES DE ROBLES (FAGÁCEAS) EN COLOMBIA: COMPOSICIÓN
FLORÍSTICA, ESTRUCTURA, DIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN**

Andrés Avella Muñoz

Código 011909114

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE CIENCIAS

INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES

Bogotá, Noviembre 2016

TESIS DOCTORAL

**LOS BOSQUES DE ROBLES (FAGÁCEAS) EN COLOMBIA: COMPOSICIÓN
FLORÍSTICA, ESTRUCTURA, DIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN**

**Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Biología
Línea de Biodiversidad y Conservación**

**Andrés Avella Muñoz
Código 011909114**

**Director
Dr. J. Orlando Rangel-Ch
Profesor Titular
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES**

Bogotá, Noviembre 2016

LOS BOSQUES DE ROBLES (FAGÁCEAS) EN COLOMBIA: COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA, DIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

RESUMEN

Se caracterizaron los diferentes tipos de bosques de robles (*Quercus humboldtii* y *Colombobalanus excelsa*) de Colombia según su composición florística y aspectos de su estructura; se trata de aportar elementos para orientar los procesos de gestión forestal. Se propuso un arreglo sintaxonómico para los bosques de *Q. humboldtii* y otro arreglo sintaxonómico para los bosques de *C. excelsa*. Se analizó la influencia de la altitud y de la precipitación en la composición y la estructura de los robledales de *Q. humboldtii* con el apoyo de herramientas de ordenación ecológica y estadística multivariada. Se presenta la lista de especies de plantas asociadas a los robledales, se hace un análisis comparado a nivel taxonómico y de hábitos de crecimiento. Se presenta un caso de estudio donde se articulan el conocimiento y la investigación científica con la gestión de actores locales e institucionales para la generación de una estrategia de conservación. Para los robledales de *Q. humboldtii* se definieron dos (2) clases, seis (6) órdenes, 12 alianzas y 43 asociaciones. La clase *Billio roseae-Quercetea humboldtii* caracteriza a los robledales subandinos en climas húmedos a muy húmedos, mientras que la clase *Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii* caracteriza a los robledales de la región andina y en vertientes subhúmedas de la región subandina. Para los robledales dominados por *C. excelsa*, que se distribuyen en climas húmedos entre 1337 y 2166 m, se definió la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae*, un orden, dos alianzas y cinco asociaciones. En los sintaxones dominados por *Q. humboldtii* se encontraron similitudes florísticas a nivel de género, y en aspectos fisionómicos con comunidades de robledales de Costa Rica. Se encontraron 796 especies agrupadas en 304 géneros y 124 familias donde el hábito dominante es el de árboles, seguido por el de arbustos. Se plantea el diseño de estrategias de conservación integrales que contemplen la protección y restauración de la diversidad biológica, el mantenimiento de la integridad ecológica y la protección del suelo y del agua, pero que también incluyan acciones sobre la sostenibilidad de la oferta de productos forestales. Se formuló un conjunto de criterios y lineamientos para la conservación de los bosques de robles, se presenta la implementación de un modelo de restauración ecológica a escala de paisaje, y se definieron prácticas silviculturales como el manejo de árboles semilleros, el aprovechamiento de árboles sobremaduros, la retención de la estructura a nivel del rodal y el manejo de la regeneración natural, con el fin de garantizar la sostenibilidad en el suministro de productos maderables y aportar a la conservación de estos bosques.

Palabras clave: bosques de robles de Colombia; *Quercus humboldtii*; *Colombobalanus excelsa*; manejo bosques tropicales, Robles – conservación; uso sostenible.

ABSTRACT

The different oak forests types (*Quercus humboldtii* and *Colombobalanus excelsa*) of Colombia were defined and characterized based on floristic composition and aspects of its structure; it is to provide elements to guide forest management processes. One syntaxonomical arrangement for *Q. humboldtii* and other syntaxonomical arrangement for *C. excelsa* were proposed. The influence of altitude and precipitation in the composition and structure of the oak forests of *Q. humboldtii* with the support of ordination and multivariate statistics were analyzed. The list of plant species associated with oak forests is presented and some taxonomic and growth habits analysis were made. A case study where the scientific knowledge likened with local and institutional actors for the generation of a conservation strategy is presented. Oak forests of *Q. humboldtii* with two (2) classes, six (6) orders, twelve (12) alliances and 43 associations were defined. The *Billio roseae-class Quercetea humboldtii* characterizes the sub-Andean oak forests in humid climates, while the class *Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii* characterizes the oak forests of the Andean region and sub-humid slopes of the sub-Andean region. For oak forests dominated by *C. excelsa*, which are distributed in humid climates between 1337 and 2166 m, the class *Conceveibo pleiostemona-Colombobalanetea excelsae* and one order, two alliances and five associations were defined. In the oak forests dominated by *Q. humboldtii* genus floristic similarities and physiognomic aspects were found with the oak forests communities of Costa Rica. 796 species grouped in 304 genera and 124 families where the dominant habit is tree followed by shrub. Designing comprehensive strategies of conservation that include the protection and restoration of biological diversity, maintaining ecological integrity and the protection of soil and water arises, but also include actions on the sustainability of supply of forest products. A set of criteria and guidelines for the conservation of oak forest was formulated, the implementation of a model of landscape restoration ecological is presented, and silviculture prescriptions such as management of seed trees, structural retention at stand level and natural regeneration management, are necessary to ensure sustainability in the supply of timber products and contribute to the conservation of these forests.

Key words: Oak forest of Colombia; *Quercus humboldtii*; *Colombobalanus excelsa*; management tropical forests, Oak–conservation, sustainable use

A ti Dios amado, por ser mi apoyo y fortaleza todos los días de la vida

A mamá y papá

A toda mi familia por sus enseñanzas y apoyo

AGRADECIMIENTOS

- Al profesor Orlando Rangel por su apoyo y enseñanzas durante esta larga formación como investigador, que fueron también lecciones de vida.
- A COLCIENCIAS con el programa de crédito educativo condonable Becas COLCIENCIAS, convocatoria de Estudios de Doctorado en Colombia No. 567/2012. El cual fue un valioso soporte para lograr los objetivos trazados.
- Al equipo directivo de la Fundación Natura Elsa Matilde Escobar, Clara Solano y Roberto Gómez por su apoyo, orientaciones y amistad.
- A los doctores Dan Dey, Alex Royo y John Kabrick del servicio forestal de Estados Unidos por su apoyo y asesoría durante la pasantía de investigación.
- Al Doctor Mike Stambaugh de la Universidad de Missouri por su amistad y apoyo durante mi estancia en Estados Unidos.
- A los biólogos Juan Emiro Carvajal y David Jimenez Escobar y al Ingeniero John Nieto, por su apoyo en algunas expediciones durante la fase de campo.
- Al ingeniero Juan Lazaro Toro por el suministro de datos del departamento de Antioquia.
- Al ingeniero Cesar Parra por el suministro de datos de *Colombobalanus excelsa* en Santander y el apoyo para la logística de algunas expediciones al departamento del Huila.
- Al botánico Fabio Avila por su apoyo durante toda la fase de determinación botánica. A Andrés Merchan y Vladimir Minorta por su apoyo con las ilustraciones de los perfiles de vegetación.
- A mi familia por su apoyo constante y sus palabras de aliento que siempre me animaron. Especialmente le agradezco a mi madre, a mi padre y hermanos por su ejemplo, sabias palabras y por siempre querer lo mejor para mí.
- A Paola por su constante apoyo.
- A todas las familias y amigos campesinos con quienes tuve la oportunidad de compartir varias jornadas de trabajo y de reflexión. Gracias por sus enseñanzas.
- A mis amigos y compañeros de trabajo de la Universidad Nacional y de la Fundación Natura, con quienes he conocido y recorrido hermosas selvas, paisajes, y personas; ellos me han ayudado a formarme y a continuar en la hermosa misión de la conservación de la vida.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II: LOS BOSQUES DE ROBLE (<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.) EN COLOMBIA: ASPECTOS FLORÍSTICOS, ESTRUCTURALES Y SINTAXONÓMICOS	16
Introducción	17
Metodología	19
Resultados	21
Discusión de resultados	110
Consideraciones finales	133
Literatura citada	134
Anexo 1	139
CAPÍTULO III: GRADIENTES AMBIENTALES EN LOS BOSQUES DE ROBLE (<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.) DE COLOMBIA: influencia de la altitud y la precipitación en la composición florística y la estructura de los robledales	140
Introducción	141
Metodología	142
Resultados	145
Discusión de resultados	163
Consideraciones finales	166
Literatura citada	166
CAPÍTULO IV: BOSQUES DE ROBLE NEGRO (<i>Colombalanus excelsa</i> (Lozano, Hern. Cam. & Henao) Nixon & Crepet.) EN COLOMBIA: SINTAXONOMÍA, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA	171
Introducción	172
Metodología	173
Resultados	176
Discusión de resultados	234
Consideraciones finales	241
Literatura citada	243
Anexo 2	246
	247

CAPITULO V: LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LOS BOSQUES DE ROBLE (FAGACEAE) EN COLOMBIA: APROXIMACIÓN INICIAL	
Introducción	248
Metodología	249
Resultados	250
Discusión y consideraciones finales	254
Literatura citada	259
Anéxo 3	260
CAPÍTULO VI: CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LOS BOSQUES DE ROBLES (<i>Quercus humboldti</i> Bonpl.) EN COLOMBIA: Estudio de caso en el corredor de Conservación Guantiva - La Rusia - Iguaque (Departamentos de Santander y Boyacá, Colombia)	271
Introducción	272
PRIMERA CONTRIBUCIÓN: Lineamientos para la conservación y uso sostenible de los bosques de roble (<i>Quercus humboldtii</i> Bomp.) del sector central del corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque (Departamentos de Santander y Boyacá)	282
SEGUNDA CONTRIBUCIÓN: Tipos de bosques de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en el corredor Guantiva-La Rusia-Iguaque (Santander-Boyacá, Colombia): su conservación y uso sostenible	319
TERCERA CONTRIBUCIÓN: Restauración de bosques de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en los Andes Colombianos: Estudio de caso restauración ecológica del paisaje en la cuenca del Río Guacha	348
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	377

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

En Colombia, alrededor del 40% del territorio ha sido transformado debido al aumento demográfico y al cambio en el uso del suelo (Etter *et al.*, 2006). En la región cordillerana o andina, la deforestación ha afectado y transformado al menos el 60% del área original de los ecosistemas (Gentry 1993; Andrade 1993; Rangel 2000; Rodríguez *et al.*, 2004). Los bosques de robles, dominados por dos especies de fagáceas (*Quercus humboldtii* Bonpl. y *Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hern. Cam. & Henao) Nixon & Crepet), constituyen el esqueleto de varios tipos de ecosistemas boscosos representativos del ambiente montañoso colombiano desde los 750 m hasta los 3.450 m de altura, a lo largo de las tres cordilleras de los andes y en algunos macizos aislados del Caribe colombiano (Rangel & Avella 2011). Entre las principales contribuciones iniciales sobre la composición florística de los robledales se encuentran las de Cuatrecasas (1934; 1958), Lozano & Torres (1965; 1974) y Lozano *et al.*, (1979) que describieron de manera general esta formación vegetal y aspectos básicos de su distribución. Luego se han realizado caracterizaciones ecológicas de robledales en varias localidades de la cordillera oriental (Rangel & Lozano 1986, 1989; Devia & Arenas, 2000; Rangel *et al.*, 2008; Parra *et al.*, 2011), la cordillera central (Rangel 1991; Cleef *et al.*, 2003; Cantillo & Rangel 2011) y la cordillera occidental (Rangel *et al.*, 2005). Pulido *et al.*, (2006) describieron los patrones estructurales y florísticos de los robledales en Colombia. Recientemente, Rangel *et al.*, (2009) y Rangel & Avella (2011) describieron los robledales de los macizos caribeños de la serranía de Perijá y del Cerro Murrucucu (PNN Paramillo).

Se ha identificado que los bosques de robles son importantes a nivel socioeconómico debido a que además de su potencial de productos maderables, prestan importantes servicios asociados a los de regulación y oferta hídrica, protección de suelos, prevención de desastres naturales y refugio de especies (Devia & Arenas 2000; Kappelle 2006; Avella & Cárdenas, 2010). Además de las especies de robles (*Q. humboldtii* y *C. excelsa*), los robledales se consideran refugios de varias especies amenazadas o endémicas, con un alto valor de conservación a nivel nacional, regional y local como *Aniba perutilis*, *Podocarpus oleifolius*, *Prumnopitys montana*, *Sterigmaphetalum tachiriensis*, *Matudaea colombiana*, *Magnolia viroliniensis*, *Magnolia arcabucoana*, *Magnolia caricifragans*, laureles (especies pertenecientes a géneros *Nectandra*, *Ocotea*, y *Persea*), encenillos (especies del género *Weinmannia*), cedros (*Cedrela montana*, *Junglands neotropica*) y palmas como la San Pablo (*Geonoma orbignyana*) y las palmas de cera (*Ceroxylum quinduense*, *C. vogelianum*, *C. parvifrons*) (Avella & Cárdenas, 2010). Existe gran cantidad de bienes y servicios de especial relevancia en estos bosques como son la oferta de productos no maderables, la belleza escénica, la protección de

la productividad agrícola e infraestructura vial y la disponibilidad de material genético (germoplasma) para la investigación científica. Sin embargo, debido a las potencialidades del recurso maderable y a la explotación irracional a que han estado sometidos estos bosques, el aprovechamiento forestal comercial ha estado varias veces sujeto al establecimiento y levantamiento de vedas de carácter regional y nacional (Devia & Arenas 2000; MAVDT 2006; Moncada 2010; Avella 2010), inclusive actualmente ambas especies de robles (*Q. humboldtii* y *C. excelsa*) están catalogadas como amenazadas (Cárdenas & Salinas 2007).

En la presente Tesis Doctoral, se presenta la caracterización de los diferentes tipos de bosques de robles (*Quercus humboldtii* y *Colombobalanus excelsa*) de Colombia según su composición florística y aspectos de su estructura, con el fin aportar elementos para definir su estado de conservación y orientar los procesos de ordenación y gestión forestal de estos bosques. Se plantea que a partir de una clasificación sistemática y jerárquica de los diferentes tipos de robledales, elaborada sobre la base de la composición florística, aspectos de la estructura y las relaciones con las principales variables ambientales asociadas como clima, fisiografía y suelos, se facilitará la evaluación del estado de conservación de los robledales, y a partir de éste, generar pautas para la definición de un marco integral de conservación, el cual debe incluir estrategias de preservación, uso sostenible, recuperación y restauración. Con base en los antecedentes y el estado actual del conocimiento sobre el tema, la Tesis Doctoral pretende responder las siguientes inquietudes a manera de preguntas de investigación.

- ¿Cuál es el arreglo fitosociológico y cuáles son las relaciones sintaxonómicas de los bosques de robles en Colombia?
- ¿Responde la distribución geográfica y el arreglo florístico-estructural de los robledales colombianos a uno o a varios parámetros ambientales o ecológicos?
- ¿Los patrones de la estructura y de la riqueza de los diferentes tipos de robledales en Colombia son semejantes o son muy diferentes a los robledales de América Central, especialmente a los de Costa Rica?
- ¿Cómo utilizar la información y el conocimiento científico sobre los bosques de roble en Colombia para definir su estado de conservación y proponer lineamientos que puedan orientar su conservación?

Los objetivos específicos de la Tesis Doctoral pretenden responder las anteriores preguntas: El primero busca proponer un arreglo fitosociológico y una clasificación ecológica para los bosques de robles de Colombia. El segundo, caracterizar los aspectos de la estructura de cada tipo de robledal

definido. El tercero, definir los patrones de la estructura y de la riqueza florística de los robledales colombianos y su relación de semejanza con otros robledales de América Central, particularmente con los de Costa Rica. El último, busca generar un modelo en una región del país para definir el estado de conservación de los bosques de robles a partir de la caracterización florística y estructural y proponer lineamientos para su conservación.

La Tesis Doctoral incluye un capítulo introductorio, cinco capítulos temáticos y una sección de conclusiones. En el segundo capítulo se presenta la propuesta sintaxonómica para los diferentes tipos de bosques de roble dominados por *Q. humboldtii* en Colombia, los cuales se relacionan con características climáticas y fisiográficas particulares. El tercer capítulo analizó la influencia de la altitud y la precipitación en la composición florística y los aspectos de la estructura de bosques de robles de *Q. humboldtii* en Colombia con el apoyo de métodos y herramientas modernas de ordenación ecológica y estadística multivariada. El cuarto capítulo trata sobre el arreglo sintaxonómico de los bosques de roble negro (*Colombobalanus excelsa*) en Colombia, se caracteriza florística y estructuralmente cada sintaxon, y se menciona una nueva localidad al norte de Colombia (Serranía de San Lucas) donde se encuentran grandes extensiones de estos bosques.

En el quinto capítulo se presenta la lista de las especies de plantas vasculares encontradas en el marco del trabajo de tesis doctoral, se hace un análisis comparado de las familias más numerosas en géneros y en especies y se comparan los patrones de riqueza encontrados con otros trabajos que se han realizado sobre diversidad florística en robledales de Colombia y Centro América. El sexto capítulo aborda las dimensiones de la conservación de los bosques de roble a partir de la articulación del conocimiento y la investigación científica con la gestión de actores locales e institucionales de un territorio donde el autor del presente trabajo tuvo la oportunidad de participar; se presenta un marco de referencia respecto a la conservación y gestión de bosques naturales, se plantean los principales interrogantes que se pretendieron abordar desde el inicio de los proyectos de conservación y finalmente se presentan tres publicaciones científicas (Avella *et al.* 2013; Avella y Rangel 2014; Avella *et al.* 2015), las cuales resumen los principales resultados y las lecciones aprendidas de las experiencias de conservación implementadas.

En cada uno de los capítulos se realiza una discusión de resultados encontrados y se plantean algunas consideraciones finales. En el último capítulo, se realizó una síntesis general a manera de conclusiones, resaltando los principales resultados encontrados y relacionándolos con los principales interrogantes planteados al inicio de la investigación; de igual manera, se plantean

recomendaciones para el desarrollo de futuras investigaciones y acciones de conservación de los bosques de roble en Colombia.

LITERATURA CITADA

Avella 2010. Diseño de lineamientos para la conservación y uso sostenible de los bosques de roble del sector central del corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque. Departamentos de Santander y Boyacá. Tesis de grado para optar al título de maestría en Desarrollo y Medio Ambiente. Instituto de Estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia. 136 pp. Bogotá.

Avella A. & M. Cárdenas. 2010. Conservación y Uso Sostenible de los Bosques de Roble en el Corredor de Conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. *Colombia Forestal* 13(1): 5 – 26.

Avella, A., N. Rodríguez & O. Rangel. 2013. Lineamientos para la conservación y uso sostenible de los bosques de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) del sector central del corredor de conservación Guantiva-La Rusia- Iguaque (Departamento de Santander y Boyacá). En: N. Rodríguez (ed.). *Desarrollo y Ambiente: Contribuciones teóricas y metodológicas*: 289-333. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales IDEA. Bogotá.

Avella A. & J.O. Rangel. 2014. Oak forests types of *Quercus humboldtii* in the Guantiva-La Rusia-Iguaque corridor (Santander-Boyacá, Colombia): their conservation and sustainable use. *Colombia Forestal* 17(1): 100-116.

Avella, A., S. Torres, L.M. Cárdenas & A. Royo. 2015. Restoration of Oak Forests (*Quercus humboldtii*) in the Colombian Andes: A Case Study of Landscape-Scale Ecological Restoration Initiatives in the Guacha River Watershed. En: J.A. Stanturf (ed.). *Restoration of Boreal and Temperate Forests, Second edition*: 429-444. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, Florida.

Cantillo E. & J. Rangel. 2011. La Estructura y el Patrón de la Riqueza de la Vegetación del Parque Nacional Natural Los Nevados. En: J. O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica XI. Patrones de la Estructura y de la Riqueza de la Vegetación en Colombia*: 69-125. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

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. 232 p. Colombia.

Cleef, A.M., J.O. Rangel-Ch. & S. Salamanca-V. 2003. The Andean rain forests of the parque Los Nevados transect, cordillera Central. En: T. Van der Hammen & A. Dos-Santos (eds). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos. Ecoandes 5: La Cordillera Central Colombiana transecto Parque Los Nevados*: 79-142. J. Cramer (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgart.

Cuatrecasas J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Bot.* 27. Madrid. 144 p.

Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista Acad. Colomb. Ci. Exact.* 10 (40): 221-268. Bogotá.

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: F. Cárdenas (ed.). *Desarrollo Sostenible en los Andes de Colombia*. (Provincias de Norte, Gutiérrez y Valderrama) Boyacá, Colombia. 63-77. IDEADE – Universidad Javeriana.

Kappelle M. 2006. Neotropical montane oak forest: overview and outlook. En: M. Kappelle (ed.). *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*. *Ecological Studies* 185: 449-463.

Lozano-C. G. & J.H. Torres-R. 1965. Estudio fitosociológico de un bosque de robles *Quercus humboldtii* H. & B. de La Merced, Cundinamarca. Trabajo de grado Botánica. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 210 p.

Lozano-C. G. & J.H. Torres-R. 1974. Aspectos Generales de los Bosques de Robles (*Quercus*) en Colombia. *Ecología Tropical* 1(2): 45-79.

Lozano-C., G. S. Díaz, & H. Torres. 1979. Inventario florístico de algunos bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. Informe Final de la primera etapa del proyecto. Colciencias. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. 64 p.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT-. 2006. Resolución Número 096 del 20 de Enero de 2006. Bogotá.

Moncada, D. 2010. Análisis espacio-temporal del cambio en los bosques de Roble (*Quercus humboldtii*) y su relación con la alfarería en Aguabuena (Ráquira, Boyacá). *Colombia Forestal* 13(2): 275-298.

Parra A.C., M.C. Díaz & F.H., Moreno. 2011. Regeneración natural del roble negro (*Colombobalanus excelsa*, Fagaceae) en dos poblaciones de la Cordillera Oriental de los Andes, Colombia. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 64(2):6175-6189.

Pulido M.T., J. Cavelier & S.P. Cortés. 2006. Structure and composition of colombian montane oak forests. En: Kappelle M, (ed.). *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*. *Ecological Studies* 185: 141-151.

Rangel-Ch J.O. & G. Lozano-C. 1986. Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el Volcán del Puracé. *Caldasia* 14 (68-70): 503-547.

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 LF, Drennan R, Uribe C, editores. *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. 1991. Vegetación y ambiente en tres gradientes montañosos de Colombia. Tesis de doctor. Universidad de Ámsterdam, Holanda.

Rangel-Ch J.O., A.M. Cleef, S. Salamanca & Cl. Ariza. 2005. La vegetación de los bosques y selvas del Tatamá. En: T. Van der Hammen, J.O. Rangel-Ch & A.M. Cleef (eds). *Estudios de*

Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 6: 469-644. La cordillera Occidental, transecto de Tatamá. J. Cramer, (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgart.

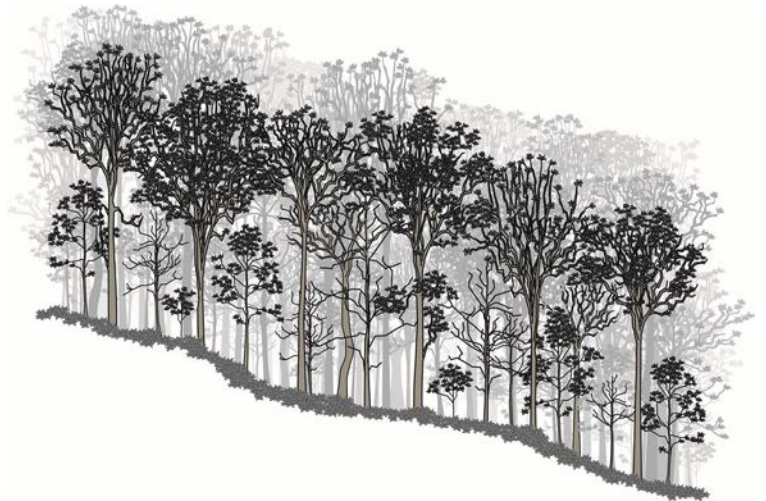
Rangel-Ch J.O., A.M. Cleef & H. Arellano. 2008. La vegetación de los bosques y selvas del transecto del Sumapaz. En: T. Van der Hammen (ed.). Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7: 695-798. La cordillera Oriental, transecto de Sumapaz. J. Cramer, (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgart.

Rangel-Ch J.O., A. Avella & H. Garay-P. 2009. Caracterización florística y estructural de los relictos boscosos del Sur del departamento del Cesar. En: J.O. Rangel-Ch (ed.). Colombia Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la serranía de Perijá: 365-392. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales-CORPOCESAR. Bogotá.

Rangel, J.O. & A. Avella. 2011. Oak forests (*Quercus humboldtii*) in the Caribbean region and distribution patterns related with environmental factors in Colombia. Plant Biosystems 145: 186-198.

CAPÍTULO II:

LOS BOSQUES DE ROBLE (*Quercus humboldtii* Bonpl.) EN COLOMBIA: ASPECTOS FLORÍSTICOS, ESTRUCTURALES Y SINTAXONÓMICOS



LOS BOSQUES DE ROBLE (*Quercus humboldtii* Bonpl.) EN COLOMBIA: ASPECTOS FLORÍSTICOS, ESTRUCTURALES Y SINTAXONÓMICOS

INTRODUCCIÓN

Los diversos bosques con especies de *Quercus* alcanzan su límite austral de distribución en Colombia (Nixon 2006), donde están representados por *Quercus humboldtii*, que en el espacio montañoso se distribuye desde la franja alta de la región tropical a 780 m, hasta la zona limítrofe con la vegetación del páramo a 3600 m. Los robledales se distribuyen desde climas cálidos con temperaturas medias superiores a 24°C y 700 m de altitud, con precipitación cercana a los 2800 mm anuales, hasta climas fríos con temperaturas menores de 10°C en elevaciones por encima de los 3000 m y con montos de precipitación que pueden variar entre 700 y 3000 mm anuales. Su área de distribución actual es muy amplia y en algunos casos refleja la acción de los cambios bruscos de temperatura y precipitación que se presentaron en la parte final del Pleniglacial, muy especialmente en el Tardiglacial como es el caso típico en sectores de la cordillera central (Salomons 1986; Hooghiemstra *et al.* 2006).

Una de las primeras menciones a los bosques de robles en Colombia fue la descripción del *Quercetum tolimensis* Cuatrecasas (1934), vegetación que crecía a 2500 m entre La Suiza y el nevado del Tolima en la cordillera Central (2600 mm de lluvia anual), que el autor adscribió a una unidad fitosociológica (desde un enfoque geobotánico) de mayor categoría denominada como *Quercion* (Cuatrecasas 1934, 1958). Van der Hammen & González (1963), mencionaron un representante de asociación que denominaron *Quercetum* en el alto de Onzaga en los límites entre Boyacá y Santander; en su lista de especies figuraban *Quercus lindenii* y *Q. humboldtii*. En el sector conocido como La Merced (Boyacá-Cundinamarca), entre 2500 y 2700 m, Lozano & Torres (1965) caracterizaron la asociación *Quercetum humboldtii* en sitios con montos anuales de precipitación de 850 mm; más tarde los mismos autores (Lozano & Torres, 1974) discutieron sobre la validez de los diferentes nombres para las poblaciones de *Quercus* en Colombia, reseñaron algunos tipos de robledales y validaron la aproximación de Cuatrecasas (1934) del *Quercion* como sintaxón que reunía los diferentes tipos de robledales donde la especie dominante era *Quercus humboldtii*, el cual es el único nombre válido para todas las especies de *Quercus* que se habían descrito para Colombia (Müller, 1942).

Rangel & Franco (1985), caracterizaron los robledales de la reserva Meremberg, entre Santa Leticia (Huila) y el Volcán del Puracé en el macizo colombiano; Rangel & Lozano (1986, 1989)

describieron la alianza *Monotropo-Quercion humboldtii* con las asociaciones *Hedyosmo-Quercetum humboldtii* cuya vegetación crecía en sitios con montos anuales de lluvia de 2300 mm en la zona de Meremberg, Huila-Cauca, entre 2450 y 2620m y *Alfaro-Quercetum humboldtii* en la serranía Las Minas (Huila) entre 1850 y 2310 m en sitios con 1980 mm de lluvia anual. Rangel *et al.* (1989b), describieron la vegetación de las regiones de vida subandina y tropical del transecto Parque los Nevados, cordillera Central, y se refirieron a la vegetación de robledales. Rangel & Sturm (1995) mencionaron los robledales dominados por *Q. humboldtii* en la región de Cañaverales, vía a Charalá (Santander) y en la vereda San José cerca a Santa Rosa de Viterbo (Boyacá). En la cordillera Central, en la vertiente Oriental con montos anuales de precipitación entre 2000 y 3000 mm se establece la vegetación de la alianza *Monotropo uniflorae-Quercetum humboldtii* con las asociaciones *Weinmannio magifoliae-Quercetum humboldtii* (3000 m) y *Clusio minoris-Quercetum humboldtii* (Cleef *et al.*, 2003, Rangel *et al.*, 2003). En la vertiente Oriental de la cordillera Occidental en sitios con montos anuales de precipitación de 1963 mm se establece la asociación *Pouterio lucumae-Quercetum humboldtii* entre 2100 y 2500 m (Rangel *et al.*, 2005).

En la vertiente Occidental de la cordillera Oriental se caracterizó la asociación *Alchorneo glandulosae-Quercetum humboldtii* a 1600 m en sitios con montos anuales de precipitación de 1263 mm (Rangel *et al.*, 2008). Aspectos de la estructura y de la composición florística de los robledales que crecen en el corredor de robles Guantiva-La Rusia-Iguaque entre 1800 y 3000 m en sitios con montos anuales de lluvia entre 1900 y 3200 mm han sido mencionados por Galindo *et al.* (2003) y por Avella y Rangel (2014). Pulido *et al.* (2006) se refirieron a la distribución de *Q. humboldtii* en Colombia con base en especímenes de herbario y discutieron aspectos de la morfología foliar y variabilidad a nivel molecular de algunas poblaciones. Van der Hammen *et al.* (2008), propusieron una serie ecológica hídrica y topográfica, en la cual consideraron robledales dominados por *Q. humboldtii* con elementos típicos de áreas secas, xerofíticas entre 2300 y 2800 m de altitud como *Dodonaea viscosa* y *Xylosma spiculifera* en sitios con monto anual de precipitación de 700 mm, que son sustituidos por los bosques de *Monochaetum myrtoideum* y *Q. humboldtii* entre 2500 y 2800 m en sitios con lluvia anual entre 800 y 1000 mm y los bosques de *Paragynoxys cf. neodendroides* y *Q. humboldtii* entre el páramo de Guantiva y Susa (Boyacá), entre 2800 y 3500 m, en sitios con montos de lluvia anual de 1800-2200m. Rangel y Avella (2011) propusieron la alianza *Billio roseae-Quercion humboldtii* para los macizos montañosos de la región Caribe, la cual se encuentra representada por la asociación *Wettinio praemorsae-Quercetum humboldtii* en la Serranía del Perijá y el *Tovomito weddeliana-Quercetum humboldtii* en el cerro Murrucucu.

A partir de las contribuciones realizadas por estos investigadores, y con base en el enfoque fitosociológico de la escuela sigmatista clásica (Braun-Blanquet 1979), en esta contribución se presenta la propuesta sintaxonómica para los diferentes tipos de bosques de roble (*Q. humboldtii*) en Colombia, los cuales se relacionan con características climáticas y fisiográficas particulares. Esta propuesta sintaxonómica busca constituirse como herramienta básica para la evaluación del estado de conservación de estos bosques y la generación de pautas para un marco integral de conservación, restauración y uso sostenible.

METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente estudio, se compiló información propia del autor sobre los bosques de roble localizados en la Serranía de San Lucas al sur del departamento de Bolívar, en el PNN Paramillo departamento de Córdoba, en la Serranía del Perijá, departamento del Cesar, en la cordillera Oriental departamentos de Santander, Boyacá y Cundinamarca, en la cordillera Occidental departamentos de Antioquia y Risaralda, y en el macizo central, departamento de Nariño. Además se incluyó la información original de las contribuciones de Lozano y Torres (1965), Van der Hammen *et al.* (2008), Hernández y Rosales (2010) y Hernández *et al.* (2011) para la cordillera Oriental, Cleef *et al.* (2003) para la cordillera central, Rangel *et al.*, (2005) para la cordillera Occidental, Vidal y Zuñiga (1993), Ospina y Paz (2012) y Rangel y Lozano (1989b) para el macizo central. También se incluyeron algunos levantamientos inéditos de Van der Hammen en los departamentos de Santander y Boyacá en la cordillera oriental y los levantamientos del proyecto de ordenación forestal sostenible para el altiplano Norte de Antioquia (Toro 2009; Corantioquia y Universidad Nacional 2011).

La caracterización de la vegetación en Colombia es una conjunción del enfoque florístico de la escuela sigmatista clásica (Braun-Blanquet, 1979), aproximación seguida por botánicos y biólogos en inventarios exhaustivos de todas las especies presentes, y el enfoque estructural de las escuelas forestales (Cantillo *et al.* 2005; Cantillo 2007) que confiere mayor atención al inventario de las especies en los estratos altos (árboles y arbolitos), generalmente censo y estimación de parámetros para individuos con $DAP \geq 10$ cm. La mayoría de los inventarios o censos de vegetación fueron realizados en superficies preferentemente delimitadas entre 100 y 1000 m² siguiendo la formulación de Rangel & Lozano (1986) para diferenciar estratos, que tiene en cuenta los siguientes intervalos de altura de los individuos: **(r)**: rasante (<0.3 m); **(h)**: herbáceo (0.3-1.49 m); **(ar)**: arbustivo (1.5-4.9 m); **(A)**: subarbóreo o de arbolitos (5-11.9 m); **(Ai)**: arbóreo inferior (12-25 m) y **(As)**:

arbóreo superior (>25 m). En algunos casos, se estimó la cobertura o proyección de la copa sobre la superficie del suelo en metros cuadrados (m^2) y posteriormente se convierte en porcentaje del área muestreada. La cobertura de una especie en un estrato es la suma de la cobertura de sus individuos en el mismo. El número de individuos es una cifra absoluta con base en el inventario de campo. Con los datos de DAP para cada individuo, se calcula su área basal ($AB = (\pi/4) \times (DAP^2)$). Sin embargo, debido a que algunos de los levantamientos incluidos en el presente trabajo no incluyeron las mismas variables estructurales, fue necesario determinar un Índice de Predominio Fisionómico Simplificado -IPFS- a partir de la propuesta iniciada por Rangel y Garzón (1994), el cual se calcula por la sumatoria de la densidad (%) con alguna de las variables estructurales de cobertura (%) ó dominancia (%) para las especies presentes en los estratos Arbóreo superior (As), Arbóreo inferior (Ai), Arbolitos (Ar) y arbustivo (ar).

En la definición de la composición florística de las diferentes fitocenosis se utilizó el método automatizado TWINSpan incluido en el programa PC-ORD versión 4.41 (McCune & Mefford, 1999) y en el programa JUICE versión 6.5.13 (Tichý & Holt 2006) para detectar tendencias de separación de los diferentes conjuntos. Después se efectuaron manualmente los arreglos finales y con la estimación de la fidelidad calculada a partir de la escala coeficiente Phi (Sokal & Rohlf 1995; Chytrý et al. 2002) y del método análisis de especies indicadoras de Dufrêne y Legendre (1997) incluidos en el programa PC-ORD versión 4.4, fue posible diferenciar las diferentes unidades sintaxonómicas. El arreglo fitosociológico final sigue las recomendaciones del Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Weber *et al.* 2000; Izco y Del Arco, 2003 traducción). La mayor parte de los trabajos depositaron los ejemplares botánicos en el Herbario Nacional Colombiano (COL) del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, bajo las series Roberto Jaramillo (RJM), Andrés Avella Muñoz (AAM), René López (RL), David Jimenez Escobar (NDJ), Ana Cristina Estupiñan (ACE), Nicolas Castaño (NCA), Nathalie Rosales Cuervo (NR) y Michelle Hernández (MH). También se depositaron ejemplares en los herbarios del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (JBB) y en el de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDBC). Teniendo en cuenta que el tamaño de los levantamientos y los criterios del inventario fueron diferentes entre las localidades y con el ánimo de hacer comparaciones entre los diferentes sintaxones, se determinó el Índice de Riqueza Específica (IRE) (número de especies /área del levantamiento* 10^2) al igual que el Índice de Densidad Específica (IDE) (número de individuos /área del levantamiento* 10^2) de acuerdo a la propuestas de Cantillo (2007) y Rangel y Avella (2011).

RESULTADOS

La base de datos que se obtuvo contiene más de 14.800 registros de individuos en 230 levantamientos con áreas entre 100 y 1000 m², en donde se censaron individuos de diferente tamaño (DAP \geq 2.5 cm ó DAP \geq 10 cm), en un área total muestreada de 120.824 m² (12.1 ha) en 12 departamentos y aproximadamente 35 municipios (Tabla 1). La vegetación se clasificó en dos (2) clases, seis (6) órdenes, 12 alianzas y 43 asociaciones. 10 conjuntos quedaron sin definición fitosociológica y se les denomina comunidades. Se elaboraron en total ocho (8) tablas de vegetación que se presentan en el Anéxο 1.

De acuerdo a los análisis de clasificación realizados, los bosques de roble se pueden definir a partir de las clases fitosociológicas *Billio roseae-Quercetea humboldtii* y *Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii*, cada una de las cuales presenta sus ensambles florísticos que se expresan de manera particular en los diferentes macizos montañosos del territorio colombiano. Teniendo en cuenta las particularidades geográficas y ecológicas de los ensambles definidos, y las recomendaciones de varios, a continuación se describen las unidades sintaxonómicas de los bosques de roble de Colombia siguiendo una propuesta geográfica; de esta manera, se presenta el arreglo fitosociológico de los bosques de roble para los macizos montañosos de la región Caribe, la sección norte y la sección central de la cordillera Oriental, la sección norte y centro de las cordilleras Central y Occidental y finalmente para el macizo central. Varios estudios de clasificación de la vegetación han utilizado este enfoque ecogeográfico (Rangel 2000; Van der Hammen *et al.* 2008; Rangel 2012) e inclusive expertos en análisis de ordenación ecológica y estudio de comunidades vegetales (McCune y Grace 2002) recomiendan realizar este tipo de procedimientos de partición de datos cuando su matrix de información es muy grande, con el fin de identificar de manera más detallada los patrones de relación.

Tabla 1. Información general de las regiones, departamentos y levantamientos incluidos en la propuesta fitosociológica.

Region	Sector	Departamento	Número de Levantamientos	Área total muestreada (m ²)
Caribe	Macizos Montañosos	Bolívar, Cesar y Córdoba	10	4.600
Cordillera Oriental	Central	Cundinamarca	25	7.300
	Norte	Boyaca y Santander	84	67.000
Central y Occidental		Antioquia, Tolima y Risaralda	80	23.484
Macizo Central		Cauca, Huila y Nariño	31	18.440
TOTAL			230	120.824

MACIZOS MONTANOSOS DEL CARIBE COLOMBIANO

Orden *Billio roseae-Quercetalia humboldtii* ord. nov.

Typus: *Billio roseae-Quercion humboldtii* Rangel & Avella 2011

Gran formación de los bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Billia rosea* en los macizos del Caribe colombiano

Anéxo 1, Tabla I

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas del orden se encuentran *Billia rosea*, *Conceveiba pleiostemona*, *Chrysophyllum lucentifolium*, *Helicostylis tovarensis*, *Ladenbergia muzonensis*, *Sterigmapetalum colombianum* y *Tovomita stylosa*.

Este orden agrupa la alianza *Billio roseae-Quercion humboldtii* y las asociaciones *Wettinio praemorsae-Quercetum humboldtii*, *Tovomito weddelianae-Quercetum humboldtii* y *Dictocaryo lamarckiani-Quercetum humboldtii* (Figura 1). Nueve levantamientos de 500 m² y un transecto de 100 m² sirvieron para caracterizar al orden, los cuales en promedio cuentan con 30 especies (entre 23 y 42) y 130 individuos (entre 65 y 217) con DAP \geq 2.5 cm.

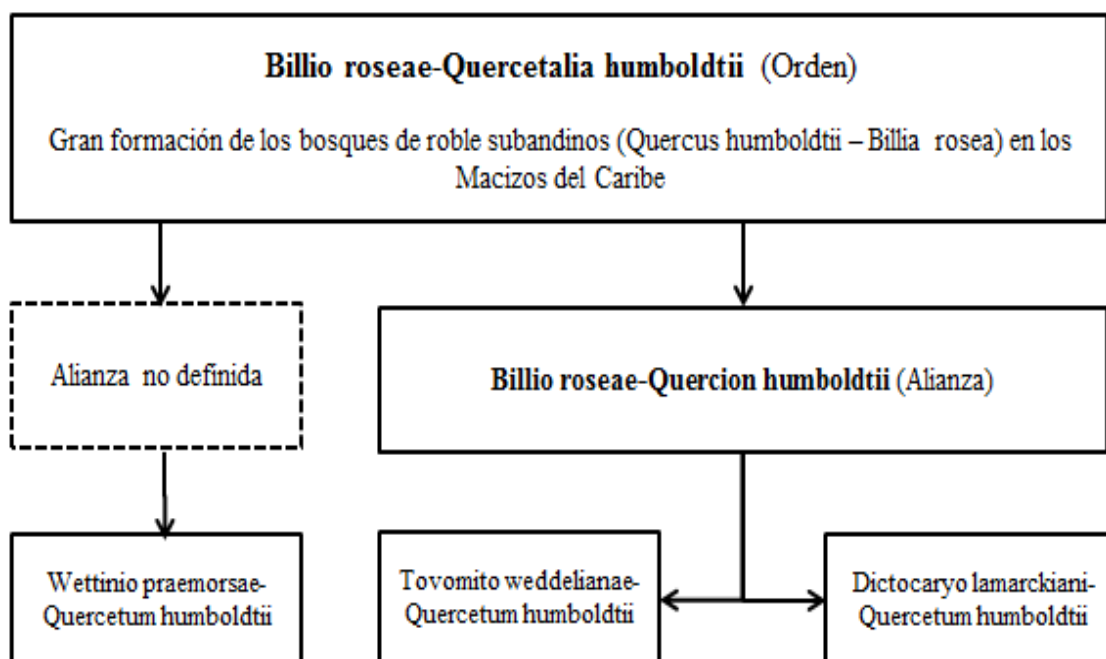


Figura 1. Arreglo sintaxonomico del orden *Billio roseae-Quercetalia humboldtii* en el Caribe Colombiano

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 23% de cobertura relativa está representado principalmente por *Quercus humboldtii*, *Ficus* sp. (NCA 2105), *Protium tenuifolium*, *Beilschmiedia costaricensis* y *Billia rosea*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 100% presenta una dominancia de *Quercus humboldtii* acompañado de *Ternstroemia macrocarpa*, *Clusia minor* y *Aspidosperma excelsum*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 52% son importantes *Wettinia praemorsa*, *Clusia minor*, *Micropholis guyanensis*, *Graffenrieda cucullata* y *Tovomita weddeliana*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 15% de cobertura relativa son *Wettinia praemorsa*, *Welfia regia* y *Cyathea caracasana*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Cyclanthus bipartitus* y *Wettinia praemorsa*. Las especies con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fueron *Quercus humboldtii* (18%), *Wettinia praemorsa* (10%), *Otoba novogranatensis* (3%), *Aspidosperma excelsum* (2%), *Podocarpus oleifolius* (2%), *Dictyocaryum lamarckianum* (2%), *Ladenbergia muzonensis* (2%) y *Billia rosea* (2%).

Distribución geográfica. La vegetación del orden reúne robledales subandinos de la costa Caribe entre 774 y 1796 m de altitud, localizados en Departamento de Córdoba: Municipio de Tierralta, Parque Nacional Paramillo. Departamento de Cesar: Municipio de González, veredas San Cayetano y Vijagual. Departamento de Bolívar: Municipio de Santa Rosa del Sur, vereda Mina Vieja.

Alianza *Billia roseae-Quercion humboldtii* Rangel & Avella 2011

Typus: *Tovomita weddelianae-Quercetum humboldtii* Rangel & Avella 2011

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Billia rosea* en los Macizos del Caribe

Anéxo 1, Tabla I

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la alianza se encuentran *Billia rosea*, *Dendropanax arboreus*, *Calophyllum brasiliense*, *Micropholis crotonoides* y *Tovomita weddeliana*. Esta alianza agrupa las asociaciones *Tovomita weddelianae-Quercetum humboldtii* y *Dictocaryo lamarckiani-Quercetum humboldtii*. Seis levantamientos de 500 m² y un transecto de 100 m² se usaron para caracterizar esta alianza, los cuales en promedio cuentan con 33 especies (entre 25 y 42) y 101 individuos (entre 65 y 164) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 25% de cobertura relativa está representado por *Quercus*

humboldtii, *Protium tenuifolium*, *Beilschmiedia costaricensis* y *Billia rosea*; en el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 100%, domina ampliamente *Quercus humboldtii* seguido por *Aspidosperma excelsum*, *Ternstroemia macrocarpa*, *Miconia lehmanii* y *Otoba novogranatensis*. El estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 48% son importantes *Tovomita weddeliana*, *Ladenbergia muzonensis*, *Myrciaria floribunda*, *Micropholis guyanensis* y *Welfia regia*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 10% de cobertura relativa lo son *Cyathea sp.* (AAM 4544), *Welfia regia* y *Dendropanax arboreus*. En el estrato herbáceo (H) es dominante *Cyclanthus bipartitus*. Las especies con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fueron *Quercus humboldtii* (27%), *Aspidosperma excelsum* (8%), *Tovomita weddeliana* (4%), *Dendrobanxia boliviana* (3%), *Micropholis guyanensis* (3%), *Dendropanax arboreus* (3%), *Myrciaria floribunda* (3%) y *Ternstroemia macrocarpa* (3%).

Distribución geográfica. La vegetación de la alianza reúne robledales subandinos de la costa Caribe entre 774 y 1788 m de altitud, localizados en Departamento de Córdoba: Municipio de Tierralta, Parque Nacional Paramillo. Departamento de Bolívar: Municipio de Santa Rosa del Sur, vereda Mina Vieja.

***Tovomita weddeliana*-*Quercetum humboldtii* Rangel & Avella 2011**

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Tovomita weddeliana*

Typus: Par. 18

Anéxos 1, Tabla I

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Aspidosperma excelsum*, *Alchornea megalophylla*, *Aspidosperma spruceanum*, *Cynometra longifolia*, *Dendrobanxia boliviana*, *Micropholis guyanensis*, *Podocarpus guatemalensis*, *Swartzia brachyrachis* y *Ternstroemia macrocarpa*. Un transecto de 100 m² y dos levantamientos de 500 m² sirvieron para definir la asociación, los cuales en promedio cuentan con 35 especies (entre 38 y 42) y 125 individuos (entre 86 y 164) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística-estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo superior (As) con 28% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Virola elongata* y *Aspidosperma excelsum*. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa de 100% son importantes *Quercus humboldtii*, *Aspidosperma excelsum*, *Ternstroemia macrocarpa*,

Micropholis guyanensis y *Dendrobanxia boliviana*. En el de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 67% sobresalen *Tovomita weddelliana*, *Myrciaria floribunda*, *Micropholis guyanensis*, *Ternstroemia macrocarpa* y *Heisteria acuminata*; en el arbustivo (ar) con cobertura relativa promedio de 12% son importantes *Miconia sp.* (AAM 1562), *Pouteria baehniiana*, *Micropholis guyanensis*, *Myrciaria floribunda* y *Dendropanax arboreus*. Las especies con mayor I.P.F.S. (%) son *Quercus humboldtii* (27%), *Aspidosperma excelsum* (8%), *Tovomita weddelliana* (4%), *Dendrobanxia boliviana* (3%), *Micropholis crotonoides* (3%), *Virola elongata* (3%), *Myrciaria floribunda* (3%) y *Dendropanax arboreus* (2%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos de la costa Caribe entre 774 y 937 m de altitud, localizados en Departamento de Córdoba: Municipio de Tierralta, Parque Nacional Paramillo, Sector El Silencio; entre los 770 y los 937 m de altitud en zonas con inclinación de grado medio (60-70%).

***Dictyocaryo lamarckiani-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Dictyocaryum lamarckianum*

Typus: Bol_SL-4

Anéxo 1, Tabla I

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Alchornea latifolia*, *Brosimum utile*, *Chrysochalmys weberbaueri*, *Croton smithianus*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Inga gracilior*, *Eschweilera antioquiensis*, *Euterpe precatoria*, *Ficus paraensis*, *Geissanthus betancuri*, *Gordonia planchonii*, *Hedyosmum translucidum*, *Hieronyma scabrida*, *Miconia lehmannii*, *Matayba arborescens*, *Miconia dodecandra*, *Nectandra purpurea*, *Otoba novogranatensis*, *Roupala montana*, *Protium tenuifolium*, *Podocarpus oleifolius* y *Welfia regia*. Cuatro levantamientos de 500 m² sirvieron para definir esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 30 especies (entre 25 y 34) y 88 individuos (entre 65 y 136) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística-estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 22% de cobertura relativa está representado por *Protium tenuifolium*, *Beilschmiedia costaricensis*, *Billia rosea*, *Croton smithianus*, *Podocarpus oleifolius*, *Calatola costaricensis*, *Sterigmataleum colombianum* y *Dictyocaryum lamarckianum*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa de 85% dominado por *Quercus humboldtii* seguido de *Miconia*

lehmannii, *Otoba novogranatensis*, *Croton smithianus*, *Eschweilera antioquensis*, *Billia rosea* y *Chrysochalmys weberbaueri*. En el de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 35% se destacan *Ladenbergia muzonensis*, *Welfia regia*, *Otoba novogranatensis*, *Miconia dodecandra*, *Palicourea apicata* y *Aniba panurensis*; en el arbustivo (ar) con cobertura relativa promedio de 8% son importantes *Cyathea sp.* (AAM 4544), *Welfia regia*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Gordonia fruticosa* y *Aniba panurensis*. Las especies con mayor I.P.F.S. (%) son *Quercus humboldtii* (12%), *Otoba novogranatensis* (7%), *Podocarpus oleifolius* (6%), *Dictyocaryum lamarckianum* (5%), *Miconia lehmannii* (4%), *Croton smithianus* (4%) y *Protium tenuifolium* (4%).

Distribución-Ecología: La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos de la costa Caribe entre 1638 y 1788 m de altitud, localizados en Departamento de Bolívar: Municipio de Santa Rosa del Sur, vereda Mina Vieja; en zonas con inclinación de grado medio a fuerte (60-90%).

***Wettinia praemorsae-Quercetum humboldtii* Rangel & Avella 2011**

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Wettinia praemorsa*

Typus: Lev. Per. S1-P7

Anéxo 1, Tabla I

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Aniba coto*, *Beilschmiedia sp.* (NCA 2298), *Cyathea caracasana*, *Graffenrieda cucullata*, *Hieronyma alchorneoides*, *Pouteria guianensis*, *Sloanea brevispina* y *Wettinia praemorsa*. Tres levantamientos de 500 m² sirvieron para definir esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 26 especies (entre 25 y 42) y 187 individuos (entre 138 y 216) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística-estructura. Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 15% de cobertura relativa está representado únicamente por *Ficus sp.* (NCA 2105); el estrato arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa de 85% presenta dominancia de *Quercus humboldtii* seguido por *Clusia minor*, *Aniba coto*, *Persea caerulea* y *Pouteria guianensis*. El estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 52% es representado principalmente por *Wettinia praemorsa* acompañada de *Quercus humboldtii*, *Clusia minor*, *Graffenrieda cucullata* y *Pouteria guianensis*; en el arbustivo (ar) con 12% de cobertura relativa son importantes *Wettinia praemorsa*, *Cyathea caracasana*, *Graffenrieda cucullata*, *Pouteria guianensis*. Las especies con

mayor I.P.F.S (%) son *Wettinia praemorsa* (32%) y *Quercus humboldtii* (17%), seguidas de *Pouteria guianensis* (3%), *Persea caerulea* (4%) y *Clusia minor* (4%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos de la costa Caribe entre 1637 y 1796 m de altitud, localizados en Departamento de Cesar: Municipio de González en las veredas San Cayetano (localidades Finca de Los Llanos y Reserva Río de Oro) y Vijagual (localidad Cundina) en zonas con pendiente media que varía entre 20 y 60%.

CORDILLERA ORIENTAL SECTOR NORTE

BOSQUES DE ROBLE DE LA REGIÓN DE VIDA ANDINA (2500 - 3400 m)

Clase *Myrsine coriaceae-Quercetea humboldtii* cl. nov.

Typus: *Weinmannio tomentosae-Quercetalia humboldtii* (en esta contribución).

Gran formación de los bosques de *Quercus humboldtii* y *Myrsine coriacea* en el sector norte la cordillera oriental.

Anéxo 1, Tabla II

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la clase se encuentran *Centronia brachycera*, *Clethra fagifolia*, *Clethra lanata*, *Clusia inesiana*, *Clusia multiflora*, *Drimys granadensis*, *Frangula goudotiana*, *Graffenrieda uribei*, *Hedyosmum racemosum*, *Ilex laurina*, *Ilex obtusata*, *Myrcianthes leucoxylla*, *Myrsine coriacea*, *Myrsine guianensis*, *Nectandra reticulata*, *Ocotea calophylla*, *Paragynoxys uribei*, *Quercus humboldtii*, *Roupala montana* y *Viburnum tinoides*.

Esta clase agrupa el orden *Weinmannio tomentosae-Quercetalia humboldtii*, las alianzas *Weinmannio tomentosae-Quercion humboldtii* y *Macleanio rupestris-Quercion humboldtii*; ocho asociaciones: *Weinmannio pubescentis-Quercetum humboldtii*, *Clusio ellipticae-Quercetum humboldtii*, *Schefflero velutinae-Quercetum humboldtii*, *Cyathea multiflorae-Quercetum humboldtii*, *Hesperomelo obtusifoliae-Quercetum humboldtii*, *Roupalo pseudocordatae-Quercetum humboldtii*, *Paragynoxyo neodendroidis-Quercetum humboldtii* y *Brunellio comocladifoliae-Quercetum humboldtii*; y dos comunidades, la de *Ocotea calophylla* y *Brunellia comocladifolia* asociada al *Brunellio comocladifoliae-Quercetum humboldtii* y otra que corresponde a los robledales (*Quercetum humboldtii*) de alta montaña muy intervenidos (Figuras 2 y 3). Para definir la clase se utilizaron 49 levantamientos entre 400 y 1000 m², los cuales en promedio cuentan con 17 especies (entre 2 y 34) y 101 individuos (entre 19 y 190) con DAP \geq 2.5 cm.

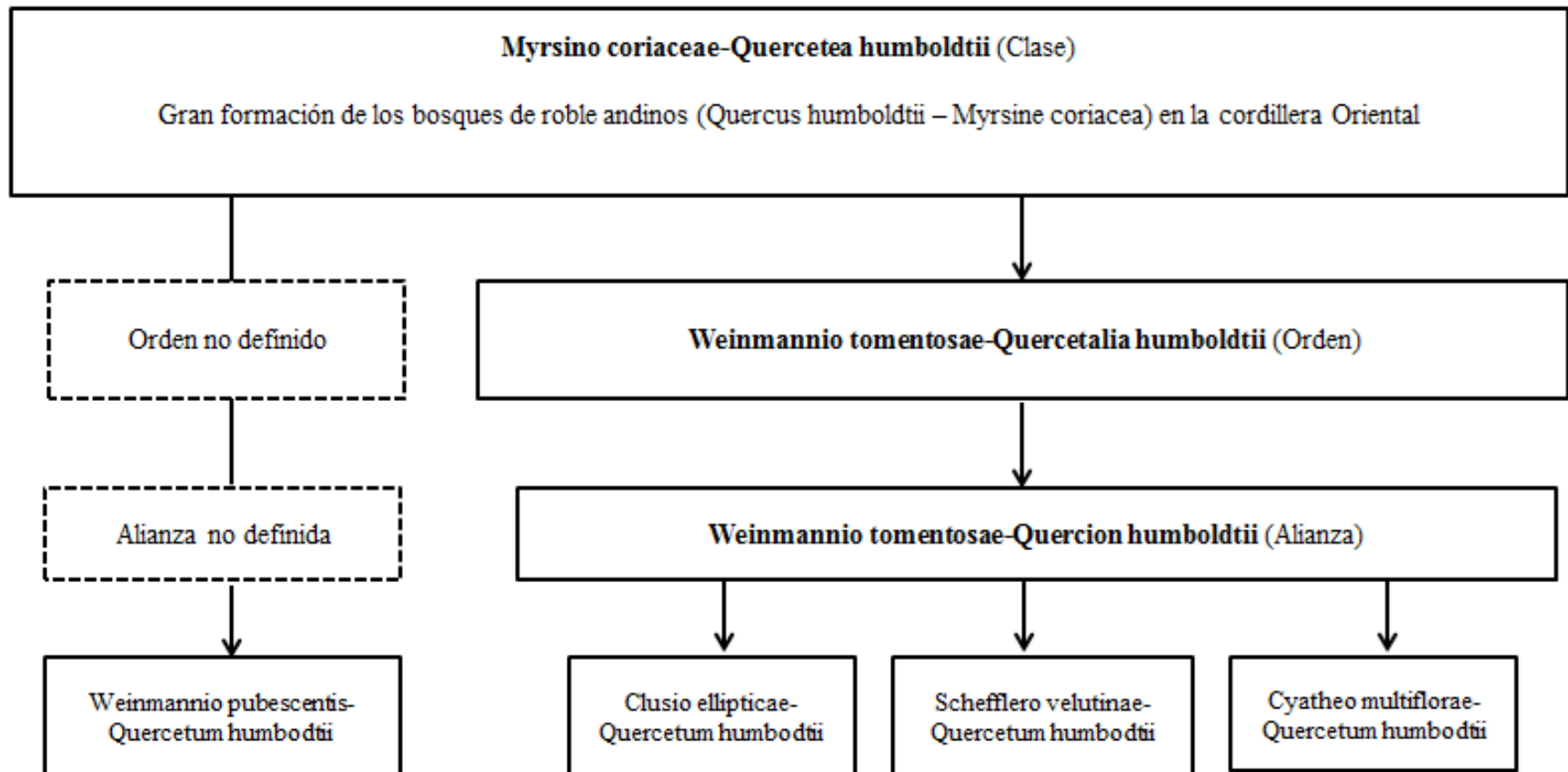


Figura 2. Arreglo sintaxonómico de clase *Myrsine coriaceae-Quercetea humboldtii* en el sector norte de la cordillera Oriental

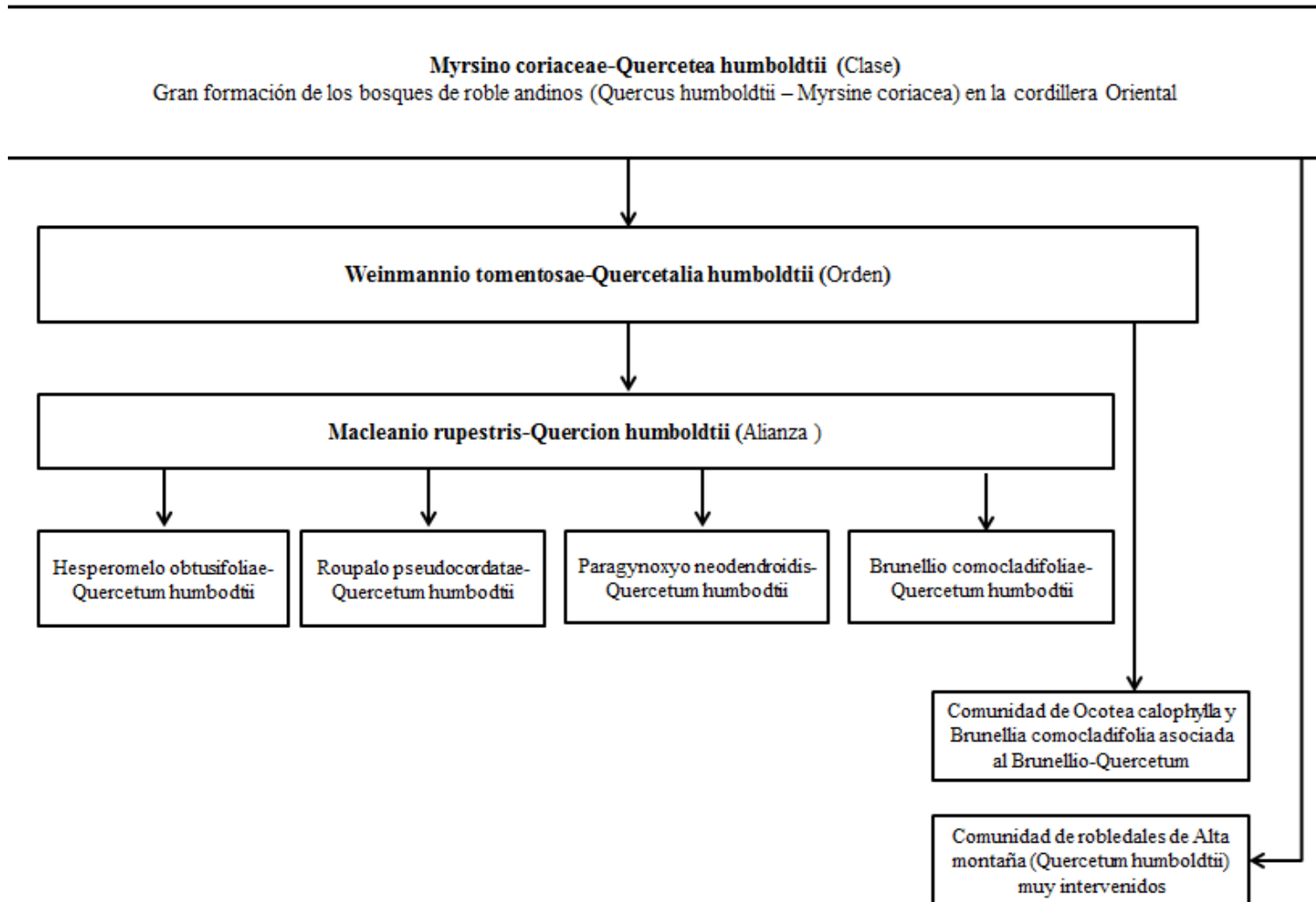


Figura 3. Arreglo sintaxonómico de clase *Myrsine coriaceae-Quercetea humboldtii* en el sector norte de la cordillera Oriental

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 22 m. El estrato arbóreo superior (As) con 20% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii* y *Hedyosmum racemosum*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 50% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* acompañado por *Weinmannia tomentosa*, *Clusia discolor* y *Myrsine coriacea*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 25% se destacan *Quercus humboldtii*, *Clusia discolor*, *Clusia inesiana* y *Weinmannia pubescens*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 11% de cobertura relativa lo hacen *Cyathea multiflora*, *Ternstroemia meridionalis* y *Bejaria resinosa*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Cyathea multiflora*, *Turpinia occidentalis*, *Centronia brachycera*, *Schefflera fontiana* y *Palicourea angustifolia*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (49%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Weinmannia tomentosa* (3%), *Clusia discolor* (2%), *Clusia elliptica* (2%), *Viburnum tinoides* (2%), *Ocotea calophylla* (2%) y *Myrsine coriacea* (1%).

Distribución geográfica: La vegetación de la clase reúne los robledales andinos del sector Norte de la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 2550 y 3415 m de altitud, localizados en Departamento de Boyacá: Municipios de Belén, Duitama, Gachantivá, Chiquinquirá, Villa de Leyva y Tipacoque. Departamento de Santander: Municipios de Encino y Onzaga.

Orden *Weinmannio tomentosae-Quercetalia humboldtii* ord. nov.

Typus: *Macleanio rupestris-Quercion humboldtii* (en esta contribución).

Gran formación de los bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Weinmannia tomentosa* en el sector norte la cordillera oriental.

Anéxo 1, Tabla II

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas del orden se encuentran *Clusia discolor*, *Escallonia paniculata*, *Hieronyma macrocarpa*, *Miconia ligustrina*, *Podocarpus oleifolius*, *Quercus humboldtii*, *Ternstroemia meridionalis*, *Vallea stipularis* y *Weinmannia tomentosa*. Este orden agrupa dos alianzas *Weinmannio tomentosae-Quercion humboldtii* y *Macleanio rupestris-Quercion humboldtii*; siete asociaciones: *Clusio ellipticae-Quercetum humboldtii*, *Schefflero velutinae-Quercetum humboldtii*, *Cyatheo multiflorae-Quercetum humboldtii*, *Hesperomelo obtusifoliae-Quercetum humboldtii*, *Roupalo pseudocordatae-Quercetum humboldtii*, *Paragynoxyo neodendroidis-Quercetum humboldtii* y *Brunellio comocladifoliae-*

Quercetum humboldtii. Para definir el orden se utilizaron 39 levantamientos entre 400 y 1000 m², los cuales en promedio cuentan con 18 especies (entre 6 y 34) y 100 individuos (entre 23 y 190) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 22 m. El estrato arbóreo superior (As) con 14% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii* y *Hedyosmum racemosum*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 56% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* acompañado por *Weinmannia tomentosa*, *Clusia discolor*, *Clusia elliptica* y *Myrsine coriacea*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 31% son importantes *Quercus humboldtii*, *Clusia discolor*, *Clusia inesiana* y *Clusia elliptica*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 10% de cobertura relativa lo hacen *Cyathea multiflora*, *Ternstroemia meridionalis*, *Bejaria resinosa* y *Gaiadendron punctatum*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Cyathea multiflora*, *Turpinia occidentalis*, y *Palicourea angustifolia*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (42%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Weinmannia tomentosa* (4%), *Clusia discolor* (2%), *Clusia elliptica* (2%), *Viburnum tinoides* (2%), *Myrsine coriacea* (1%), *Cyathea multiflora* (2%) y *Ocotea calophylla* (1%).

Distribución geográfica: La vegetación del orden reúne a los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 2550 y 3415 m de altitud, localizados en Departamento de Boyacá: Municipios de Belén, Duitama, Gachantivá, Chiquinquirá, Villa de Leyva y Tipacoque. Departamento de Santander: Municipios de Encino y Onzaga.

Alianza *Weinmannia tomentosae-Quercion humboldtii* all. nov.

Typus: *Cyathea multiflora-Quercetum humboldtii* (en esta contribución).

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Weinmannia tomentosa* en el sector norte la cordillera oriental

Anéxo 1, Tabla II

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la alianza se encuentran *Oreopanax incisus*, *Palicourea angustifolia*, *Quercus humboldtii* y *Weinmannia tomentosa*. Esta alianza agrupa las asociaciones: *Clusia ellipticae-Quercetum humboldtii*, *Schefflera velutinae-Quercetum humboldtii* y *Cyathea multiflora-Quercetum humboldtii*. Quince (15)

levantamientos entre 500 y 1000 m² sirvieron para definir la alianza, los cuales en promedio cuentan con 11 especies (entre 6 y 24) y 64 individuos (entre 23 y 156) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 14% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii* y *Hedyosmum racemosum*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 53% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* acompañado por *Weinmannia tomentosa*, *Clusia elliptica*, *Ocotea calophylla* y *Schefflera velutina*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 28% es importante *Quercus humboldtii*, seguida de *Clusia discolor*, *Clusia inesiana* y *Clusia elliptica*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 7% de cobertura relativa lo hacen *Cyathea multiflora*, *Viburnum tinoides*, *Quercus humboldtii* y *Miconia brachygyna*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Turpinia occidentalis*, y *Palicourea angustifolia*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (57%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Clusia elliptica* (6%), *Cyathea multiflora* (4%), *Weinmannia tomentosa* (4%), *Clusia discolor* (3%) y *Clusia inesiana* (2%).

Distribución geográfica: La vegetación de la alianza reúne los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 2580 y 3150 m de altitud, localizados en Departamento de Boyacá: Municipios de Belén, Gachantivá y Tipacoque. Departamento de Santander: Municipio de Encino.

Clusia ellipticae-Quercetum humboldtii ass. nov.

Typus: Boy_Tipac_Natura_P3

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Clusia elliptica*

Anéxo 1, Tabla II

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Clusia elliptica*, *Clethra fimbriata*, *Quercus humboldtii*. Cuatro levantamientos de 1000 m² sirvieron para definir esta asociación, los cuales en promedio cuentan con seis especies (entre 6 y 7) y 66 individuos (entre 47 y 88) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 16 m. El estrato arbóreo superior (As) con 14% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii* y *Hedyosmum racemosum*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 67% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* y en menor importancia *Clusia elliptica*, *Weinmannia tomentosa*, *Miconia rubiginosa* y *Clusia multiflora*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 22% sobresale *Quercus humboldtii* seguido por *Clusia elliptica*, *Weinmannia tomentosa*, *Clusia multiflora* y *Clethra fimbriata*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 1% de cobertura relativa lo hacen *Weinmannia tomentosa*, *Clusia elliptica* y *Quercus humboldtii*. Las especies con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fueron *Quercus humboldtii* (64%) y *Clusia elliptica* (22%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Weinmannia tomentosa* (3%), *Clusia multiflora* (2%), *Clethra fimbriata* (2%) y *Miconia rubiginosa* (1%).

Distribución geográfica: La asociación representa los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 3100 y 3150 m de altitud localizados en el Departamento de Boyacá: Municipio de Tipacoque en el Parque Natural Municipal Robledales de Tipacoque.

Schefflera velutinae-Quercetum humboldtii ass. nov.

Typus: Boy_Belén_Lev_51

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Schefflera velutina*

Anéxo 1, Tabla II

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Ilex sessiliflora*, *Quercus humboldtii*, *Schefflera velutina*, *Schefflera* cf. *heterotricha*. Tres levantamientos de 1000 m² conforman esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 10 especies (entre 9 y 11) y 52 individuos (entre 28 y 87) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 16 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 56% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* y con menor importancia aparecen *Ocotea calophylla*, *Schefflera velutina*, *Weinmannia rollottii* e *Ilex laurina*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 43% es importante *Quercus humboldtii* seguido por *Weinmannia tomentosa*,

Schefflera velutina, *Schefflera* cf. *heterotricha*, *Clusia multiflora* y *Ocotea calophylla*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 1% de cobertura relativa lo hacen *Quercus humboldtii* y *Weinmannia tomentosa*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (71%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Schefflera velutina* (7%), *Weinmannia tomentosa* (5%), *Ocotea calophylla* (1%) y *Schefflera* cf. *heterotricha* (1%).

Distribución geográfica: La asociación representa los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 3093 y 3155 m de altitud localizados en el Departamento de Boyacá: Municipio de Belén, vereda San José de la Montaña y Canadá. Departamento de Santander: Municipio de Encino, vereda Patios Altos, sector del Morro del Perro.

Cyathea multiflorae-Quercetum humboldtii ass. nov.

Typus: Boy_Guachant 5

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Weinmannia pubescens*

Anéxo 1, Tabla II

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Aniba* sp. (AAM 2913), *Cestrum parvifolium*, *Cyathea multiflora*, *Hieronyma huilensis*, *Meliosma* cf. *cundinamarensis*, *Quercus humboldtii* y *Turpinia occidentalis*. Siete levantamientos de 500 y uno de 1000 m² sirvieron para definir esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 13 especies (entre 7 y 24) y 66 individuos (entre 23 y 156) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 16 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 44% dominado por *Quercus humboldtii* y en menor importancia *Clusia discolor*, *Hieronyma macrocarpa* y *Roupala montana*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 30% domina *Quercus humboldtii* seguido por *Clusia discolor*, *Clusia inesiana* y *Viburnum tinoides*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 11% de cobertura relativa lo hacen *Cyathea multiflora*, *Viburnum tinoides*, *Miconia brachygyna* y *Quercus humboldtii*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Turpinia occidentalis* y *Palicourea angustifolia*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (48%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Cyathea multiflora* (8%), *Clusia discolor* (6%), *Clusia inesiana* (5%), *Viburnum tinoides* (4%) y *Weinmannia tomentosa* (4%).

Distribución geográfica: La asociación representa los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental de la cordillera Oriental entre 2580 y 2760 m de altitud localizados en el Departamento de Boyacá: Municipio de Gachantiva, vereda la Hoya. Departamento de Santander: Municipio de Encino, vereda Las Minas.

Alianza *Macleania rupestris-Quercion humboldtii* all. nov.

Typus: *Paragynoxyo neodendroidis-Quercetum humboldtii* (en esta contribución).

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Macleania rupestris* en el sector norte la cordillera oriental.

Anéxo 1, Tabla II

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la alianza se encuentran *Bejaria resinosa*, *Cestrum buxifolium*, *Cyathea mettenii*, *Dicksonia sellowiana*, *Diplostephium phylloides*, *Diplostephium tenuifolium*, *Duranta mutisii*, *Gaiadendron punctatum*, *Gaultheria erecta*, *Gaultheria myrsinoides*, *Hedyosmum crenatum*, *Hesperomeles goudotiana*, *Lepidaploa karstenii*, *Macleania rupestris*, *Monnina* cf. *aestuans*, *Myrica pubecens*, *Quercus humboldtii*, *Vaccinium* cf. *meridionale*, *Viburnum triphyllum* y *Weinmannia pinnata*. Esta alianza agrupa cuatro asociaciones: *Hesperomelo obtusifoliae-Quercetum humboldtii*, *Roupalo pseudocordatae-Quercetum humboldtii*, *Paragynoxyo neodendroidis-Quercetum humboldtii*, *Brunellio comocladifoliae-Quercetum humboldtii*. 22 levantamientos de 400 m² fueron utilizados para definir la alianza, los cuales en promedio cuentan con 23 especies (entre 13 y 34) y 100 individuos (entre 130 y 190).

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 25 m. Los estratos arbóreos (As y Ai) con una cobertura relativa total de 59% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* acompañado por *Weinmannia tomentosa*, *Myrsine coriacea*, y *Clusia discolor*. En los estratos de arbolitos y arbustivo (Ar y ar) con cobertura relativa promedio de 14% sobresale *Ternstroemia meridionalis*, *Bejaria resinosa*, *Gaiadendron punctatum*, *Cavendishia* sp., *Paragynoxys neodendroides* y *Macleania rupestris*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (31%), luego con menores valores

de importancia se encuentran *Weinmannia tomentosa* (4%), *Myrsine coriacea* (2%), *Clusia discolor* (2%), *Macleania rupestris* (2%) y *Ternstroemia meridionalis* (2%).

Distribución geográfica: La vegetación de la alianza reúne los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 2550 y 3415 m de altitud, los localizados en Departamento de Boyacá: Municipios de Chiquinquirá, Villa de Leyva. Departamento de Santander: Municipio de Onzaga.

Hesperomelo obtusifoliae-Quercetum humboldtii ass. nov.

Typus: Boy_Ric_HJM-72

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Hesperomeles obtusifolia*

Anéxo 1, Tabla II

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran: *Cestrum* cf. *mutisii*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Quercus humboldtii* y *Xylosma spiculifera*. Seis levantamientos de 400 m² sirvieron para definir la asociación, los cuales en promedio cuentan con 20 especies (entre 14 y 30) y 133 individuos (entre 101 y 190).

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 20 m. Los estratos arbóreos (As y Ai) con una cobertura relativa total de 62% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* y en menor importancia *Viburnum tinoides* y *Weinmannia tomentosa*. En los estratos de arbolitos y arbustivo (Ar y ar) con cobertura relativa promedio de 7% son importantes *Clusia multiflora*, *Macleania rupestris*, *Vallea stipularis*, *Bejaria resinosa*, *Xylosma spiculifera* y *Ternstroemia meridionalis*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (39%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Viburnum tinoides* (5%), *Weinmannia tomentosa* (4%), *Macleania rupestris* (3%), *Schefflera* sp. (Boy-Ric) (3%) y *Vallea stipularis* (2%).

Distribución geográfica: La asociación representa los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 2550 y 2820 m de altitud localizados en el Departamento de Boyacá: Municipio de Villa de Leyva, camino de la carretera Arcabuco - Villa de Leyva y en la quebrada Colorada.

***Roupala pseudocordatae-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Typus: San_Onz_HJM-130

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Roupala pseudocordata*

Anéxo 1, Tabla II

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Gaultheria anastomosans*, *Panopsis* cf. *lozanoi*, *Lepechinia bullata*, *Quercus humboldtii*, *Roupala pseudocordata* y *Tibouchina lepidota*. Siete levantamientos de 400 m² sirvieron para definir la asociación, los cuales en promedio cuentan con 20 especies (entre 13 y 34) y 127 individuos (entre 100 y 159).

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 24 m. Los estratos arbóreos (As y Ai) con una cobertura relativa total de 51% están dominados por *Quercus humboldtii*, le siguen con menor importancia *Myrsine coriacea*, *Clethra fagifolia* y *Weinmannia tomentosa*. En los estratos de arbolitos y arbustivo (Ar y ar) con cobertura relativa promedio de 18% son importantes *Ternstroemia meridionalis*, *Bejaria resinosa*, *Gaultheria anastomosans* y *Gaiadendron punctatum*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (34%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Myrsine coriacea* (5%), *Ternstroemia meridionalis* (5%), *Bejaria resinosa* (4%), *Clethra fagifolia* (3%) y *Weinmannia tomentosa* (2%).

Distribución geográfica: La asociación representa los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 2600 y 3100 m de altitud, localizados en el Departamento de Santander: Municipio de Onzaga, camino al Alto de Onzaga y al Páramo de Guantiva.

***Paragynoxys neodendroidis-Quercetum humboldtii* van der Hammen et al. 2008**

Typus: San_Onz_HJM-142

Bosques altoandinos de *Quercus humboldtii* y *Paragynoxys neodendroides*

Anéxo 1, Tabla II

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Axinaea scutigera*, *Brunellia integrifolia*, *Cybianthus marginatus*, *Geissanthus andinus*,

Miconia cf. *salicifolia*, *Monochaetum myrtoideum*, *Palicourea demissa*, *Paragynoxys neodendroides*, *Prunus* cf. *opaca*, *Quercus humboldtii*, *Solanum oblongifolium* y *Viburnum cornifolium*. Seis levantamientos de 400 m² conforman esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 27 especies (entre 21 y 32) y 142 individuos (entre 120 y 163).

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 32 m. Los estratos arbóreos (As y Ai) con una cobertura relativa total de 61% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* y en menor importancia *Clusia discolor*, *Weinmannia tomentosa*, *Palicourea demissa*, *Hedyosmum crenatum* y *Drimys granadensis*. En los estratos de arbolitos y arbustivo (Ar y ar) con cobertura relativa promedio de 15% sobresalen *Paragynoxys neodendroides*, *Dicksonia sellowiana*, *Ocotea calophylla* y *Cyathea caracasana*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (23%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Weinmannia tomentosa* (5%), *Clusia discolor* (5%), *Palicourea demissa* (4%), *Ocotea calophylla* (3%) y *Hedyosmum crenatum* (3%).

Distribución geográfica: La asociación representa los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 2800 y 3415 m de altitud localizados en el Departamento de Santander: Municipio de Onzaga, camino al Alto de Onzaga y al Páramo de Guativa.

***Brunellia comocladifoliae-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Typus: Boy_Occ_HJM-91

Bosques altoandinos de *Quercus humboldtii* y *Brunellia comocladifolia*

Anéxo 1, Tabla II

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Brunellia comocladifolia*, *Cedrela montana*, *Huilaea mutisiana*, *Miconia myrtillifolia*, *Morella parvifolia*, *Psychotria poeppigiana* y *Quercus humboldtii*. Tres levantamientos de 400 m² sirvieron para definir la asociación, los cuales en promedio cuentan con 27 especies (entre 26 y 28) y 111 individuos (entre 102 y 125).

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 24 m. Los estratos arbóreos (As y Ai) con una cobertura relativa total de 67% están dominados por *Quercus*

humboldtii y en menor importancia por *Weinmannia tomentosa*, *Billia rosea*, *Myrsine coriacea*, *Huilaea mutisiana* y *Freziera* sp. En los estratos de arbolitos y arbustivo (Ar y ar) con cobertura relativa promedio de 13% dominan *Morella parvifolia*, *Gaiadendron punctatum*, *Cedrela montana* y *Schefflera* sp. (Boy-Occ). La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (33%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Weinmannia tomentosa* (10%), *Billia rosea* (8%), *Myrsine coriacea* (6%), *Freziera* sp. (6%) y *Huilaea mutisiana* (4%).

Distribución geográfica: La asociación representa los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 2800 y 3415 m de altitud localizados en el Departamento de Boyacá: Municipio de Chiquinquirá por la carretera de Chiquinquirá a Otanche más allá del boquerón, debajo del sector de Los Curubitos.

Comunidad de *Ocotea calophylla* y *Brunellia comocladifolia*

Localidad representativa: Sant_Encin_Lev_54

Anéxo 1, Tabla II

Especies dominantes: entre las especies dominantes se encuentran *Brunellia comocladifolia*, *Ladenbergia macrocarpa*, *Magnolia argyrorhiza*, *Miconia resima*, *Ocotea calophylla*, *Oreopanax bogotense*, *Quercus humboldtii*. Dos levantamientos de 1000 m² conforman esta comunidad, los cuales en promedio cuentan con 11 especies (entre 9 y 12) y 39 individuos (entre 35 y 43) con DAP ≥ 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 41% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* y en menor importancia de *Ocotea calophylla*, *Brunellia comocladifolia*, *Centronia brachycera* y *Clethra lanata*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 6% sobresalen *Brunellia comocladifolia*, *Centronia brachycera*, *Quercus humboldtii* y *Ocotea calophylla*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 1% de cobertura relativa lo hacen *Drimys granadensis* y *Cybianthus* sp. (LCB 131). La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (56%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Brunellia comocladifolia* (12%), *Ocotea calophylla* (7%), *Centronia brachycera* (7%), *Nectandra reticulata* (3%) y *Miconia ligustrina* (2%). Por su afinidad

florística especialmente en las especies dominantes esta comunidad se puede asociar con el *Brunellio-Quercetum*.

Distribución geográfica: La vegetación de la comunidad representa los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 2811 y 3257 m de altitud, localizados en el Departamento de Boyacá: Municipio de Duitama, vereda de Avendaños. Departamento de Santander: Municipio de Encino, vereda de Patios Altos.

Weinmannio pubescentis-Quercetum humboldtii ass. nov.

Typus: Sant_Belén_Guacha_Lev_5

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Weinmannia pubescens*

Orden y Alianza no definidos

Anéxo 1, Tabla II

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Clusia alata*, *Gordonia fruticosa*, *Hieronyma moritziana*, *Miconia dolichopoda*, *Miconia floribunda*, *Quercus humboldtii*, *Schefflera elachistocephala*, *Schefflera fontiana*, *Ternstroemia macrocarpa*, *Viburnum toronis* y *Weinmannia pubescens*. Siete levantamientos de 1000 m² sirvieron para definir esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 20 especies (entre 14 y 28) y 121 individuos (entre 94 y 171) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 20% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 39% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* y en menor importancia *Weinmannia pubescens*, *Hieronyma huilensis* y *Brunellia comocladifolia*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 23% sobresale *Quercus humboldtii*, *Weinmannia pubescens*, *Geissanthus sp.*, *Schefflera fontiana*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 5% de cobertura relativa lo hacen *Quercus humboldtii*, *Cyathea multiflora*, *Ocotea calophylla* y *Viburnum toronis*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Cyathea multiflora*, *Centronia brachycera* y *Schefflera fontiana*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (68%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Ocotea calophylla* (3%), *Schefflera fontiana* (3%), *Weinmannia pubescens* (2%), *Centronia brachycera* (2%), *Nectandra reticulata* (1%) y *Myrsine guianensis* (1%).

Distribución geográfica: La asociación representa los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 2707 y 3215 m de altitud localizados en el Departamento de Boyacá: Municipio de Belén, veredas San José de la Montaña y Canadá.

Comunidad de robledales de Alta montaña (*Quercetum humboldtii*) muy intervenidos

Localidad representativa: Sant_Encino_Guacha_Lev_8

Orden y Alianza no definidos

Anéxos 1, Tabla II

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m que se caracterizan por la presencia de muy pocas especies acompañantes además de la especie dominante *Q. humboldtii*, situación que se ha dado por la excesiva intervención antrópica a la que han sido sometidos estos bosques. Tres levantamientos de 1000 m² sirvieron para caracterizar esta comunidad, los cuales en promedio cuentan con tres especies (entre 2 y 4) y 63 individuos (entre 19 y 97) con DAP \geq 2.5 cm.

El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 19% está dominado por *Quercus humboldtii* la cual es acompañada únicamente por *Miconia floribunda*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 19% dominan *Quercus humboldtii* acompañada con valores menores de importancia por *Hieronyma macrocarpa*, *Myrcianthes leucoxylla* y *Myrsine guianensis*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 2% de cobertura relativa lo hacen *Quercus humboldtii* y *Cyathea multiflora*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (95%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Miconia floribunda* (2%), *Hieronyma macrocarpa* (1%), *Blakea calyptrata* (1%) y *Cyathea multiflora* (1%). Este tipo de vegetación es característico de los bosques de roble de la franja altoandina que han sufrido fuertes procesos de entresaca de especies maderables valiosas y el pastoreo de ganado lo cual ha derivado en una simplificación extrema de su composición florística, la ausencia de individuos y especies en el sotobosque y una escasa o nula regeneración natural de especies del dosel de tal manera que se generan rodales casi puros de *Q. humboldtii* con claros procesos de degradación.

Distribución geográfica: La vegetación de la comunidad representa los robledales andinos del sector Norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 2609 y 3220 m de altitud

localizados en el Departamento de Boyacá: Municipio de Duitama, vereda de Avendaños, Municipio de Gachantiva, vereda la Hoya. Departamento de Santander: Municipio de Encino, vereda de Patios Altos.

CORDILLERA ORIENTAL SECTOR NORTE

BOSQUES DE ROBLE DE LA REGIÓN DE VIDA SUBANDINA (1800 - 2400 m)

Clase *Billio roseae-Quercetea humboldtii* cl. nov.

Typus: *Ocoteo balanocarpace-Quercetalia humboldtii* (en esta contribución).

Gran formación de los bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Billia roseae* en el sector norte la cordillera oriental

Anéxo 1, Tabla III

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la clase se encuentran *Alchornea grandiflora*, *Alchornea latifolia*, *Billia rosea*, *Clethra fagifolia*, *Clusia discolor*, *Clusia schomburgkiana*, *Conceveiba pleiostemona*, *Hedyosmum racemosum*, *Hieronyma huilensis*, *Ilex laurina*, *Ilex obtusata*, *Miconia dolichopoda*, *Myrsine guianensis*, *Oreopanax incisus*, *Richeria grandis*, *Sloanea brevispina*, *Spirotheca rosea*, *Ternstroemia macrocarpa* y *Vismia baccifera*.

Esta clase agrupa al orden *Ocoteo balanocarpace-Quercetalia humboldtii* con dos alianzas *Ladenbergio macrocarpace-Quercion humboldtii* y *Virolo macrocarpace-Quercion humboldtii*; siete asociaciones: *Fico subandinae-Quercetum humboldtii*, *Weinmannio pinnatae-Quercetum humboldtii*, *Magnolio cararensis-Quercetum humboldtii*, *Anibo perutilis-Quercetum humboldtii*, *Micropholido crotonoidis-Quercetum humboldtii*, *Blakeo cuatrecasii-Quercetum humboldtii* y *Huilaeo mutisiana-Quercetum humboldtii*. Así mismo se definieron dos comunidades, una de *Clusia schomburgkiana* asociada a la Alianza Virolo-Quercion y la otra que corresponde a la comunidad de *Dodonaea viscosa* y *Quercus humboldtii* (Figura 4). 35 levantamientos entre 400 y 1000 m² sirvieron para definir la clase, los cuales en promedio cuentan con 26 especies (entre 8 y 35) y 101 individuos (entre 30 y 384) con DAP \geq 2.5 cm.

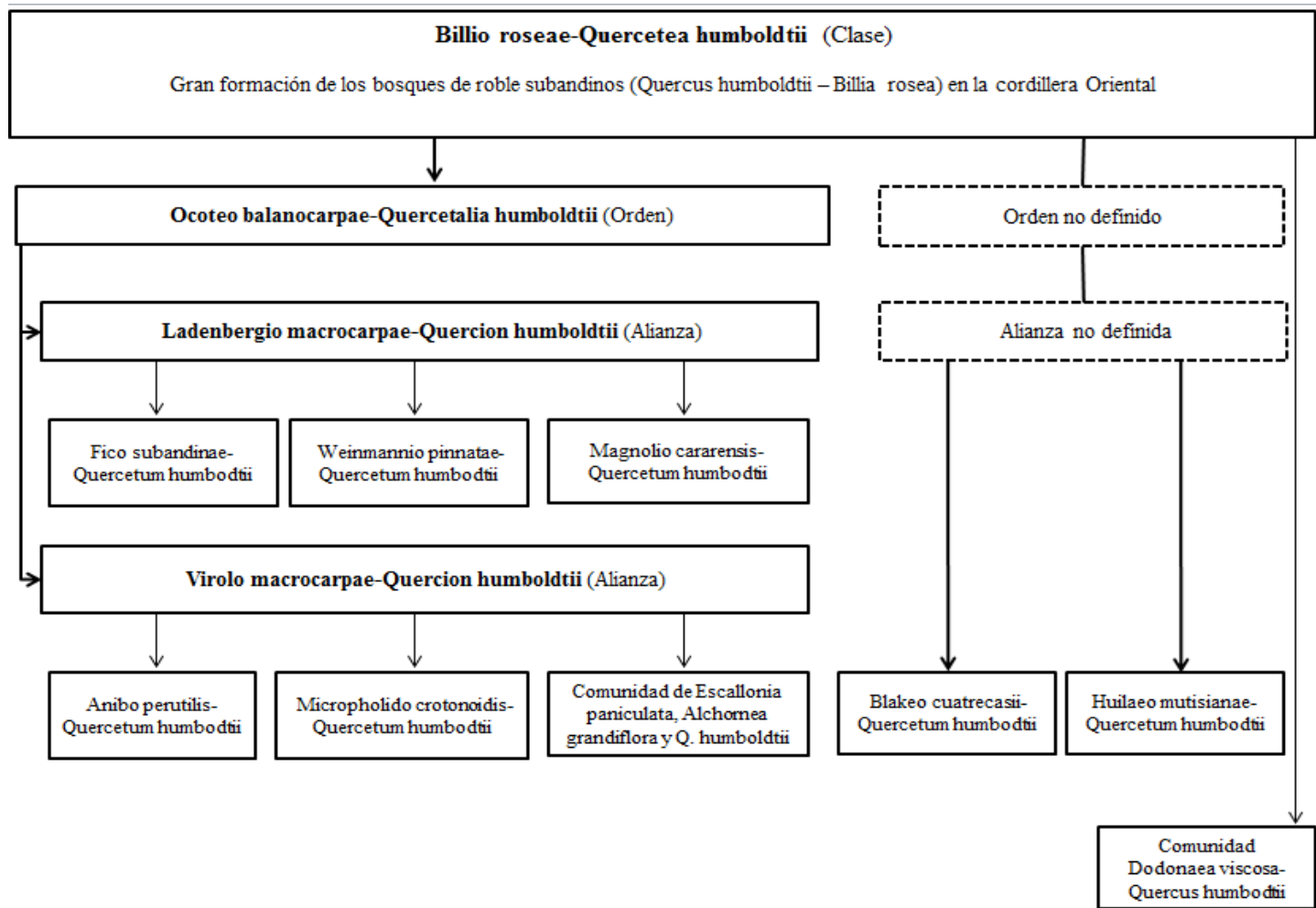


Figura 4. Arreglo sintaxonómico de clase *Billio roseae-Quercetea humboldtii* en el sector norte de la cordillera Oriental

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 20 m. En el estrato arbóreo superior (As) con 5% de cobertura relativa se encuentran *Quercus humboldtii*, *Conceveiba pleiostemona*, *Virolo macrocarpa*, *Hieronyma huilensis* y *Sterigmatopetalum tachirensis*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 42% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* acompañado por *Alfaroa williamsii*, *Billia rosea*, *Virolo macrocarpa*, *Compsoeura rigidifolia* y *Clusia* cf. *bracteosa*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 31% son importantes *Clusia schomburgkiana*, *Quercus humboldtii*, *Palicourea demissa*, *Ladenbergia macrocarpa*, *Clusia* cf. *bracteosa* y *Alfaroa williamsii*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 6.5% de cobertura relativa lo son *Cyathea* sp., *Clusia inesiana*, *Cestrum* sp., *Palicourea demissa*, *Graffenrieda uribei* y *Euterpe precatória*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Cyathea multiflora*, *Turpinia occidentalis*, *Centronia brachycera*, *Schefflera fontiana* y *Palicourea angustifolia*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (25%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Clusia schomburgkiana* (4%), *Compsoeura rigidifolia* (3%), *Hieronyma huilensis* (3%), *Alfaroa williamsii* (2%), *Palicourea demissa* (2%) y *Billia rosea* (2%).

Distribución geográfica: La vegetación de la clase reúne los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 1821 y 2460 m de altitud, localizados en Departamento de Boyacá: Municipios de Chiquinquirá y Pauna. Departamento de Santander: Municipios de Charalá, Encino, Gambita, Oiba y Onzaga.

Orden *Ocotea balanocarpace-Quercetalia humboldtii* ord. nov.

Typus: *Virolo macrocarpace-Quercion humboldtii* (en esta publicación).

Gran formación de los bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Ocotea balanocarpa* en el sector norte la cordillera oriental.

Anéxo 1, Tabla III

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas del orden se encuentran *Aniba cinnamomiflora*, *Cyathea multiflora*, *Compsoeura rigidifolia*, *Faramea flavicans*, *Ocotea balanocarpa*, *Ocotea oblonga* y *Rhodostemonodaphne velutina*.

Este orden agrupa dos alianzas *Ladenbergio macrocarpace-Quercion humboldtii* y *Virolo macrocarpace-Quercion humboldtii*; cinco asociaciones: *Fico subandinae-Quercetum humboldtii*,

Weinmannia pinnatae-Quercetum humboldtii, *Magnolia cararensis-Quercetum humboldtii*, *Aniba perutilis-Quercetum humboldtii* y *Micropholido crotonoidis-Quercetum humboldtii*; y una comunidad de *Clusia schomburgkiana* asociada a la alianza *Virolo-Quercion*. 25 levantamientos de 1000 m² sirvieron para definir al orden, los cuales en promedio cuentan con 24 especies (entre 14 y 45) y 90 individuos (entre 45 y 239) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 22 m. El estrato arbóreo superior (As) con 5% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Conceveiba pleiostemona*, *Virola macrocarpa*, *Hieronyma huilensis* y *Sterigmatopetalum tachirensis*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 44% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* acompañado por *Billia rosea*, *Virola macrocarpa*, *Clusia* cf. *bracteosa*, *Compsoeura rigidifolia*, *Pouteria baehiana* y *Alfaroa williamsii*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 32% son importantes *Clusia schomburgkiana*, *Quercus humboldtii*, *Palicourea demissa*, *Ladenbergia macrocarpa* y *Clusia* cf. *bracteosa*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 2% de cobertura relativa lo son *Palicourea demissa*, *Ladenbergia macrocarpa*, *Schefflera jahnii*, *Cyathea multiflora* y *Alchornea grandiflora*. En el estrato herbáceo (H) es común *Stenospermation ellipticum* y *Geonoma orbignyana*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (21%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Clusia schomburgkiana* (5%), *Compsoeura rigidifolia* (4%), *Hieronyma huilensis* (4%), *Palicourea demissa*, *Billia rosea*, *Clusia* cf. *bracteosa*, *Ladenbergia macrocarpa* y *Virola macrocarpa* con (3%).

Distribución geográfica: La vegetación del orden reúne a los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 1821 y 2460 m de altitud, localizados en Departamento de Santander: Municipios de Charalá, corregimiento de Virolin; Municipio de Encino, veredas las Minas y Patios bajos, Municipios de Gambita, Oiba y Onzaga en el sector de la Costilla del Fara.

Alianza *Virolo macrocarpae-Quercion humboldtii* all. nov.

Typus: *Anibo perutilis-Quercetum humboldtii* (en esta publicación).

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Virola macrocarpa* en el sector norte la cordillera oriental.

Anéxo 1, Tabla III

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la alianza se encuentran *Beilschmiedia towarensis*, *Coussarea macrocalyx*, *Croton mutisianus*, *Dacryodes* sp. (RML 410), *Dendropanax arboreus*, *Elaeagia mariae*, *Eschweilera sessilis*, *Helicostylis towarensis*, *Magnolia virolinensis*, *Sterigmapetalum tachirense*, *Virola macrocarpa* y *Vochysia megalantha*. Esta alianza agrupa dos asociaciones *Anibo perutilis-Quercetum humboldtii* y *Micropholido crotonoidis-Quercetum humboldtii*. y una comunidad de *Clusia schomburgkiana*. Ocho levantamientos de 1000 m² sirvieron para definir la alianza, los cuales en promedio cuentan con 30 especies (entre 21 y 45) y 90 individuos (entre 45 y 239) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo superior (As) con 6% de cobertura relativa está representado *Quercus humboldtii*, *Conceveiba pleiostemona*, *Virola macrocarpa*, *Hieronyma huilensis* y *Sterigmapetalum tachirense*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 43% presenta una dominancia de *Quercus humboldtii*, *Virola macrocarpa*, *Compsoeura rigidifolia*, *Billia rosea* y *Eschweilera sessilis*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 25% dominan *Clusia schomburgkiana*, *Compsoeura rigidifolia*, *Virola macrocarpa*, *Faramea flavicans*, *Billia rosea* y *Sterigmapetalum tachirense*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 2% de cobertura relativa lo son *Cyathea multiflora*, *Paragynoxys uribei*, *Gordonia robusta*, *Croton mutisianus* y *Palicourea demissa*. En el estrato herbáceo (H) es común *Stenospermation ellipticum* y *Geonoma orbignyana*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Virola macrocarpa* (17%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Compsoeura rigidifolia* (8%), *Quercus humboldtii* (7%), *Faramea flavicans* (6%), *Aniba perutilis* (6%), *Inga venusta* (5%) y *Billia rosea* (4%).

Distribución geográfica: La vegetación de la alianza reúne los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 1869 y 2316 m de altitud, localizados

en Departamento de Santander: Municipio de Charalá, corregimiento de Virolin; Municipio de Encino, Reserva Biológica Cachalú; Municipio de Gambita, Sector Costilla del Fara.

Anibo perutilis-Quercetum humboldtii ass. nov.

Typus: Sant_RBCachalú_PPM_Fenologia_A

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Aniba perutilis*

Anéxos 1, Tabla III

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Aniba perutilis*, *Inga venusta*, *Lozania mutisiana* y *Persea rigens*. Dos levantamientos de 1000 m² sirvieron para definir esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 32 especies (entre 29 y 34) y 103 individuos (entre 97 y 110) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo superior (As) con 5% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Conceveiba pleiostemona* y *Virola macrocarpa*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 44% presenta una dominancia principalmente de *Virola macrocarpa* y en menor importancia *Compsoeura rigidifolia*, *Inga venusta* y *Billia rosea*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 19% son dominantes *Faramea flavicans*, *Virola macrocarpa*, *Coussarea macrocalyx* y *Hedyosmum racemosum*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 1% de cobertura relativa domina *Cyathea multiflora*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Virola macrocarpa* (17%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Compsoeura rigidifolia* (8%), *Quercus humboldtii* (7%), *Faramea flavicans* (6%), *Aniba perutilis* (6%), *Inga venusta* (5%) y *Billia rosea* (4%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 1900 y 2000 m de altitud, localizados en Departamento de Santander: Municipio de Encino, Reserva Biológica Cachalú.

***Micropholido crotonoidis-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Typus: Sant_RBCachalú_PPM_Fenologia_A

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Micropholis crotonoides*

Anéxo 1, Tabla III

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Aniba guianensis*, *Aniba panurensis*, *Micropholis crotonoides* y *Viburnum toronis*. Dos levantamientos de 1000 m² sirvieron para definir esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 33 especies (entre 32 y 35) y 86 individuos (entre 85 y 87) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo superior (As) con 7% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Hieronyma huilensis*, *Virola macrocarpa* y *Sterigmapetalum tachirense*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 45% esta domiando por *Virola macrocarpa* y con menor importancia figuran *Compsonera rigidifolia*, *Billia rosea*, *Eschweilera sessilis*, *Ocotea oblonga* y *Magnolia virolinensis*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 18% dominan *Faramea flavicans*, *Virola macrocarpa*, *Compsonera rigidifolia* y *Ocotea balanocarpa*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 1% de cobertura relativa domina *Cyathea multiflora*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Virola macrocarpa* (16%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Compsonera rigidifolia* (9%), *Quercus humboldtii* (9%), *Faramea flavicans* (5%), *Billia rosea* (5%), *Ocotea balanocarpa* (5%), *Ocotea oblonga* (4%) y *Aniba panurensis* (3%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 1900 y 2000 m de altitud, localizados en Departamento de Santander: Municipio de Encino, Reserva Biológica Cachalú.

Comunidad de *Clusia schomburgkiana*

Localidad representativa: Sant_RBCachalú_Colciencias_10

Anéxo 1, Tabla III

Especies características y dominantes: entre las especies características de la comunidad se encuentran *Abarema barbouriana*, *Drimys granadensis*, *Endlicheria bracteolata*, *Eschweilera antioquiensis*, *Gordonia robusta*, *Magnolia arcabucoana*, *Miconia floribunda*, *Panopsis mucronata*,

Persea perseiphylla, *Prunus integrifolia*, *Schefflera elachistocephala* y *Schefflera fontiana*. Cuatro levantamientos de 1000 m² sirvieron para definir esta comunidad, los cuales en promedio cuentan con 28 especies (entre 21 y 45) y 120 individuos (entre 56 y 239) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 42% dominan *Quercus humboldtii* acompañado con menor importancia por *Ternstroemia macrocarpa*, *Clusia schomburgkiana*, *Billia rosea*, *Compsonera rigidifolia* y *Elaeagia mariae*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 32% dominan *Clusia schomburgkiana*, *Sterigmatopetalum tachirense*, *Compsonera rigidifolia*, *Ternstroemia macrocarpa* y *Billia rosea*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 2% de cobertura relativa lo hacen *Paragynoxys uribei*, *Gordonia robusta*, *Croton mutisianus*, *Palicourea demissa* y *Clusia inesiana*. En el estrato herbáceo (H) es común *Stenospermatum ellipticum* y *Geonoma orbignyana*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (23%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Clusia schomburgkiana* (8%), *Ternstroemia macrocarpa* (5%), *Compsonera rigidifolia* (4%), *Elaeagia mariae* (4%), *Billia rosea* (4%), *Endlicheria bracteolata* (3%) y *Sterigmatopetalum tachirense* (2%). Por su afinidad florística y sintaxonómica en las especies características dominantes esta comunidad se puede asociar a la Alianza *Virolo-Quercion*.

Distribución geográfica: La comunidad representa a los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 1869 y 2316 m de altitud, localizados en Departamento de Santander: Municipio de Charalá, corregimiento de Virolin y vereda El Palmar; Municipio de Encino, Reserva Biológica Cachalú; Municipio de Gambita, Sector Costilla del Fara.

Alianza *Ladenbergio macrocarpae-Quercion humboldtii* all. nov.

Typus: *Weinmannia pinnatae-Quercetum humboldtii* (en esta contribución).

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Ladenbergia macrocarpa* en el sector norte la cordillera oriental.

Anéxo 1, Tabla III

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la alianza se encuentran *Alfaroa williamsii*, *Aniba puchury-minor*, *Clusia* cf. *bracteosa*, *Ladenbergia macrocarpa*, *Meliosma glossophylla*, *Miconia smaragdina*, *Myrcia lucida*, *Palicourea demissa*,

Pouteria baehniana y *Schefflera quinduensis*. Esta alianza agrupa tres asociaciones, *Fico subandinae-Quercetum humboldtii*, *Weinmannio pinnatae-Quercetum humboldtii* y *Magnolio cararensis-Quercetum humboldtii*. 17 levantamientos de 1000 m² sirvieron para definir la alianza, los cuales en promedio cuentan con 22 especies (entre 14 y 34) y 82 individuos (entre 45 y 131) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo superior (As) con 4% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 45% presenta una dominancia marcada de *Quercus humboldtii*, seguido de *Clusia* cf. *bracteosa*, *Pouteria baehniana*, *Alfaroa williamsii* y *Billia rosea*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 36% son importantes *Clusia schomburgkiana*, *Palicourea demissa*, *Quercus humboldtii* y *Ladenbergia macrocarpa*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 2% de cobertura relativa lo son *Palicourea demissa*, *Ladenbergia macrocarpa*, *Schefflera jahnii* y *Alchornea grandiflora*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (24%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Palicourea demissa* (5%), *Clusia schomburgkiana* (5%), *Clusia* cf. *bracteosa* (5%), *Hieronyma huilensis* (4%), *Ladenbergia macrocarpa* (4%) y *Pouteria baehniana* (4%).

Distribución geográfica: La vegetación de la alianza representa los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 1821 y 2460 m de altitud, localizados en el Departamento de Santander: Municipio de Charalá, corregimiento de Virolin y vereda El Palmar; Municipio de Encino, Reserva Biológica Cachalú y vereda las Minas; Municipio de Oiba, Sector Costilla del Fara y el Reloj.

***Fico subandinae-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Typus: Sant_Chara_Lev_18

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Ficus subandina*

Anéxo 1, Tabla III

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Andira taurotesticulata*, *Ficus subandina*, *Miconia brachygyna*, *Podocarpus oleifolius*, *Miconia resima* y *Ternstroemia meridionalis*. Ocho levantamientos de 1000 m² sirvieron para

definir la asociación, los cuales en promedio cuentan con 22 especies (entre 16 y 34) y 91 individuos (entre 52 y 131) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) presenta una cobertura relativa de 44% dominado principalmente por *Quercus humboldtii* y en menor importancia por *Alfaroa williamsii*, *Alchornea grandiflora*, *Billia rosea*, *Clusia* cf. *bracteosa*, *Ladenbergia macrocarpa* y *Ficus subandina*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 43% son importantes *Clusia schomburgkiana*, *Ladenbergia macrocarpa*, *Palicourea demissa*, *Quercus humboldtii* y *Alfaroa williamsii*. En el estrato arbustivo (ar) con 2% de cobertura relativa dominan *Palicourea demissa*, *Ladenbergia macrocarpa*, *Alchornea grandiflora* y *Miconia brachygyna* aunque es de resaltar la presencia de regeneración natural de *Hedyosmum racemosum*, *Quercus humboldtii*, *Aniba robusta* y *Podocarpus oleifolius*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (26%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Palicourea demissa* (6%), *Ladenbergia macrocarpa* (5%), *Miconia brachygyna* (5%), *Alchornea grandiflora* (4%), *Alfaroa williamsii* (4%), y *Billia rosea* (4%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 1825 y 2460 m de altitud, localizados en el Departamento de Santander: Municipio de Charalá, corregimiento de Virolin y vereda El Palmar; Municipio de Encino, Reserva Biológica Cachalú y vereda las Minas; Municipio de Oiba, Sector Costilla del Fara y el Reloj.

***Weinmannia pinnatae-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Typus: Sant_Chara_Lev_9

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Weinmannia pinnata*

Anéxo 1, Tabla III

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Alzatea verticillata*, *Critoniopsis glandulata*, *Croton killipianus*, *Ficus andicola*, *Hieronyma moritziana*, *Myrcia popayanensis*, *Schefflera jahnii*, *Viburnum cornifolium* y *Weinmannia pinnata*. Cinco levantamientos de 1000 m² se utilizaron para caracterizar la asociación,

los cuales en promedio cuentan con 23 especies (entre 17 y 29) y 80 individuos (entre 55 y 100) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) presenta una cobertura relativa de 55%, son importantes *Quercus humboldtii*, *Alzatea verticillata*, *Pouteria baehniiana*, *Aniba cinnamomiflora*, *Clusia* cf. *bracteosa*, *Compsonera rigidifolia* y *Ocotea balanocarpa*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 33% sobresalen *Palicourea demissa*, *Miconia smaragdina*, *Clusia* cf. *bracteosa*, *Clusia discolor*, *Hieronyma huilensis* y *Ladenbergia macrocarpa*. En el estrato arbustivo (ar) con 3% de cobertura relativa son importantes *Palicourea demissa*, *Schefflera jahnii*, *Sloanea brevispina*, *Compsonera rigidifolia*, *Hieronyma huilensis* y *Cecropia* sp. Las especies con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fueron *Quercus humboldtii* (8%), *Alzatea verticillata* (7%), *Palicourea demissa* (6%), *Pouteria baehniiana* (6%), *Clusia* cf. *bracteosa* (6%), *Hieronyma huilensis* (6%) y *Miconia smaragdina* (6%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 1825 y 2460 m de altitud, localizados en el Departamento de Santander: Municipio de Charalá, corregimiento de Virolin y vereda El Palmar.

***Magnolio cararensis-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Typus: Sant_Chara_Lev_3

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Magnolia cararensis*

Anéxo 1, Tabla III

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Blakea granatensis*, *Ladenbergia moritziana* y *Magnolia cararensis*. Cuatro levantamientos de 1000 m² sirvieron para definir la asociación, los cuales en promedio cuentan con 18 especies (entre 14 y 22) y 63 individuos (entre 45 y 74) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 16 m. El estrato arbóreo superior (As) con 6% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*; el estrato arbóreo inferior (Ai) presenta una cobertura relativa de 40%, son importantes

Quercus humboldtii, *Clusia* cf. *bracteosa*, *Clusia schomburgkiana*, *Hieronyma huilensis* y *Alfaroa williamsii*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 25% dominan *Alchornea grandiflora*, *Alchornea latifolia*, *Alfaroa williamsii* y *Aniba cinnamomiflora*. En el estrato arbustivo (ar) con 1% de cobertura relativa son importantes *Clusia schomburgkiana*, *Compsonera rigidifolia*, *Ladenbergia macrocarpa*, *Palicourea demissa* y *Roupala montana*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (40%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Clusia schomburgkiana* (14%), *Alfaroa williamsii* (4%), *Clusia* cf. *bracteosa* (4%), *Hieronyma huilensis* (4%), *Rhodostemonodaphne velutina* (4%) y *Compsonera rigidifolia* (4%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 1821 y 1955 m de altitud, localizados en el Departamento de Santander: Municipio de Charalá, corregimiento de Virolin, sector de la Costilla del Fara.

***Blakeo cuatrecasii-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Typus: Sant_RBCachalú_PPM_Pedregal_J

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Blakea cuatrecasii*

Anéxo 1, Tabla III

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Blakea cuatrecasii*, *Blakea quadrangularis*, *Clusia inesiana*, *Clusia alata* y *Myrsine latifolia*. Seis levantamientos de 1000 m² sirvieron para definir la asociación, los cuales en promedio cuentan con 18 especies (entre 8 y 24) y 47 individuos (entre 30 y 60) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) presenta una cobertura relativa de 26%; son importantes *Quercus humboldtii*, *Alfaroa williamsii*, *Billia rosea*, *Myrsine coriacea*, *Clusia schomburgkiana* y *Ficus americana*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 26% domina *Quercus humboldtii* seguido por *Clusia alata*, *Alfaroa williamsii*, *Blakea cuatrecasii* y *Clusia schomburgkiana*. En el estrato arbustivo (ar) con 17% de cobertura relativa figuran *Clusia inesiana*, *Graffenrieda uribei*, *Clusia alata*, *Alfaroa williamsii* e *Ilex danielis*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Miconia dolichopoda*, *Diogenesia floribunda*, *Hieronyma huilensis* y *Thibaudia*

rigidiflora. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (41%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Clusia alata* (6%), *Alfaroa williamsii* (6%), *Clusia schomburgkiana* (5%), *Blakea cuatrecasii* (5%), *Clusia inesiana* (3%) y *Clusia discolor* (3%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 1992 y 2255 m de altitud, localizados en el Departamento de Santander: Municipio de Encino, Reserva Biológica de Cachalú.

Huilaeo mutisiana-*Quercetum humboldtii* ass. nov.

Typus: Boy_Occ_HJM-101

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Huilaea mutisiana*

Anéxo 1, Tabla III

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Aiphanes* cf. *concinna*, *Alsophila erinacea*, *Brunellia comocladifolia*, *Cinchona pubescens*, *Dicksonia sellowiana*, *Hillia macrophylla*, *Huilaea mutisiana*, *Sapium* cf. *laurifolium*, *Psychotria poeppigiana*, *Turpinia occidentalis* y *Viburnum tinoides*. Tres levantamientos de 400 m² sirvieron para definir la asociación, los cuales en promedio cuentan con 33 especies (entre 29 y 38) y 119 individuos (entre 109 y 131) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 25 m. Los estratos arbóreos (As y Ai) con una cobertura relativa total de 50% están dominados por *Quercus humboldtii* y en menor importancia por *Hedyosmum racemosum*, *Schefflera* sp. (Boy-Occ), *Brunellia comocladifolia*, *Myrsine coriacea* y *Hillia macrophylla*. En los estratos de arbolitos y arbustivo (Ar y ar) con cobertura relativa promedio de 23% dominan *Cyathea* sp. (Boy - Occid), *Cestrum* sp., *Euterpe precatória*, *Psychotria poeppigiana*, *Aiphanes* cf. *concinna* y *Dicksonia sellowiana*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (14%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Hedyosmum racemosum* (5%), *Schefflera* sp. (Boy-Occ) (5%), *Cyathea* sp. (Boy - Occid) (4%), *Brunellia comocladifolia* (3%) y *Aiphanes* cf. *concinna* (3%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental entre 2050 y 2450 m de altitud,

localizados en el Departamento de Boyacá: Municipio de Chiquinquirá y Pauna por la carretera que va a Otanche mas allá del Boqueron arriba de San Antonio.

Comunidad de *Dodonaea viscosa* y *Quercus humboldtii*

Typus: San_Onz_HJM-152

Anéxo 1, Tabla III

Especies características y dominantes: entre las especies características-dominantes de la comunidad se encuentran *Axinaea scutigera*, *Dodonaea viscosa*, *Duranta mutisii*, *Ficus tequendamae*, *Gaultheria erecta*, *Lepidaploa karstenii*, *Mauria heterophylla*, *Verbesina* cf. *densifolia*, *Vallea stipularis* y *Viburnum triphyllum*. Un levantamiento de 400 m² sirvió para caracterizar esta comunidad, en donde se encontraron 27 especies y 112 individuos con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 13 m. Los estratos arbóreos (As y Ai) con una cobertura relativa total de 50% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* y en menor importancia *Clusia schomburgkiana*, *Inga* sp., *Ilex obtusata*, *Myrsine coriacea*, *Axinaea scutigera* y *Clusia discolor*. En los estratos de arbolitos y arbustivo (Ar y ar) con cobertura relativa promedio de 15% dominan *Dodonaea viscosa*, *Ficus tequendamae*, *Lepidaploa karstenii*, *Mauria heterophylla* y *Verbesina* cf. *densifolia*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (38%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Clusia schomburgkiana* (7%), *Inga* sp. (4%), *Dodonaea viscosa* (4%), *Ageratina* sp. (Sant-Onz) (3%), *Ficus tequendamae* (3%) e *Ilex obtusata* (2%).

Distribución geográfica: La vegetación de la comunidad representa los robledales subandinos del sector norte en la vertiente occidental de la cordillera Oriental a los 2350 m de altitud, localizados en el Departamento de Santander: Municipio de Onzaga por la carretera que va al Páramo de Guantiva.

CORDILLERA ORIENTAL SECTOR CENTRO

BOSQUES DE ROBLE DE LAS REGIONES DE VIDA SUBANDINA y ANDINA (1350 - 2800)

Clase *Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii* cl. nov.

Gran formación de los bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Myrsine coriacea* en la cordillera Oriental en sectores con influencia de provincias secas o en localidades afectadas por el fenómeno de sombra de lluvias.

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la clase se encuentran *Hedyosmum colombianum*, *Miconia theizans*, *Myrsine coriacea*, *Oreopanax incisus*, *Palicourea angustifolia*, *Quercus humboldtii*, *Toxicodendron striatum* y *Turpinia occidentalis*. Esta clase agrupa dos ordenes *Anibo panurensis-Quercetalia humboldtii* y *Myrsino coriaceae-Quercetalia humboldtii*; tres alianzas *Alfaroo williamsii-Quercion humboldtii*, *Cyatheo mettenii-Quercion humboldtii* y *Monotropo uniflorae-Quercion humboldtii*; seis asociaciones: *Magnolio caricifragrantis-Quercetum humboldtii*, *Nectandro reticulatae-Quercetum humboldtii*, *Geissanthi bogotensis-Quercetum humboldtii*, *Weinmannio tomentosae-Quercetum humboldtii*, *Cyatheo mettenii-Quercetum humboldtii* y *Quercetum humboldtii*; Adicionalmente se definieron dos comunidades, la de *Alchornea triplinervia* y *Quercus humboldtii* y la de *Nectandra* sp. y *Quercus humboldtii* (Figura 5). 24 levantamientos entre 100 y 500 m² sirvieron para definir la clase, los cuales en promedio cuentan con 28 especies (entre 9 y 41) y 98 individuos (entre 46 y 155) con DAP \geq 2.5 cm.

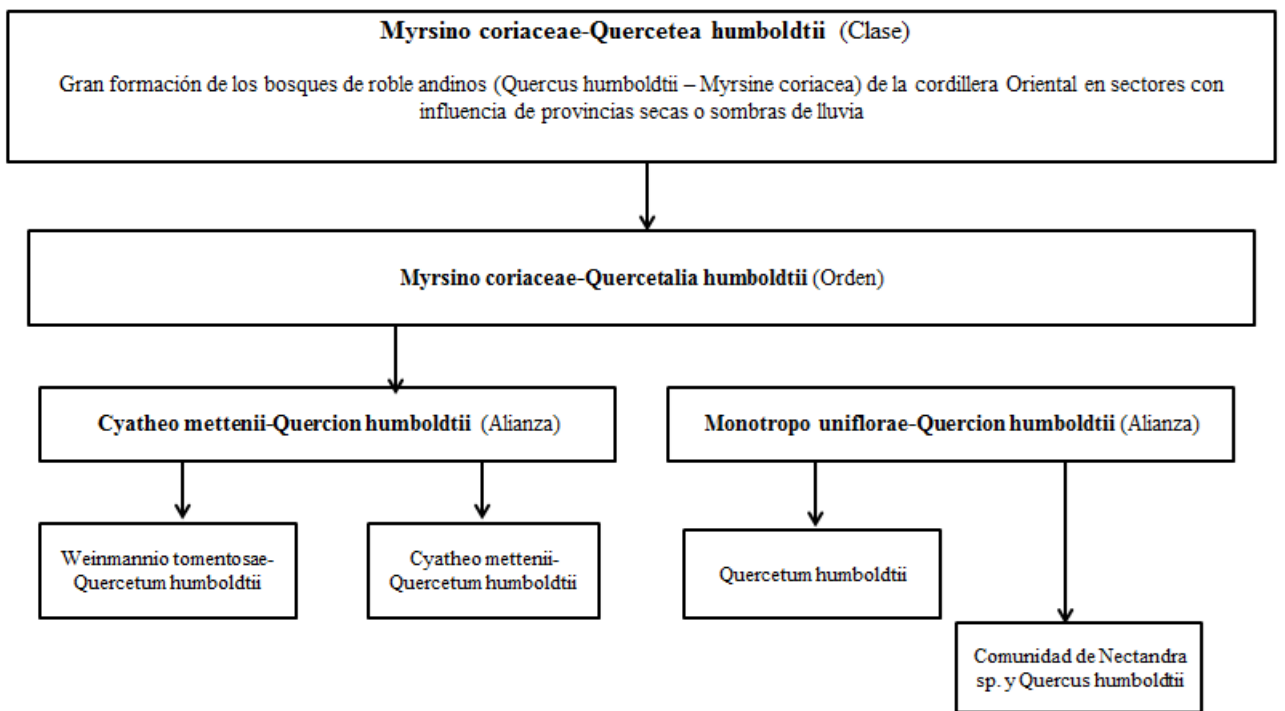
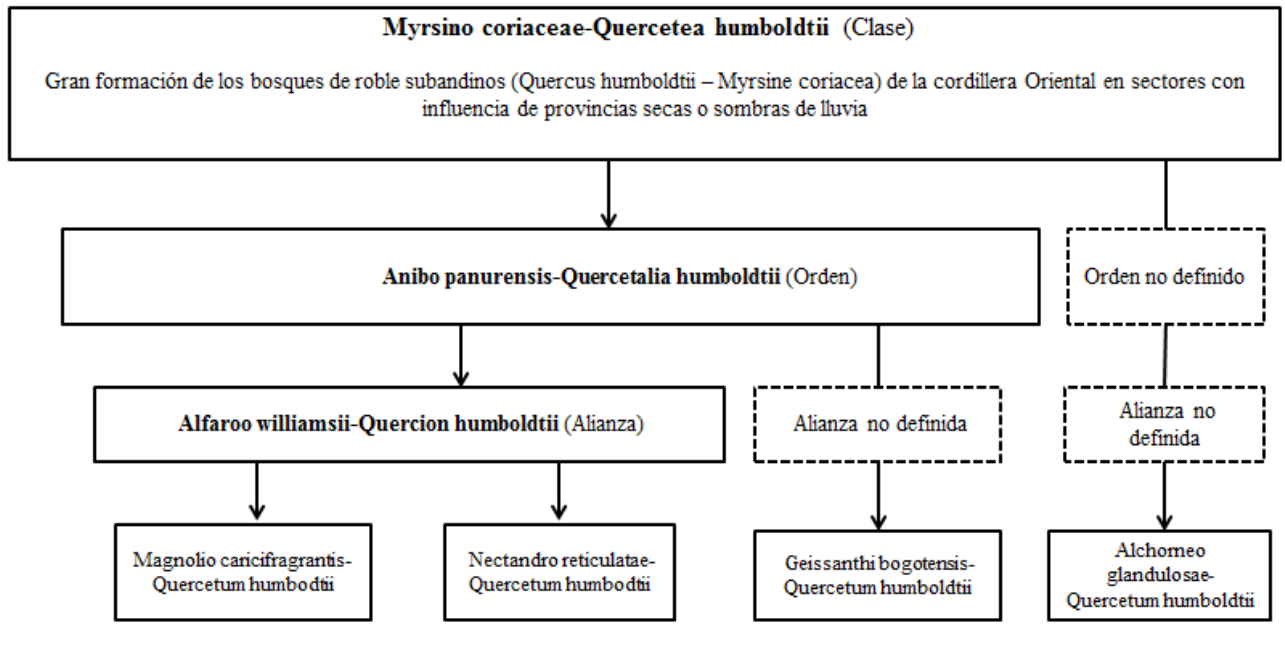


Figura 5. Arreglo sintaxonómico de clase *Myrsine coriaceae-Quercetea humboldtii* en el sector central de la cordillera Oriental

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 22 m. El estrato arbóreo superior (As) con 25% de cobertura relativa dominado por *Quercus humboldtii* y acompañado por *Matudaea colombiana*, *Aniba panurensis* y *Cecropia* sp. (NR 3); el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 93% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* acompañado por *Alfaroa williamsii*, *Aniba* sp. (NR 18), *Mabea montana*, *Myrsine coriacea*, *Inga edulis*, *Vochysia megalantha* y *Alchornea triplinervia*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 66% son importantes *Miconia smaragdina*, *Clusia octopetala*, *Aniba panurensis*, *Alfaroa williamsii* y *Quercus humboldtii*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 20% de cobertura relativa lo hacen *Miconia smaragdina*, *Aniba* sp. (NR 18), *Cyathea caracasana*, *Cyathea mettenii*, *Aniba panurensis*, *Geissanthus bogotensis*, *Clusia octopetala* y *Alfaroa williamsii*. En los estratos herbáceo (H) y rasante (r) son comunes *Myrciaria floribunda*, *Hyospathe elegans*, *Clusia octopetala*, *Geonoma orbignyana*, *Prestoea acuminata*, *Cyathea caracasana*, *Anthurium formosum*, *Pavonia geminiflora*, *Annona rensoniana* y *Dioscorea coriacea*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (24%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Alfaroa williamsii* (6%), *Miconia smaragdina* (4%), *Aniba* sp. (NR 18) (4%), *Aniba panurensis* (4%), *Clusia octopetala* (2%) y *Myrsine coriacea* (2%).

Distribución geográfica: La vegetación de la clase reúne los robledales subandinos de la cordillera Oriental en la vertiente occidental entre 1350 y 2800 m de altitud, localizados en el Departamento de Cundinamarca: Municipios de Guaduas, Tena, Bojacá y Pasca.

Orden *Anibo panurensis-Quercetalia humboldtii* ord. nov.

Typus: *Alfaroo williamsii-Quercion humboldtii* (en esta publicación).

Gran formación de los bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Myrsine coriacea* en la cordillera Oriental en sectores con influencia de provincias secas o en localidades afectadas por el fenómeno de sombra de lluvias.

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas del orden se encuentran *Aniba panurensis*, *Alchornea triplinervia*, *Cyathea caracasana* y *Vochysia megalantha*. Este orden agrupa la alianza *Alfaroo williamsii-Quercion humboldtii* con las asociaciones *Magnolio caricifragrantis-Quercetum humboldtii*, *Nectandro reticulatae-Quercetum humboldtii*,

adicionalmente están la asociación *Geissanthi bogotensis-Quercetum humboldtii* y la comunidad de *Alchornea triplinervia* y *Quercus humboldtii*. Nueve levantamientos de 500 m² sirvieron para definir el orden, los cuales en promedio cuentan con 22 especies (entre 9 y 37) y 83 individuos (entre 46 y 145) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 25% de cobertura relativa, dominan *Quercus humboldtii*, *Matudaea colombiana*, *Aniba panurensis* y *Cecropia* sp. (NR 3); el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 100% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* acompañado por *Alfaroa williamsii*, *Aniba* sp. (NR 18), *Mabea montana*, *Myrsine coriacea*, *Inga edulis*, *Vochysia megalantha* y *Myrsine coriacea*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 66% son importantes *Miconia smaragdina*, *Clusia octopetala*, *Aniba panurensis*, *Alfaroa williamsii* y *Quercus humboldtii*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 19% de cobertura relativa lo son *Miconia smaragdina*, *Aniba* sp. (NR 18), *Cyathea caracasana*, *Aniba panurensis*, *Geissanthus bogotensis*, *Clusia octopetala* y *Alfaroa williamsii*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Myrciaria floribunda*, *Hyospathe elegans*, *Clusia octopetala*, *Geonoma orbignyana* y *Prestoea acuminata*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (24%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Alfaroa williamsii* (6%), *Miconia smaragdina* (4%), *Aniba* sp. (NR 18) (4%), *Aniba panurensis* (4%), *Clusia octopetala* (2%) y *Annona quinduensis* (2%).

Distribución geográfica: La vegetación del orden reúne los robledales subandinos de la cordillera Oriental (vertiente occidental) entre 1958 y 1980 m de altitud, localizados en el Departamento de Cundinamarca: Municipio de Guaduas, vereda Quebrada Negra, en el sector conocido como La Reserva. Municipio de Tena, vereda Quebrada Negra, Reserva de la Laguna de Pedro Palo.

Alianza *Alfaroo williamsii-Quercion humboldtii* all. nov.

Typus: *Magnolio caricifragrantis-Quercetum humboldtii* (en esta publicación).

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Alfaroo williamsii* de la cordillera Oriental en el departamento de Cundinamarca.

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la alianza se encuentran *Aiphanes lindeniana*, *Alfaroo williamsii*, *Annona quinduensis*, *Beilschmiedia sulcata*, *Coussarea paniculata*, *Croton smithianus*, *Faramea occidentalis*, *Garcinia intermedia*, *Licania* sp. (AAM 4970), *Mabea montana*, *Miconia poecilantha*, *Pouteria baehniiana*, *Prunus* cf. *guanaiensis*, *Siparuna* cf. *laurifolia*, *Sloanea brevispina* y *Zygia basijuga*. Esta alianza agrupa dos asociaciones *Magnolio caricifragrantis-Quercetum humboldtii* y *Nectandro reticulatae-Quercetum humboldtii*. Cinco levantamientos de 500 m² sirvieron para definir la alianza, los cuales en promedio cuentan con 30 especies (entre 20 y 38) y 119 individuos (entre 90 y 155) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 15% de cobertura relativa está representado por *Matudaea colombiana* y *Quercus humboldtii*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 100% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* acompañado por *Alfaroo williamsii*, *Mabea montana*, *Vochysia megalantha*, *Magnolia caricifragrans* y *Alchornea triplinervia*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 47% son importantes *Alfaroo williamsii*, *Miconia* sp. (AAM 4982), *Mabea montana*, *Annona quinduensis* y *Alchornea triplinervia*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 11% de cobertura relativa lo hacen *Cyathea caracasana*, *Alfaroo williamsii*, *Annona quinduensis*, *Aniba panurensis* y *Coussarea paniculata*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Myrciaria floribunda*, *Hyospathe elegans*, *Geonoma orbignyana* y *Prestoea acuminata*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (23%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Alfaroo williamsii* (17%), *Annona quinduensis* (6%), *Mabea montana* (5%), *Matudaea colombiana* (4%), *Alchornea triplinervia* (4%) y *Aniba panurensis* (3%).

Distribución geográfica: La vegetación de la alianza reúne los robledales subandinos de la cordillera Oriental en la vertiente occidental entre 1958 y 1980 m de altitud, localizados en Departamento de Cundinamarca: Municipio de Guaduas, vereda Quebrada Negra, en el sector conocido como La Reserva.

***Magnolio caricifragrantis-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Typus: Cundi_Gua_Lev_3

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Magnolia caricifragrans*

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Cinnamomum triplinerve*, *Geonoma orbignyana*, *Myrciaria floribunda*, *Magnolia caricifragrans*, *Ocotea oblonga* y *Ruagea pubescens*. Tres levantamientos de 500 m² sirvieron para definir la asociación, los cuales en promedio cuentan con 28 especies (entre 20 y 38) y 120 individuos (entre 90 y 155) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 15% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 100% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* acompañado por *Alfaroa williamsii*, *Magnolia caricifragrans*, *Mabea montana*, *Alchornea triplinervia*, *Ocotea oblonga*, *Myrcia* sp. y *Croton smithianus*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 44% son importantes *Alfaroa williamsii*, *Annona quinduensis*, *Miconia* sp. (AAM 4982), *Aniba panurensis* y *Licania* sp. (AAM 4970); mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 9% de cobertura relativa lo son *Alfaroa williamsii*, *Annona quinduensis*, *Ocotea oblonga*, *Cyathea caracasana* y *Zygia basijuga*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Myrciaria floribunda*, *Hyospathe elegans* y *Geonoma orbignyana*. Las especies con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fueron *Quercus humboldtii* (23%) y *Alfaroa williamsii* (21%) luego con menores valores de importancia se encuentran *Annona quinduensis* (6%), *Mabea montana* (5%), *Alchornea triplinervia* (4%), *Ocotea oblonga* (3%) y *Magnolia caricifragrans* (3%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos de la cordillera Oriental en la vertiente occidental entre 1964 y 1978 m de altitud, localizados en el Departamento de Cundinamarca: Municipio de Guaduas, vereda Quebrada Negra, en el sector conocido como La Reserva.

Nectandro reticulatae-Quercetum humboldtii ass. nov.

Typus: Cundi_Gua_Lev_3

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Nectandra reticulata*

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Nectandra reticulata*, *Prestoea acuminata* y *Zanthoxylum* sp. (AAM 5009). Dos levantamientos de 500 m² sirvieron para definir la asociación, los cuales en promedio cuentan con 31 especies (entre 30 y 32) y 114 individuos (entre 112 y 115) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo superior (As) con 18% de cobertura relativa está representado por *Matudaea colombiana*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 100% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* y *Alfaroa williamsii* acompañado por *Vochysia megalantha*, *Mabea montana*, *Eschweilera sessilis*, *Myrcia* sp. y *Beilschmiedia sulcata*. El estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 69% es dominado por *Alfaroa williamsii*, *Alfaroa williamsii*, *Mabea montana*, *Miconia* sp. (AAM 4982), *Alchornea triplinervia*, *Annona quinduensis* y *Prunus* cf. *guanaiensis*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 20% de cobertura relativa lo son *Cyathea caracasana*, *Alfaroa williamsii*, *Coussarea paniculata*, *Miconia* sp. (AAM 4982) y *Aniba panurensis*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Prestoea acuminata*, *Cyathea caracasana* y *Aiphanes lindeniana*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (19%) luego con menores valores de importancia se encuentran *Alfaroa williamsii* (11%) *Matudaea colombiana* (9%), *Vochysia megalantha* (6%), *Myrcia* sp. (5%), *Mabea montana* (5%) y *Annona quinduensis* (5%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos de la cordillera Oriental en la vertiente occidental entre 1958 y 1970 m de altitud, localizados en Departamento de Cundinamarca: Municipio de Guaduas, vereda Quebrada Negra, en el sector conocido como La Reserva.

Geissanthi bogotensis-Quercetum humboldtii ass. nov.

Typus: Cundi_Tena_No.4

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Geissanthus bogotensis*

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Clusia octopetala*, *Geissanthus bogotensis*, *Inga edulis*, *Miconia smaragdina*, *Roupala monosperma* y *Oreopanax pallidus*. Cuatro levantamientos de 200 m² sirvieron para definir la asociación, los cuales en promedio cuentan con 13 especies (entre 9 y 17) y 48 individuos (entre 46 y 50) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 20 m. El estrato arbóreo superior (As) con 45% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Cecropia* sp. (NR 3) y *Aniba panurensis*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 90% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* y *Aniba* sp. (NR 18) acompañado por *Inga edulis*, *Myrsine coriacea*, *Clusia octopetala*, *Aniba panurensis* y *Cordia alliodora*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 90% sobresalen *Miconia smaragdina*, *Clusia octopetala*, *Aniba panurensis* y *Quercus humboldtii*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 30% de cobertura relativa lo son *Miconia smaragdina*, *Aniba* sp. (NR 18), *Cyathea caracasana*, *Geissanthus bogotensis* y *Clusia octopetala*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Cyathea caracasana* y *Clusia octopetala*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (29%) luego con menores valores de importancia se encuentran *Miconia smaragdina* (13%), *Aniba* sp. (NR 18) (13%), *Aniba panurensis* (9%), *Clusia octopetala* (7%), *Cecropia* sp. (NR 3) (4%) y *Myrsine coriacea* (4%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos de la cordillera Oriental en la vertiente occidental entre 2030 y 2140 m de altitud, localizados en Departamento de Cundinamarca: Municipio de Tena, vereda Quebrada Negra, Reserva de la Laguna de Pedro Palo.

Alchorneo glandulosae-Quercetum humboldtii (Rangel, Cleef & Arellano 2008)

Typus: Sum_40/ 133

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Alchornea glandulosa*

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Alchornea glandulosa*, *Ficus cuatrecasiana*, *Quercus humboldtii* y *Tillandsia complanata*. Dos levantamientos de 500 m² sirvieron para definir esta comunidad, los cuales en promedio cuentan con 21 especies y 128 individuos con DAP \geq 2.5 cm; aunque si se consideran individuos con DAP \geq 1 cm es posible encontrar un promedio de 36 especies (entre 35 y 38) y 98 individuos (entre 47 y 150).

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 19 m. El estrato arbóreo superior (As) con 5% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 72% esta dominado principalmente por *Quercus humboldtii* acompañado por *Combretaceae* sp. 01. (Cundi_Sum_40/ 133), *Annona rensoniana*, *Nectandra* sp. 02. (Cundi_Sum_40/ 133), *Buddleja americana* y *Alchornea triplinervia*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 62% son importantes *Miconia cundinamarcensis*, *Annona rensoniana*, *Matayba* sp. (Cundi_Sum_40/ 133) y *Pavonia geminiflora*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 15% de cobertura relativa lo hacen *Eugenia* sp.2 (Cundi_Sum_40/ 133), *Miconia cundinamarcensis*, *Miconia theizans* y *Annona rensoniana*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Eugenia* sp.2 (Cundi_Sum_40/ 133), *Nectandra* sp. 04. (Cundi_Sum_40/ 133), *Anthurium formosum*, *Pavonia geminiflora* y *Annona rensoniana*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (34%) luego con menores valores de importancia se encuentran *Combretaceae* sp. 01. (Cundi_Sum_40/ 133) (17%), *Miconia cundinamarcensis* (11%), *Annona rensoniana* (9%), *Endlicheria* sp. (RJM 7103) (8%), *Eugenia* sp.2 (Cundi_Sum_40/ 133) (6%), *Pavonia geminiflora* (4%) y *Matayba* sp. (Cundi_Sum_40/ 133) (4%).

Distribución geográfica: La vegetación de la comunidad representa los robledales subandinos de la cordillera Oriental en la vertiente occidental entre los 1350 y 1900 m de altitud, localizados en el Departamento de Cundinamarca: Municipio de San Juan de Rio Seco, corregimiento de Cambao, Vereda Capira, Finca Bocademonte. Municipio de San Bernardo, vereda Santa Rita, margen izquierdo de la quebrada Uchía.

Orden *Myrsino coriaceae-Quercetalia humboldtii* ord. nov.

Typus: *Cyatheo mettenii-Quercion humboldtii* (en esta publicación).

Gran formación de los bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Myrsine coriacea* en la cordillera Oriental en sectores con influencia de provincias secas o en localidades afectadas con el fenómeno de sombra de lluvias.

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas del orden se encuentran *Aegiphilla bogotensis*, *Berberis glauca*, *Cestrum buxifolium*, *Cyatheo mettenii*, *Frangula goudotiana*, *Lippia hirsuta*, *Quercus humboldtii*, *Saurauia isoxanthotricha*, *Viburnum pichinchense* y *Xylosma spiculifera*. También son especies características del orden *Myrsine coriacea*, *Alchornea coelophylla*, *Cavendishia bracteata* y *Hieronyma macrocarpa* (ver Avella *et al.* en esta publicación). En la cordillera Oriental el orden se caracterizó a partir de 14 levantamientos entre 100 y 400 m² y agrupa dos alianzas, cuatro asociaciones y una comunidad, los cuales en promedio cuentan con 24 especies (entre 15 y 39) y 48 individuos (entre 46 y 49) con DAP \geq 2.5 cm. La alianza *Cyatheo mettenii-Quercion humboldtii* con las asociaciones *Weinmannio tomentosae-Quercetum humboldtii* y *Cyatheo mettenii-Quercetum humboldtii*; la alianza *Monotropo uniflorae-Quercion humboldtii* con las asociaciones *Quercetum humboldtii* y la comunidad de *Nectandra sp.* y *Quercus humboldtii*.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de aproximadamente 25 m. Los estratos arbóreos (As y Ai) con una cobertura relativa total de 64% están dominados principalmente por *Quercus humboldtii* acompañado por *Brunellia comocladifolia*, *Hedyosmum colombianum*, *Myrsine coriacea*, *Frangula goudotiana*, *Miconia theizans* y *Clusia multiflora*. En los estratos de arbolitos y arbustivo (Ar y ar) con cobertura relativa promedio de 24% sobresalen *Aegiphilla bogotensis*, *Lippia hirsuta*, *Palicourea anacardifolia*, *Xylosma spiculifera*, *Chusquea sp.*, *Berberis glauca*, *Maytenus laxiflora*, *Ilex kunthiana* y *Cyatheo mettenii*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (44%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Miconia theizans* (4%), *Cyatheo mettenii* (3%), *Chusquea sp.* (3%), *Maytenus laxiflora* (2%), *Lippia hirsuta* (2%) y *Hedyosmum colombianum* (2%).

Distribución geográfica. La vegetación de la alianza reúne los robledales andinos y subandinos de la cordillera Oriental en la vertiente occidental entre 2340 y 2800 m de altitud, localizados en el Departamento de Cundinamarca: Municipio de Bojacá, vereda la Merced.

Alianza *Cyathea mettenii-Quercion humboldtii* all. nov.

Typus: *Cyathea mettenii-Quercetum humboldtii* (en esta publicación).

Bosques andinos y subandinos de *Quercus humboldtii* y *Cyathea mettenii* de la cordillera Oriental en el departamento de Cundinamarca.

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la alianza se encuentran *Abatia parviflora*, *Bejaria resinosa*, *Brunellia comocladifolia*, *Critoniopsis bogotana*, *Macleania rupestris*, *Panopsis suaveolens*, *Piper bogotense*, *Psammisia falcata* y *Quercus humboldtii*. Esta alianza agrupa dos asociaciones *Weinmannia tomentosae-Quercetum humboldtii* y *Cyathea mettenii-Quercetum humboldtii*. Cuatro levantamientos de 400 m² sirvieron para definir la alianza, los cuales en promedio cuentan con 35 especies (entre 30 y 41) y 122 individuos (entre 113 y 129) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 28 m. Los estratos arbóreos (As y Ai) con una cobertura relativa de 57% están dominados principalmente por *Quercus humboldtii* y en menor importancia *Hedyosmum colombianum*, *Myrsine coriacea*, *Frangula goudotiana*, *Miconia theizans* y *Clusia multiflora*. En los estratos de arbolitos y arbustivo (Ar y ar) con cobertura relativa de 24%, son importantes *Cyathea mettenii*, *Saurauia isoxanthotricha*, *Passiflora* sp., *Prunus* sp. y *Cestrum buxifolium*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (39%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Cyathea mettenii* (6%), *Hedyosmum colombianum* (4%), *Myrsine coriacea* (4%), *Frangula goudotiana* (4%) y *Miconia theizans* (3%).

Distribución geográfica: La vegetación de la alianza reúne los robledales andinos y subandinos de la cordillera Oriental en la vertiente occidental entre 2340 y 2800 m de altitud, localizados en el Departamento de Cundinamarca: Municipio de Bojacá, vereda la Merced, por la carretera de Mosquera a La Mesa, lado Occidental de los últimos cerros y en el sector denominado Las Quebradas.

***Weinmannia tomentosae-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Typus: Cun_Boj_HJM-167

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Weinmannia tomentosa*

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Gaiadendron punctatum*, *Ocotea duquei*, *Quercus humboldtii* y *Weinmannia tomentosa*. Dos levantamientos de 400 m² sirvieron para definir la asociación, los cuales en promedio cuentan con 30 especies (entre 30 y 31) y 123 individuos (entre 122 y 129) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 30 m. Los estratos arbóreos (As y Ai) con una cobertura relativa de 56% están dominados principalmente por *Quercus humboldtii* y en menor importancia *Myrsine coriacea*, *Hedyosmum colombianum*, *Frangula goudotiana*, *Oreopanax incisus* y *Viburnum lasiophyllum*. En los estratos de arbolitos y arbustivo (Ar y ar) con cobertura relativa de 19% son importantes *Cyathea mettenii*, *Saurauia isoxanthotricha*, *Gaiadendron punctatum*, *Cestrum buxifolium*, *Lippia hirsuta* y *Bejaria resinosa*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (31%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Myrsine coriacea* (5%), *Hedyosmum colombianum* (4%), *Frangula goudotiana* (4%), *Oreopanax incisus* (4%) y *Cyathea mettenii* (3%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación reúne los robledales andinos de la cordillera Oriental en la vertiente occidental entre 2700 y 2800 m de altitud, localizados en el Departamento de Cundinamarca: Municipio de Bojacá, vereda la Merced, por la carretera de Mosquera a La Mesa, lado Occidental de los últimos cerros.

***Cyathea mettenii-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Typus: Cun_Boj_HJM-170

Bosques andinos y subandinos de *Quercus humboldtii* y *Cyathea mettenii*

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Ageratina ampla*, *Clusia multiflora*, *Ficus gigantocyce*, *Fuchsia boliviana*,

Pseudolmedia rigida, *Quercus humboldtii* y *Siparuna* cf. *mutisii*. Dos levantamientos de 400 m² sirvieron para definir esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 39 especies (entre 37 y 41) y 119 individuos (entre 113 y 124) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 25 m. Los estratos arbóreos (As y Ai) con una cobertura relativa total de 58% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* y en menor importancia por *Clusia multiflora*, *Brunellia comocladifolia*, *Weinmannia pinnata*, *Miconia theizans* y *Hedyosmum colombianum*. En los estratos de arbolitos y arbustivo (Ar y ar) con cobertura relativa promedio de 29% sobresalen *Cyathea mettenii*, *Passiflora* sp., *Ficus gigantocyce*, *Prunus* sp. (Cund-Boj) y *Toxicodendron striatum*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (11%), seguido por *Cyathea mettenii* (9%), *Clusia multiflora* (5%), *Brunellia comocladifolia* (5%), *Weinmannia pinnata* (5%) y *Miconia theizans* (4%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación reúne los robledales subandinos y andinos de la cordillera Oriental en la vertiente occidental entre 2340 y 2800 m de altitud, localizados en el Departamento de Cundinamarca: Municipio de Bojacá, vereda la Merced, por la carretera de Mosquera a La Mesa, lado Occidental de los últimos cerros.

Alianza *Monotropa uniflorae-Quercion humboldtii* Rangel & Lozano 1989

Typus: *Hedyosmum recemosum-Quercetum humboldtii* Rangel & Lozano 1989

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Monotropa uniflora* en la cordillera Oriental.

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la alianza se encuentran *Axinaea macrophylla*, *Berberis glauca*, *Citharexylum sulcatum*, *Cestrum mutisii*, *Maytenus laxiflora*, *Monotropa uniflora*, *Palicourea anacardifolia* y *Vallea stipulari*. De acuerdo con Rangel y Lozano (1989), también son especies características de la alianza *Cletrha fagifolia*, *Clusia multiflora*, *Cyathea caracasana*, *Cybianthus pastensis*, *Inga codonantha*, *Solanum lepidotum*, *Macleania rupestris*, *Myrsine ferruginea*, *Myrsine guianensis* *Monotropa uniflora*, *Quercus humboldtii*, *Tillandsia tetetrantha* y *Tillandsia ropalacarpa*. En la Cordillera Oriental la alianza agrupan la asociación *Quercetum humboldtii* y la comunidad de *Nectandra* sp. y *Quercus*

humboldtii. 10 levantamientos de 100 m² sirvieron para caracterizar esta alianza, los cuales en promedio cuentan con 4 especies (entre 1 y 9) y 16 individuos (entre 5 y 48) con DAP \geq 5 cm.

Composición florística y estructura: En la cordillera Oriental la vegetación de la alianza corresponde a bosques con una altura promedio del dosel de 25 m. La Alianza reúne vegetación de tipo selvático y boscoso con uno o dos estratos arbóreos con valores de cobertura superior al 70%. El dosel es homogéneo y se caracteriza por la dominancia de *Quercus humboldtii*. El sotobosque en los lugares conservados es exuberante mientras que en los sitios intervenidos es muy ralo. Además de *Quercus humboldtii* que presenta los mayores valores de cobertura otras especies comunes son *Aegiphilla bogotensis*, *Lippia hirsuta*, *Palicourea anacardifolia*, *Xylosma spiculifera*, *Chusquea* sp., *Brunellia comocladifolia*, *Berberis glauca*, *Maytenus laxiflora*, *Ilex kunthiana* y *Cyathea mettenii*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (67%), seguido por *Chusquea* sp. (6%), *Maytenus laxiflora* (4.5%), *Miconia theizans* (4%), *Lippia hirsuta* (3%) y *Aegiphilla bogotensis* (3%).

Distribución geográfica. En la cordillera Oriental, vertiente occidental, la vegetación de la alianza reúne robledales andinos entre 2500 y 2700 m de altitud, en vertientes atmosféricamente secas, en sitios planos y en laderas bien drenadas, localizados en el Departamento de Cundinamarca: Municipio de Bojacá, vereda la Merced.

***Quercetum humboldtii* Rangel & Lozano 1989**

Typus: G. Lozano y J. H. Torres 10 1966

Bosques andinos de *Quercus humboldtii*

Anéxo 1, Tabla IV

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Frangula sphaerosperma*, *Gaiadendron punctatum*, *Ilex kunthiana* y *Vallea stipularis*. De acuerdo con Rangel y Lozano (1989), también son especies características de la asociación *Palicourea anacardifolia*, *Viburnum pichinchensis*, *Oreopanax incisus*, *Maytenus laxiflorus*, *Miconia theizans*, *Palicourea crocea*, *Saurauia anolaimensis*, *Citharexylum sulcatum*, *Cestrum mutisii*, *Berberis glauca*, *Axinaea macrophylla*, *Smilax floribunda*, *Mikania lehmannii*, *Tillandsia tetrantha* y *Tillandsia suescana*. Seis levantamientos de 100 m² sirvieron para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con cuatro especies (entre 1 y 9) y 18 individuos (entre 5 y 48) con DAP \geq 5 cm.

Composición florística y estructura: Vegetación usualmente con dos estratos arbóreos con una altura promedio del dosel de 25 m, dominados por *Quercus humboldtii* aunque es posible encontrar en los estratos arbustivo y de arbolitos a *Palicourea anacardifolia*, *Brunellia comocladifolia*, *Maytenus laxiflora*, *Ilex kunthiana*, *Cyathea mettenii*, *Saurauia isoxanthotricha*, *Miconia theizans*, *Oreopanax incisus* y *Lippia hirsuta*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (70%), seguido por *Maytenus laxiflora* (8%), *Miconia theizans* (6%), *Lippia hirsuta* (5%), *Oreopanax incisus* (3%), *Palicourea anacardifolia* (2%) y *Berberis glauca* (2%).

Distribución geográfica. En la cordillera oriental, vertiente occidental, la vegetación de la asociación representa los robledales andinos entre 2500 y 2700 m de altitud, en vertientes atmosféricamente secas, localizados en Departamento de Cundinamarca: Municipio de Bojacá, vereda la Merced.

Comunidad de *Nectandra* sp. y *Quercus humboldtii*

Levantamiento representativa: G. Lozano y J. H. Torres 04 1965

Anéxo 1, Tabla IV

Especies dominantes: entre las especies dominantes de la asociación se encuentran *Quercus humboldtii* y *Nectandra* sp. Cuatro levantamientos de 100 m² sirvieron para definir la comunidad, los cuales en promedio cuentan con cuatro especies (entre 3 y 5) y 15 (entre 9 y 22) individuos con DAP \geq 5 cm.

Composición florística y estructura: Vegetación usualmente con dos estratos arbóreos con una altura promedio del dosel de 25 m, dominados por *Quercus humboldtii* acompañada por *Aegiphilla bogotensis*, *Chusquea* sp., *Xylosma spiculifera*, *Berberis glauca*, *Saurauia isoxanthotricha*, *Lippia hirsute*, *Sapium stylare* y *Viburnum pichinchense*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (64%), seguido por *Chusquea* sp. (15%), *Aegiphilla bogotensis* (7%), *Piptocoma discolor* (5%), *Saurauia isoxanthotricha* (3%), *Prunus* sp. (2%) y *Viburnum pichinchense* (1%).

Distribución geográfica. La vegetación de la comunidad representa los robledales andinos entre 2500 y 2700 m de altitud en la vertiente occidental de la cordillera Oriental, en vertientes atmosféricamente secas, localizados en el Departamento de Cundinamarca: Municipio de Bojacá, vereda la Merced.

CORDILLERAS CENTRAL Y OCCIDENTAL - Sectores Norte y Centro - BOSQUES DE ROBLE DE LA REGIÓN DE VIDA ANDINA (2450 - 3150)

Clase no definida

Orden *Myrsino coriaceae-Quercetalia humboldtii* (en esta contribución)

Typus: *Cyatheo mettenii-Quercion humboldtii* (en esta contribución)

Otra alianza en esta región: *Pruno integrifoliae-Quercion humboldtii* (en esta contribución)

Gran formación de los bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Myrsine coriacea* en la cordillera central

Anéxo 1, Tabla V

Especies características y sintaxonomía: Las especies diagnósticas del orden en esta región son *Bejaria aestuans*, *Clethra fagifolia*, *Quercus humboldtii* y *Myrsine coriacea*. Agrupa la vegetación de la alianza *Pruno integrifoliae-Quercion humboldtii* con las asociaciones *Weinmannio magnifoliae-Quercetum humboldtii* y *Clusio minoris-Quercetum humboldtii*. Adicionalmente pertenecen al orden seis asociaciones sin definición sintaxonómica a nivel de alianza *Clusio multiflorae-Quercetum humboldtii*, *Ladenbergio macrocarpae-Quercetum humboldtii*, *Tibouchino lepidotae-Quercetum humboldtii*, *Weinmannio pubescentis-Quercetum humboldtii*, *Clethro revolutae-Quercetum humboldtii* y *Weinmannio balbisiana-Quercetum humboldtii*. Así mismo se definieron tres comunidades: comunidad de *Schefflera sp.* y *Quercus humboldtii*, bosques de *Clusia sp.*, *Symplocos serrulata* y *Quercus humboldtii*, bosques de *Persea chrysophylla* y *Quercus humboldtii* (Figuras 6 y 7). Es importante mencionar que al igual que en la cordillera oriental se definió a la comunidad de robledales (*Quercetum humboldtii*) de alta montaña muy intervenidos, los cuales posiblemente deben estar asociados a el orden *Myrsino-Quercetalia* pero que debido a la ausencia de especies acompañantes y diagnosticas no fue posible clasificarlo. 44 levantamientos de 250 m² y cuatro levantamientos de 500 m² sirvieron para caracterizar el orden. En levantamientos de 250 m² se encontró un promedio de cinco (5) especies (entre 2 y 11) y 19 individuos (entre 5 y 34) con DAP \geq 10 cm. En levantamientos de 500 m² se encontró un promedio de 24 especies (entre 17 y 34) y 61 individuos (entre 23 y 112) con DAP \geq 2.5 cm.

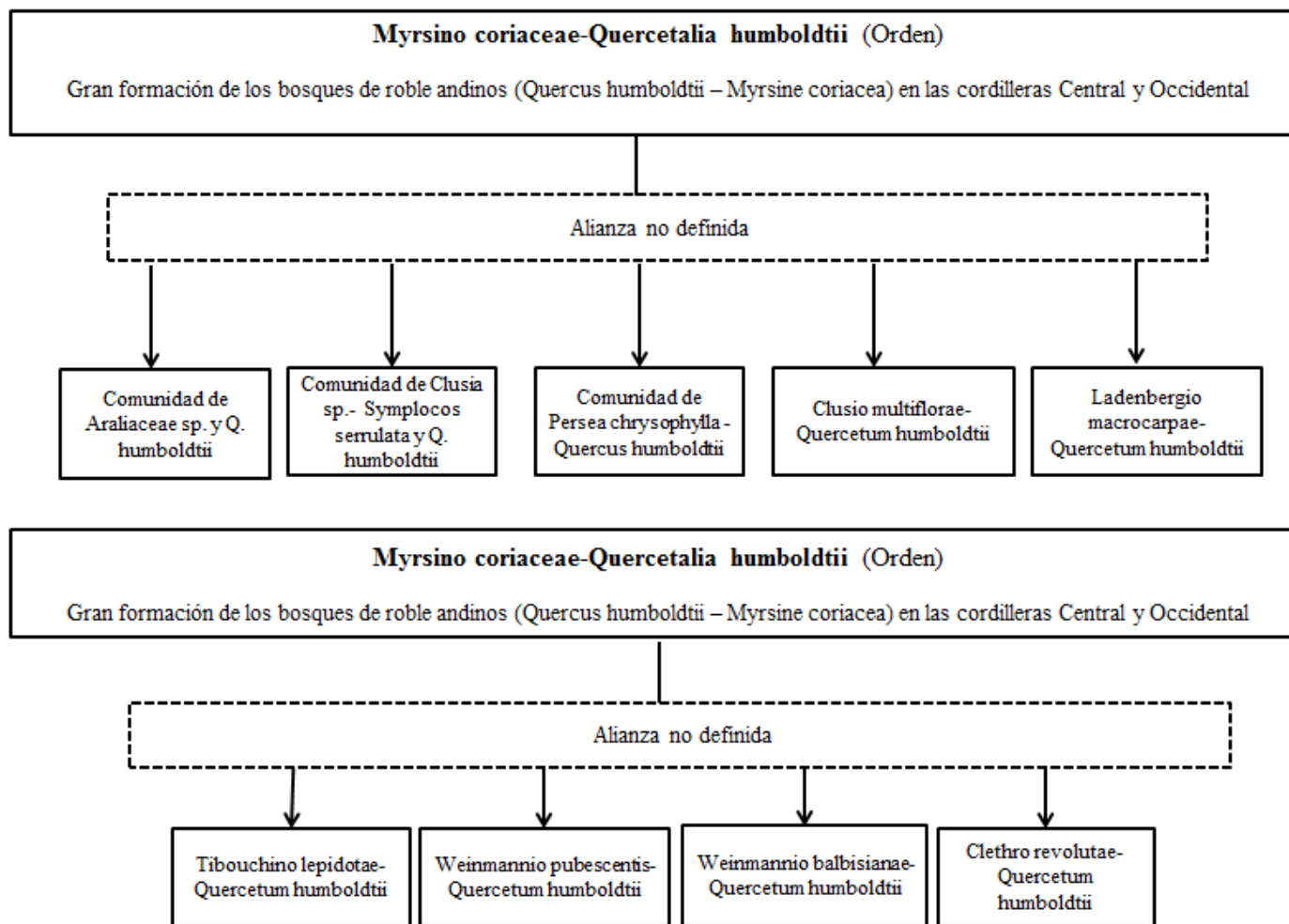


Figura 6. Arreglo sintaxonómico de clase *Myrsine coriaceae-Quercetalia humboldtii* en las cordilleras Central y Occidental

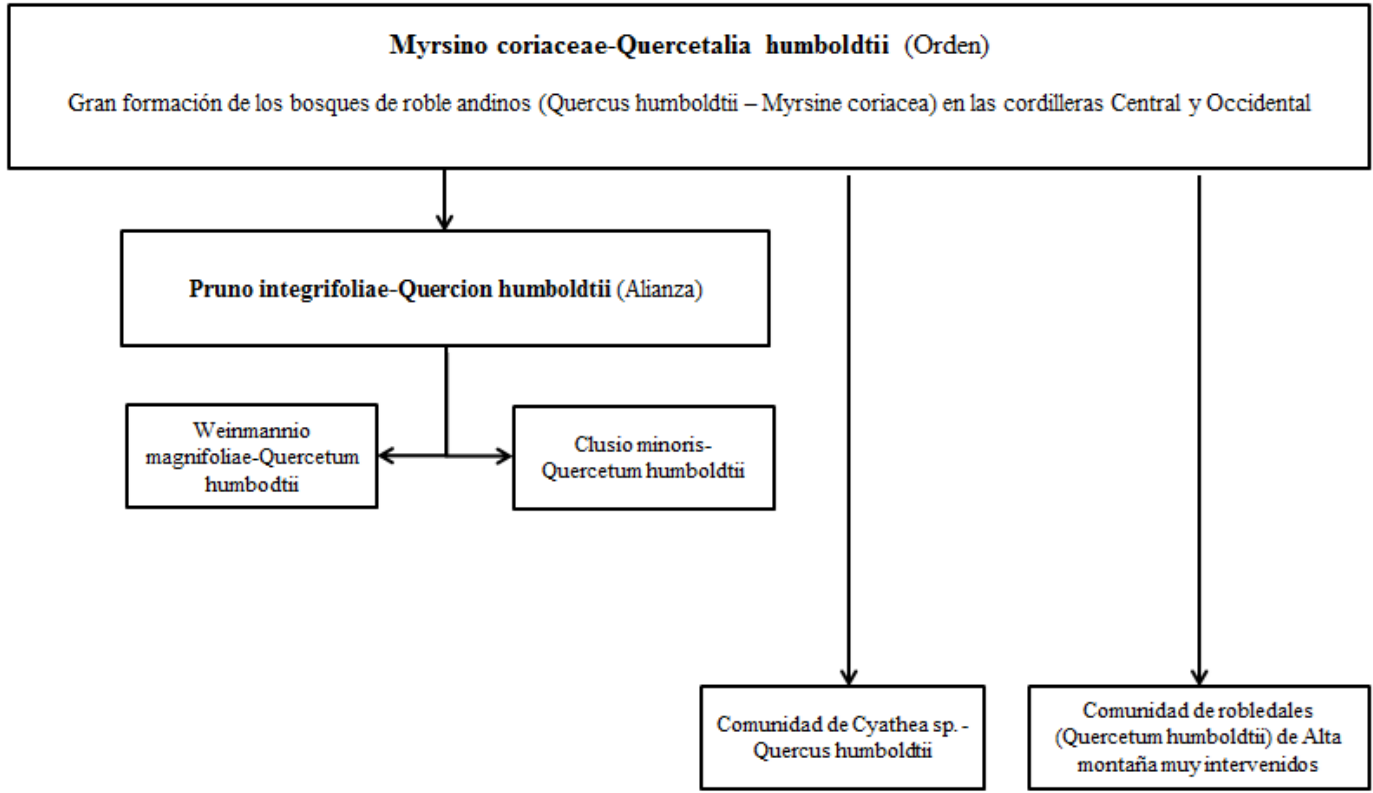


Figura 7. Arreglo sintaxonómico de clase *Myrsine coriaceae-Quercetalia humboldtii* en las cordilleras Central y Occidental

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 23 m. El estrato arbóreo superior (As) con 15% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii* y *Tibouchina lepidota*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 72% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii* acompañado por *Tibouchina lepidota*, *Weinmannia balbisiiana*, *Weinmannia pubescens*, *Clethra fagifolia* y especies de *Miconia*, *Clusia* y *Schefflera*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 29% son importantes *Quercus humboldtii*, *Tibouchina lepidota*, *Drimys granadensis*, *Bejaria aestuans*, *Miconia theizans*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 3% de cobertura relativa lo son *Quercus humboldtii* y especies de *Cyathea* y *Blakea*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (61%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Tibouchina lepidota* (3%), *Clusia* sp.3 (2%), *Weinmannia pubescens* (2%), *Clethra fagifolia* (1%) y *Drimys granadensis* (1%).

Distribución geográfica: La vegetación del orden reúne los robledales andinos de la cordillera Central en el sector norte y centro entre 2443 y 3110 m de altitud, localizados en Departamento de Antioquia: Municipio de Belmira en los sectores el Indio y Montañita; Municipio de Donmatías sector Los Tigres; Municipio de Entrerrios sectores Bocatoma, El Roblan y El Cañon del Gallo; Municipio de Santa Rosa sectores El Boton, El Topacio y Vergel-Cerro San Jorge; Municipio de Yarumal sector Llanos de Cuiva- La Argentina. Departamento del Tolima: Municipio de Santa Isabel, Parque Nacional Natural Los Nevados sectores El Ochoral, quebrada Las Damas, Alto de la Esperanza, cerro Purima y la zona limitrofe entre las veredas Las Crusas y La Yuca.

Alianza *Pruno integrifoliae-Quercion humboldtii* all. nov. ex. Cleef, Rangel & Salamanca 2003

Typus: *Weinmannio magnifoliae-Quercetum humboldtii* Cleef, Rangel & Salamanca 2003.

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Prunus integrifolia* en la cordillera Central

Anéxo 1, Tabla V

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la alianza se encuentran *Hebeclinium phoeniticum*, *Mauria heterophylla*, *Myrcianthes orthostemon*, *Prunus integrifolia*, *Quercus humboldtii* y *Viburnum jamesonii*. Esta alianza agrupa dos asociaciones *Weinmannio magnifoliae-Quercetum humboldtii* y *Clusio minoris-Quercetum humboldtii*. Cuatro levantamientos de 500 m² sirvieron para definir esta alianza, los cuales en promedio cuentan con 24

especies (entre 17 y 34) y 61 individuos (entre 23 y 112) con $DAP \geq 2.5$ cm. Aunque si se consideran individuos con $DAP \geq 1$ cm es posible encontrar un promedio de 66 especies (entre 60 y 74) y 123 individuos (entre 92 y 171).

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 19 m. El estrato arbóreo superior (As) con 25% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 51% esta dominado principalmente por *Quercus humboldtii* y en menor importancia por *Weinmannia pinnata*, *Schefflera sararensis*, *Cinchona pubescens* y *Clusia multiflora*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 70% son importantes *Quercus humboldtii*, *Viburnum jamesonii*, *Schefflera vasqueziana*, *Mauria heterophylla*, *Cavendishia bracteata* y *Myrsine guianensis*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 7% de cobertura relativa lo son *Quercus humboldtii*, *Viburnum jamesonii* y *Chusquea scandens*. Los estratos herbáceo (H) y rasante (r) son comunes *Chusquea fendleri*, *Elaphoglossum cuspidatum*, *Hebeclinium phoenicticum*, *Anthurium caucanum*, *Anthurium longigeniculatum* y *Miconia brachygyna*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (29%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Cinchona pubescens* (17%), *Prunus integrifolia* (4%), *Ardisia sapida* (3%), *Palicourea angustifolia* (2%) y *Viburnum jamesonii* (2%).

Distribución geográfica: La vegetación de la alianza reúne los robledales andinos de la cordillera Central entre 2540 y 3110 m de altitud, localizados en el Departamento del Tolima: Municipio de Santa Isabel, Parque Nacional Natural Los Nevados sectores El Ochoral, quebrada Las Damas, Alto de la Esperanza, cerro Purima y la zona limitrofe entre las veredas Las Crusas y La Yuca.

***Weinmannia magnifoliae-Quercetum humboldtii* Cleef, Rangel & Salamanca 2003**

Typus: Tol_PNN_Nevados_39

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Weinmannia magnifolia*

Anéxo 1, Tabla V

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Ocotea duquei*, *Miconia prasina*, *Myrsine guianensis*, *Quercus humboldtii* y *Weinmannia magnifolia*; también son especies características *Anthurium hygrophilum*, *Elaphoglossum cuspidatum*, *Stenogrammitis jamesonii* y *Syrhodon gaudichaudii* (Cleef et al.,

2003). Dos levantamientos de 500 m² sirvieron para definir esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 18 especies (entre 17 y 19) y 36 individuos (entre 23 y 49) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 19 m. El estrato arbóreo superior (As) con 25% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 33% esta dominado principalmente por *Quercus humboldtii* acompañado por *Weinmannia pinnata*, *Clusia multiflora* y *Persea declinata*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 64% son importantes *Quercus humboldtii*, *Viburnum jamesonii*, *Mauria heterophylla*, *Cavendishia bracteata* y *Myrsine guianensis*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 30% de cobertura relativa lo son *Quercus humboldtii*, *Chusquea scandens*, *Miconia prasima*, *Weinmannia magnifolia*, *Alsophila* sp. y *Drimys granadensis*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Anthurium hygrophilum*, *Viburnum jamesonii*, *Elaphoglossum cuspidatum*, *Rubus bogotensis* y *Pleurothallis* sp. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (36%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Myrsine guianensis* (3%), *Drimys granadensis* (2%), *Viburnum jamesonii* (2%), *Weinmannia pinnata* (2%) y *Miconia prasina* (2%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales andinos de la cordillera Central entre 2950 y 3110 m de altitud, localizados en el Departamento del Tolima: Municipio de Santa Isabel, Parque Nacional Natural Los Nevados sectores El Ochoral alrededor de la quebrada Las Damas.

Clusia minoris-Quercetum humboldtii Cleef, Rangel & Salamanca 2003

Typus: Tol_PNN_Nevados_50

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Clusia minoris*

Anéxo 1, Tabla V

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Ardisia sapida*, *Clusia minor*, *Palicourea angustifolia*, *Persea caerulea*, *Quercus humboldtii* y *Solanum deflexiflorum*. También son especies características *Anthurium longigeniculatum*, *Atrichum polycarpum*, *Centropogon* aff. *cornutus*, *Miconia cordifolia*, *Serpocaulon fraxinifolium*, *Rhynchospora* aff. *poliphylla*, *Schefflera sararensis* y *Solanum deflexiflorum* (Cleef et al., 2003). Dos levantamientos de 500 m² sirvieron para definir esta

asociación, los cuales en promedio cuentan con 30 especies (entre 25 y 34) y 86 individuos (entre 59 y 112) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 20 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 68% esta dominado principalmente por *Quercus humboldtii* acompañado por *Schefflera sararensis*, *Cinchona pubescens*, *Nectandra sp.* (Tol_PNN_Nevados_51) y *Billia rosea*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 64% son importantes *Quercus humboldtii*, *Schefflera vasqueziana*, *Ardisia sapida* y *Miconia brachygyna*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 12% de cobertura relativa lo son *Ardisia sapida*, *Viburnum jamesonii*, *Berberis glauca*, *Licaria armeniaca* y *Miconia brachygyna*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Anthurium caucanum*, *Anthurium longigeniculatum*, *Ardisia sapida* y *Asplenium castaneum*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (23%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Cinchona pubescens* (9%), *Ardisia sapida* (4%), *Prunus integrifolia* (4%) y *Styrax sp.* (4%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales andinos de la cordillera Central entre 2500 y 2800 m de altitud, localizados en el Departamento del Tolima: Municipio de Santa Isabel, Parque Nacional Natural Los Nevados; vereda la Yuca, Finca la Buenavista, Alto de la Esperanza; y Vereda Purima en el cerro Purima.

Clusia multiflorae-Quercetum humboldtii ass. nov.

Typus: Ant_Belmi_CorA_Lev_41

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Clusia multiflora*

Anéxo 1, Tabla V

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Clusia multiflora*, *Panopsis metcalfei* y *Quercus humboldtii*. Cuatro levantamientos de 250 m² sirvieron para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con cinco (5) especies (entre 7 y 3) y 19 individuos (entre 7 y 29) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 82% esta dominado principalmente por *Quercus humboldtii* acompañado por *Clusia multiflora*, *Alchornea sp.* y una especie de la

familia Anacardiaceae (posiblemente perteneciente al género *Mauria*). En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 24% son importantes *Quercus humboldtii*, *Clusia multiflora*, una especie de *Brunellia* y una especie de *Melastomatacea*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (82%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Clusia multiflora* (4%), *Palicourea* sp. (3%), *Alchornea* sp. (2%) y *Brunellia* sp. (1%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales andinos de la cordillera Central entre 2685 y 2844 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Belmira en los sectores el Indio, La Montañita y Topacio.

Ladenbergia macrocarpae-Quercetum humboldtii ass. nov.

Typus: Ant_Belmi_CorA_Lev_24

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Ladenbergia macrocarpa*

Anéxo 1, Tabla V

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Ladenbergia macrocarpa*, *Quercus humboldtii* y *Styrax* cf. *pavonii*. Tres levantamientos de 250 m² sirvieron para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con siete (7) especies (entre 4 y 11) y 23 individuos (entre 18 y 29) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 16 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 83% presenta una dominancia de *Quercus humboldtii* acompañado por *Ladenbergia macrocarpa*, *Styrax* cf. *pavonii*, *Clusia* sp. y una especie de la familia Melastomatacea. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 17% son importantes *Quercus humboldtii*, *Ladenbergia macrocarpa*, *Lauraceae* sp.3 y *Styrax* cf. *pavonii*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (60%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Styrax pavonii* (7%), *Clusia multiflora* (2%), Melastomatacea sp. (2%) y *Clusia* sp. (1%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales andinos de la cordillera Central entre 2864 y 2958 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Belmira en el sector El Indio; Municipio de Yarumal, sector Llanos de Cuiva- La Argentina.

***Tibouchino lepidotae-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Typus: Ant_Belmi_CorA_Lev_32

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Tibouchina lepidota*

Anéxo 1, Tabla V

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Drimys granadensis*, *Quercus humboldtii* y *Tibouchina lepidota*. Ocho levantamientos de 250 m² sirvieron para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con cinco (5) especies (entre 3 y 9) y 20 individuos (entre 12 y 34) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo superior (As) con 13% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii* y *Tibouchina lepidota*. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 75% esta dominado por *Quercus humboldtii* y *Tibouchina lepidota* acompañado por *Weinmannia pubescens*, *Clusia* sp.1, *Weinmannia balbisiiana*, *Brunellia* sp. y *Ocotea* sp. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 21% son importantes *Quercus humboldtii*, *Tibouchina lepidota*, *Drimys granadensis* y *Weinmannia pubescens*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 3% de cobertura relativa lo son *Quercus humboldtii* y *Blakea* sp. Las especies con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fueron *Quercus humboldtii* (58%) y *Tibouchina lepidota* (18%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Weinmannia pubescens* (3%), *Drimys granadensis* (2%), *Clethra fagifolia* (2%) y *Weinmannia balbisiiana* (2%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales andinos de la cordillera Central entre 2700 y 2968 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Belmira en los sectores de la Montañita y El Indio.

***Weinmannio pubescentis-Quercetum humboldtii* ass. nov**

Typus: Ant_Belmi_CorA_Lev_38

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Weinmannia pubescens*

Anéxo 1, Tabla V

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Quercus humboldtii* y *Weinmannia pubescens*. Tres levantamientos de 250 m² sirvieron

para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con cuatro (4) especies (entre 2 y 5) y 23 individuos (entre 16 y 27) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 9% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 58% presenta una dominancia principalmente de *Quercus humboldtii*, *Weinmannia pubescens*, *Clethra fagifolia* y *Schefflera trianae*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 36% son importantes *Quercus humboldtii*, *Weinmannia pubescens*, *Miconia* sp.2 y *Weinmannia balbisiana*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 1% de cobertura relativa lo son *Quercus humboldtii*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (86%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Weinmannia pubescens* (8%), *Clethra fagifolia* (1%), *Schefflera trianae* (1%) y *Weinmannia balbisiana* (1%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales andinos de la cordillera Central entre 2707 y 2848 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Belmira en los sectores El Indio y La Montañita.

Weinmannia balbisiana-Quercetum humboldtii ass. nov.

Typus: Ant_Santa_CorA_Lev_91

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Weinmannia balbisiana*

Anéxo 1, Tabla V

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Quercus humboldtii* y *Weinmannia balbisiana*. Seis levantamientos de 250 m² sirvieron para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con seis (6) especies (entre 3 y 10) y 21 individuos (entre 9 y 33) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 8% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 87% esta dominado principalmente por *Quercus humboldtii* luego con menor importancia estan *Weinmannia balbisiana*, *Myrsine coriacea* y *Drimys granadensis*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa

promedio de 11% son importantes *Quercus humboldtii*, *Myrsine coriacea* y *Clethra fagifolia*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (70%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Myrsine coriacea* (9%), *Weinmannia balbisiana* (5%), *Drimys granadensis* (5%) y *Vismia* sp. (1%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales andinos de la cordillera Central entre 2625 y 2958 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Belmira en el sector El Indio; Municipio de Yarumal, sector Llanos de Cuiva- La Argentina; Municipio de Santa Rosa en el sector El Botón.

Clethro revolutae-Quercetum humboldtii ass. nov.

Typus: Ant_Belmi_CorA_Lev_52

Bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Clethra revoluta*

Anéxo 1, Tabla V

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la asociación se encuentran *Quercus humboldtii*, *Clethra revoluta* y *Clusia discolor*. Dos levantamientos de 250 m² sirvieron para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con cuatro (4) especies (entre 4 y 5) y 11 individuos (entre 8 y 13) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 91% domina principalmente *Quercus humboldtii* aunque también se encuentran *Clusia discolor*, *Clethra revoluta* y *Miconia* sp.1. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 9% son importantes *Myrsine coriacea*, *Miconia* sp.1 y *Clusia* sp. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (48%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Miconia* sp.1 (20%), *Clethra revoluta* (10%), *Clusia discolor* (8%) y *Clethra fagifolia* (8%).

Distribución geográfica: La vegetación de la asociación representa los robledales andinos de la cordillera Central entre 2642 y 2809 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Belmira en el sector La Montañita; Municipio de Vergel, sector Vergel-Cerro San Jorge.

Comunidad de *Schefflera* sp. y *Quercus humboldtii*

Levantamiento representativo: Ant_Entre_CorA_Lev_72

Anéxos 1, Tabla V

Especies dominantes: entre las especies dominantes de la comunidad se encuentran *Quercus humboldtii*, *Schefflera trianae* y *Clusia cuneifolia*. Seis levantamientos de 250 m² sirvieron para caracterizar esta comunidad, los cuales en promedio cuentan con siete (7) especies (entre 3 y 11) y 20 individuos (entre 16 y 24) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 67% domina *Quercus humboldtii*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 33% son importantes *Quercus humboldtii*, *Clusia cuneifolia*, *Meriania nobilis* y *Melastomatacea* sp.; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 3% de cobertura relativa sobresale *Cyathea* sp. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (56%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Miconia* sp. (10%), *Schefflera* sp. (8%), *Meriania nobilis* (1%) y *Clusia veneralensis* (1%).

Distribución geográfica: La vegetación de la comunidad representa los robledales andinos de la cordillera Central entre 2443 y 2727 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Donmatias en el sector Los Tigres; Municipio de Entrerrios, sectores Bocatoma y El Cañon del Gallo.

Comunidad de *Clusia* sp., *Symplocos serrulata* y *Quercus humboldtii*

Levantamiento representativo: Ant_Santa_CorA_Lev_95

Anéxos 1, Tabla V

Especies características: entre las especies dominantes se encuentran *Clusia* sp., *Quercus humboldtii* y *Symplocos serrulata*. Ocho levantamientos de 250 m² sirvieron para caracterizar esta comunidad, los cuales en promedio cuentan con cinco (5) especies (entre 3 y 8) y 17 individuos (entre 5 y 32) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 16 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 74% esta dominado por *Quercus humboldtii* seguida con menor importancia por *Alchornea sp.*, *Drimys granadensis* y *Symplocos serrulata*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 26% son importantes *Quercus humboldtii*, *Clusia sp.*, *Bejaria aestuans*, *Drimys granadensis* y *Symplocos serrulata*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (64%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Clusia sp.* (12%), *Drimys granadensis* (3%), *Bejaria aestuans* (3%) y *Symplocos serrulata* (2%).

Distribución geográfica: La vegetación de la comunidad representa los robledales andinos de la cordillera Central entre 2526 y 2800 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Belmira en el sector El Indio; Municipio de Entrerrios, sectores El Cañon del Gallo y El Roblan; Municipio de Santa Rosa, sectores El Boton, El Topacio y Vergel-Cerro San Jorge.

Comunidad de *Persea chrysophylla* y *Quercus humboldtii*

Levantamiento representativo: Ant_Belmi_CorA_Lev_44

Anéxo 1, Tabla V

Especies características: entre las especies dominantes de la comunidad se encuentran *Ocotea sp.*, *Persea chrysophylla* y *Quercus humboldtii*. Un levantamiento de 250 m² se utilizó para describir esta comunidad, en el cual se registraron cinco (5) especies y 17 individuos con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 15 m. Tanto en el estratos arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa de 47% y el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 53% dominan *Quercus humboldtii* acompañado por *Clethra fagifolia*, *Myrsine coriacea*, *Persea chrysophylla* y *Ocotea sp.* La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (78%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Clethra fagifolia* (10%), *Myrsine coriacea* (5%), *Persea chrysophylla* (4%) y *Ocotea sp.* (4%).

Distribución geográfica: La vegetación de la comunidad representa los robledales andinos de la cordillera Central a 2800 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Belmira en el sector La Montañita.

Comunidad *Cyathea* sp. y *Quercus humboldtii*

Levantamiento representativo: Ant_Santa_CorA_Lev_85

Anéxo 1, Tabla V

Especies dominantes: entre las especies dominantes de la comunidad están *Cyathea* sp. y *Quercus humboldtii*. Cuatro levantamientos de 250 m² sirvieron para caracterizar esta comunidad, los cuales en promedio cuentan con siete (7) especies (entre 4 y 11) y 16 individuos (entre 14 y 19) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 65% esta dominado principalmente por *Quercus humboldtii* aunque también aparecen con menor importancia *Weinmannia pubescens* y *Cyathea* sp. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 35% son importantes *Quercus humboldtii*, *Tibouchina lepidota*, *Miconia theizans*, *Miconia dolichopoda*, *Miconia centrodesma* y *Brunellia boqueronensis*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 3% de cobertura relativa lo son *Cyathea* sp. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (57%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Cyathea* sp. (12%), *Miconia theizans* (4%), *Tibouchina lepidota* (3%) y *Miconia dolichopoda* (3%).

Distribución geográfica: La vegetación de la comunidad representa a los robledales andinos de la cordillera Central entre 2264 y 2913 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Belmira en el sector El Indio; Municipio de Santa Rosa sectores El Topacio y Vergel-Cerro San Jorge.

Comunidad de robledales de Alta montaña (*Quercetum humboldtii*) muy intervenidos

Levantamiento representativo: Ant_Belmi_CorA_Lev_40

Anéxo 1, Tabla V

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. En el estrato arbóreo superior (As) con 18% de cobertura relativa está presente *Quercus humboldtii*. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 79% dominan *Quercus humboldtii* junto con *Croton magdalenensis*, *Palicourea apicata* y *Bejaria aestuans*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 20% son importantes *Quercus humboldtii*, *Bejaria aestuans*,

Myrsine guianensis y *Palicourea* sp.1. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (93%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Croton magdalenensis* (2%), *Bejaria aestuans* (8%), *Lauraceae* sp.2 (1%) y *Palicourea apicata* (1%). 16 levantamientos de 250 m² sirvieron para caracterizar esta comunidad, los cuales en promedio cuentan con dos (2) especies (entre 1 y 4) y 13 individuos (entre 6 y 23) con DAP \geq 10 cm.

Distribución geográfica: La vegetación de la comunidad representa a los robledales andinos intervenidos de la cordillera Central entre 2614 y 2890 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Belmira sector La Montañita; Municipio de Entrerrios, sector El Cañon del Gallo; Municipio de Santa Rosa, sectores El Boton y El Topacio.

CORDILLERAS CENTRAL Y OCCIDENTAL - Sectores Norte y Centro - BOSQUES DE ROBLE DE LA REGIÓN DE VIDA SUBANDINA (1900 - 2550 m)

Orden *Billio roseae-Quercetalia humboldtii* (en esta contribución)

Typus: *Billio roseae-Quercion humboldtii* Rangel y Avella 2011

Otra alianza en esta región: *Cyatheo divergentis-Quercion humboldtii*

Gran formación de los bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Billia rosea* en las cordilleras Central y Occidental sector norte y centro.

Anéxo 1, Tabla VI

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características del orden se encuentran *Billia rosea*, *Quercus humboldtii* y *Podocarpus oleifolius*; también son especies características del orden *Conceveiba pleiostemona*, *Chrysophyllum lucentifolium*, *Helicostylis towarensis*, *Ladenbergia muzonensis*, *Sterigmataleum colombianum* y *Tovomita stylosa* (Avela & Rangel 2016, en esta publicación). En las cordilleras Central y Occidental sectores norte y centro, el orden agrupa dos alianzas, seis asociaciones y una comunidad. La alianza *Alchorneo grandiflorae-Quercion humboldtii* reúne las asociaciones *Ormosio towarensis-Quercetum humboldtii* y *Tapiriro guianensis-Quercetum humboldtii* y una comunidad de *Escallonia paniculata*, *Alchorneo grandiflora* y *Quercus humboldtii*. La alianza *Cyatheo divergentis-Quercion humboldtii* reúne las asociaciones *Spirotheco roseae-Quercetum humboldtii*, *Pouterio lucumatis-Quercetum humboldtii* y *Magnolio urraoensis-Quercetum humboldtii* (Figura 8). Adicionalmente se definió a la asociación *Nectandro acutifoliae-Quercetum humboldtii* sin definición taxonómica a nivel de alianza. 10

levantamientos de 500 m² y seis levantamientos de 250 m² sirvieron para caracterizar el orden, los cuales en promedio cuentan con 28 especies (entre 25 y 42) y 111 individuos (entre 58 y 140) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 9% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Hieronyma scabrida* y *Ficus* sp. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 93% dominado por *Quercus humboldtii* acompañado por *Nectandra acutifolia*, *Tibouchina lepidota*, *Podocarpus oleifolius*, *Alchornea grandiflora*, *Beilschmiedia tovarensis* y *Magnolia urraoensis*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 33% son importantes *Quercus humboldtii*, *Weinmannia auriculata*, *Miconia micropetala*, *Cyathea divergens*, *Billia rosea*, *Ladenbergia* sp. y *Sterigmatopetalum colombianum*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 10% de cobertura relativa lo son *Cyathea divergens*, *Palicourea angustifolia*, *Palicourea acuminata*, *Quercus humboldtii*, *Palicourea ovalis*, *Persea rigens*, *Miconia* sp., *Myrcia splendens* y *Miconia micropetala*. En el estrato herbáceo (H) con 5% de cobertura relativa son comunes *Geonoma undata*, *Cyathea divergens*, *Geonoma* sp. (AAM 4712) y *Chamaedorea pinnatifrons*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (33%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Nectandra acutifolia* (4%), *Tibouchina lepidota* (3%), *Alchornea grandiflora* (2%), *Cyathea divergens* (2%), *Podocarpus oleifolius* (1%) y *Sterigmatopetalum colombianum* (1%).

Distribución geográfica. La vegetación del orden reúne robledales subandinos de las cordilleras Central y Occidental sectores norte y centro entre 1930 y 2536 m de altitud, localizados en Departamento de Antioquia: Municipio de Abriaquí, vereda Las Juntas; Municipio de Angostura, sector Monte oscuro y Santa Ana; Municipio de Entre ríos, sector El Roblan; Municipio de Donmatías. Departamento de Risaralda: Municipio de Santuario y Apia alrededores del Parque Nacional Natural Tatamá.

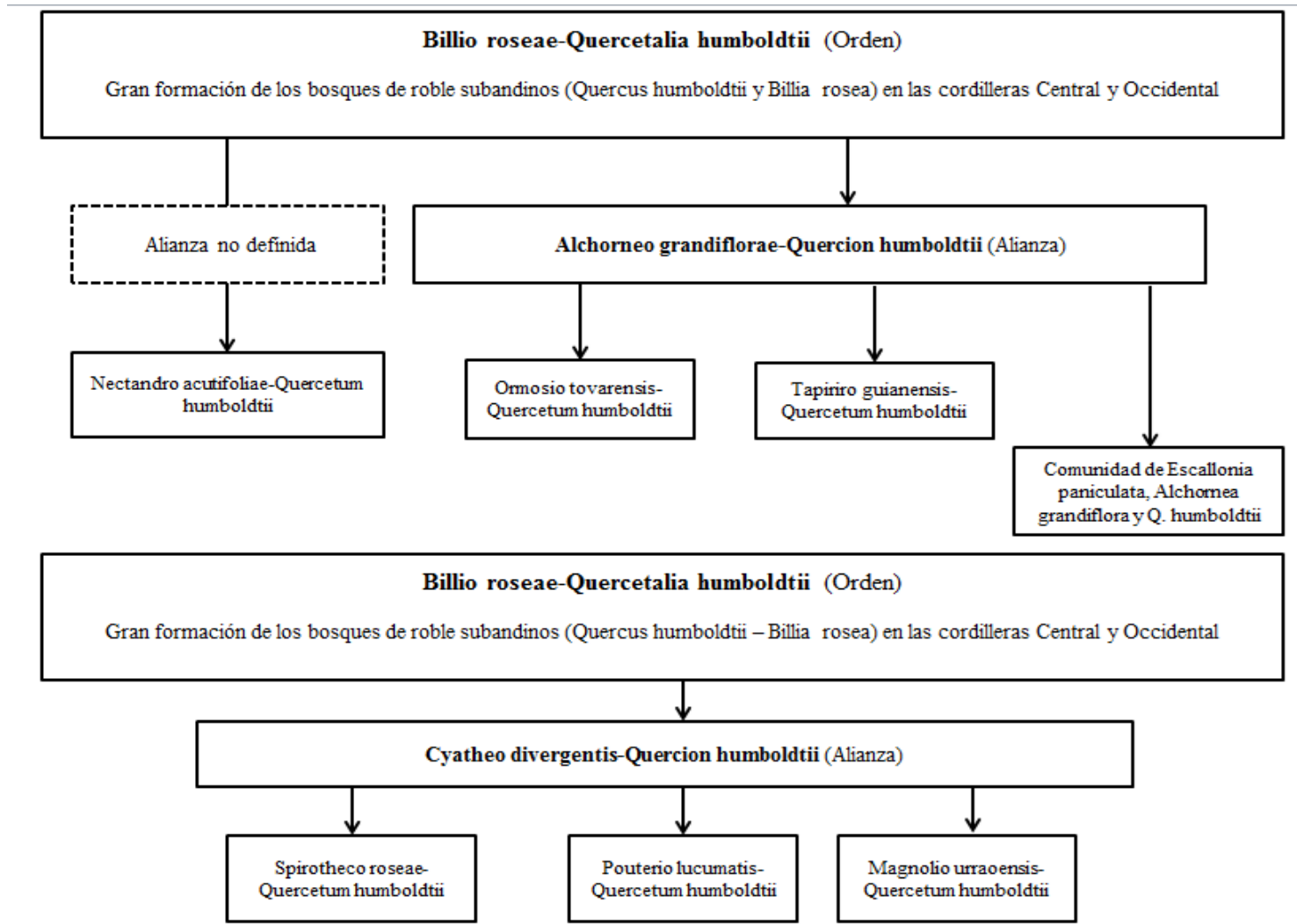


Figura 8. Arreglo sintaxonómico del orden *Billio roseae-Quercetalia humboldtii* en las cordilleras Central y Occidental

Alianza *Alchorneo grandiflorae-Quercion humboldtii* all. nov.

Typus: *Ormosio towarensis-Quercetum humboldtii* (en esta contribución)

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Alchornea grandiflora* en la cordillera Occidental, sector norte.

Anéxo 1, Tabla VI

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la alianza se encuentran *Alchornea grandiflora*, *Billia rosea* y *Tibouchina lepidota*. Esta alianza agrupa las asociaciones *Ormosio towarensis-Quercetum humboldtii* y *Tapiriro guianensis-Quercetum humboldtii* y una comunidad de *Escallonia paniculata*, *Alchornea grandiflora* y *Quercus humboldtii*. Cuatro levantamientos de 250 m² y dos levantamientos de 500 m² sirvieron para caracterizar esta alianza, los cuales en promedio cuentan con 14 especies (entre 2 y 30) y 45 individuos (entre 15 y 99) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 6% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 88% está dominado por *Quercus humboldtii* acompañado por *Tibouchina lepidota*, *Alchornea grandiflora*, *Clethra fagifolia*, *Protium apiculatum* y *Tapirira guianensis*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 28% son importantes *Quercus humboldtii*, *Sterigmatopetalum colombianum*, *Alfaroa williamsii*, *Pouteria* sp. y *Protium araguense*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 8% de cobertura relativa lo son *Palicourea acuminata*, *Billia rosea*, *Pouteria* sp., *Cyathea* sp. y *Quercus humboldtii*. En el estrato herbáceo (H) es común *Geonoma* sp. (AAM 4712). La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (43%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Tibouchina lepidota* (9%), *Sterigmatopetalum colombianum* (4%), *Alchornea grandiflora* (4%), *Clethra fagifolia* (2%), *Alfaroa williamsii* (2%) y *Miconia nodosa* (2%).

Distribución geográfica. La vegetación de la alianza reúne robledales subandinos de la cordillera Occidental sector norte entre 1930 y 2526 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Abriaquí, vereda Las Juntas, sector La Mesa y La Porrira; Municipio de Angostura, sector Monte oscuro y Santa Ana; Municipio de Entre ríos, sector El Roblan.

***Ormosia towarensis-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Ormosia towarensis*

Typus: Ant_Abri_L2

Anéxo 1, Tabla VI

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Alfaroa williamsii*, *Hedyosmum racemosum* y *Ormosia towarensis*. Dos levantamientos de 500 m² sirvieron para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 28 especies (entre 25 y 30) y 92 individuos (entre 84 y 99) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística-estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 100% esta dominado por *Quercus humboldtii* acompañado de *Tibouchina lepidota*, *Alchornea grandiflora*, *Protium apiculatum*, *Alfaroa williamsii* y *Ormosia towarensis*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 44% son importantes *Alfaroa williamsii*, *Quercus humboldtii*, *Ormosia towarensis*, *Pouteria* sp. y *Tibouchina lepidota*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 8% de cobertura relativa lo son *Palicourea acuminata*, *Billia rosea*, *Quercus humboldtii*, *Pouteria* sp. y *Cyathea* sp. En el estrato herbáceo (H) es común *Geonoma* sp. (AAM 4712). La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (36%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Tibouchina lepidota* (11%), *Alfaroa williamsii* (7%), *Protium apiculatum* (5%), *Alchornea grandiflora* (5%), *Ormosia towarensis* (4%) y *Billia rosea* (3%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos de la cordillera Occidental sector norte entre 2290 y 2427 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Abriaquí, vereda Las Juntas, sector La Mesa y La Porrita.

***Tapiriro guianensis-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Tapirira guianensis*

Typus: Ant_Angos_CorA_Lev_4

Anéxo 1, Tabla VI

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Clethra fagifolia*, *Elaeagia pastoensis*, *Protium araguense*, *Sterigmatopetalum colombianum* y *Tapirira guianensis*. Dos levantamientos de 250 m² sirvieron para caracterizar esta

asociación, los cuales en promedio cuentan con 11 especies (entre 9 y 13) y 20 individuos (entre 15 y 25) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística-estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 16 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 71% dominado por *Tibouchina lepidota*, *Clethra fagifolia*, *Tapirira guianensis*, *Miconia nodosa* y *Quercus humboldtii*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 29% son importantes *Sterigmatopetalum colombianum*, *Protium araguense*, *Myrcia popayanensis*, *Pouteria* sp. y *Quercus humboldtii*. Las especies con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fueron *Sterigmatopetalum colombianum* (12%), *Tibouchina lepidota* (9%), *Clethra fagifolia* (7%), *Tapirira guianensis* (6%), *Protium araguense* (5%) y *Quercus humboldtii* (5%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos de la cordillera Occidental sector norte entre 1930 y 2199 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Angostura, sector Monte oscuro y Santa Ana.

Comunidad de *Escallonia paniculata*, *Alchornea grandiflora* y *Quercus humboldtii*

Levantamiento representativo: Ant_Entre_CorA_Lev_77

Anéxo 1, Tabla VI

Especies dominantes: entre las especies características y dominantes de la comunidad figuran , *Alchornea grandiflora*, *Escallonia paniculata* y *Quercus humboldtii*. Dos levantamientos de 250 m² sirvieron para caracterizar esta comunidad, los cuales en promedio cuentan con dos especies (entre 2 y 3) y 22 individuos (entre 22 y 23) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística-estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 6% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 82% es importante *Quercus humboldtii* seguido por *Escallonia paniculata* y *Alchornea grandiflora*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 12% se encuentran *Quercus humboldtii* y *Alchornea grandiflora*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (90%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Alchornea grandiflora* (7%) y *Escallonia paniculata* (3%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la comunidad representa los robledales subandinos de la cordillera Occidental sector norte entre 2511 y 2526 m de altitud en el Departamento de Antioquia: Municipio de Entrerios, sector El Roblan.

Nectandro acutifoliae-Quercetum humboldtii ass. nov.

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Nectandra acutifolia*

Typus: Ant_DON M_CorA_Lev_65

Anéxo 1, Tabla VI

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Nectandra acutifolia*, *Quercus humboldtii* y *Saurauia brachybotrys*. Dos levantamientos de 250 m² conforman esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 9 especies (entre 9 y 10) y 14 individuos (entre 12 y 16) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística-estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 86% son importantes *Nectandra acutifolia*, *Quercus humboldtii*, *Inga punctata* y *Saurauia brachybotrys*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 14% son importantes *Quercus humboldtii*, *Cyathea* sp., *Guarea kunthiana* y *Palicourea* sp. Las especies con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fueron *Quercus humboldtii* (31%), *Nectandra acutifolia* (21%), *Saurauia brachybotrys* (11%), *Palicourea* sp. (7%), *Miconia caudata* (6%) e *Inga punctata* (4%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos de la cordillera Occidental sector norte a los 2071 m de altitud, localizados en el Departamento de Antioquia: Municipio de Donmatias.

Alianza *Cyathea divergens-Quercion humboldtii* all. nov.

Typus: *Magnolio urraoensis-Quercetum humboldtii* (en esta publicación)

Bosques subandinos de *Quercus humboldtii* y *Cyathea divergens* en la cordillera Occidental sector centro.

Anéxo 1, Tabla VI

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la alianza se encuentran *Aniba coto*, *Brunellia comocladifolia*, *Cinchona pubescens*, *Clusia multiflora*, *Cyathea divergens*, *Magnolia hernandezii*, *Myrsine coriacea*, *Oreopanax incisus*, *Schefflera vasqueziana*, *Sloanea brevispina* y *Turpinia occidentalis*. Esta alianza agrupa las asociaciones *Spirotheco roseae-Quercetum humboldtii*, *Pouterio lucumatis-Quercetum humboldtii* y *Magnolio urraoensis-Quercetum humboldtii*. Ocho levantamientos de 500 m² sirvieron para caracterizar esta alianza, los cuales en promedio cuentan con 29 especies (entre 18 y 35) y 115 individuos (entre 58 y 140) con DAP \geq 2.5 cm; sin embargo, cuando se consideran los individuos con DAP \geq 1 cm es posible encontrar un promedio de 43 especies (entre 18 y 79) y 147 individuos (entre 58 y 226).

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 11% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Hieronyma scabrida* y *Ficus* sp. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 99% presenta una dominancia de *Quercus humboldtii* acompañado de *Podocarpus oleifolius*, *Beilschmiedia towarensis*, *Magnolia urraoensis*, *Styrax trichocalyx*, *Calophyllum brasiliense*, *Weinmannia balbisiana* y *Billia rosea*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 42% sobresalen *Quercus humboldtii*, *Weinmannia auriculata*, *Miconia micropetala*, *Cyathea divergens*, *Ladenbergia* sp., *Piper obliquum* y *Billia rosea*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 11% de cobertura relativa lo hacen *Cyathea divergens*, *Palicourea angustifolia*, *Palicourea ovalis*, *Quercus humboldtii* y *Persea rigens*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Geonoma undata*, *Cyathea divergens* y *Chamaedorea pinnatifrons*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (25%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Cyathea divergens* (4%), *Podocarpus oleifolius* (3%), *Miconia micropetala* (3%), *Calophyllum brasiliense* (2%), *Weinmannia auriculata* (2%) y *Palicourea angustifolia* (2%).

Distribución geográfica. La vegetación de la alianza reúne robledales subandinos de la cordillera Occidental sector central entre 2016 y 2536 m de altitud, localizados en el Departamento de Risaralda: Alrededores del Parque Nacional Natural Tatamá en el Municipio de Santuario, veredas La Esmeralda y Planes de San Rafael, y en el Municipio de Apia, vereda La Cumbre, sector Manzanares.

Spirotheco roseae-Quercetum humboldtii ass. nov.

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Spirotheca rosea*

Typus: Risaral_Tat_4

Anéxo 1, Tabla VI

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Quercus humboldtii*, *Spirotheca rosea*, *Guatteria goudotiana*, *Toxicodendron striatum*, *Beilschmiedia pendula* y *Calophyllum brasiliense*. Dos levantamientos de 500 m² sirvieron para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 25 especies (entre 18 y 32) y 99 individuos (entre 58 y 140) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística-estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 19 m. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 100% esta dominado por *Quercus humboldtii* acompañado por *Calophyllum brasiliense*, *Cinchona pubescens*, *Ficus tonduzii*, *Guatteria goudotiana* y *Alchornea grandiflora*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 15% son importantes *Calophyllum brasiliense*, *Beilschmiedia pendula*, *Oreopanax incisus*, *Pseudolmedia rigida* y *Toxicodendron striatum*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 11% de cobertura relativa lo son *Palicourea angustifolia*, *Cyathea divergens*, *Blakea quadrangularis*, *Perebea* sp., *Cinchona pubescens* y *Myrcia splendens*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (29%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Calophyllum brasiliense* (9%), *Palicourea angustifolia* (8%), *Spirotheca rosea* (4%), *Beilschmiedia pendula* (4%), *Guatteria goudotiana* (4%) y *Cyathea divergens* (4%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos de la cordillera Occidental sector central entre 2016 y 2037 m de altitud, localizados en el Departamento de Risaralda: Alrededores del Parque Nacional Natural Tatamá en el Municipio de Santuario, veredas La Esmeralda sectores Finca Santa Cruz y Punte Fierro.

***Pouterio lucumatis-Quercetum humboldtii* Rangel, Cleef & Salamanca 2005**

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Pouteria lucuma*

Typus: Risaral_Tat_233/ 81

Anéxo 1, Tabla VI

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Allophylus goudotii*, *Chrysochlamys dependens*, *Pouteria lúcuma*, *Persea rigens* y *Weinmannia auriculata*; de acuerdo con Rangel *et al* (2005), también son especies características de la asociación *Ardisia foetida*, *Beilschimidia pendula*, *Cavendishia* aff. *tubiflora*, *Clusia magnifolia*, *Miconia* aff. *prasina*, *Nectandra caucana*, *Oreopanax* aff. *albanensis*, *Palicourea ovalis*, *Philodendron acutatum*, *Psammisia macrophylla*, *Frangula sphaerosperma*, *Turpinia occidentalis*, *Viburnum triphyllum* y *Weinmannia auriculifera*. Tres levantamientos de 500 m² sirvieron para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 26 especies (entre 22 y 33) y 114 individuos (entre 93 y 138) con DAP \geq 2.5 cm. Sin embargo, cuando se consideran los individuos con DAP \geq 1 cm es posible encontrar un promedio de 63 especies (entre 50 y 79) y 196 individuos (entre 143 y 226).

Composición florística-estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo superior (As) con 10% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii* y *Ficus* sp. El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 63% esta dominado por *Quercus humboldtii* seguido por *Weinmannia auriculata*, *Croton badiocalyx*, *Podocarpus oleifolius*, *Nectandra acutifolia*, *Magnolia urraoensis*, *Pouteria lúcuma* y *Billia rosea*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 58% son importantes *Quercus humboldtii*, *Weinmannia auriculata*, *Ladenbergia* sp., *Miconia* sp., *Billia rosea*, *Toxicodendron striatum* y *Palicourea ovalis*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 13% de cobertura relativa lo son *Cyathea divergens*, *Palicourea ovalis*, *Quercus humboldtii*, *Miconia* sp., *Persea rigens* y *Weinmannia auriculata*. En el estrato herbáceo (H) con 6% de cobertura relativa son comunes *Cavendishia bracteata*, *Philodendron quinquenervium*, *Cyathea divergens* y *Rhipidocladum*

geminatum. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (26%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Weinmannia auriculata* (6%), *Ficus* sp. (4%), *Podocarpus oleifolius* (3%), *Ladenbergia* sp. (3%), *Croton badiocalyx* (3%) y *Toxicodendron striatum* (3%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos de la cordillera Occidental sector central entre 2100 y 2285 m de altitud, localizados en el Departamento de Risaralda: Alrededores del Parque Nacional Natural Tatamá en el Municipio de Santuario.

***Magnolio urraoensis-Quercetum humboldtii* ass. nov.**

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Magnolia urraoensis*

Typus: Risaral_Tat_2

Anéxo 1, Tabla VI

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Elaeagia utilis*, *Endlicheria* cf. *columbiana*, *Eschweilera antioquiensis*, *Gordonia fruticosa*, *Licania macrocarpa*, *Magnolia urraoensis*, *Miconia micropetala*, *Weinmannia balbisiana*, *Styrax trichocalyx*, *Piper obliquum*. Tres levantamientos de 500 m² sirvieron para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 34 especies (entre 33 y 35) y 128 individuos (entre 121 y 134) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística-estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 18 m. El estrato arbóreo superior (As) con 12% de cobertura relativa está representado por *Hieronyma scabrida*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 100% dominado por *Quercus humboldtii* seguido por *Beilschmiedia towarensis*, *Podocarpus oleifolius*, *Magnolia urraoensis*, *Styrax trichocalyx*, *Weinmannia balbisiana*, *Billia rosea*, *Persea caerulea* y *Magnolia hernandezii*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 43% son importantes *Miconia micropetala*, *Cyathea divergens*, *Quercus humboldtii*, *Piper obliquum*, *Podocarpus oleifolius* y *Aniba coto*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 9% de cobertura relativa lo son *Cyathea divergens*, *Miconia micropetala*, *Faramea* sp. (AAM 5055), *Guatteria goudotiana*, *Clethra lanata* y *Clusia crenata*. En el estrato herbáceo (H) con 6% de cobertura relativa son comunes *Geonoma undata*, *Cyathea divergens* y *Chamaedorea pinnatifrons*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (21%), luego con menores valores de

importancia se encuentran *Cyathea divergens* (8%), *Miconia micropetala* (7%), *Podocarpus oleifolius* (5%), *Styrax trichocalyx* (4%), *Aniba coto* (4%) y *Magnolia urraoensis* (4%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos de la cordillera Occidental sector central entre 2400 y 2536 m de altitud, localizados en el Departamento de Risaralda: Alrededores del Parque Nacional Natural Tatamá en los Municipios de Santuario, vereda Planes de San Rafael y Municipio Apía, vereda La Cumbre.

MACIZO CENTRAL - incluye el sector Sur de la cordillera Occidental - BOSQUES DE ROBLE DE LA REGIÓN DE VIDA SUBANDINA Y ANDINA

Clase *Myrsine coriaceae-Quercetea humboldtii* (en esta contribución)

Typus: *Weinmannia tomentosae-Quercetalia humboldtii* (en esta contribución)

Otra alianza en esta región: *Myrsino coriaceae-Quercetalia humboldtii* (en esta contribución)

Gran formación de los bosques de *Quercus humboldtii* y *Myrsine coriacea* en el Macizo Central.

Anexo 1, Tabla VII

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la clase en el Macizo Central se encuentran *Clethra fagifolia*, *Clusia multiflora*, *Ficus hartwegii*, *Myrsine coriacea*, *Myrsine guianensis*, *Nectandra globosa*, *Panopsis metcalfii*, *Quercus humboldtii* y *Roupala monosperma*; también son especies características de la clase *Ocotea calophylla*, *Viburnum tinoides*, *Nectandra reticulata*, *Hedyosmum racemosum*, *Clusia inesiana*, *Ilex laurina*, *Clethra lanata*, *Drimys granadensis*, *Ilex obtusata*, *Centronia brachycera*, *Myrcianthes leucoxylla*, *Frangula goudotiana*, *Roupala montana*, *Paragynoxys uribei* y *Graffenrieda uribei* (ver Avella y Rangel 2015. en esta contribución).

En el macizo Central la clase agrupa dos ordenes, *Myrsino coriaceae-Quercetalia humboldtii* y *Myrcio popayanensis-Quercetalia humboldtii*; dos alianzas, *Monotropo uniflorae-Quercion humboldtii* y *Tovomito parviflorae-Quercion humboldtii*; seis asociaciones, *Clusio lineatae-Quercetum humboldtii*, *Alfaroo williamsii-Quercetum humboldtii*, *Hedyosmo racemosi-Quercetum humboldtii*, *Ocoteo longifoliae-Quercetum humboldtii*, *Cybianthi iteoidis-Quercetum humboldtii* y *Clethro revolutae-Quercetum humboldtii* (Figura 9). 31 levantamientos entre 400 y 1000 m² sirvieron para caracterizar esta clase.

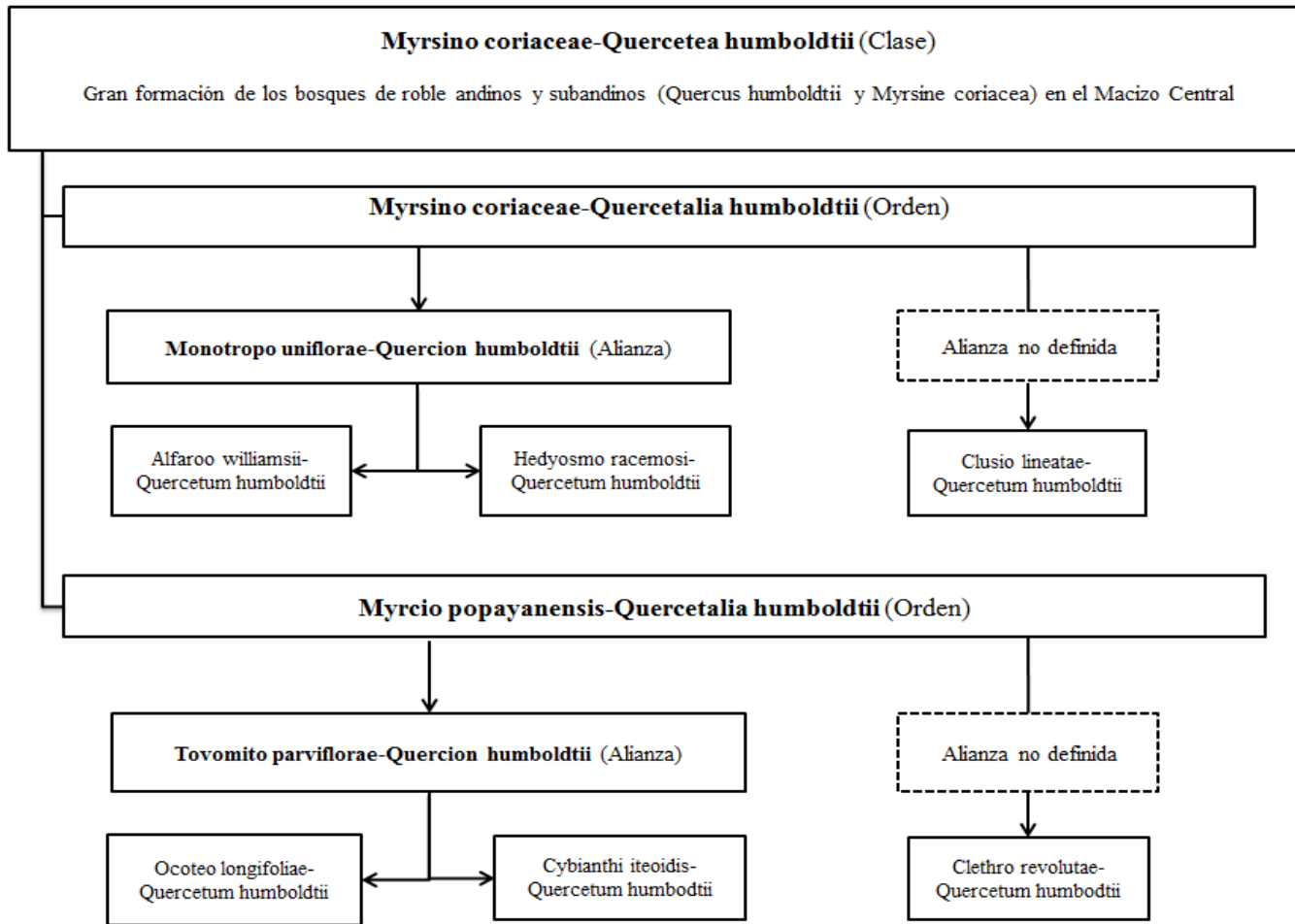


Figura 9. Arreglo sintaxonómico de clase *Myrsine coriaceae-Quercetea humboldtii* en el sector Macizo Central

Composición florística y estructura: En el Macizo Central los bosques que agrupa la clase presentan una altura promedio del dosel de 23 m. El estrato arbóreo superior (As) con 37% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Ficus mutisii*, *Nectandra laurel*, *Beilschmiedia costaricensis*, *Hieronyma macrocarpa*, *Ficus* sp., *Persea americana*, *Nectandra acutifolia*, *Lauracea* sp.4 y *Hedyosmum bonplandianum*. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 80% domina ampliamente por *Quercus humboldtii* acompañado por *Alchornea coelophylla*, *Clusia lineata*, *Ficus mutisii*, *Ficus hartwegii*, *Hedyosmum racemosum*, *Weinmannia sorbifolia*, *Clusia multiflora*, *Nectandra* sp., *Alfaroa williamsii*, *Lauraceae* sp.4, *Lauracea* sp.3, *Clethra revoluta*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Nectandra acutifolia*, *Cybianthus iteoides*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 28% son importantes *Hedyosmum racemosum*, *Palicourea cuatrecasasii*, *Aiphanes* sp., *Weinmannia sorbifolia*, *Cybianthus cuatrecasasii*, *Miconia lehmannii*, *Quercus humboldtii*, *Bejaria aestuans*, *Viburnum cornifolium*, *Ocotea longifolia*, *Nectandra longifolia*, *Lauraceae* sp.2, *Clethra revoluta*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Nectandra acutifolia*, *Myrsine coriaceae*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 17% de cobertura relativa lo son *Cyathea multiflora*, *Ternstroemia meridionalis* y *Bejaria resinosa*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Cyathea caracasana*, *Aiphanes* sp., *Baccharis nítida*, *Miconia spicellata*, *Cybianthus pastensis*, *Tibouchina lepidota*, *Lauraceae* sp.3, *Ocotea longifolia*, *Clusia* sp.2, *Lauraceae* sp.2, *Myrsine coriaceae*, *Tovomita parviflora*, *Geissanthus* sp. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (39%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Clethra revoluta* (3%), *Lauracea* sp.4 (3%), *Nectandra* sp. (2%), *Lauracea* sp.3 (2%), *Hieronyma macrocarpa* (2%), *Hedyosmum racemosum* (2%) y *Clusia multiflora* (2%).

Distribución geográfica: La vegetación de la clase reúne robledales subandinos y andinos entre 1800 y 2600 m de altitud en el Macizo Central localizados en Departamento del Huila: Municipio de La Plata, Reserva de Merenberg; Municipio de La Argentina (Plata vieja), Serranía de las Minas. Departamento del Cauca: Municipio de Argelia, vereda El Naranjal, cuenca alta del río Guaitará; Municipio de Popayan vereda El Claret. Departamento de Nariño: Municipio de Chachaguí veredas Bosque El Común, Chimbio y La Tebaida.

Orden *Myrsino coriaceae-Quercetalia humboldtii* (en esta contribución)

Typus: *Cyathea mettenii-Quercion humboldtii* (en esta contribución)

Otra alianza en esta región: *Monotropa uniflorae-Quercion humboldtii* Rangel & Lozano 1989

Gran formación de los bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Myrsine coriaceae* en el Macizo Central.

Anéxo 1, Tabla VII

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas del orden en el Macizo Central se encuentran *Alchornea coelophylla*, *Cavendishia bracteata* y *Hieronyma macrocarpa*, *Myrsine coriacea* y *Quercus humboldtii*; también son especies características del orden *Saurauia isoxanthotricha*, *Viburnum pichinchense*, *Cestrum buxifolium*, *Berberis glauca*, *Frangula goudotiana*, *Aegiphilla bogotensis*, *Xylosma spiculifera*, *Lippia hirsuta*, *Cyathea mettenii* (ver Avella y Rangel 2015 en esta publicación). En el Macizo Central el orden se caracterizó a partir de 14 levantamientos entre 250 y 500 m² y agrupa la alianza *Monotropa uniflorae-Quercion humboldtii* con las asociaciones *Alfaroo williamsii-Quercetum humboldtii* y *Hedyosmo racemosi-Quercetum*, adicionalmente la asociación *Clusia lineatae-Quercetum humboldtii* sin categoría de alianza definida también pertenece a este orden.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 23 m. El estrato arbóreo superior (As) con 43% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Ficus mutisii*, *Nectandra laurel*, *Beilschmiedia costaricensis*, *Hieronyma macrocarpa* y *Ficus sp.* El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 89% esta dominado por *Quercus humboldtii* acompañado por *Alchornea coelophylla*, *Clusia lineata*, *Ficus mutisii*, *Ficus hartwegii*, *Hedyosmum racemosum*, *Weinmannia sorbifolia*, *Clusia multiflora*, *Nectandra sp.*, *Alfaroa williamsii*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 31% son importantes *Hedyosmum racemosum*, *Palicourea cuatrecasasii*, *Weinmannia sorbifolia*, *Cybianthus cuatrecasasii*, *Miconia lehmannii*, *Quercus humboldtii*, *Aiphanes sp.*, *Bejaria aestuans*, *Viburnum cornifolium*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 31% de cobertura relativa lo son *Cyathea caracasana*, *Aiphanes sp.*, *Baccharis nítida*, *Miconia spicellata*, *Cybianthus pastensis*. En los estratos herbáceo (H) y rasante (r) son comunes *Monotropa uniflora*, *Quercus humboldtii*, *Myrsine coriacea*, *Anhurium aff. bogotense*, *Tillandsia tetetrantha* y *Tillandsia ropalacarpa*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (41%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Nectandra sp.* (4%), *Hieronyma*

macrocarpa (4%), *Hedyosmum racemosum* (4%), *Clusia multiflora* (3%), *Weinmannia sorbifolia* (3%) y *Viburnum cornifolium* (2%).

Distribución geográfica. La vegetación del orden reúne robledales subandinos y andinos que se establecen entre 1800 y 2600 m de altitud, en vertientes atmosféricamente secas, en sitios planos y en laderas bien drenadas., localizados en Departamento del Huila: Municipio de La Plata, Reserva de Merenberg; Municipio de La Argentina (Plata vieja), Serranía de las Minas. Departamento de Nariño: Municipio de Chachaguí veredas Bosque El Común, Chimbio y La Tebaida.

Alianza *Monotropa uniflorae-Quercion humboldtii* Rangel & Lozano 1989

Typus: *Hedyosmum racemosum-Quercetum humboldtii* Rangel & Lozano 1989

Bosques subandinos y andinos de *Quercus humboldtii* y *Monotropa uniflora* en el Macizo Central.

Anéxo 1, Tabla VII

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la alianza en el Macizo Central se encuentran *Cyathea caracasana*, *Cybianthus pastensis*, *Inga codonantha*, *Monotropa uniflora*, *Macleania rupestris*, *Quercus humboldtii* y *Solanum lepidotum*. De acuerdo con Rangel y Lozano (1989), también son especies características de la alianza *Billia colombiana*, *Myrsine ferruginea*, *Myrsine guianensis*, *Cletrha fagifolia*, *Clusia multiflora*, *Tillandsia tetetrantha* y *Tillandsia ropalacarpa*. En el macizo Central la alianza agrupa dos asociaciones *Hedyosmum racemosum-Quercetum humboldtii* y *Alfaroo williamsii-Quercetum humboldtii*. Siete levantamientos entre 250 y 400 m² conforman esta alianza.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 25 m. El estrato arbóreo superior (As) con 30% de cobertura relativa está representado principalmente por *Quercus humboldtii* y *Hieronyma macrocarpa*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 100% presenta una dominancia de *Quercus humboldtii* acompañado de *Hieronyma macrocarpa*, *Ficus sp.*, *Hedyosmum racemosum*, *Weinmannia sorbifolia*, *Clusia multiflora*, *Nectandra sp.* y *Alfaroa williamsii*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 25% son importantes *Aiphanes sp.*, *Hedyosmum racemosum*, *Palicourea cuatrecasasii*, *Weinmannia sorbifolia*, *Cybianthus cuatrecasasii* y *Miconia lehmannii*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 54% de cobertura relativa lo son *Cyathea caracasana*, *Aiphanes sp.*, *Baccharis*

nitida, *Miconia spicellata*, *Cybianthus pastensis*, *Macleania rupestris* y *Geonoma orbignyana*. En los estratos herbáceo (H) y rasante (r) son comunes *Monotropa uniflora*, *Quercus humboldtii*, *Myrsine coriacea*, *Anhurium* aff. *bogotense*, *Tillandsia tetetrantha* y *Tillandsia ropalacarpa*.

Distribución geográfica. En el Macizo Central la vegetación de la alianza reúne robledales que se establecen entre 1800 y 2600 m de altitud, en vertientes atmosféricamente secas, en sitios planos y en laderas bien drenadas., localizados en el Departamento del Huila: Municipio de La Plata, Reserva de Merenberg; Municipio de La Argentina (Plata vieja), Serranía de las Minas.

***Alfaroo williamsii-Quercetum humboldtii* Rangel & Lozano 1989**

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Alfaroo williamsii*

Typus: OR 303

Anéxo 1, Tabla VII

Especies características y sintaxonomía: Entre las especies características de la asociación se encuentran *Alfaroa williamsii*, *Cinchona officinalis*, *Cybianthus cuatrecasasii*, *Elleanthus smithii*, *Geonoma orbignyana*, *Schefflera decagyna* y *Weinmannia sorbifolia*. De acuerdo con Rangel y Lozano (1989), también son especies características de la asociación *Elleanthus smithii*, *Pitcairnia commixta*, *Peperomia aguabonitensis*, *Disterigma acuminatum* y *Guzmania coriostachya*, *Mandevilla speciosa*, *Dictyostega orobanchoides*, *Stelis* cf. *lentiginosa*, *Peperomia hartwegiana*, *Grammitis serrulata* y *Mikania* aff. *stuebelii*. Tres levantamientos entre 250 y 400 m² sirvieron para caracterizar esta asociación.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 25 m. El estrato arbóreo superior (As) con 40% de cobertura relativa está representado principalmente por *Quercus humboldtii*. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 100% esta dominado por *Quercus humboldtii*, *Clusia multiflora*, *Weinmannia sorbifolia*, *Alfaroa williamsii*, *Acalypha* sp., *Myrsine guianensis* y *Clethra fagifolia*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 25% son importantes *Weinmannia sorbifolia*, *Cybianthus cuatrecasasii*, *Alfaroa williamsii*, *Daphnopsis cestrifolia*, *Cyathea caracasana*, *Guatteria recurvisepala* y *Billia rosea*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 25% de cobertura relativa lo son *Cyathea caracasana*, *Baccharis nitida*, *Macleania rupestris*, *Miconia spicellata*, *Elleanthus smithii*, *Geonoma orbignyana* y *Alfaroa williamsii*. En los estratos herbáceo (H) y rasante (r) son comunes *Monotropa uniflora*, *Alfaroa williamsii*, *Cybianthus cuatrecasasii* y *Cinchona officinalis*.

Distribución geográfica. La vegetación de la asociación representa los robledales entre 1950 y 2300 en sitios húmedos de la franja subandina e inclusive en parte de la región andina localizados en el Departamento del Huila: Municipio de La Argentina, Serranía de Las Minas.

***Hedyosmum racemosum-Quercetum humboldtii* Rangel & Lozano 1989**

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Hedyosmum racemosum*

Typus: OR 266

Anéxo 1, Tabla VII

Especies características y sintaxonomía: Entre las especies características de la asociación se encuentran *Ardisia sapida*, *Brunellia putumayensis*, *Calyptanthes bipennis*, *Hedyosmum racemosum*, *Ladenbergia macrocarpa*, *Lophosoria quadripinnata*, *Miconia pedicellata*, *Miconia floribunda*, *Mollinedia ovata*, *Ocotea karsteniana*, *Prunus integrifolia*, *Palicourea cuatrecasasii*, *Weinmannia pinnata* y *Viburnum toronis*. De acuerdo con Rangel y Lozano (1989), también son especies características de la asociación *Miconia floribunda*, *Palicourea cuatrecasasii*, *Mollinedia* cf. *ovovata*, *Besleria reticulata* y *Tillandsia biflora*. Cuatro levantamientos entre 250 y 400 m² sirvieron para caracterizar esta asociación.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 25 m. El estrato arbóreo superior (As) con 20% de cobertura relativa está representado por *Hieronyma macrocarpa* y *Quercus humboldtii*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 100% esta dominado por *Quercus humboldtii* acompañado por *Hieronyma macrocarpa*, *Ficus* sp., *Hedyosmum racemosum*, *Nectandra* sp., *Myrsine guianensis*, *Clethra fagifolia*, *Miconia pedicellata*, *Miconia floribunda* y *Brunellia goudotii*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 50% son importantes *Aiphanes* sp., *Hedyosmum racemosum*, *Palicourea cuatrecasasii*, *Cyathea caracasana*, *Miconia lehmannii*, *Calyptanthes bipennis* y *Ardisia sapida*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 23% de cobertura relativa lo son *Aiphanes* sp., *Cybianthus pastensis*, *Inga codonantha*, *Cavendishia bracteata*, *Mollinedia ovata*, *Parathesis candolleana*, *Macleania rupestris* y *Solanum lepidotum*. En los estratos herbáceo (H) y rasante (r) son comunes *Monotropa uniflora*, *Quercus humboldtii*, *Anhurium* aff. *bogotense* y *Besleria reticulata*.

Distribución geográfica. La vegetación de la asociación representa los robledales entre 2400 y 2500 en la franja subandina e inclusive cubre parte de la región andina, en vertientes atmosféricamente secas, en sitios planos y en laderas bien drenadas, localizados en el Departamento del Huila: Municipio de La Plata, Reserva de Merenberg.

Clusia lineatae-Quercetum humboldtii ass. nov.

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Clusia lineata*

Typus: Nari_Chac - L5

Anéxo 1, Tabla VII

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Bejaria aestuans*, *Clusia lineata*, *Geissanthus mezianus*, *Gordonia fruticosa*, *Hedyosmum scaberrimum*, *Ilex myricoides*, *Maytenus laevis*, *Oreopanax incisus*, *Weinmannia pubescens* y *Viburnum cornifolium*. Siete levantamientos de 500 m² sirvieron para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 14 especies (entre 9 y 21) y 78 individuos (entre 44 y 109) con DAP \geq 2.5 cm.

Composición florística-estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 19 m. El estrato arbóreo superior (As) con 46% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Ficus mutisii*, *Nectandra laurel* y *Beilschmiedia costaricensis*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 79% esta dominado por *Quercus humboldtii* acompañado por *Alchornea coelophylla*, *Clusia lineata*, *Ficus mutisii*, *Ficus hartwegii*, *Gordonia fruticosa* y *Persea areolatocostae*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 37% son importantes *Quercus humboldtii*, *Bejaria aestuans*, *Viburnum cornifolium*, *Annona sp.* (AAM 5255), *Hieronyma macrocarpa* y *Myrsine coriacea*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 7% de cobertura relativa lo son *Palicourea angustifolia*, *Viburnum cornifolium*, *Hedyosmum scaberrimum*, *Bejaria aestuans* y *Clusia lineata*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Gordonia fruticosa* y *Geissanthus mezianus*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (59%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Viburnum cornifolium* (5%), *Bejaria aestuans* (4%), *Hieronyma macrocarpa* (3%), *Clusia lineata* (2%), *Ficus mutisii* (2%) y *Myrsine coriacea* (2%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la asociación representa los robledales que se establecen entre 2290 y 2530 m de altitud en el Departamento de Nariño: Municipio de Chachaguí veredas Bosque El Común, Chimbio y La Tebaida.

Orden *Myrcio popayanensis-Quercetalia humboldtii* ord. nov.

Typus: *Tovomito parviflorae-Quercion humboldtii* (en esta publicación).

Gran formación de los bosques andinos de *Quercus humboldtii* y *Myrcia popayanensis* en el Macizo Central.

Anéxo 1, Tabla VII

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas del orden se encuentran *Gutteria goudotiana*, *Myrcia popayanensis*, *Quercus humboldtii* y *Toxicodendron striatum*. El orden agrupa la alianza *Tovomito parviflorae-Quercion humboldtii* con dos asociaciones, *Ocotea longifoliae-Quercetum humboldtii* y *Cybianthi iteoidis-Quercetum humboldtii*, adicionalmente se incluye en este orden la asociación *Clethro revolutae-Quercetum humboldtii*. 17 levantamientos entre 400 y 1000 m² sirvieron para caracterizar el orden, los cuales en promedio cuentan con 18 especies (entre 6 y 38) y 67 individuos (entre 14 y 160) con DAP \geq 5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 23 m. El estrato arbóreo superior (As) con 33% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Persea americana*, *Nectandra acutifolia*, *Hedyosmum bonplandianum* y *Lauracea* sp.4; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 70% es dominado principalmente por *Quercus humboldtii* acompañado por *Clethra revoluta*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Nectandra acutifolia*, *Cybianthus iteoides* y dos especies de lauráceas (*Lauraceae* sp.4, *Lauracea* sp.3). En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 24% son importantes *Quercus humboldtii*, *Ocotea longifolia*, *Nectandra longifolia*, *Clethra revoluta*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Nectandra acutifolia*, *Myrsine coriacea* y dos especies de lauráceas (*Lauraceae* sp.3, *Lauracea* sp.2); mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 11% de cobertura relativa lo son *Tibouchina lepidota*, *Ocotea longifolia*, *Myrsine coriacea*, *Tovomita parviflora* y especies de *Geissanthus* y *Cyathea*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (38%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Lauracea* sp.4 (6%), *Clethra revoluta* (6%), *Lauracea* sp.3 (5%), *Ocotea longifolia* (3%), *Nectandra acutifolia* (3%), *Persea americana* (2%), *Hedyosmum bonplandianum* (2%) y *Gutteria goudotiana* (2%).

Distribución geográfica. La vegetación del orden reúne robledales subandinos y andinos que se establecen entre 2100 y 2800 m de altitud, localizados en el Departamento del Cauca: Municipio de Argelia, vereda El Naranjal, cuenca alta del río Guaitará; Municipio de Popayan vereda El Claret.

Alianza *Tovomita parviflorae-Quercion humboldtii* all. nov.

Typus: *Ocotea longifoliae-Quercetum humboldtii* (en esta publicación)

Bosques subandinos y andinos de *Quercus humboldtii* y *Tovomita parviflora* en el Macizo Central.

Anéxo 1, Tabla VII

Especies características y sintaxonomía: entre las especies diagnósticas de la alianza se encuentran *Quercus humboldtii*, *Tovomita parviflora*, *Hedyosmum goudotianum*, *Frangula granulosa*, *Spirotheca rosea*, *Weinmannia reticulata*. La alianza agrupa dos asociaciones *Ocotea longifoliae-Quercetum humboldtii* y *Cybianthi iteoidis-Quercetum humboldtii*. 10 levantamientos de 1000 m² sirvieron para caracterizar esta alianza, los cuales en promedio cuentan con 26 especies (entre 13 y 38) y 101 individuos (entre 54 y 160) con DAP \geq 5 cm.

Composición florística y estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 29 m. El estrato arbóreo superior (As) con 38% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Persea americana* y una especie de Lauraceae (*Lauraceae* sp.4). El estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 77% esta dominado por *Quercus humboldtii* seguido de *Cybianthus iteoides* y dos especies de Lauraceae (*Lauraceae* sp.4 y *Lauracea* sp.3). En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 15% son importantes *Ocotea longifolia*, *Nectandra longifolia*, *Quercus humboldtii*, *Myrsine coriacea* y dos especies de Lauraceae (*Lauraceae* sp.3 y *Lauraceae* sp.2); mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 7% de cobertura relativa lo son *Ocotea longifolia*, *Myrsine coriacea*, *Tovomita parviflora*, y especies de *Geissanthus* y *Cyathea*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (28%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Lauracea* sp.4 (11%), *Lauracea* sp.3 (8%), *Ocotea longifolia* (7%), *Clusia* sp.2 (3%), *Persea americana* (3%), *Myrsine coriacea* (2%) y *Tovomita parviflora* (2%).

Distribución geográfica. La vegetación de la alianza reúne robledales subandinos y andinos que se establecen entre 2100 y 2800 m de altitud, localizados en el Departamento del Cauca: Municipio de Argelia, vereda El Naranjal, cuenca alta del río Guaitará.

Ocotea longifoliae-Quercetum humboldtii ass. nov.

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Ocotea longifolia*

Typus: Cauc_Argel_Parc 1

Anéxo 1, Tabla VII

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Quercus humboldtii*, *Ocotea longifolia*, *Styrax pentlandianus*, *Pouteria torta* subsp. *tuberculata*, *Ardisia foetida*, *Persea americana*, *Alchornea grandiflora*, *Nectandra reticulata*, *Aniba puchury-minor*, *Cinchona pubescens*, *Nectandra longifolia*, *Ocotea oblonga*, *Palicourea guianensis*, *Dystovomita clusiifolia*, *Eschweilera caudiculata*, *Guarea kunthiana*, *Symplocos serrulata* y *Viburnum glabratum*. Siete levantamientos de 1000 m² sirvieron para caracterizar esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 31 especies (entre 26 y 38) y 119 individuos (entre 82 y 160) con DAP \geq 5 cm.

Composición florística-estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 30 m. El estrato arbóreo superior (As) con 66% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*, *Persea americana* y una especie de Lauracea (*Lauraceae* sp.4). En el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 54% domina ampliamente *Quercus humboldtii* acompañado de *Lauraceae* sp.4 y *Lauracea* sp.3. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 20% sobresalen *Ocotea longifolia*, *Nectandra longifolia*, *Lauraceae* sp.3 y *Lauraceae* sp.2; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 6% de cobertura relativa lo hacen *Lauraceae* sp.3, *Ocotea longifolia*, *Clusia* sp.2, *Lauraceae* sp.2. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (23%), seguido por *Lauracea* sp.4 (14%), *Lauracea* sp.3 (9%), *Ocotea longifolia* (9%), *Persea americana* (4%), *Cyathea* sp. (3%), *Clusia* sp.2 (2%) y *Alchornea grandiflora* (2%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos del Macizo Central entre los 2100 y 2400 m de altitud, localizados en Departamento del Cauca: Municipio de Argelia, vereda El Naranjal, cuenca alta del río Guaitará.

Cybianthi iteoidis-Quercetum humboldtii (ass. nov.)

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Cybianthus iteoides*

Typus: Cauc_Argel_Parc 1

Anéxo 1, Tabla VII

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Cybianthus iteoides*, *Freziera tomentosa*, *Podocarpus oleifolius*, *Prunus* cf *opaca* y *Quercus humboldtii*. Tres levantamientos de 1000 m² conforman esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 15 especies (entre 13 y 16) y 61 individuos (entre 54 y 70) con DAP \geq 5 cm.

Composición florística-estructura: Bosques con una altura promedio del dosel de 30 m. El estrato arbóreo superior (As) con 11% de cobertura relativa está representado por *Quercus humboldtii*; el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa total de 100% presenta una dominancia de *Quercus humboldtii* acompañado de *Cybianthus iteoides* y dos especies de Lauraceae (*Lauraceae* sp.4 y *Lauracea* sp.3). En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 10% son importantes *Quercus humboldtii* y *Myrsine coriaceae*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 8% de cobertura relativa lo son *Myrsine coriaceae*, *Tovomita parviflora*, y especies de *Geissanthus* y *Cyathea*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (45%), seguido por *Myrsine coriacea* (8%), *Clusia* sp.2 (7%), *Podocarpus oleifolius* (5%), *Tovomita parviflora* (5%), *Lauracea* sp.3 (4%), *Geissanthus* sp. (3%) y *Cyathea* sp. (3%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos del Macizo Central entre los 2600 y 2800 m de altitud, localizados en el Departamento del Cauca: Municipio de Argelia, vereda El Naranjal, cuenca alta del río Guaitará.

Clethro revolutae-Quercetum humboldtii (en esta publicación)

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Clethra revoluta*

Typus: Ant_Belmi_CorA_Lev_52

Levantamiento característico en esta región: Cau_Popayan_PPM_UniCau_24

Anéxo 1, Tabla VII

Especies características y sintaxonomía: entre las especies características de la asociación se encuentran *Alchornea latifolia*, *Cecropia peltata*, *Cinnamomum triplinerve*, *Clethra revoluta*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Nectandra acutifolia*, *Roupala pachypoda*, *Saurauia ursina*, *Tibouchina lepidota* y *Vismia ferruginea*. Siete levantamientos de 400 m² sirvieron para describir esta asociación en la región, los cuales en promedio cuentan con 8 especies (entre 6 y 9) y 20 individuos (entre 14 y 24) con DAP \geq 10 cm.

Composición florística-estructura: En el macizo central, la asociación agrupa bosques con una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo superior (As) con 24% de cobertura relativa está representado por *Hedyosmum bonplandianum* y *Nectandra acutifolia*. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa de 63% domina *Quercus humboldtii* acompañado por *Clethra revoluta*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Nectandra acutifolia*, *Cecropia peltata*, *Gutteria goudotiana* y *Roupala pachypoda*. En el estrato de arbolitos (Ar) con cobertura relativa promedio de 34% son importantes *Quercus humboldtii*, *Clethra revoluta*, *Nectandra acutifolia* y *Myrcia popayanensis*; mientras que en el estrato arbustivo (ar) con 1% de cobertura relativa lo es *Tibouchina lepidota*. La especie con mayor I.P.F.S. (%) en los estratos arbóreos y arbustivo fue *Quercus humboldtii* (40%), luego con menores valores de importancia se encuentran *Clethra revoluta* (14%), *Nectandra acutifolia* (8%), *Hedyosmum bonplandianum* (6%), *Cecropia peltata* (4%), *Gutteria goudotiana* (4%) y *Myrcia popayanensis* (3%).

Distribución-Ecología. La vegetación de la asociación representa los robledales subandinos del Macizo Central a los 1920 m de altitud, localizados en Departamento del Cauca: Municipio de Popayan vereda El Claret.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Llegar a esta síntesis fue posible gracias a las contribuciones y los trabajos de Cuatrecasas (1938,1958), Lozano y Torres (1965, 1974), Rangel y Lozano (1989a), Vidal y Zuñiga (1993), Cleef *et al.* (2003), Rangel *et al.* (2005), Van der Hammen *et al.* (2008), Rangel *et al.* (2009), Toro (2009), Rangel y Avella (2011), Hernández *et al.* (2011), Ospina y Paz (2012), Avella y Rangel (2014). A continuación se presenta la discusión de los resultados más relevantes a partir de los aspectos sintaxonómicos, de diversidad florística y de la estructura de los sintaxones definidos para los bosques de roble en Colombia; finalmente se realiza una comparación con otras comunidades dominadas por especies de *Quercus* identificadas para América Central.

Sintaxonomía

En la Tabla 2 se presenta el arreglo sintaxonómico completo para los bosques de *Quercus humboldtii* en Colombia, comprende dos (2) clases, seis (6) órdenes, doce (12) alianzas y 43 asociaciones. Se mencionan diez (10) cuyas afinidades sintaxonómicas no se lograron diferenciar. En general, la clase *Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii*, que es característica de bosques de robles de la región andina por encima de 2600 m de altitud y con presencia también en la región subandina de algunos sectores caracterizados por la presencia del fenómeno de sombra de lluvias o vertientes subhúmedas de las cordilleras, agrupó a cuatro órdenes *Anibo panurensis-Quercetalia humboldtii*, *Myrcio popayanensis-Quercetalia humboldtii*, *Myrsino coriaceae-Quercetalia humboldtii* y *Weinmannio tomentosae-Quercetalia humboldtii*; cinco alianzas *Alfaroo williamsii-Quercion humboldtii*, *Cyatheo mettenii-Quercion humboldtii*, *Macleanio rupestris-Quercion humboldtii*, *Pruno integrifoliae-Quercion humboldtii* y *Weinmannio tomentosae-Quercion humboldtii* y 22 asociaciones; adicionalmente se mencionaron seis comunidades. En la clase *Billio roseae-Quercetea humboldtii*, que agrupa a los bosques de robles de la región subandina en sectores con buenas condiciones de humedad y precipitaciones por lo general mayores a 2000 mm anuales, se definieron dos órdenes *Ocoteo balanocarpae-Quercetalia humboldtii* y *Billio roseae-Quercetalia humboldtii*; cinco alianzas *Ladenbergio macrocarpae-Quercion humboldtii*, *Virolo macrocarpae-Quercion humboldtii*, *Alchorneo grandiflorae-Quercion humboldtii*, *Billio roseae-Quercion humboldtii* y *Cyatheo divergentis-Quercion humboldtii* y 17 asociaciones; adicionalmente se mencionan tres comunidades.

En la Tabla 3 se presenta el resumen del proceso de validación de las unidades fitosociológicas propuestas en estudios anteriores, la cita inequívoca la cual ha sido sugerida por el Código

Internacional de Nomenclatura Fitosociologica (Weber 2000), el diagnóstico del proceso de validación, y las recomendaciones de validación y de equivalencias de las unidades propuestas con enfoques geobotánico y de dominancia (dominance type) para los bosques de roble en diferentes regiones de Colombia. La propuesta del *Quercetum tolimense* de Cuatrecasas (1934 y 1958) corresponde a las grandes formaciones de *Quercus humboldtii* en Colombia, sin embargo debido a su enfoque netamente geobotánico no fue validada pero muy seguramente esta propuesta corresponden a un nombre equivalente de las clases *Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii* o *Billio roseae-Quercetea humboldtii*. La propuesta de Lozano y Torres (1974) del *Quercion* designada para una o varias consociaciones de *Quercus* en Colombia fue invalidada por la ausencia de una diagnosis original suficiente (Artículo 2b del Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica) y por contar con una caracterización (diagnosis) provisional (artículo 3b). Sin embargo, la propuesta de Lozano & Torres (1964) y Rangel y Lozano (1986) fue validada por Rangel y Lozano (1989a) y se encuentra incluida dentro del arreglo sintaxonómico actual. En general las propuestas realizadas en el marco del proyecto EcoAndes (Cleef *et al.*, 2003; Rangel *et al.*, 2005; Rangel *et al.*, 2008; van der Hammen *et al.*, 2008) fueron validadas realizando algunos ajustes de tipificación (artículo 5), formación de nombres de los sintaxones (artículo 10). Sin embargo, la asociación *Monochaeto myrtooides-Quercetum humboldtii* propuesta por van der Hammen *et al.* (2008) no fue validada por que con el nuevo arreglo quedo incluida dentro de la asociación *Paragynoxyo neodendroidis-Quercetum humboldtii*; así mismo el *Dodonaeo viscosae-Quercetum humboldtii* no fue validado como asociación y se dejó como una comunidad. La propuesta de Rangel y Avella (2011) se incluyo dentro del arreglo sintaxonómico actual, mientras que la propuesta de Avella y Rangel (2014) debido a su enfoque de tipos de vegetación no fue validada pero se señala a cuales sintaxones corresponden de acuerdo al arreglo actual.

Tabla 2. Arreglo sintaxonómico de los bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en Colombia

Cod.	Unidad Sintaxonómica	
1	<i>Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii</i>	cl.
1_a1	<i>Weinmannio pubescentis-Quercetum humboldtii</i>	ass.
1.1	<i>Weinmannio tomentosae-Quercetalia humboldtii</i>	ord.
1.1.1	<i>Weinmannio tomentosae-Quercion humboldtii</i>	all.
1.1.1.a1	<i>Clusio ellipticae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
1.1.1.a2	<i>Schefflero velutinae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
1.1.1.a3	<i>Cyatheo multiflorae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
1.1.2	<i>Macleanio rupestris-Quercion humboldtii</i>	all.
1.1.2.a1	<i>Hesperomelo obtusifoliae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
1.1.2.a2	<i>Roupalo pseudocordatae-Quercetum humboldtii</i>	ass.

1.1.2.a3	<i>Paragynoxyo neodendroidis-Quercetum humboldtii</i>	ass.
1.1.2.a4	<i>Brunellio comocladifoliae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
1.1.2.c1	Comunidad de <i>Ocotea calophylla</i> y <i>Brunellia comocladifolia</i> asociada al <i>Brunellio-Quercetum</i>	com.
1.1.2.c2	Comunidad de robledales (<i>Quercetum humboldtii</i>) de Alta montaña muy intervenidos	com.
1.2	<i>Anibo panurensis-Quercetalia humboldtii</i>	ord.
1.2.1	<i>Alfaroo williamsii-Quercion humboldtii</i>	all.
1.2.1.a1	<i>Magnolio caricifragrantis-Quercetum humboldtii</i>	ass.
1.2.1.a2	<i>Nectandro reticulatae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
1.2.1.a3	<i>Geissanthi bogotensis-Quercetum humboldtii</i> Hernández, Rosales, Cortés, Avella y Rangel	ass.
1.2.1.a4	<i>Alchorneo glandulosae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
1.3	<i>Myrsino coriaceae-Quercetalia humboldtii</i>	ord.
1.3.1	<i>Cyatheo mettenii-Quercion humboldtii</i> Van der Hammen, Avella y Rangel en esta publicación	all.
1.3.1.a1	<i>Weinmannio tomentosae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
1.3.1.a2	<i>Cyatheo mettenii-Quercetum humboldtii</i> Van der Hammen, Murillo y Jaramillo 2008	ass.
1.3.2	<i>Monotropo uniflorae-Quercion humboldtii</i> Rangel y Lozano 1989	all.
1.3.1.a1	<i>Quercetum humboldtii</i> Rangel & Lozano 1989	ass.
1.3.1.a2	<i>Alfaroo williamsii-Quercetum humboldtii</i> Rangel y Lozano 1989	ass.
1.3.1.a3	<i>Hedyosmo racemosi-Quercetum humboldtii</i> Rangel y Lozano 1989	ass.
1.3.1.c1	Comunidad <i>Nectandra sp. - Quercus humboldtii</i>	com.
1.3_c1	Comunidad de <i>Araliaceae sp. 2-Quercus humboldtii</i>	com.
1.3_c2	Comunidad de <i>Clusia sp. Symplocos serrulata-Quercus humboldtii</i>	com.
1.3_c3	Comunidad de <i>Persea chrysophylla - Quercus humboldtii</i>	com.
1.3_c4	Comunidad de <i>Cyathia sp.-Quercus humboldtii</i>	com.
1.3_a1	<i>Clusio multiflorae-Quercetum humboldtii</i> Toro, Avella y Rangel en esta publicación	ass.
1.3_a2	<i>Ladenbergio macrocarpae-Quercetum humboldtii</i> Toro, Avella y Rangel en esta publicación	ass.
1.3_a3	<i>Tibouchino lepidotae-Quercetum humboldtii</i> Lazaro, Avella y Rangel en esta publicación	ass.
1.3_a4	<i>Weinmannio balbisiana-Quercetum humboldtii</i> Lazaro, Avella y Rangel en esta publicación	ass.
1.3_a5	<i>Clethro revolutae-Quercetum humboldtii</i> Lazaro, Avella y Rangel en esta publicación	ass.
1.3.3	<i>Pruno integrifoliae-Quercion humboldtii</i>	all.
1.3.3.a1	<i>Weinmannio magnifoliae-Quercetum humboldtii</i> Cleef, Rangel y Salamanca 2003	ass.
1.3.3.a2	<i>Clusio minoris-Quercetum humboldtii</i> Cleef, Rangel y Salamanca 2003	ass.
1.3_a1	<i>Clusio lineatae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
1.4	<i>Myrcio popayanensis-Quercetalia humboldtii</i> Ospina, Avella y Rangel en esta publicación	ord.
1.4.1	<i>Tovomito parviflorae-Quercion humboldtii</i> Vidal, Zuñiga, Becking, Avella y Rangel en esta publicación	all.
1.4.1.a1	<i>Ocoteo longifoliae-Quercetum humboldtii</i> Vidal, Zuñiga, Becking, Avella y Rangel en esta publicación	ass.
1.4.1.a2	<i>Cybianthi iteoidis-Quercetum humboldtii</i> Vidal, Zuñiga, Becking, Avella y Rangel en esta publicación	ass.

Cod.	Unidad Sintaxonómica	
2	<i>Billio roseae-Quercetea humboldtii</i>	cl.
2.1	<i>Ocoteo balanocarpae-Quercetalia humboldtii</i>	ord.
2.1.1	<i>Ladenbergio macrocarpae-Quercion humboldtii</i>	all.
2.1.1_a1	<i>Fico subandinae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
2.1.1_a2	<i>Weinmannio pinnatae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
2.1.1_a3	<i>Magnolio cararensis-Quercetum humboldtii</i>	ass.
2.1.2	<i>Virolo macrocarpae-Quercion humboldtii</i>	all.
2.1.2_a1	<i>Anibo perutilis-Quercetum humboldtii</i>	ass.
2.1.2_a2	<i>Micropholido crotonoidis-Quercetum humboldtii</i>	ass.
2.1.2_c1	Comunidad de <i>Clusia schomburgkiana</i> asociada a la All. <i>Virolo -Quercion</i>	com.
2.1_a1	<i>Blakeo cuatrecasii-Quercetum humboldtii</i>	ass.
2.1_a2	<i>Huilaeo mutisiana-Quercetum humboldtii</i>	ass.
2.1_c1	Comunidad de <i>Dodonaea viscosa-Quercus humboldtii</i>	com.
2.2	<i>Billio roseae-Quercetalia humboldtii</i>	ord.
2.2_a1	<i>Wettinio praemorsae-Quercetum humboldtii</i> Rangel & Avella 2011	ass.
2.2.1	<i>Billio roseae-Quercion humboldtii</i> Rangel & Avella 2011	all.
2.2.1_a1	<i>Tovomito weddeliana-Quercetum humboldtii</i> Rangel & Avella 2011	ass.
2.2.1_a2	<i>Dictocaryo lamarckiani-Quercetum humboldtii</i>	ass.
2.2.1_a3	<i>Nectandro acutifoliae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
2.2.2	<i>Alchorneo grandiflorae-Quercion humboldtii</i>	all.
2.2.2_a1	<i>Ormosio tovaensis-Quercetum humboldtii</i>	ass.
2.2.2_a2	<i>Tapiriro guianensis-Quercetum humboldtii</i> Lazaro, Avella y Rangel en esta publicación	ass.
2.2.2_c1	Comunidad de <i>Escallonia paniculata, Alchornea grandiflora y Quercus humboldtii</i>	com.
2.2.3	<i>Cyatheo divergentis-Quercion humboldtii</i>	all.
2.2.3_a1	<i>Spirotheco roseae-Quercetum humboldtii</i>	ass.
2.2.3_a2	<i>Pouterio lucumatis-Quercetum humboldtii</i> Rangel, Cleef, Salamanca in Rangel, Cleef, Salamanca & Ariza 2005	ass.
2.2.3_a3	<i>Magnolio urraoensis-Quercetum humboldtii</i>	ass.

Tabla 3. Ajustes a las anteriores propuestas geobotánicas, estructurales y fitosociológicas realizadas para los bosques de roble (*Q. humboldtii*) en Colombia.

Nombre Original	Nombre Corregido	Autoría	Cita inequívoca	Diagnóstico	Recomendaciones
<i>Quercetum tolimensis</i>	<i>Quercetum tolimensis</i>	Cuatrecasas 1934; Cuatrecasas 1958.	Observaciones geobotánicas en Colombia. 1934. Pag 45. Cuadro 5. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. 1958. Pag 248	Enfoque geobotánico	No validar. Nombre asignado a las grandes formaciones de <i>Quercus humboldtii</i> dentro del enfoque geobotánico. Posiblemente puede ser un nombre equivalente a las clases <i>Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii</i> y <i>Billio roseae-Quercetea humboldtii</i>
<i>Quercetum humboldtii</i>	<i>Quercetum humboldtii</i>	Lozano & Torres 1964	Estudio Fitosociológico de un bosque de Robles. Página 164	Sinónimo de <i>Quercetum humboldtii</i> Lozano & Torres in Rangel & Lozano 1989	No validar, ya fue validado por Rangel y Lozano 1989.

<i>Quercion humboldtii</i>	<i>Quercion humboldtii</i>	Lozano G. & H. Torres 1974	Ecología Tropical 1 (2). Lozano y Torres. Página 65	Invalida. No cuenta con una diagnosis original suficiente Artículo 2b, y se presenta una caracterización (diagnosis) provisional artículo 3b	No validar. Nombre asignado a las grandes formaciones de <i>Quercus humboldtii</i> ; posiblemente puede ser un nombre equivalente a las clases Myrsino coriaceae- <i>Quercetea humboldtii</i> y <i>Billio roseae-Quercetea humboldtii</i>
<i>Quercetum humboldtii</i>	<i>Quercetum humboldtii</i>	Lozano & Torres 1974	Ecología Tropical 1 (2). Lozano y Torres. Página 64	Sinonimo de <i>Quercetum humboldtii</i> Lozano & Torres in Rangel & Lozano 1989	No validar, ya fue validado por Rangel y Lozano 1989.
<i>Quercetum humboldtii</i>	<i>Quercetum humboldtii</i>	Lozano & Torres in Rangel & Lozano 1989	Cacicazgos pag 97, Tabla 3.19	Valido	Valido
<i>Monotropo-Quercion humboldtii</i>	<i>Monotropo uniflorae-Quercion humboldtii</i>	Rangel & Lozano 1989	Cacicazgos pag 97, Tabla 3.18 y 3.19	Valido	Valido
<i>Hedyosmo-Quercetum humboldtii</i>	<i>Hedyosmo recemosi-Quercetum humboldtii</i>	Rangel & Lozano 1989	Cacicazgos pag 97, Tabla 3.18	Valido	Valido
<i>Alfaroo-Quercetum humboldtii</i>	<i>Alfaroo williamsii-Quercetum humboldtii</i>	Rangel & Lozano 1989	Cacicazgos pag 97, Tabla 3.18	Valido	Valido
<i>Clusio minoris-Quercetum humboldtii</i>	<i>Clusio minoris-Quercetum humboldtii</i>	Cleef, Rangel & Salamanca 2003	Cleef et al. 2003, pag 107 Tabla 9	Invalido por tipificacion artículos 3 y 5	Valido pero esta subordinado a otra alianza
<i>Weinmannio magnifolia-Quercetum humboldtii</i>	<i>Weinmannio magnifolia-Quercetum humboldtii</i>	Cleef, Rangel & Salamanca 2003	Cleef et al. 2003, pag 107 Tabla 9	Invalido por tipificacion artículos 3 y 5	Valido pero subordinado a otra alianza
<i>Pouterio lucumae-Quercetum humboldtii</i>	<i>Pouterio lucumatis-Quercetum humboldtii</i>	Rangel, Cleef, Salamanca in Rangel, Cleef, Salamanca & Ariza 2005	Rangel et al 2005	Valido	Valido pero subordinado a otra alianza
<i>Alchorneo glandulosa-Quercetum humboldtii</i>	<i>Alchorneo glandulosa-Quercetum humboldtii</i>	Rangel et al 2008	Rangel et al 2008,	Invalido porque en el levantamiento tipo no se encuentra una de las especies del nombre del sintaxon articulo 16, se necesita actualizar la determinación botánica y la tabla florística para poder validar la unidad	Valido. Se debe incluir el levantamiento SUM 21 en la tabla
<i>Dodonaea viscosa-Quercetum humboldtii</i>	<i>Comunidad de Quercus humboldtii y Dodonaea viscosa</i>	van der Hammen, Jaramillo & Murillo 2008 nom. prov.	Van der Hammen et al 2008	No valido por unidad provisional articulo 3b	No validar se reporta como comunidad
<i>Monochaeto myrtoideis-Quercetum humboldtii</i>	<i>Monochaeto myrtoidei-Quercetum humboldtii</i>	van der Hammen, Jaramillo & Murillo 2008 nom. prov.	Van der Hammen et al 2008	No valido por unidad provisional articulo 3b	No validar levantamientos asignados a otra asociación
<i>Cyatheo mettenii-Quercetum humboldtii</i>	<i>Cyatheo mettenii-Quercetum humboldtii</i>	van der Hammen, Jaramillo & Murillo 2008 nom. prov.	Van der Hammen et al 2008	No valido por unidad provisional articulo 3b	Validar. Solamente es necesario precisar su distribución geografica ya que es solamente Cundinamarca
<i>Paragynoxido cf. neodendroides-Quercetum humboldtii</i>	<i>Paragynoxyo neodendroidis-Quercetum humboldtii</i>	van der Hammen, Jaramillo & Murillo 2008 nom. prov.	Van der Hammen et al 2008	No valido por unidad provisional articulo 3b	Validar. Solamente se confirma la determinación de una las especies que conforman el nombre del sintaxon y la corrección de la dehincencia del genero
Gran formación de Bosques de Quercus humboldtii y Billia rosea	<i>Gran formación de Bosques de Quercus humboldtii y Billia rosea</i>	Avella et al 2007 - 2014	Colombia Forestal 17 (1). Avella & Rangel. Pagina 107 Tabla II.	Formación alusiva a <i>Billio roseae-Quercetea humboldtii</i>	No validar, levantamientos asignados a la Clase <i>Billio roseae-Quercetea humboldtii</i>

Bosques de Quercus humboldtii y Ocotea calophylla	Comunidad de Quercus humboldtii y Ocotea calophylla	Avella et al 2007 - 2014	Colombia Forestal 17 (1). Avella & Rangel. Pagina 107 Tabla II.	Comunidad alusiva a Schefflera velutinae-Quercetum humboldtii	No validar, levantamientos asignados a la asociación Schefflera velutinae-Quercetum humboldtii
Comunidad de Quercus humboldtii, Clusia multiflora y Alfaroa sp.	Comunidad de Quercus humboldtii, Clusia multiflora y Alfaroa sp.	Rangel & Lozano 1986	Caldasia 1986, pag 513; Tabla 6	Comunidad alusiva a Hedyosmo recemosi-Quercetum humboldtii Rangel & Lozano 1989, Alfaroa williamsii-Quercetum humboldtii Rangel & Lozano 1989	No validar, ya fue validado por Rangel y Lozano 1989.
Bosques de Virolo macrocarpa y Quercus humboldtii	Comunidad de Virolo macrocarpa y Quercus humboldtii	Avella y Rangel 2014	Colombia Forestal 17 (1). Avella & Rangel. Pagina 107 Tabla II.	Comunidad alusiva a Virolo macrocarpa-Quercion humboldtii (Anibo perutilis-Quercetum humboldtii y Micropholido crotonoidis-Quercetum humboldtii)	No validar, levantamientos asignados a la alianza Virolo macrocarpa-Quercion humboldtii, asociaciones Anibo perutilis-Quercetum humboldtii y Micropholido crotonoidis-Quercetum humboldtii
Gran formación de Bosques de Quercus humboldtii y Alchornea grandiflora	Gran formación de Bosques de Quercus humboldtii y Alchornea grandiflora	Avella y Rangel 2014	Colombia Forestal 17 (1). Avella & Rangel. Pagina 107 Tabla II.	Se va a fragmentar esta formación y alude a Billio roseae-Quercetum humboldtii y parcialmente a Ocotea balanocarpa-Quercetalia humboldtii	No validar, levantamientos asignados al orden Ocoteo balanocarpa-Quercetalia humboldtii
Bosques de Quercus humboldtii y Blaquea cuatrecasii	Comunidad de Quercus humboldtii y Blaquea cuatrecasii	Avella y Rangel 2014	Colombia Forestal 17 (1). Avella & Rangel. Pagina 107 Tabla II.	Comunidad alusiva a Blakeo cuatrecasii-Quercetum humboldtii	No validar, levantamientos asignados a la asociación Blakeo cuatrecasii-Quercetum humboldtii
Formación Bosques de Quercus humboldtii y Cyathea multiflora	Formación Bosques de Quercus humboldtii y Cyathea multiflora	Avella y Rangel 2014	Colombia Forestal 17 (1). Avella & Rangel. Pagina 107 Tabla II.	Formación alusiva a Ladenbergio macrocarpa-Quercion humboldtii	No validar, levantamientos asignados a la alianza Ladenbergio macrocarpa-Quercion humboldtii
Bosques de Quercus humboldtii y Daphnopsis caracasana	Comunidad de Bosques de Quercus humboldtii y Daphnopsis caracasana	Avella y Rangel 2014	Colombia Forestal 17 (1). Avella & Rangel. Pagina 107 Tabla II.	Se va a fragmentar esta comunidad ahora es alusiva a Fico subandinae-Quercetum humboldtii y Magnolio cararensis-Quercetum humboldtii	No validar, levantamientos asignados a las asociaciones Fico subandinae-Quercetum humboldtii y Magnolio cararensis-Quercetum humboldtii
Bosques de Quercus humboldtii y Pouteria baehiana	Comunidad de Quercus humboldtii y Pouteria baehiana	Avella y Rangel 2014	Colombia Forestal 17 (1). Avella & Rangel. Pagina 107 Tabla II.	Se va a fragmentar esta comunidad ahora es alusiva a Fico subandinae-Quercetum humboldtii y Weinmannio pinnatae-Quercetum humboldtii	No validar, levantamientos asignados a las asociaciones Fico subandinae-Quercetum humboldtii y Weinmannio pinnatae-Quercetum humboldtii
Billio roseae-Quercion humboldtii	Billio roseae-Quercion humboldtii	Rangel & Avella 2011	Plant Biosystems 145. pag 188, Tabla I.	Valido	Valido
Tovomito weddelliana - Quercetum humboldtii	Tovomito weddelliana - Quercetum humboldtii	Rangel & Avella 2011	Plant Biosystems 145. pag 188, Tabla I.	Valido	Valido
Wettinio paraemorsae - Quercetum humboldtii	Wettinio praemorsae -Quercetum humboldtii	Rangel & Avella 2011	Plant Biosystems 145. pag 188, Tabla I.	Valido	Valido

Riqueza, diversidad y aspectos de la estructura

En la Tabla 4 se presenta el número promedio de especies y de individuos para todos los estratos y para los estratos arbóreos en cada unidad fitosociológica, así como el Índice de Riqueza Específica (IRE) y el Índice de Densidad Específica (IDE). La clase con mayor riqueza de especies totales y de especies arbóreas es *Billio-Quercetea* (25 y 12 respectivamente) frente al *Myrsino-Quercetea* (12 y 4), de la misma manera el valor promedio del IRE para todas las especies y para las especies arbóreas es mayor en el *Billio-Quercetea* (2.9 y 1.3) frente al obtenido para el *Myrsino-Quercetea* (2.8 y 1.1), aunque es importante resaltar que la diferencia entre los valores de riqueza de las clases se aumenta cuando solamente se evalúan los valores de los estratos arbóreos. Respecto a los órdenes, el *Anibo panurensis-Quercetalia humboldtii* (clase *Myrsino-Quercetea*) y el *Billio roseae-Quercetalia humboldtii* (clase *Billio-Quercetea*) presentaron los mayores valores de riqueza total y del estrato arbóreo, siendo el *Anibo-Quercetalia* el de mayor riqueza e IRE si se tienen en cuenta todos los estratos (22 y 6.1) mientras que el *Billio-Quercetalia* presenta la mayor riqueza y densidad en los estratos arbóreos (10 y 2.4); así mismo estos órdenes presentaron los mayores valores de densidad relativa total (23 para *Anibo-Quercetalia* y 20.7 para *Billio-Quercetalia*) y en los estratos arbóreos (4.9 y 5.1 respectivamente). Los menores valores de riqueza e IRE para todos los estratos se obtuvieron en el *Myrcio popayanensis-Quercetalia humboldtii* (clase *Myrsino-Quercetea*) con ocho (8) especies y 1.9 de IRE, y el *Ocoteo balanocarpae-Quercetalia humboldtii* (clase *Billio-Quercetea*) con 24 especies y 2.4 de IRE; sin embargo estos valores pueden estar sesgados debido a que los muestreos en estas unidades solamente incluyen individuos con DAP > 10 cm. Cuando se evalúa la riqueza y el IRE para los estratos arbóreos, las alianzas menos diversas son *Myrcio popayanensis-Quercetalia humboldtii* (clase *Myrsino-Quercetea*) con cuatro (4) especies y 1.1 de IRE y *Weinmannio tomentosae-Quercetalia humboldtii* (clase *Billio-Quercetea*) con cinco (5) especies y 0.9 de IRE. Respecto a los índices de densidad relativa para todos los estratos y para los estratos arbóreos los menores valores se encontraron en los órdenes *Myrcio popayanensis-Quercetalia humboldtii* (4.9 y 2.3 respectivamente) y *Ocoteo balanocarpae-Quercetalia humboldtii* (9 y 3.4).

La alianza con mayor riqueza y con mayor IRE para todos los estratos es *Billio roseae-Quercion humboldtii* (32 y 9.1 respectivamente) seguida por *Cyathea mettenii-Quercion humboldtii* (35 y 7) y *Cyathea divergens-Quercion humboldtii* (29 y 5.8). Cuando se evalúan los valores de riqueza e IRE para el estrato arbóreo es el *Billio-Quercion* la más importante, con 12 especies y un IRE arbóreo de 3.2, seguido por *Alfaroo williamsii-Quercion humboldtii* (10 y 2) y *Cyathea mettenii-*

Quercion humboldtii (8 y 1.6); son estas mismas alianzas las que presentan los mayores valores de densidad e IDE para los estratos arbóreos, mientras que los mayores valores de densidad para todos los estratos se registraron en *Cyathea mettenii-Quercion humboldtii* y *Macleanio rupestris-Quercion humboldtii*. Los menores valores de riqueza y de densidad para todos los estratos se obtuvieron en la alianza *Weinmannio tomentosae-Quercion humboldtii* (11 especies y 64 individuos) y *Ladenbergio macrocarpae-Quercion humboldtii* (21 especies y 82 individuos), mientras que en los estratos arbóreos se registraron los menores valores en *Pruno integrifoliae-Quercion humboldtii* (4 especies y 12 individuos) y *Weinmannio tomentosae-Quercion humboldtii* (3 especies y 18 individuos).

Las asociaciones con mayor riqueza e IRE para todos los estratos son *Tovomito weddelianae-Quercetum humboldtii* (clase *Billio-Quercetea*) con 35 y 13.3 respectivamente, *Cyathea mettenii-Quercetum humboldtii* (clase *Myrsino-Quercetea*) con 35 y 7.8, *Magnolio urraoensis-Quercetum humboldtii* (clase *Billio-Quercetea*) (clase *Billio-Quercetea*) con 34 y 6.7. Cuando se evalúan los valores de riqueza e IRE para el estrato arbóreo las asociaciones con mayores valores son *Magnolio caricifragrantis-Quercetum humboldtii* (10 y 2.1), *Magnolio urraoensis-Quercetum humboldtii* (17 y 3.4), *Tovomito weddelianae-Quercetum humboldtii* (9 y 3.7) y *Weinmannio balbisaniae-Quercetum humboldtii* (4 y 1.7). Son estas mismas asociaciones las que presentan los mayores valores de densidad e IDE para los estratos arbóreos, mientras que los mayores valores de densidad para todos los estratos se registraron en *Paragynoxyo neodendroidis-Quercetum humboldtii* (142), *Weinmannio tomentosae-Quercetum humboldtii* (126) y *Wettinio praemorsae-Quercetum humboldtii* (187). Los menores valores de riqueza y de densidad para todos los estratos se obtuvieron en las asociaciones *Clusio ellipticae-Quercetum humboldtii* (6 y 71), *Schefflera velutinae-Quercetum humboldtii* (10 y 52) y en la comunidad de robledales (*Quercetum humboldtii*) de alta montaña muy intervenidos (2 y 21) mientras que en los estratos arbóreos se registraron los menores valores en *Weinmannio magnifoliae-Quercetum humboldtii* (3 y 10) y *Schefflera velutinae-Quercetum humboldtii* (3 y 15).

En general, el valor promedio de riqueza total y de IRE de las asociaciones y comunidades pertenecientes a la clase *Myrsino-Quercetea* (12-2.8) es marcadamente menor que los valores promedio de las asociaciones pertenecientes a la clase *Billio-Quercetea* y al orden *Billio-Quercetalia* (25-4.2); este comportamiento se expresa con mayor influencia cuando se analiza la riqueza y el IRE de los estratos arbóreos donde las asociaciones pertenecientes a la clase *Myrsino-Quercetea* presentan un promedio de 4 especies y un IRE de 1.1, mientras que en las relacionadas

con la clase *Billio-Quercetea* y el orden *Billio-Quercetalia* se obtuvo 11 especies y un IRE de 1.8. Es importante mencionar que estas diferencias pueden tener relación con la altitud debido a que la clase *Myrsino-Quercetea* se presenta en un rango altitudinal entre 1350 y 3415 m con un promedio de 2697 m, mientras que la clase *Billio-Quercetea* y el orden *Billio-Quercetalia* se establece entre los 774 y los 2536 m de altitud con un valor promedio de 2037 (Figura 10). Cuando se analizan los valores promedio de densidad absoluta, de densidad para los estratos arbóreos y de índices de densidad relativa son también las asociaciones y comunidades pertenecientes a la clase *Billio-Quercetea* y el orden *Billio-Quercetalia* las que presentan los mayores valores en relación a las pertenecientes a la clase *Myrsino-Quercetea*. La Figura 10 presenta el valor de IRE del estrato arbóreo y la altitud promedio para las asociaciones pertenecientes a las clases *Billio-Quercetea* y *Myrsino-Quercetea*. En esta figura es posible identificar la tendencia que existe de encontrar valores de IRE superiores al promedio (1.4) en robledales de altitudes menores a 2600 m, que por lo general pertenecen a la Clase *Billio-Quercetea* aunque en algunas localidades como el centro de la cordillera oriental en Cundinamarca y en el Macizo Central es posible encontrar asociaciones pertenecientes a la clase *Myrsino-Quercetea* en altitudes inferiores a 2600 con valores importantes de IRE. En altitudes superiores a 2600 m el IRE de las asociaciones es por lo general menor al promedio (1.4) y todas las sintaxones pertenecen a la clase *Myrsino-Quercetea*.

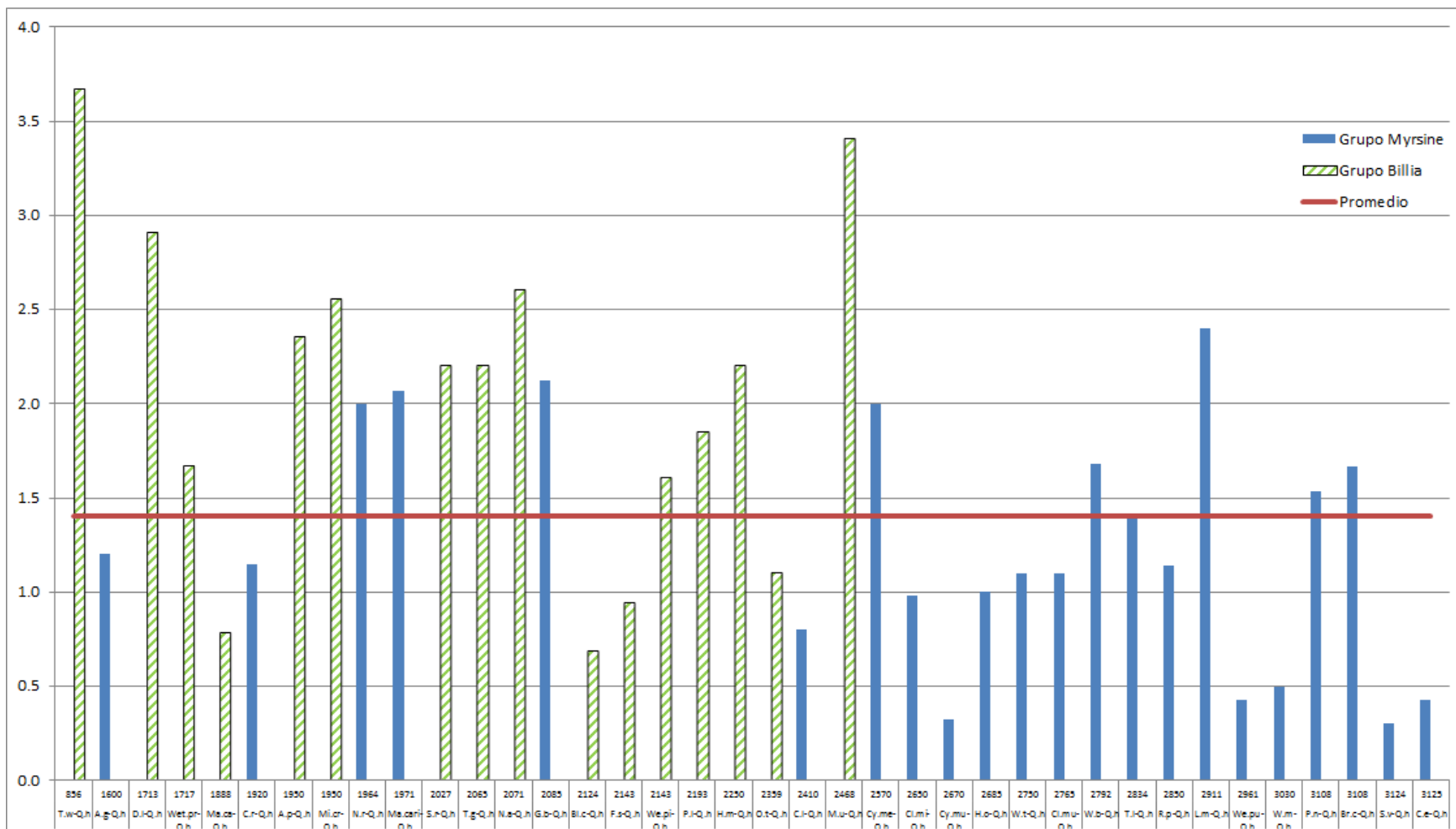


Figura 10. Índice de Riqueza Específico (I.R.E.) para las asociaciones pertenecientes a las clases *Myrsine coriacea-Quercetea humboldtii* y *Billia roseae-Quercetea humboldtii* en los bosques de roble (*Q. humboldtii*) de Colombia.

Tabla 4. Aspectos de diversidad y abundancia para todos los estratos y para los estratos arbóreos en cada unidad sintaxonómica de los bosques de roble (*Q. humboldtii*) de Colombia.

Jerarquía	Unidad Sintaxonómica	Símbolo	Rango Altitudinal	Altitud prom	No spp.	No Ind.	IRE	IDE	No sp. Arboreo	IRE Ar	No Indiv Arboreo	IDE Arboreo
Clase	<i>Billio roseae-Quercetea humboldtii</i>	B.r.-Q.h cl.	1821 – 2460	2141	25	95	2.9	10.8	12	1.3	31	3.4
	<i>Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii</i>	M.c.-Q.h cl.	1350 - 3415	2697	12	59	2.8	12.6	4	1.1	16	3.9
Orden	<i>Anibo panurensis-Quercetalia humboldtii</i>	A.p.-Q.h ord.	1958 - 1980	1969	22	83	6.1	23	8	2.1	20	4.9
	<i>Billio roseae-Quercetalia humboldtii</i>	B.r.-Q.h ord.	774 – 2536	1655	24	93	5.9	20.7	10	2.4	21	5.1
	<i>Myrcio popayanensis-Quercetalia humboldtii</i>	M.p.-Q.h ord.	2100 – 2800	2450	8	20	1.9	4.9	4	1.1	9	2.3
	<i>Myrsino coriaceae-Quercetalia humboldtii</i>	M.c.-Q.h ord.	2340 – 2800	2570	10	36	2.8	10	4	1.3	13	4.4
	<i>Ocoteo balanocarpae-Quercetalia humboldtii</i>	O.b.-Q.h ord.	1821 – 2460	2141	24	90	2.4	9	14	1.4	34	3.4
	<i>Weinmannia tomentosae-Quercetalia humboldtii</i>	W.t.-Q.h ord.	2550 - 3415	2983	18	100	3.2	18.3	5	0.9	22	3.9
Alianza	<i>Alchorneo grandiflorae-Quercion humboldtii</i>	A.g.-Q.h all.	1930 – 2526	2228	13	45	3.6	11.8	4	1.4	16	4.9
	<i>Alfaroo williamsii-Quercion humboldtii</i>	A.w.-Q.h all.	1958 - 1980	1969	29	112	5.7	22.3	10	2	30	6
	<i>Billio roseae-Quercion humboldtii</i>	B.r.-Q.h all.	774 – 1788	1281	32	90	9.1	22.4	12	3.2	23	5.7
	<i>Cyatheo divergentis-Quercion humboldtii</i>	C.d.-Q.h all.	2016 - 2536	2276	29	115	5.8	23.4	13	2.5	27	5.5
	<i>Cyatheo mettenii-Quercion humboldtii</i>	C.m.-Q.h all.	2340 – 2800	2570	35	122	7	24.4	8	1.6	24	4.9
	<i>Ladenbergio macrocarpae-Quercion humboldtii</i>	L.m.-Q.h all.	1821 – 2460	2141	21	82	2.1	8.2	11	1.1	28	2.8
	<i>Macleanio rupestris-Quercion humboldtii</i>	M.r.-Q.h all.	2550 – 3415	2983	23	130	4.6	26.1	6	1.3	26	5.2
	<i>Monotropeo uniflorae-Quercion humboldtii</i>	M.u.-Q.h all.	2500 - 2700	2600	4	16	4	16				
	<i>Pruno integrifoliae-Quercion humboldtii</i>	P.i.-Q.h all.	2540 – 3110	2825	24	61	4.7	12	4	0.7	12	2.4
	<i>Tovomito parviflorae-Quercion humboldtii</i>	T.p.-Q.h all.	2100 - 2800	2450	26	101	2.6	10.1				
	<i>Virolo macrocarpae-Quercion humboldtii</i>	V.m.-Q.h all.	1869 – 2316	2093	30	107	3	10.7	19	1.9	45	4.5
	<i>Weinmannia tomentosae-Quercion humboldtii</i>	W.t.-Q.h all.	2580 – 3150	2865	11	64	1.6	8.9	3	0.3	18	2.3
	Asociación	<i>Alchorneo glandulosae-Quercetum humboldtii</i>	A.g.-Q.h	1300 – 1900	1600	21	128	4.2	25.6	6	1.2	18
<i>Alfaroo williamsii-Quercetum humboldtii</i>		A.w.-Q.h	1950 – 2300	2125								
<i>Anibo perutilis-Quercetum humboldtii</i>		A.p.-Q.h	1900 – 2000	1950	32	104	3.2	10.4	24	2.4	60	6
<i>Blakeo cuatrecasii-Quercetum humboldtii</i>		Br.c.-Q.h	1992 - 2255	2124	24	103	2.8	10.3	7	0.7	27	2.7
<i>Brunellio comocladifoliae-Quercetum humboldtii</i>		Bl.c.-Q.h	2800 – 3415	3108	27	111	5.4	22.2	8	1.7	22	4.4
<i>Clethro revolutae-Quercetum humboldtii</i>		C.r.-Q.h	2642 – 2809	2726	7	18	1.9	4.8	4	1.1	9	2.6
<i>Clusio ellipticae-Quercetum humboldtii</i>		C.e.-Q.h	3100 – 3150	3125	6	71	0.6	7.1	4	0.4	36	3.6
<i>Clusio lineatae-Quercetum humboldtii</i>		C.l.-Q.h	2290 – 2530	2410	14	77	2.8	15.5	4	0.8	22	4.5
<i>Clusio minoris-Quercetum humboldtii</i>		Cl.mi.-Q.h	2500 - 2800	2650	30	86	5.8	16.8	5	1	15	2.9
<i>Clusio multiflorae-Quercetum humboldtii</i>		Cl.mu.-Q.h	2685 – 2844	2765	5	19	1.9	7.6	3	1.1	11	4.5
<i>Cyatheo mettenii-Quercetum humboldtii</i>		Cy.me.-Q.h	2340 – 2800	2570	39	119	7.8	23.7	10	2	24	4.7
<i>Cyatheo multiflorae-Quercetum humboldtii</i>		Cy.mu.-Q.h	2580 – 2760	2670	13	66	2.3	11.3	2	0.3	11	2

<i>Cybianthi iteoidis-Quercetum humboldtii</i>	C.i-Q.h	2600 – 2800	2700								
<i>Dictocaryo lamarckiani-Quercetum humboldtii</i>	D.l-Q.h	1638 – 1788	1713	29	85	5.9	16.9	15	2.9	27	5.5
<i>Fico subandinae-Quercetum humboldtii</i>	F.s-Q.h	1825 – 2460	2143	22	91	2.2	9.1	9	0.9	23	2.3
<i>Geissanthi bogotensis-Quercetum humboldtii</i>	G.b-Q.h	2030 – 2140	2085	13	48	6.5	23.9	4	2.1	7	3.6
<i>Hedyosmo racemosi-Quercetum humboldtii</i>	H.r-Q.h	2400 – 2500	2450								
<i>Hesperomelo obtusifoliae-Quercetum humboldtii</i>	H.o-Q.h	2550 – 2820	2685	19	133	3.9	26.5	5	1	27	5.3
<i>Huilaeo mutisiana-Quercetum humboldtii</i>	H.m-Q.h	2050 – 2450	2250	33	119	6.6	23.7	11	2.2	24	4.7
<i>Ladenbergio macrocarpa-Quercetum humboldtii</i>	L.m-Q.h	2864 – 2958	2911	7	23	2.9	9.1	6	2.4	15	6
<i>Magnolio cararensis-Quercetum humboldtii</i>	Ma.ca-Q.h	1821 – 1955	1888	18	64	1.8	6.4	8	0.8	23	2.3
<i>Magnolio caricifragrantis-Quercetum humboldtii</i>	Ma.cari-Q.h	1964 – 1978	1971	27	110	5.4	22.1	10	2.1	37	7.3
<i>Magnolio urraensis-Quercetum humboldtii</i>	M.u-Q.h	2400 – 2536	2468	34	128	6.7	25.5	17	3.4	35	6.9
<i>Micropholido crotonoidis-Quercetum humboldtii</i>	Mi.cr-Q.h	1900 – 2000	1950	34	86	3.4	8.6	26	2.6	51	5.1
<i>Nectandro acutifoliae-Quercetum humboldtii</i>	N.a-Q.h	2071	2071	10	14	3.8	5.6	7	2.6	8	3.2
<i>Nectandro reticulatae-Quercetum humboldtii</i>	N.r-Q.h	1958 – 1970	1964	31	114	6.2	22.7	10	2	20	4
<i>Ocoteo longifoliae-Quercetum humboldtii</i>	O.l-Q.h	2100 – 2400	2250	31	119	3.1	11.9				
<i>Ormosio towarensis-Quercetum humboldtii</i>	O.t-Q.h	2290 – 2427	2359	27	92	5.3	18.3	6	1.1	25	5
<i>Paragynoxyo neodendroidis-Quercetum humboldtii</i>	P.n-Q.h	2800 – 3415	3108	27	142	5.5	28.4	8	1.5	28	5.7
<i>Pouterio lucumatis-Quercetum humboldtii</i>	P.l-Q.h	2100 – 2285	2193	26	114	5.3	23.8	9	1.8	22	4.5
<i>Quercetum humboldtii</i>	Q.h-Q.h	2500 – 2700	2600	4	18	4	18				
<i>Roupalo pseudocordatae-Quercetum humboldtii</i>	R.p-Q.h	2600 – 3100	2850	20	127	4	25.3	6	1.1	25	5.1
<i>Schefflero velutinae-Quercetum humboldtii</i>	S.v-Q.h	3093 – 3155	3124	10	52	1	5.2	3	0.3	15	1.5
<i>Spirotheco roseae-Quercetum humboldtii</i>	S.r-Q.h	2016 – 2037	2027	25	99	5	19.8	11	2.2	25	4.9
<i>Tapiriro guianensis-Quercetum humboldtii</i>	T.g-Q.h	1930 – 2199	2065	11	20	4.4	8	6	2.2	8	3
<i>Tibouchino lepidotae-Quercetum humboldtii</i>	T.l-Q.h	2700 – 2968	2834	5	20	2.1	8	4	1.4	11	4.6
<i>Tovomito weddeliana-Quercetum humboldtii</i>	T.w-Q.h	774 – 937	856	35	96	13.3	29.7	9	3.7	17	6.1
<i>Weinmannio balbisiana-Quercetum humboldtii</i>	W.b-Q.h	2625 – 2958	2792	6	21	2.6	8.6	4	1.7	15	6.1
<i>Weinmannio magnifoliae-Quercetum humboldtii</i>	W.m-Q.h	2950 – 3110	3030	18	36	3.6	7.2	3	0.5	10	1.9
<i>Weinmannio pinnatae-Quercetum humboldtii</i>	We.pi-Q.h	1825 – 2460	2143	23	80	2.3	8	16	1.6	40	4
<i>Weinmannio pubescentis-Quercetum humboldtii</i>	We.pu-Q.h	2707 – 3215	2961	15	91	1.8	11.1	2	0.4	18	2.7
<i>Weinmannio tomentosae-Quercetum humboldtii</i>	W.t-Q.h	2700 – 2800	2750	31	126	6.1	25.1	6	1.1	25	5
<i>Wettinio praemorsae-Quercetum humboldtii</i>	Wet.pr-Q.h	1637 – 1796	1717	26	187	5.2	37.5	8	1.7	20	3.9

Comunidad	Comunidad de <i>Araliaceae sp. 2-Quercus humboldtii</i>	Com. 1	2443 – 2727	2585	7	20	2.7	8.1	4	1.4	10	3.9
	Comunidad de <i>Clusia schomburgkiana</i> asociada a la Alianza <i>Virolo –Quercion</i>	Com. 2	1869 – 2316	2093	28	120	2.8	12	14	1.4	36	3.6
	Comunidad de <i>Clusia sp. Symplocos serrulata-Quercus humboldtii</i>	Com. 3	2526 – 2800	2663	5	18	2.1	7.1	4	1.5	10	4.1
	Comunidad de <i>Cyathea sp.-Quercus humboldtii</i>	Com. 4	2526 – 2800	2663	7	16	2.6	6.3	4	1.4	9	3.5
	Comunidad de <i>Dodonaea viscosa-Quercus humboldtii</i>	Com. 5	2350	2350	27	112	5.4	22.4	8	1.6	22	4.5
	Comunidad de <i>Escallonia paniculata, Alchomea grandiflora y Quercus humboldtii</i>	Com. 10	2511 – 2526	2519	3	23	1	9	2	0.8	17	6.6
	Comunidad de <i>Ocotea calophylla y Brunellia comocladifolia</i> asociada al <i>Brunellio-Quercetum</i>	Com. 9	2811 – 3257	3034	11	39	1.1	3.9	3	0.3	14	1.4
	Comunidad de <i>Persea chrysophylla y Quercus humboldtii</i>	Com. 6	2264 – 2913	2589	5	17	2	6.8	3	1.2	8	3.2
Comunidad de robledales (<i>Quercetum humboldtii</i>) de Alta montaña muy intervenidos	Com. 7	2609 – 3220	2915	2	21	0.7	5.3	2	0.6	11	3.4	
Comunidad de <i>Nectandra sp. - Quercus humboldtii</i>	Com. 8	2500 - 2700	2600	4	15	4	15					
<hr/>												
Asociaciones y comunidades pertenecientes a la clase <i>Billia-Quercetea</i> y a ordenes y alianzas afines		B.r.-Q.h Gran grupo	774 – 2536	2037	25	94	4.2	15	11	1.8	27	4.1
Asociaciones y comunidades pertenecientes a la clase <i>Myrsine-Quercus</i> y a ordenes y alianzas afines		M.c-Q.h Gran grupo	1350 – 3415	2697	12	59	2.8	12.6	4	1.1	16	3.9

Los valores de las principales variables estructurales de los sintaxones se presentan en la Tabla 5. La altura promedio del dosel en la clase *Myrsine-Quercetea* fue de 22 m, mientras que en el *Billio-Quercetea* fue de 20m. Los mayores valores de altura promedio del dosel se registraron para los ordenes *Myrcio popayanensis-Quercetalia humboldtii* (clase *Myrsino-Quercetea*) con 23 m, mientras que el *Anibo panurensis-Quercetalia humboldtii* (clase *Myrsino-Quercetea*) y *Billio roseae-Quercetalia humboldtii* (clase *Billio-Quercetea*) presentaron los menores valores con 18 m. En las alianzas las que más sobresalieron por sus valores de altura promedio del dosel fueron *Tovomito parviflorae-Quercion humboldtii* (clase *Billio-Quercetea*) con 29 m y *Cyathea mettenii-Quercion humboldtii* (clase *Myrsino-Quercetea*) con 28 m, mientras que los menores valores se registraron para *Virolo macrocarpae-Quercion humboldtii* y *Ladenbergio macrocarpae-Quercion humboldtii* ambas con 17 m y pertenecientes a la clase *Billio-Quercetea*. La asociación donde se presenta la mayor altura promedio del dosel es *Paragynoxyo neodendroidis-Quercetum humboldtii* con 32 m, seguida por *Cybianthi iteoidis-Quercetum humboldtii*, *Ocoteo longifoliae-Quercetum humboldtii* y *Weinmannio tomentosae-Quercetum humboldtii* con 30 m; es importante resaltar que todas estas asociaciones pertenecen a la clase *Myrsino-Quercetea*. La menor altura promedio del dosel se registro en la comunidad de *Dodonaea viscosa* y *Quercus humboldtii* (asociada a la clase *Billio-Quercetea*) con 13 m, aunque existen seis asociaciones que presentan alturas de 16 m.

La cobertura relativa de los estratos arbóreos (superior e inferior) en la clase *Myrsine-Quercetea* fue de 96%, resaltando el valor del estrato arbóreo superior (25%), mientras que en la clase *Billio-Quercetea* el valor fue de 47% donde el estrato solamente alcanzo un valor de 5%; de igual manera los valores de cobertura del sotobosque (estratos de arbolitos y arbustivo) son mayores en la clase *Myrsine-Quercetea*. La mayor cobertura relativa de los estratos entre los órdenes se registró en *Myrsino coriaceae-Quercetalia humboldtii* (132%), mientras que el menor valor se presento en *Ocoteo balanocarpae-Quercetalia humboldtii* (42%). A nivel de alianza el mayor valor de cobertura en los estratos arbóreos se obtuvo en *Billio roseae-Quercion humboldtii* (125%) y el menor valor en las alianzas *Virolo macrocarpae-Quercion humboldtii* y *Ladenbergio macrocarpae-Quercion humboldtii* (49%) ambas asociadas a la clase *Billio-Quercetea*; en los estratos subarbóreos es importante por sus valores de cobertura relativa la alianza *Pruno integrifoliae-Quercion humboldtii* (77%) mientras que los menores valores se registraron en *Macleanio rupestris-Quercion humboldtii* (14%) ambas alianzas pertenecen a la clase *Myrsino-Quercetea*. Entre las asociaciones y comunidades el mayor valor de cobertura relativa en los estratos arbóreos se registró en *Alfaroo williamsii-Quercetum humboldtii* (140%) mientras que el menor en *Blakeo cuatrecasii-Quercetum humboldtii* (26%); respecto a la cobertura relativa del sotobosque *Geissanthi bogotensis-Quercetum*

humboldtii presentó el mayor valor con 120%, mientras que *Hesperomelo obtusifoliae-Quercetum humboldtii* y la comunidad de *Ocotea calophylla* y *Brunellia comocladifolia* obtuvieron los menores valores con 7%.

La estimación del Índice de Predominio Fisionómico Simplificado (IPFS%) para los levantamientos de la clase *Myrsine-Quercetea* permitió identificar a *Quercus humboldtii* como la especie con mayor dominancia ecológica con 51% seguida por *Tibouchina lepidota* (1.4%), *Myrsine coriacea* (1.3%), *Weinmannia tomentosa* (1.2%), *Weinmannia pubescens* (1%), *Clusia discolor* (1%), *Clethra revoluta* (1%), *Clethra fagifolia* (1%) y *Clusia multiflora* (1%). En la clase *Billio-Quercetea* la especie con mayor IPFS% fue también *Quercus humboldtii* (25%) pero con un valor muy inferior al registrado para la clase *Myrsine-Quercetea*, las especies que le siguen en importancia ecológica son *Clusia schomburgkiana* (4%), *Compsoeura rigidifolia* (3%), *Hieronyma huilensis* (3%), *Alfaroa williamsii* (2%), *Palicourea demissa* (2%) y *Billia rosea* (2%). A nivel de ordenes, en todos se presenta *Q. humboldtii* como la especie más importante con valores de IPFS% que oscilan entre 42% registrado en el *Weinmannio tomentosae-Quercetalia humboldtii* y 24% registrado en el *Anibo panurensis-Quercetalia humboldtii*. De las doce (12) alianzas descritas, en once (11) *Q. humboldtii* fue dominante con valores de IPFS% entre 25 y 67%, el mayor valor de dominancia se registró para la alianza *Monotropo uniflorae-Quercion humboldtii* (67%) y el menor valor *Alfaroo williamsii-Quercion humboldtii* (23%); solamente en la alianza *Virolo macrocarpa-Quercion humboldtii*, *Q. humboldtii* no ocupó el primer lugar en importancia sino que fue la tercera con un valor de 7% después de *Virolo macrocarpa* (17%) y *Compsoeura rigidifolia* (8%).

A nivel de asociaciones y comunidades, de las 43 asociaciones descritas y las diez (10) comunidades reseñadas, solamente en cuatro asociaciones (*Anibo perutilis-Quercetum humboldtii*, *Micropholido crotonoidis-Quercetum humboldtii*, *Tapiriro guianensis-Quercetum humboldtii* y *Wettinio praemorsae-Quercetum humboldtii*) no se presentó *Q. humboldtii* como la especie dominante; es importante mencionar que estas asociaciones se establecen en la franja subandina. La mayor dominancia de *Q. humboldtii* se presentó en la comunidad de robledales (*Quercetum humboldtii*) de alta montaña muy intervenidos con (93%), seguido de la comunidad de *Escallonia paniculata*, *Alchornea grandiflora* y *Quercus humboldtii* (90%), *Clusia multiflora-Quercetum humboldtii* (82%) y *Schefflera velutinae-Quercetum humboldtii* (71%); todas estas comunidades y asociaciones son características de la franja andina. Los menores valores de IPFS% para *Q. humboldtii* se presentaron en *Tapiriro guianensis-Quercetum humboldtii* (5%), *Anibo perutilis-Quercetum hum boldtii* (7%), *Weinmannio pinnatae-Quercetum humboldtii* (8%) asociaciones todas

que se establecen en la franja subandina. Cuando se analizan los valores de IPFS% para *Q. humboldtii* en todos los levantamientos de las asociaciones y comunidades, se encuentra que los sintaxones pertenecientes a la clase *Myrsine-Quercetea* presentan un valor promedio de 51% en rangos altitudinales entre 1350 y 3415 m abarcando las regiones de vida andina y subandina, mientras que las asociaciones y comunidades pertenecientes a la clase *Billio-Quercetea* y el orden *Billio-Quercetalia* obtuvieron un valor promedio de 26% para *Q. humboldtii* y se establecen un rango altitudinal entre 774 y 2536 m principalmente en la región subandina, aunque es posible encontrar alguna distribución extraordinaria en la franja tropical. En la Figura 11 se presenta el valor de IPFS % y la altitud promedio para cada una de las asociaciones pertenecientes a las clases *Billo-Quercetea* y *Myrsine-Quercetea*. Es posible identificar la tendencia de valores de IPFS % superiores al promedio (35%) en robledales de altitudes mayores a 2600 m, que pertenecen a la clase *Myrsino-Quercetea* aunque en algunas localidades como el centro de la cordillera Oriental en Cundinamarca y en el Macizo Central es posible encontrar asociaciones de esta clase con valores importantes de IPFS% en la región subandina (altitudes menores a 2600 m). En altitudes inferiores a 2600 m para las asociaciones pertenecientes a la Clase *Billio-Quercetea* los valores de IPFS% de *Q. humboldtii* son por lo general menores al promedio (35%) excepto en las asociaciones *Magnolio cararensis-Quercetum humboldtii* y *Blakeo cuatrecasii-Quercetum humboldtii* con valores de IPFS% superiores a 40% condición que posiblemente se relacione con las condiciones de extracción selectiva de maderas valiosas (*Aniba* spp., *Ocotea* spp., *Virola* spp.) o a condiciones edáficas externas que limitan el crecimiento de otras especies maderables.

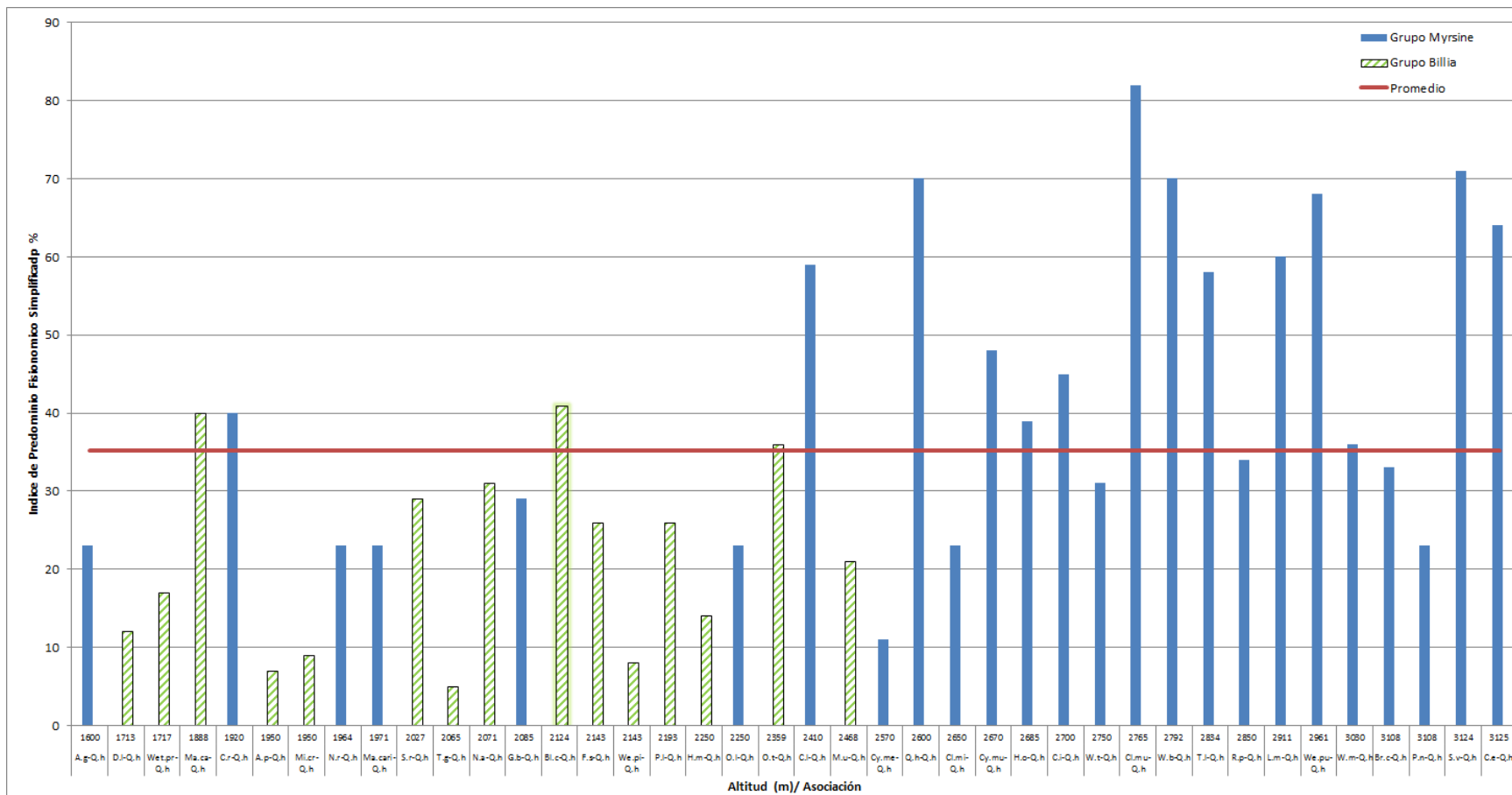


Figura 11. Índice de Predominio Fisionómico Simplificado Relativo (I.P.F.S %) para las asociaciones pertenecientes a las clases *Myrsine coriaceae-Quercetea humboldtii* y *Billio roseae-Quercetea humboldtii* en los bosques de roble (*Q. humboldtii*) de Colombia.

Tabla 5. Principales características estructurales para cada unidad sintaxonómica de los bosques de roble (*Q. humboldtii*) de Colombia.

Jerarquía	Simbolo	IPF	IPF Quercus	Quercus > dominante	Altitud Prom	Altura dosel	Sum Cob (%) As+Ai	Cob (%) As	Cob (%) Ai	Sum Cob (%) Ar+ar	Ar	ar
Clase	B.r.-Q.h cl.	<i>Q. humboldtii</i> (25%), <i>Clusia schomburgkiana</i> (4%), <i>Compsoeura rigidifolia</i> (3%), <i>Hieronyma huilensis</i> (3%), <i>Alfaroa williamsii</i> (2%), <i>Palicourea demissa</i> (2%) y <i>Billia rosea</i> (2%)	25	si	2141	20	47	5	42	38	31	7
	M.c.-Q.h cl.	<i>Q. humboldtii</i> (51%), <i>Tibouchina lepidota</i> (1.4%), <i>Myrsine coriacea</i> (1.3%), <i>Weinmannia tomentosa</i> (1.2%), <i>Weinmannia pubescens</i> (1%), <i>Clusia discolor</i> (1%), <i>Clethra revoluta</i> (1%), <i>Clethra fagifolia</i> (1%) y <i>Clusia multiflora</i> (1%)	51	si	2419	22	96	25	71	62	46	16
Orden	A.p.-Q.h ord.	<i>Q. humboldtii</i> (24%), <i>A. williamsii</i> (6%), <i>Miconia smaragdina</i> (4%), <i>Aniba sp. (NR 18)</i> (4%), <i>Aniba panurensis</i> (4%), <i>Clusia octopetala</i> (2%) y <i>Annona quinduensis</i> (2%)	24	si	1969	18	125	25	100	85	66	19
	B.r.-Q.h ord.	<i>Q. humboldtii</i> (27%), <i>Wettinia praemorsa</i> (4%), <i>Nectandra acutifolia</i> (2%), <i>Podocarpus oleifolius</i> (2%), <i>T. lepidota</i> (2%), <i>B. rosea</i> (2%), <i>Cyathea divergens</i> (1%)	27	si	1655	18	113	16	97	56	43	13
	M.p.-Q.h ord.	<i>Q. humboldtii</i> (38%), <i>Lauracea sp.4</i> (6%), <i>Clethra revoluta</i> (6%), <i>Lauracea sp.3</i> (5%), <i>Ocotea longifolia</i> (3%), <i>Nectandra acutifolia</i> (3%)	38	si	2450	23	103	33	70	35	24	11
	M.c.-Q.h ord.	<i>Q. humboldtii</i> (58%), <i>T. lepidota</i> (3%), <i>W. pubescens</i> (2%), <i>M. coriacea</i> (1.5%), <i>Clethra fagifolia</i> (1%), <i>Bejaria aestuans</i> (1%), <i>Drimys granadensis</i> (1%), <i>Clusia multiflora</i> (1%)	41	si	2200	23	132	43	89	62	31	31
	O.b.-Q.h ord.	<i>Q. humboldtii</i> (21%), <i>C. schomburgkiana</i> (5%), <i>C. rigidifolia</i> (4%), <i>H. huilensis</i> (4%), <i>P. demissa</i> , <i>B. rosea</i> , <i>Clusia cf. bracteosa</i> , <i>Ladenbergia macrocarpa</i> , <i>V. macrocarpa</i> (3%)	21	si	2141	22	49	5	44	34	32	2
	W.t.-Q.h ord.	<i>Q. humboldtii</i> (42%), <i>W. tomentosa</i> (4%), <i>Clusia discolor</i> (2%), <i>Clusia elliptica</i> (2%), <i>Viburnum tinoides</i> (2%), <i>M. coriacea</i> (1%), <i>Cyathea multiflora</i> (2%) y <i>Ocotea calophylla</i> (1%)	42	si	2983	22	56		56	41	31	10
	A.g.-Q.h all.	<i>Q. humboldtii</i> (43%), <i>T. lepidota</i> (9%), <i>S. colombianum</i> (4%), <i>Alchornea grandiflora</i> (4%), <i>Clethra fagifolia</i> (2%), <i>A. williamsii</i> (2%) y <i>Miconia nodosa</i> (2%)	43	si	2228	18	94	6	88	36	28	8
Alianza	A.w.-Q.h all.	<i>Q. humboldtii</i> (23%), <i>A. williamsii</i> (17%), <i>Annona quinduensis</i> (6%), <i>Mabea montana</i> (5%), <i>Matudaea colombiana</i> (4%), <i>Alchornea triplinervia</i> (4%) y <i>A. panurensis</i> (3%)	23	si	1969	18	115	15	100	58	47	11
	B.r.-Q.h all.	<i>Q. humboldtii</i> (27%), <i>A. excelsum</i> (8%), <i>Tovomita weddelliana</i> (4%), <i>Dendrobangia boliviana</i> (3%), <i>Micropholis guyanensis</i> (3%), <i>Dendropanax arboreus</i> (3%), <i>Myrciaria floribunda</i> (3%)	27	si	1281	18	125	25	100	58	48	10
	C.d.-Q.h all.	<i>Q. humboldtii</i> (25%), <i>Cyathea divergens</i> (4%), <i>Podocarpus oleifolius</i> (3%), <i>Miconia micropetala</i> (3%), <i>Calophyllum brasiliense</i> (2%), <i>Weinmannia auriculata</i> (2%) y <i>Palicourea angustifolia</i> (2%)	25	si	2276	18	110	11	99	53	42	11
	C.m.-Q.h all.	<i>Q. humboldtii</i> (39%), <i>Cyathea mettenii</i> (6%), <i>Hedyosmum colombianum</i> (4%), <i>Myrsine coriacea</i> (4%), <i>Frangula goudotiana</i> (4%) y <i>Miconia theizans</i> (3%)	39	si	2570	28	57		57	24	24	
	L.m.-Q.h all.	<i>Q. humboldtii</i> (24%), <i>P. demissa</i> (5%), <i>C. schomburgkiana</i> (5%), <i>Clusia cf. bracteosa</i> (5%), <i>H. huilensis</i> (4%), <i>L. macrocarpa</i> (4%) y <i>Pouteria baehiana</i> (4%)	24	si	2141	17	49	4	45	38	36	2
	M.r.-Q.h all.	<i>Q. humboldtii</i> (31%), <i>W. tomentosa</i> (4%), <i>M. coriacea</i> (2%), <i>Clusia discolor</i> (2%), <i>Macleania rupestris</i> (2%) y <i>Ternstroemia meridionalis</i> (2%)	31	si	2983	25	59		59	14	14	

M.u-Q.h all.	<i>Q. humboldtii</i> (67%), <i>Chusquea</i> sp. (6%), <i>Maytenus laxiflora</i> (4.5%), <i>Miconia theizans</i> (4%), <i>Lippia hirsuta</i> (3%) y <i>Aegiphilla bogotensis</i> (3%)	67	si	2600	25	115	30	85	71	17	54
P.i-Q.h all.	<i>Q. humboldtii</i> (29%), <i>Cinchona pubescens</i> (17%), <i>Prunus integrifolia</i> (4%), <i>Ardisia sapida</i> (3%), <i>Palicourea angustifolia</i> (2%) y <i>Viburnum jamesonii</i> (2%)	29	si	2825	19	76	25	51	77	70	7
T.p-Q.h all.	<i>Q. humboldtii</i> (28%), <i>Lauracea</i> sp.4 (11%), <i>Lauracea</i> sp.3 (8%), <i>Ocotea longifolia</i> (7%), <i>Clusia</i> sp.2 (3%), <i>Persea americana</i> (3%), <i>M. coriacea</i> (2%) y <i>Tovomita parviflora</i> (2%)	28	si	2450	29	115	38	77	22	15	7
V.m-Q.h all.	<i>V. macrocarpa</i> (17%), <i>C. rigidifolia</i> (8%), <i>Q. humboldtii</i> (7%), <i>Faramea flavicans</i> (6%), <i>Aniba perutilis</i> (6%), <i>Inga venusta</i> (5%) y <i>B. rosea</i> (4%)	7	no	2093	17	49	6	43	27	25	2
W.t-Q.h all.	<i>Q. humboldtii</i> (57%), <i>Clusia elliptica</i> (6%), <i>Cyathea multiflora</i> (4%), <i>Weinmannia tomentosa</i> (4%), <i>Clusia discolor</i> (3%) y <i>Clusia inesiana</i> (2%)	57	si	2865	22	67	14	53	35	28	7
Asociación											
A.g-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (23%), <i>Cinchona pubescens</i> (9%), <i>Ardisia sapida</i> (4%), <i>Prunus integrifolia</i> (4%) y <i>Styrax</i> sp. (4%)	23	si	1600	20	68		68	76	64	12
A.w-Q.h			si	2125	25	140	40	100	50	25	25
A.p-Q.h	<i>V. macrocarpa</i> (17%), <i>C. rigidifolia</i> (8%), <i>Q. humboldtii</i> (7%), <i>Faramea flavicans</i> (6%), <i>Aniba perutilis</i> (6%), <i>Inga venusta</i> (5%) y <i>B. rosea</i> (4%)	7	no	1950	17	49	5	44	20	19	1
Br.c-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (41%), <i>Clusia alata</i> (6%), <i>A. williamsii</i> (6%), <i>C. schomburgkiana</i> (5%), <i>Blakea cuatrecasii</i> (5%), <i>Clusia inesiana</i> (3%) y <i>Clusia discolor</i> (3%)	41	si	2124	17	26		26	43	26	17
Bl.c-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (33%), <i>W. tomentosa</i> (10%), <i>B. rosea</i> (8%), <i>M. coriacea</i> (6%), <i>Freziera</i> sp. (6%) y <i>Huilaia mutisiana</i> (4%)	33	si	3108	24	67		67	13	13	
C.r-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (40%), <i>C. revoluta</i> (14%), <i>N. acutifolia</i> (8%), <i>H. bonplandianum</i> (6%), <i>Cecropia peltata</i> (4%), <i>Guatteria goudotiana</i> (4%) y <i>Myrcia popayanensis</i> (3%)	40	si	1920	18	87	24	63	35	34	1
C.e-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (64%), <i>C. elliptica</i> (22%), <i>W. tomentosa</i> (3%), <i>C. multiflora</i> (2%), <i>Clethra fimbriata</i> (2%) y <i>Miconia rubiginosa</i> (1%)	64	si	3125	16	81	14	67	23	22	1
C.l-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (59%), <i>V. cornifolium</i> (5%), <i>B. aestuans</i> (4%), <i>Hieronyma macrocarpa</i> (3%), <i>C. lineata</i> (2%), <i>Ficus mutisii</i> (2%) y <i>M. coriacea</i> (2%)	59	si	2410	19	125	46	79	44	37	7
Cl.mi-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (23%), <i>Cinchona pubescens</i> (9%), <i>Ardisia sapida</i> (4%), <i>P. integrifolia</i> (4%) y <i>Styrax</i> sp. (4%)	23	si	2650	20	68		68	76	64	12
Cl.mu-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (82%), <i>C. multiflora</i> (4%), <i>Palicourea</i> sp. (3%), <i>Alchornea</i> sp. (2%) y <i>Brunellia</i> sp. (1%)	82	si	2765	17	82		82	24	24	
Cy.me-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (11%), <i>Cyathea mettenii</i> (9%), <i>C. multiflora</i> (5%), <i>B. runellia comocladifolia</i> (5%), <i>W. pinnata</i> (5%) y <i>Miconia theizans</i> (4%)	11	si	2570	25	58		58	29	29	
Cy.mu-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (48%), <i>Cyathea multiflora</i> (8%), <i>C. discolor</i> (6%), <i>C. inesiana</i> (5%), <i>V. tinoides</i> (4%) y <i>W. tomentosa</i> (4%)	48	si	2670	16	44		44	41	30	11
C.i-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (45%), <i>M. coriacea</i> (8%), <i>Clusia</i> sp.2 (7%), <i>P. oleifolius</i> (5%), <i>Tovomita parviflora</i> (5%), <i>Lauracea</i> sp.3 (4%), <i>Geissanthus</i> sp. (3%) y <i>Cyathea</i> sp. (3%)	45	si	2700	30	111	11	100	18	10	8
D.l-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (12%), <i>Otoba novogranatensis</i> (7%), <i>P. oleifolius</i> (6%), <i>D. lamarckianum</i> (5%), <i>M. lehmannii</i> (4%), <i>C. smithianus</i> (4%) y <i>Protium tenuifolium</i> (4%)	12	si	1713	18	107	22	85	43	35	8
F.s-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (26%), <i>Palicourea demissa</i> (6%), <i>L. macrocarpa</i> (5%), <i>M. brachygyna</i> (5%), <i>Alchornea grandiflora</i> (4%), <i>A. williamsii</i> (4%), y <i>B. rosea</i> (4%)	26	si	2143	17	44		44	45	43	2
G.b-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (29%), <i>M. smaragdina</i> (13%), <i>Aniba</i> sp. (NR 18) (13%), <i>A. panurensis</i> (9%), <i>Clusia octopetala</i> (7%), <i>Cecropia</i> sp. (NR 3) (4%) y <i>M. coriacea</i> (4%)	29	si	2085	20	135	45	90	120	90	30

H.r-Q.h			si	2450	25	120	20	100	73	50	23
H.o-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (39%), <i>V. tinoides</i> (5%), <i>W. tomentosa</i> (4%), <i>M. rupestris</i> (3%), <i>Schefflera</i> sp. (Boy-Ric) (3%) y <i>Vallea stipularis</i> (2%)	39	si	2685	20	62		62	7	7	
H.m-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (14%), <i>H. racemosum</i> (5%), <i>Schefflera</i> sp. (Boy-Occ) (5%), <i>Cyathea</i> sp. (Boy - Occid) (4%), <i>B. comocladifolia</i> (3%) y <i>Aiphanes</i> cf. <i>concinna</i> (3%)	14	si	2250	25	50		50	23	23	
L.m-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (60%), <i>Styrax pavonii</i> (7%), <i>C. multiflora</i> (2%), <i>Melastomatacea</i> sp. (2%) y <i>Clusia</i> sp. (1%)	60	si	2911	16	83		83	17	17	
Ma.ca-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (40%), <i>C. schomburgkiana</i> (14%), <i>A. williamsii</i> (4%), <i>Clusia</i> cf. <i>bracteosa</i> (4%), <i>H. huilensis</i> (4%), <i>Rhodostemonodaphne velutina</i> (4%) y <i>C. rigidifolia</i> (4%)	40	si	1888	16	40		40	26	25	1
Ma.cari-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (23%), <i>A. williamsii</i> (21%), <i>Annona quinduensis</i> (6%), <i>Mabea montana</i> (5%), <i>A. triplinervia</i> (4%), <i>Ocotea oblonga</i> (3%) y <i>Magnolia caricifragrans</i> (3%)	23	si	1971	18	115	15	100	53	44	9
M.u-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (21%), <i>Cyathea divergens</i> (8%), <i>Miconia micropetala</i> (7%), <i>P. oleifolius</i> (5%), <i>Styrax trichocalyx</i> (4%), <i>Aniba coto</i> (4%) y <i>Magnolia urraoensis</i> (4%)	21	si	2468	18	112	12	100	52	43	9
Mi.cr-Q.h	<i>V. macrocarpa</i> (16%), <i>C. rigidifolia</i> (9%), <i>Q. humboldtii</i> (9%), <i>F. flavicans</i> (5%), <i>B. rosea</i> (5%), <i>Ocotea balanocarpa</i> (5%), <i>Ocotea oblonga</i> (4%) y <i>A. panurensis</i> (3%)	9	no	1950	17	52	7	45	19	18	1
N.a-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (31%), <i>Nectandra acutifolia</i> (21%), <i>Saurauia brachybotrys</i> (11%), <i>Palicourea</i> sp. (7%), <i>Miconia caudata</i> (6%) e <i>Inga punctata</i> (4%)	31	si	2071	17	86		86	14	14	
N.r-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (19%), <i>A. williamsii</i> (11%) <i>Matudaea colombiana</i> (9%), <i>Vochysia megalantha</i> (6%), <i>Myrcia</i> sp. (5%), <i>Mabea montana</i> (5%) y <i>Annona quinduensis</i> (5%)	23	si	1964	17	118	18	100	89	69	20
O.l-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (23%), <i>Lauracea</i> sp.4 (14%), <i>Lauracea</i> sp.3 (9%), <i>Ocotea longifolia</i> (9%), <i>P. americana</i> (4%), <i>Cyathea</i> sp (3%), <i>Clusia</i> sp.2 (2%) y <i>A. grandiflora</i> (2%)	23	si	2250	30	120	66	54	26	20	6
O.t-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (36%), <i>T. lepidota</i> (11%), <i>A. williamsii</i> (7%), <i>Protium apiculatum</i> (5%), <i>A. grandiflora</i> (5%), <i>Ormosia tovarensis</i> (4%) y <i>B. rosea</i> (3%)	36	si	2359	17	100		100	52	44	8
P.n-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (23%), <i>W. tomentosa</i> (5%), <i>C. discolor</i> (5%), <i>P. demissa</i> (4%), <i>Ocotea calophylla</i> (3%) y <i>H. crenatum</i> (3%)	23	si	3108	32	61		61	15	15	
P.l-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (26%), <i>Weinmannia auriculata</i> (6%), <i>Ficus</i> sp. (4%), <i>P. oleifolius</i> (3%), <i>Ladenbergia</i> sp. (3%), <i>Croton badiocalyx</i> (3%) y <i>T. striatum</i> (3%)	26	si	2193	17	73	10	63	71	58	13
Q.h-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (70%), <i>Maytenus laxiflora</i> (8%), <i>M. theizans</i> (6%), <i>Lippia hirsuta</i> (5%), <i>O. incisus</i> (3%), <i>Palicourea anacardifolia</i> (2%) y <i>Berberis glauca</i> (2%)	70	si	2600	25	0			0		
R.p-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (34%), <i>M. coriacea</i> (5%), <i>Ternstroemia meridionalis</i> (5%), <i>B. resinosa</i> (4%), <i>C. fagifolia</i> (3%) y <i>W. tomentosa</i> (2%)	34	si	2850	24	51		51	18	18	
S.v-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (71%), <i>Schefflera velutina</i> (7%), <i>W. tomentosa</i> (5%), <i>O. calophylla</i> (1%) y <i>Schefflera</i> cf. <i>heterotricha</i> (1%)	71	si	3124	16	56		56	44	43	1
S.r-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (29%), <i>C. brasiliense</i> (9%), <i>Palicourea angustifolia</i> (8%), <i>Spirotheca rosea</i> (4%), <i>B. pendula</i> (4%), <i>Guatteria goudotiana</i> (4%) y <i>Cyathea divergens</i> (4%)	29	si	2027	19	100		100	26	15	11
T.g-Q.h	<i>Sterigmatacolobianum</i> (12%), <i>T. lepidota</i> (9%), <i>C. fagifolia</i> (7%), <i>Tapirira guianensis</i> (6%), <i>Protium araguense</i> (5%) y <i>Q. humboldtii</i> (5%)	5	no	2065	16	71		71	29	29	
T.l-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (58%), <i>T. lepidota</i> (18%), <i>W. pubescens</i> (3%), <i>D. granadensis</i> (2%), <i>C. fagifolia</i> (2%) y <i>W. balbisiana</i> (2%)	58	si	2834	17	86	13	73	21	21	

T.w-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (27%), <i>A. excelsum</i> (8%), <i>T. weddelliana</i> (4%), <i>Dendrobangia boliviana</i> (3%), <i>Micropholis crotonoides</i> (3%), <i>V. elongata</i> (3%), <i>Myrciaria floribunda</i> (3%)	27	si	856	17	128	28	100	79	67	12
W.b-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (70%), <i>M. coriacea</i> (9%), <i>W. balbisiana</i> (5%), <i>D. granadensis</i> (5%) y <i>Vismia sp.</i> (1%)	70	si	2792	18	95	8	87	11	11	
W.m-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (36%), <i>M. guianensis</i> (3%), <i>D. granadensis</i> (2%), <i>V. jamesonii</i> (2%), <i>W. pinnata</i> (2%) y <i>Miconia prasina</i> (2%)	36	si	3030	19	58	25	33	94	64	30
We.pi-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (8%), <i>Alzatea verticillata</i> (7%), <i>P. demissa</i> (6%), <i>P. baehniiana</i> (6%), <i>Clusia cf. bracteosa</i> (6%), <i>H. huilensis</i> (6%) y <i>Miconia smaragdina</i> (6%)	8	si	2143	18	55		55	36	33	3
We.pu-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (68%), <i>O. calophylla</i> (3%), <i>Schefflera fontiana</i> (3%), <i>W. pubescens</i> (2%), <i>Centronia brachycera</i> (2%), <i>Nectandra reticulata</i> (1%) y <i>M. guianensis</i> (1%)	68	si	2961	18	64	15	49	33	30	3
W.t-Q.h	<i>Q. humboldtii</i> (31%), <i>M. coriacea</i> (5%), <i>H. colombianum</i> (4%), <i>Frangula goudotiana</i> (4%), <i>O. incisus</i> (4%) y <i>Cyathia mettenii</i> (3%)	31	si	2750	30	56		56	19	19	
Wet.pr-Q.h	<i>Wettinia praemorsa</i> (32%), <i>Q. humboldtii</i> (17%), <i>Pouteria guianensis</i> (3%), <i>Persea caerulea</i> (4%) y <i>Clusia minor</i> (4%)	17	no	1717	18	100	15	85	64	52	12
Comunidad											
Com. 1	<i>Q. humboldtii</i> (56%), <i>Miconia sp.</i> (10%), <i>Araliaceae sp.</i> (8%), <i>Meriania nobilis</i> (1%) y <i>Clusia veneralis</i> (1%)	56	si	2585	18	67		67	36	33	3
Com. 2	<i>Q. humboldtii</i> (23%), <i>C. schomburgkiana</i> (8%), <i>T. macrocarpa</i> (5%), <i>C. rigidifolia</i> (4%), <i>Elaeagia mariae</i> (4%), <i>B. rosea</i> (4%), <i>E. bracteolata</i> (3%) y <i>S. tachirensis</i> (2%)	23	si	2093	17	42		42	34	32	2
Com. 3	<i>Q. humboldtii</i> (64%), <i>Clusia sp.</i> (12%), <i>D. granadensis</i> (3%), <i>B. aestuans</i> (3%), <i>Symplocos serrulata</i> (2%)	64	si	2663	16	74		74	33	33	
Com. 4	<i>Q. humboldtii</i> (57%), <i>Cyathia sp.</i> (12%), <i>Miconia theizans</i> (4%), <i>T. lepidota</i> (3%) y <i>M. dolichopoda</i> (3%)	64	Si	2589	18	65		65	35	35	
Com. 5	<i>Q. humboldtii</i> (38%), <i>C. schomburgkiana</i> (7%), <i>Inga sp.</i> (4%), <i>D. viscosa</i> (4%), <i>Ageratina sp. (Sant-Onz)</i> (3%), <i>Ficus tequendamae</i> (3%) e <i>Ilex obtusata</i> (2%)	38	Si	2350	13	50		50	15	15	
Com. 10	<i>Q. humboldtii</i> (90%), <i>A. grandiflora</i> (7%) y <i>Escallonia paniculata</i> (3%)	90	si	2519	18	88	6	82	12	12	
Com. 9	<i>Q. humboldtii</i> (56%), <i>B. comocladifolia</i> (12%), <i>O. calophylla</i> (7%), <i>Centronia brachycera</i> (7%), <i>Nectandra reticulata</i> (3%) y <i>M. ligustrina</i> (2%)	56	si	3034	18	41		41	7	6	1
Com. 6	<i>Q. humboldtii</i> (57%), <i>Cyathia sp.</i> (12%), <i>M. theizans</i> (4%), <i>T. lepidota</i> (3%) y <i>M. dolichopoda</i> (3%)	57	si	2589	18	65		65	38	35	3
Com. 7	<i>Q. humboldtii</i> (93%), <i>Croton magdalenensis</i> (2%), <i>B. aestuans</i> (8%), <i>Lauraceae sp.2</i> (1%) y <i>Palicourea apicata</i> (1%)	93	si	2915	17	67	18	49	20	20	
Com. 8	<i>Q. humboldtii</i> (64%), <i>Chusquea sp.</i> (15%), <i>A. bogotensis</i> (7%), <i>Piptocoma discolor</i> (5%), <i>Saurauia isoxanthotricha</i> (3%), <i>Prunus sp.</i> (2%) y <i>V. pichinchense</i> (1%)	64	si	2600	25	0		0			
Asociaciones y comunidades pertenecientes a la clase Billia-Quercetea y a ordenes y alianzas afines											
	<i>Q. humboldtii</i> (26%), <i>C. schomburgkiana</i> (3%), <i>B. rosea</i> (2%), <i>C. rigidifolia</i> (2%), <i>A. williamsii</i> (2%), <i>H. huilensis</i> (2%), <i>W. praemorsa</i> (2%) y <i>A. grandiflora</i> (2%)	26	si	1655		81	11	70	47	37	10
Asociaciones y comunidades pertenecientes a la clase Myrsine-Quercetea y a ordenes y alianzas afines											
	<i>Q. humboldtii</i> (51%), <i>T. lepidota</i> (1.4%), <i>M. coriacea</i> (1.3%), <i>W. tomentosa</i> (1.2%), <i>W. pubescens</i> (1%), <i>Clusia discolor</i> (1%), <i>C. revoluta</i> (1%), <i>C. fagifolia</i> (1%) y <i>Clusia multiflora</i> (1%)	51	si	2419		100	27	74	56	40	16

Comparación con otros robledales de Colombia y Centro America

Kappelle (2006) y Nixon (2006) describen a los bosques de las tierras altas del neotrópico como un tipo especial de bosques montanos tropicales en donde especies del género *Quercus* dominan a menudo en rodales puros o en rodales mixtos acompañados de algunas otras especies arbóreas; se distribuyen latitudinal y altitudinalmente desde el sur de México, en la línea de Mazatlan-Fresnillo-Tampico, a través de América Central (Guatemala, Las montañas Mayas de Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) hasta alcanzar el norte de los Andes en las cordilleras y pequeños macizos montañosos de Colombia. Altitudinalmente estos robledales de montaña se ubican desde los 500 m de altitud hasta los 3400 (Kappelle y Van Uffelen 2006, Avella y Rangel (en esta contribución).

De acuerdo con Kappelle (1992), a diferencia de los robledales de las regiones templadas cuya flora es de origen principalmente holártico, la flora de los bosques de roble neotropicales es de origen tropical en un 60 a 75%, templado de un 18 a 35% y cosmopolita entre un 5 y 10%. Un análisis fitogeográfico mostró que los robledales de Costa Rica presentaban más afinidad con los robledales de Colombia que con aquellos bosques de robles mesófilos de montaña del sur de México debido principalmente a las similitudes climáticas entre la cordillera de Talamanca y la cordillera de los Andes en Colombia, generada por la posición latitudinal y la zona de confluencia intertropical (Kappelle 1992). A nivel de comunidades, en el sur de México y en Guatemala varias especies de *Quercus* y de *Pinus* son los elementos característicos y dominantes de los bosques de montaña (Steyermark 1950; Rzedowski 1978; Gonzalez *et al.*, 1991). En el estado de Chiapas (México) debido a las condiciones secas generadas en las Montañas Neovolcánicas, los bosques de robles se caracterizan por ser codominantes junto con especies del género *Pinus*, aunque entre los otros géneros acompañantes se encuentran algunos que se comparten con Costa Rica y Colombia como *Rhamnus*, *Clethra*, *Oreopanax*, *Myrsine*, *Hedyosmum* y *Podocarpus*.

Kappelle *et al.* (1989) y Kappelle *et al.* (1995) en Costa Rica, identificaron comunidades de *Quercus* que están asociadas a los gradientes de temperatura (altitud) y de humedad. En el cerro Chiripo, Kappelle *et al.* (1995) definieron ocho (8) comunidades, cuatro (4) para zonas bajas (Lower montane) y cuatro (4) para zonas altas (Upper montane), las cuales a su vez se diferenciaban a partir del gradiente de humedad expresado en la exposición de la vertiente, siendo la vertiente pacífica con influencia seca y la vertiente Atlántica con influencia húmeda. Al comparar los bosques de roble de Costa Rica y Colombia al nivel de comunidades vegetales, parece que se

presenta el mismo patrón que al nivel de especies, debido a que existe una gran similitud a nivel sintaxonomico, florístico e inclusive estructural entre las comunidades de *Quercus* definidos para los dos países. A pesar del papel que han jugado los procesos de especiación por fenómenos de dispersión y vicarianza, los sintaxones comparten similitudes a nivel de género en sus especies diagnósticas y dominantes. Al comparar la vegetación de las asociaciones relacionadas con la clase *Billio-Quercetea* e inclusive en algunas asociaciones subandinas de la clase *Myrsine-Quercetea* presentan similitudes con los bosques montanos bajos de Lauraceas y *Quercus* spp. (*Mollinedia-Quercus* forests) de la Cordillera de Talamanca (Kappelle *et al.*, 1989; Kappelle *et al.*, 1995; Kappelle y van Uffelen 2006) los cuales son muy similares en el rango de distribución altitudinal (entre 2000 y 2600 m), en aspectos florísticos y fisionómicos, ya que dentro de las elementos acompañantes comparten varios géneros (*Billia*, *Weinmannia*, *Oreopanax*, *Guatteria*, *Clusia*, *Cyathea*, *Psychotria*, *Magnolia*, *Alchornea*); se presenta en el sotobosque de manera característica una abundante presencia de palmas de los géneros *Geonoma*, *Prestoea* y *Chamaedorea*, e inclusive es notable la presencia y gran influencia de géneros de lauráceas como *Ocotea*, *Nectandra* y *Persea*, con especies dominantes, diagnosticas y características de varias comunidades vegetales.

De igual manera, la vegetación caracterizada en el *Myrsino-Quercetea* para los robledales de Colombia, presenta similitudes con los bosques montanos altos de Myrsinaceas y *Quercus* spp. (*Schefflera-Quercus* forests) de la Cordillera de Talamanca (Kappelle *et al.*, 1989; Kappelle *et al.*, 1995; Kappelle y van Uffelen 2006). Ambos se distribuyen principalmente en la parte alta de las montañas (entre 2600 y 3200 m de latitud), aunque en Colombia el límite inferior puede bajar hasta la región subandina (1600); presentan afinidad florística a nivel de géneros (*Schefflera*, *Podocarpus*, *Brunellia*, *Chusquea*, *Rhamnus*, *Miconia*, *Hedyosmum*, *Zanthoxylum*, *Ilex*, *Persea*, *Vaccinium*, *Ocotea*, *Weinmannia*, *Hesperomeles*) e inclusive en algunos casos a nivel de especies (*Hedyosmum goudotianum*, *Cavendishia bracteata*, *Macleania rupestris* y *Drymis granadensis*); igualmente conviene resaltar la marcada dominancia y abundancia de *Quercus* a mayores altitudes y la presencia de comunidades de robles en transición al subparamo, el *Myrsine pittieri-Quercus costarricensis* en Costa Rica y el *Hesperomelo obtusifoliae-Quercetum humboldtii* en Colombia. En Costa Rica de acuerdo a la información de Kappelle *et al.* (1995) y a las observaciones de Nixon (2006), la abundancia de las especies de *Quercus* es mayor en la vertiente seca (vertiente pacífica del cerro Chirripo) en altitudes superiores a 2600 m comparada con las abundancias que se registran en la vertiente húmeda (vertiente atlántica), un fenómeno similar se presenta en las sintaxones de *Quercus humboldtii* en Colombia donde la clase *Myrsino-Quercetea*, que se establece generalmente en zonas con mayor altitud o en zonas con menor disponibilidad de humedad, la abundancia de *Q.*

humboldtii es mayor que la registrada para la clase *Billio-Quercetea* que se establece generalmente en la franja subandina (1800 – 2400 m altitud) en zonas con buenas condiciones de humedad.

CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo a la síntesis fotosociológica del presente artículo, los bosques de *Quercus humboldtii* en Colombia se encuentran clasificados en dos (2) clases, seis (6) órdenes, doce (12) alianzas y 43 asociaciones; adicionalmente se mencionan diez (10) comunidades a las que no fue posible definir a nivel fitosociológico. Las dos grandes categorías (clases) se diferencian claramente debido a que la clase *Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii*, además de tener una composición florística característica, se establece generalmente en la región andina (por encima de 2600 m de altitud) aunque es posible encontrar asociaciones pertenecientes a esta clase en la región subandina (altitudes menores a 2400 m) en algunos sectores caracterizados por la presencia del fenómeno de sombra de lluvias o vertientes subhúmedas de las cordilleras. La clase *Billio roseae-Quercetea humboldtii*, es característica de los robledales mixtos y además de tener una composición florística característica, se establece en la región subandina (altitudes menores a 2400 mm) en sectores con buenas condiciones de humedad y precipitaciones por lo general mayores a 2000 mm anuales. De igual manera, es importante mencionar que también se presenta la influencia de la altura del macizo montañoso, efecto “Massenerhebung” sensu Grubb (1971), Schroter’s (1926) y Cuatrecasas (1934, 1958), en la zonación de los sintaxones asociados a *Q. humboldtii* como es el caso de los robledales del *Billio-Quercion* en los macizos montañosos del Caribe colombiano. La influencia de la altitud (temperatura) y precipitación en la zonación de las comunidades de *Quercus* fue abordado de manera preliminar por Cuatrecasas (1958), Lozano y Torres (1974) y de manera más formal por Van der Hammen *et al.* (2008). El presente trabajo reúne los aportes de los investigadores anteriores y presenta a manera de síntesis preliminar una propuesta sintaxonómica con una clara influencia de los factores de temperatura y precipitación.

Al igual que en el presente trabajo para Colombia, Kappelle *et al.* (1989) y Kappelle *et al.* (1995) en Costa Rica identificaron comunidades de *Quercus* que están asociadas a los gradientes de temperatura (altitud) y de humedad. Cada una de las comunidades descritas en la cordillera de Talamanca se presentan en localidades específicas de condiciones ambientales propias, solamente una comunidad (*Myrsine pittieri-Quercus copeyensis*) fue registrada en más de una localidad e inclusive en ambas vertientes, lo cual se debe a que generalmente esta comunidad se establece en la

parte alta de la cordillera (aprox. 2800 m). En Colombia se encontraron varios sintaxones en diferentes localidades, las cuales siempre estuvieron en condiciones climáticas relativamente similares (precipitación, régimen de humedad); este patrón se evidencia de manera más clara en las categorías sintaxonómicas superiores (clase y orden) y en menor medida en las alianzas y asociaciones; esto se debe a que a nivel local en los diferentes macizos montañosos los fenómenos de dispersión y establecimiento tienen una gran influencia en la composición de los ensambles florísticos, lo cual explica el alto número de asociaciones descritas (43); sin embargo, cuando se realizan análisis con enfoque regional apoyados en el principio de jerarquía que ofrece el método fitosociológico, es posible definir grandes grupos que se distribuyen a lo largo del territorio nacional, como el caso de las dos (2) clases y los seis (6) órdenes definidos.

LITERATURA CITADA

Avella A. & J.O. Rangel. Oak forests types of *Quercus humboldtii* in the Guantiva-La Rusia-Iguaque corridor (Santander-Boyacá, Colombia): their conservation and sustainable use. *Colombia Forestal* 17(1): 100-116.

Braun-Blanquet J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume editores. Madrid. 820 p.

Cantillo-H., E. 2007. La estructura de la vegetación en Colombia: una síntesis para definir modelos de restauración ecológica. Tesis de doctor. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá. 540 p.

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. 97 p.

Chytrý, M. L., L. Tichý, J. Holt & Z. Botta-Dukat. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science* 13: 79-90.

Cleef, A.M., J.O. Rangel-Ch. & S. Salamanca-V. 2003. The Andean rain forests of the parque Los Nevados transect, cordillera Central. En: T. Van der Hammen & A. Dos-Santos (eds). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos. Ecoandes 5: La Cordillera Central Colombiana transecto Parque Los Nevados: 79-142.* J. Cramer (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgart.

Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia) & Universidad Nacional de Colombia. 2011. Ordenación Forestal Sostenible de los Bosques Fragmentados del Altiplano Norte del Departamento de Antioquia -Segunda Fase-. Corantioquia, Subdirección de Ecosistemas – Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias agropecuarias, Departamento de Ciencias Forestales. Informe técnico. 142 p.

Cuatrecasas J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Bot.* 27. Madrid. 144 p.

- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista Acad. Colomb. Ci. Exact.* 10 (40): 221-268. Bogotá.
- Cuatrecasas J. 2003. Observaciones geobotánicas en el Nevado del Tolima, cordillera Central en 1932. En: T. Van der Hammen & A. Dos-Santos A. (eds). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos. Ecoandes 5: La Cordillera Central Colombiana transecto Parque Los Nevados: 241-310.* J. Cramer (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgart.
- Dufrêne M. & P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345-366.
- Galindo-T R., J. Betancur & J.J. Cadena-N. 2003. Estructura y composición florística de cuatro bosques Andinos del Santuario de Flora y Fauna Guanentá-Alto Río Fonce, Cordillera Oriental Colombiana. *Caldasia* 25(2): 303-335.
- Gonzalez-Espinosa M., P.F. Quintana-Asencio, N. Ramírez Marcial y P. Gaytan-Guzman. 1991. Secondary succession on disturbed *Pinus-Quercus* forests of the highlands of Chiapas, México. *J Veg Sci* 2:351-360.
- Grub P.J. 1971. Interpretation of the “Massenerhebung” effect of tropical mountains. *Nature* 229: 44-45.
- Hernández, M. y N. Rosales. 2010. Contribución al conocimiento de la estructura y la composición florística de un bosque de niebla subandino ubicado en la cuenca de la Laguna de Pedro Palo (Tena – Cundinamarca, Colombia). Trabajo de grado, Programa de Biología Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad Militar “Nueva Granada”, Bogotá, D.C. 125 p.
- Hernández, M. N. Rosales & S.P. Cortes. 2011. Riqueza y diversidad florística de un bosque de niebla subandino en la reserva forestal Laguna de Pedro Palo (Tena – Cundinamarca, Colombia). *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Militar Nueva Granada.* 7 (1): 32-47.
- Hooghiemstra H., V.M. Wijninga & A.M. Cleef. 2006. The paleobotanical record of Colombia: implications for biogeography and biodiversity. *Annals of the Missouri Botanical Gardens* 93 (85): 297-325.
- Izco J. & M. Del Arco. 2003. Código internacional de nomenclatura fitosociológica. Materiales didácticos universitarios, Serie Botánica 2. Universidad de La Laguna. La Laguna, Santa Cruz de Tenerife. España.
- Kappelle M. A. Cleef y A. Chaverri. 1989. Phytosociology of montane *Chusquea-Quercus* forests, Cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Brenesia* 32: 73-105.
- Kappelle M., A. M. Cleef & A. Chaverri. 1992. Phytogeography of Talamanca Montane *Quercus* Forests, Costa Rica. *Journal of Biogeography* 19 (3): 299-315.
- Kappelle M., J.G. Van Uffelen y A.M. Cleef. 1995. Altitudinal zonation of montane *Quercus* forests along two transects in Chirripó National Park, Costa Rica. *Vegetatio* 119:119–153
- Kappelle M. 2006. Neotropical montane oak forest: overview and outlook. En: M. Kapelle (ed.). *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests.* *Ecological Studies* 185: 449-463.

- Lozano-C. G. & J.H. Torres-R. 1965. Estudio fitosociológico de un bosque de robles *Quercus humboldtii* H. & B. de La Merced, Cundinamarca. Trabajo de grado Botánica. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 210 p.
- Lozano-C. G. & J.H. Torres-R. 1974. Aspectos Generales de los Bosques de Robles (*Quercus*) en Colombia. *Ecología Tropical* 1(2): 45-79.
- McCune B., J. Mefford. 1999. PC-ORD. Multyvariate analysis of ecological data. Version 4.41 electronic manual. MjM software, Gleneden Beach, Oregon.
- McCune, B., and Grace, J. B., 2002: *Analysis of Ecological Communities*. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software Design. 307 p.
- Müller CH. 1942. The Central American Species of *Quercus*. U.S. Dept. Agric. Misc. Publ. (477): 1-216 pl. 1-124.
- Nixon, K.C. 2006. Global and Neotropical Distribution and Diversity of Oak (Genus *Quercus*) and Oak Forests. En: M. Kappelle (ed.). *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*. *Ecological Studies* 185: 3-12.
- Ospina R. & J.P. Paz. 2012. Características florísticas de un bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán (Cauca). *Rev.Bio.Agro* 10 (2): 243-248.
- Pulido M.T., J. Cavelier & S.P. Cortés. 2006. Structure and composition of colombian montane oak forests. En: Kappelle M, (ed.). *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*. *Ecological Studies* 185: 141-151.
- Rangel-Ch J.O. & P. Franco-R. 1985. Observaciones fitoecológicas en varias regiones de vida de la Cordillera Central de Colombia. *Caldasia* 14: 211–249.
- Rangel-Ch J.O. & G. Lozano-C. 1986. Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el Volcán del Puracé. *Caldasia* 14 (68-70): 503-547.
- Rangel-Ch J.O. & G. Lozano-C. 1989a. La vegetación selvática y boscosa del Valle de La Plata (entre el río Magdalena y el Parque Natural del Puracé). En: Herrera LF, Drennan R, Uribe C, editores. *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. 1989b. La vegetación de las regiones de vida subandina y ecuatorial del transecto Parque Los Nevados (cordillera Central colombiana). *Perez-Arbelaesia* 2(8): 329-381.
- Rangel-Ch J.O. & C.A. Garzón. 1994. Aspectos de la estructura, de la diversidad y de la dinámica de la vegetación del Parque Regional Natural Ucumarí. En: Rangel-Ch J.O. (ed.). *Ucumarí: Un caso típico de la diversidad biótica andina*: 85-108. Publicaciones de la CARDER. Pereira.
- Rangel-Ch J.O. & H. Sturm. 1995. Consideraciones sobre la vegetación, la productividad primaria neta y la artropofauna asociada en regiones paramunas de la cordillera Oriental. En: L.E. Mora & H. Sturm (eds). *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino cordillera Oriental de Colombia*. *Acad. Colomb. Cienc.* 47-71.

Rangel-Ch., J.O. 2000. La Diversidad Beta: Tipos de vegetación. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. 658-719. Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C.

Rangel-Ch J.O., A.M. Cleef & S. Salamanca. 2003. The ecuatorial interandean and subandean forest of the parque Los Nevados transect, cordillera Central Colombia. En: T. Van der Hammen & A. Dos-Santos (eds). Estudios de Ecosistemas Tropandinos. Ecoandes 5: 143-204. J. Cramer (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgart.

Rangel-Ch J.O., A.M. Cleef, S. Salamanca & Cl. Ariza. 2005. La vegetación de los bosques y selvas del Tatamá. En: T. Van der Hammen, J.O. Rangel-Ch & A.M. Cleef (eds). Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 6: 469-644. 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 del Sumapaz. En: T. Van der Hammen (ed.). Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7: 695-798. La cordillera Oriental, transecto de Sumapaz. J. Cramer, (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgart.

Rangel-Ch J.O., A. Avella & H. Garay-P. 2009. Caracterización florística y estructural de los relictos boscosos del Sur del departamento del Cesar. En: J.O. Rangel-Ch (ed.). Colombia Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la serranía de Perijá: 365-392. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales-CORPOCESAR. Bogotá.

Rangel, J.O. & A. Avella. 2011. Oak forests (*Quercus humboldtii*) in the Caribbean region and distribution patterns related with environmental factors in Colombia. Plant Biosystems 145: 186-198.

Rangel-Ch., J.O. 2012. La vegetación de la región Caribe de Colombia: composición florística y aspectos de la estructura. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia: 365-476. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

Rzedowsky J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 432 p.

Schróter, C. 1926. Das pflanzenleben der Alpen. Albert Raustein. Zürich.

Salomons JB. 1986. Paleoecology of volcanic soils in the Columbian Central Cordillera (Parque Nacional Natural de Los Nevados). Dissertationes Botanicae 95. J. Cramer-Berlin. 212 p.

Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1995. Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. 3rd edition. W.H. Freeman. 877 p. New York.

Steyermark, J. A. 1950. Flora of Guatemala. Ecology 31: 368-372.

Toro, J.L. 2009. Formulación del Plan de ordenación forestal sostenible para los robledales del altiplano norte de Antioquia. En: Parrado-R. & L.M. Cárdenas. Libro de resúmenes II Simposio internacional de bosques de robles y ecosistemas asociados: 26. Fundación natura Colombia – Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.

Van der Hammen T. & E. González. 1963. Historia de clima y vegetación del Pleistoceno superior y del Holoceno de la Sabana de Bogotá. *Boletín Geológico* 12(1-3): 189-206.

Van der Hammen T., R. Jaramillo-M. & M.T. Murillo. 2008. Oak forests of the Andean forest zone of Colombian Eastern cordillera. En: T. Van der Hammen (ed.). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7. La cordillera Oriental, transecto de Sumapaz*: 595-614. J. Cramer, (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgart.

Vidal C. y S. Zuñiga. 1993. Comparación estructural de bosques de *Quercus humboldtii* (Roble) andino y subandino. Región del Chocó biogeográfico, cordillera Occidental, Argelia, Cauca. Concurso Fondo FEN Colombia. Informe técnico. 114 p.

Weber, H.E., J. Moravec & J.P. Theurillat. 2000. International code of phytosociological nomenclature. 3rd edition. *Journal of Vegetation Science* 11: 739-768.

ANEXO I: TABLAS FLORÍSTICAS DE LOS BOSQUES DE *Quercus humboldtii* EN COLOMBIA

CAPÍTULO III

GRADIENTES AMBIENTALES EN LOS BOSQUES DE ROBLE (*Quercus humboldtii* Bonpl.) DE COLOMBIA: influencia de la altitud y la precipitación en la composición florística y la estructura de los robledales



GRADIENTES AMBIENTALES EN LOS BOSQUES DE ROBLE (*Quercus humboldtii* Bonpl.) DE COLOMBIA: influencia de la altitud y la precipitación en la composición florística y la estructura de los robledales

INTRODUCCIÓN

La distribución de la vegetación a lo largo de gradientes ambientales en las cordilleras andinas de Colombia ha sido objeto de varios estudios ecológicos desde principios del siglo XIX con los trabajos de Humboldt y Bonpland (1808) y Caldas (Caldas 1951; Díaz 1991) que continuaron en el siglo XX con los trabajos de Cuatrecasas (1934, 1958), con un énfasis en características florísticas y fitogeográficas, las cuales sentaron las bases del conocimiento sobre la zonación de la vegetación en los Andes colombianos. Luego, con los trabajos de Van der Hammen (1984), Cleef (1981), Sturm y Rangel (1985) y Rangel (1991) se ha facilitado asociar la distribución de la vegetación del sistema montañoso con las variaciones en la precipitación, la temperatura y con las características geomorfológicas. Durante los últimos 30 años, el proyecto EcoAndes (Van der Hammen 1984, 2003, 2005) y los trabajos del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (Rangel 1995, 2000, 2009, 2011; Rangel *et al.*, 1995) han contribuido considerablemente a entender de manera más detallada los efectos de los gradientes ambientales en la distribución de la vegetación y la biota en las cordilleras andinas y en otros macizos montañosos extrandinos de Colombia.

La relación entre los factores ambientales y los bosques de roble en Colombia fue abordada de manera inicial en los trabajos de Cuatrecasas (1934), van der Hammen y González (1963) y Lozano y Torres (1974) en donde se indica que los bosques de robles pueden presentarse en las regiones subandinas y andinas en vertientes húmedas con valores de precipitación elevados. Cleef y Rangel (1984), Rangel y Franco (1985) y Van der Hammen *et al.* (1995) asociaron la presencia de robledales a las vertientes con menor humedad ambiental en las cuales, sin embargo, era frecuente la formación de cinturones de condensación. Van der Hammen *et al.* (2008) y Avella y Rangel (2014) definieron varios tipos de robledales en función del gradiente altitudinal y del gradiente de humedad (precipitación) para áreas de la cordillera oriental. Rangel y Avella (2011), compararon los atributos estructurales y florísticos de varias comunidades vegetales de roble (*Q. humboldtii*) en Colombia y no encontraron relaciones directas entre la altitud y la precipitación con la riqueza, la diversidad y aspectos de la estructura; solamente mencionaron que el índice de importancia ecológica IVI de *Q. humboldtii* tiene una tendencia a aumentar a mayores altitudes. Con el ánimo de

continuar aportando en el estudio de la influencia de los gradientes ambientales sobre los robledales, en el presente manuscrito se trata de analizar la influencia de la altitud y la precipitación en la composición florística y los aspectos de la estructura de bosques de robles (*Q. humboldtii*) en Colombia con el apoyo de herramientas modernas de estadística multivariada. El gradiente altitudinal se evaluó como factor que incide directamente en la temperatura del ambiente en razón de una disminución de aproximadamente 0.6°C cada 100 m (Walter 1985; Witte 1995; Kappelle *et al.* 1995); el cual a su vez influye en la composición y estructura de varios bosques montanos tropicales (Van der Hammen *et al.* 1983; Rangel 1991; Kappelle *et al.* 1995). De igual manera, la precipitación ha sido mencionado como un factor decisivo en la zonación de los cinturones de vegetación en los andes colombianos (Rangel 1991, Witte 1995).

METODOLOGÍA

Para la evaluación de la influencia de la altitud, la precipitación y su efecto combinado sobre los bosques de roble, se seleccionaron tres diferentes bases de datos de levantamientos de vegetación influenciados principalmente por cada gradiente a analizar. Con cada conjunto de levantamientos lo primero que se realizó fue una categorización de los mismos a partir de una clasificación realizada a priori. Para la clasificación del gradiente altitudinal se utilizó la propuesta de Cuatrecasas (1958), ajustadas por Rangel (1991) y Cleef *et al.* (2003), la cual concuerda con la realizada por Kappelle (2006) para los bosques de roble de Costa Rica. se utilizaron 52 levantamientos de 0.1 ha realizados en la vertiente occidental de la cordillera oriental, en el sector central del corredor de conservación GRI. Con el fin de identificar principalmente la influencia de la altitud, se evitó seleccionar localidades afectadas por el fenómeno de sombra de lluvias. Se definieron a priori dos grupos de bosques de robles segregados según la altitud, el primero correspondiente a los bosques subandinos (< 2500 m de altitud) y el segundo correspondiente bosques andinos (> 2500 m de altitud).

Para la clasificación del gradiente de precipitación se tuvo en cuenta la propuesta Holdridge (1967), en la cual sitios ubicados en los pisos altitudinales premontano y montano bajo con precipitaciones entre 1000 y 2000 mm son considerados como sitios húmedos (Moist) mientras que si se tienen precipitaciones superiores a 2000 mm se catalogan como sitios muy húmedos o lluviosos (Wet). En el presente manuscrito, los sitios con precipitaciones anuales inferiores a 2000 mm se denominarán de provincia subhúmeda y aquellos con precipitaciones superiores a 2000 mm se denominarán de provincia húmeda. Se utilizaron 22 levantamientos de 500 m² realizados en dos sectores con diferencias marcadas en precipitación pero que se encontraran en el mismo nivel altitudinal. Se

utilizaron los levantamientos realizados en los municipios de Apia (Risaralda), Santa Rosa del Sur (Bolívar), Abriaquí (Antioquia), Guaduas (Cundinamarca) y Chachagüí (Nariño), que se encuentran ubicados en la región subandina entre 1800 y 2500 m de altitud. Se definieron a priori dos grupos de bosques de robles influenciados por la precipitación, el primero correspondiente a los robledales en zonas con precipitaciones promedio anual mayor a 2000 mm (provincia húmeda) y el segundo correspondiente a los robledales en zonas con una precipitación promedio anual menor a 2000 mm (provincia subhúmeda).

Para la evaluación del efecto combinado entre los factores de altitud y precipitación (altitud-precipitación) se utilizaron 41 levantamientos de 0.1 ha realizados en diferentes sectores de los Andes colombianos. Se definieron a priori cuatro grupos de bosques de robles influenciados por la precipitación y la altitud, el primero corresponde a los robledales subandinos (altitud menor a 2500 m) en zonas con precipitaciones promedio anual mayor a 2000 mm (provincia muy húmeda) y el segundo correspondiente a los robledales subandinos en zonas con precipitaciones promedio anual menores a 2000 mm (provincia subhúmeda). El tercer grupo a los robledales andinos (altitud mayor a 2500 m) en zonas con precipitaciones promedio anual mayor a 1000 mm (provincia muy húmeda) y el cuarto grupo corresponde a los robledales andinos en zonas con precipitaciones promedio anual menores a 1000 mm (provincia subhúmeda).

Todos los análisis multivariados fueron realizados utilizando el programa PC-ORD versión 6.0 (McCune y Mefford 2011). El coeficiente de Sørensen fue utilizado como medida ya que permite obtener mejores resultados en matrices de datos heterogéneas en comparación con la distancia Euclidiana (Peck 2010). Luego de clasificar cada levantamiento de acuerdo con el grupo predefinido por los factores de altitud y precipitación, se procedió a realizar el análisis de procedimiento de multi-respuesta por permutación (MRPP) que es una técnica multivariada de análisis no paramétrico que está siendo ampliamente utilizada con el fin de identificar si los grupos definidos a priori presentan un nivel de significancia aceptable ($p < 0.05$) (Robbins y Matthews 2010). De acuerdo con Peck (2010), se trata de un procedimiento no paramétrico que evalúa la significancia (estadística) de un grupo observado de muestras usando un test de permutación. Se evalúa la probabilidad de que el grupo de muestras pertenezcan al grupo definido a priori por el investigador debido a que presentan más similitud entre ellos que las esperadas por azar. Adicionalmente al valor de p este análisis cuenta con un coeficiente adicional denominado “*A value*” el cual evalúa el grado absoluto de similitud al interior de los grupos. De acuerdo con McCune y Grace (2002), en ecología de comunidades los valores de *A* están comúnmente por debajo de 0.1.

También se realizó una ordenación ecológica a través del método de escalamiento no-métrico multidimensional (NMS), el cual pertenece a la familia de los análisis multivariados libres, donde se construyen variables sintéticas que reflejan los patrones de redundancia en los datos en ausencia de la identificación de factores ambientales directos que determinan dichos patrones (Peck 2010). De acuerdo con Robbins y Matthews (2010), es un método de análisis de gradiente indirecto en el cual los levantamientos se asignan en reducido espacio de ordenación de acuerdo con el orden de las distancias de disimilaridad entre ellos. Este análisis NMS por lo tanto tiene la ventaja, con respecto a otros métodos de ordenación, de utilizar la posición de la distancia en lugar del valor absoluto de la distancia, lo que mejora su capacidad para extraer información de relaciones no lineales. Clarke (1993), Legendre y Legendre (1998), Cox y Cox (2001) y McCune y Grace (2002) presentan muchos argumentos en favor del análisis NMS, y lo proponen como el mejor método de ordenación indirecta. El NMS se realizó con 250 corridas con datos reales, 250 corridas con datos aleatorizados y un máximo de 500 iteraciones; el criterio de inestabilidad fue de 10^{-4} . La aleatorización de los datos con una prueba de Monte Carlo permitió evaluar si los ejes de ordenación tenían un estrés menor de lo esperado por azar. Los niveles de estrés por debajo de aproximadamente el 20% se considera que proporcionan una solución satisfactoria cuantitativa (McCune y Grace 2002). Luego de obtener los resultados del análisis NMS, se realizaron gráficas de los valores obtenidos para los levantamientos en el espacio de ordenación. Con el fin de relacionar estos resultados con las clasificaciones previamente propuestas, se utilizó una matriz secundaria que contenía la membresía de cada levantamiento. La utilización de esta matriz secundaria no modifica para nada los resultados obtenidos por el análisis NMS, solamente se realiza para identificar la relación que existe entre los resultados de la ordenación ecológica y las clasificaciones previamente propuestas.

Finalmente se realizó un dendrograma a partir del análisis de conglomerados, el cual proporciona una medida adicional de variabilidad relativa. Una clasificación jerárquica, politética y aglomerativa como los análisis jerárquicos de conglomerados es un complemento muy útil para la ordenación con la técnica de NMS porque, a diferencia de otros métodos de clasificación, éste se puede basar en cualquier medida de distancia, es decir que puede ser realizado utilizando el mismo coeficiente de proporción para que los resultados sean directamente comparables con los de la ordenación NMS (Robbins y Matthews 2010). El método de enlace utilizado fue el de la media del grupo (Group Average Method) porque es el más recomendado cuando se utiliza el índice de Sørensen (Peck 2010). Al igual que con los resultados del análisis NMS, los dendrogramas se relacionaron con una matriz secundaria en donde se relacionaban los levantamientos con las clasificaciones propuestas previamente para cada gradiente, de esta manera fue posible visualizar la relación que existe entre las categorías definidas a priori para los diferentes gradientes y las

similitudes encontradas entre los levantamientos a partir del coeficiente de Sørensen y los análisis de conglomerados. Finalmente para cada uno de los grupos analizados y comprobados a partir de las técnicas multivariadas se determinaron algunos parámetros estructurales y de diversidad para evidenciar las diferencias en composición y estructura que existen entre los grupos.

RESULTADOS

Gradiente altitudinal

En la Tabla 1 se relacionan los levantamientos seleccionados para el análisis del gradiente altitudinal y se presentan sus principales características de diversidad y estructura. Como bosques andinos (altitud > 2500 m) 21 levantamientos fueron categorizados y 31 como bosques subandinos (altitud < 2500 m).

Tabla 1. Descripción general de los levantamientos utilizados para el análisis del gradiente altitudinal. Información de levantamientos de 0.1 Ha para individuos con DAP \geq 10 cm. **No. Ind:** Número total de individuos. **A.B.:** Área basal total (m²). **No spp:** Número total de especies. **No Ind Q.h:** Número total de individuos de *Q. humboldtii*. **A.B. Q.h:** Área basal total de *Q. humboldtii* (m²).

Código Lev	Nombre Levantamiento	Altitud	Región de vida	No Ind	A.B. (m ²)	No. spp	No Ind Q.h	%	A.B. Q.h	%
Lev 2	Boy_Duita_Lev_36	3257	Andina	43	5.6	9	12	27.9	3.1	54.9
Lev 3	Boy_Duita_Lev_37	3220	Andina	73	4.8	4	66	90.4	4.4	92.4
Lev 10	Sant_Belén_Guacha_Lev_1	3215	Andina	63	2.9	13	39	61.9	2.5	84.8
Lev 11	Sant_Belén_Guacha_Lev_2	3211	Andina	51	4.0	9	36	70.6	3.8	94.7
Lev 12	Sant_Belén_Guacha_Lev_3	3206	Andina	54	3.2	5	50	92.6	3.2	97.9
Lev 13	Sant_Belén_Guacha_Lev_4	3182	Andina	45	3.2	3	41	91.1	3.1	97.3
Lev 1	Boy_Belén_Lev_51	3155	Andina	87	5.5	11	53	60.9	4.7	86.5
Lev 9	Boy_Tipac_Natura_P4	3150	Andina	63	3.6	6	37	58.7	2.7	73.5
Lev 36	Sant_Encin_Lev_52	3105	Andina	40	2.9	11	24	60.0	2.2	78.2
Lev 8	Boy_Tipac_Natura_P3	3100	Andina	88	4.1	6	54	61.4	3.0	72.8
Lev 37	Sant_Encin_Lev_53	3093	Andina	28	2.0	9	18	64.3	1.5	75.7
Lev 14	Sant_Belén_Guacha_Lev_5	3087	Andina	41	2.6	5	36	87.8	2.5	96.5
Lev 7	Boy_Tipac_Natura_P2	3050	Andina	46	4.3	6	20	43.5	3.3	77.1
Lev 15	Sant_Belén_Guacha_Lev_6	3011	Andina	74	2.4	4	69	93.2	2.4	96.7
Lev 6	Boy_Tipac_Natura_P1	3000	Andina	84	2.7	6	48	57.1	1.8	67.2
Lev 38	Sant_Encin_Lev_54	2811	Andina	35	3.3	12	18	51.4	3.0	91.6
Lev 4	Boy_Duita_Lev_38	2767	Andina	67	3.2	3	65	97.0	3.2	97.8
Lev 5	Boy_Duita_Lev_74	2767	Andina	49	2.6	6	44	89.8	2.5	94.1
Lev 41	Sant_Encino_Guacha_Lev_7	2760	Andina	46	3.2	7	39	84.8	3.1	95.9
Lev 42	Sant_Encino_Guacha_Lev_8	2730	Andina	96	3.6	3	93	96.9	3.5	98.0

Lev 43	Sant_Encino_Guacha_Lev_9	2709	Andina	53	3.7	9	40	75.5	3.6	95.2
Lev 39	Sant_Encino_Guacha_Lev_10	2460	Subandina	81	2.1	24	7	8.6	0.3	14.4
Lev 49	Sant_Gambi_Lev_73	2316	Subandina	56	6.3	21	5	8.9	2.3	36.1
Lev 46	Sant_Gambi_Lev_34	2308	Subandina	30	2.6	18	4	13.3	0.8	30.7
Lev 40	Sant_Encino_Guacha_Lev_11	2258	Subandina	102	4.3	21	24	23.5	2.9	68.0
Lev 51	Sant_RBCachalú_Colciencias_1	2255	Subandina	54	1.4	13	16	29.6	0.8	54.7
Lev 47	Sant_Gambi_Lev_35	2234	Subandina	98	3.0	14	2	2.0	0.0	1.0
Lev 52	Sant_RBCachalú_Colciencias_10	2214	Subandina	73	1.8	21	13	17.8	0.7	40.0
Lev 45	Sant_Gambi_Lev_33	2210	Subandina	70	5.4	29	8	11.4	1.4	26.5
Lev 53	Sant_RBCachalú_Colciencias_2	2210	Subandina	38	1.7	7	17	44.7	1.3	80.6
Lev 20	Sant_Chara_Lev_15	2178	Subandina	100	6.0	20	1	1.0	0.1	2.1
Lev 23	Sant_Chara_Lev_18	2178	Subandina	92	5.2	24	9	9.8	1.3	24.9
Lev 75	Sant_RBCachalú_PPM_Pedregal_I	2170	Subandina	28	0.9	7	19	67.9	0.8	90.3
Lev 16	Sant_Chara_Lev_10	2166	Subandina	52	2.8	18	13	25.0	1.9	69.5
Lev 24	Sant_Chara_Lev_19	2161	Subandina	74	4.0	16	12	16.2	1.2	30.2
Lev 35	Sant_Chara_Lev_9	2151	Subandina	55	2.5	23	4	7.3	0.6	25.0
Lev 19	Sant_Chara_Lev_14	2128	Subandina	113	3.7	19	55	48.7	2.3	63.2
Lev 22	Sant_Chara_Lev_17	2100	Subandina	93	4.2	21	12	12.9	1.7	39.8
Lev 50	Sant_Oiba_Lev_13	2100	Subandina	59	5.4	20	9	15.3	2.9	54.6
Lev 34	Sant_Chara_Lev_8	2050	Subandina	84	2.9	29	7	8.3	0.3	8.7
Lev 21	Sant_Chara_Lev_16	2047	Subandina	79	2.3	17	4	5.1	0.1	5.8
Lev 33	Sant_Chara_Lev_7	2042	Subandina	84	3.7	27	6	7.1	0.3	8.4
Lev 56	Sant_RBCachalú_Colciencias_9	2040	Subandina	53	1.6	20	9	17.0	0.8	49.2
Lev 54	Sant_RBCachalú_Colciencias_5	1992	Subandina	117	2.7	20	11	9.4	0.7	25.0
Lev 57	Sant_RBCachalú_PPM_Fenologia_A	1970	Subandina	106	3.7	33	1	0.9	0.0	0.2
Lev 32	Sant_Chara_Lev_6	1955	Subandina	74	4.0	22	15	20.3	2.5	63.4
Lev 18	Sant_Chara_Lev_12	1920	Subandina	118	5.6	23	11	9.3	3.1	55.4
Lev 31	Sant_Chara_Lev_5	1873	Subandina	45	3.4	14	14	31.1	2.4	68.6
Lev 27	Sant_Chara_Lev_21	1869	Subandina	111	3.4	23	2	1.8	0.1	3.7
Lev 29	Sant_Chara_Lev_4	1863	Subandina	74	4.5	17	18	24.3	2.7	61.3
Lev 26	Sant_Chara_Lev_20	1825	Subandina	111	3.8	17	8	7.2	1.1	29.4
Lev 28	Sant_Chara_Lev_3	1821	Subandina	61	2.5	20	7	11.5	1.0	41.6

El análisis del MRPP identificó que existen diferencias significativas ($p < 0.001$ y $T = -21.93$) entre los grupos de bosques andinos y bosques subandinos (la hipótesis nula estadística fue rechazada). El efecto de tamaño (A value) fue de 0.0714 el cual es un valor cercano a los comúnmente registrados en estudios de ecología de comunidades (McCune y Grace 2002). El número de dimensiones en la solución final del análisis NMS, fue de tres (3), el coeficiente de correlación r^2 presentó valores

importantes de 0.66 con estos tres ejes. El valor de stress para la ordenación NMS con tres (3) ejes fue de 14.9% ($p= 0.04$), con una inestabilidad de 10^{-4} después de 58 iteraciones. Es claro que el resultado de la ordenación NMS, no estuvo restringido por un factor ambiental específico debido a ser un método de ordenación libre. En general, se evidencia la formación de dos grandes grupos a partir de la separación que se presenta a lo largo del eje 1 (sentido horizontal) los cuales tienen relación con la clasificación de bosques subandinos (triángulos rojos, convención 1) y bosques andinos (triángulos verdes, convención 2), solamente los levantamientos 43 y 41 pertenecientes a los bosques andinos se encuentran un poco alejados de los demás levantamientos de esta categoría, aunque tampoco están cercanos al grupo de bosques subandinos. También es importante tener en cuenta que en el eje 2 (sentido vertical) los levantamientos categorizados como bosques subandinos se encuentran más dispersos a lo largo de este eje en comparación con los levantamientos de bosques andinos, inclusive es posible identificar subgrupos de bosques subandinos que corresponden a levantamientos de diferentes localidades.

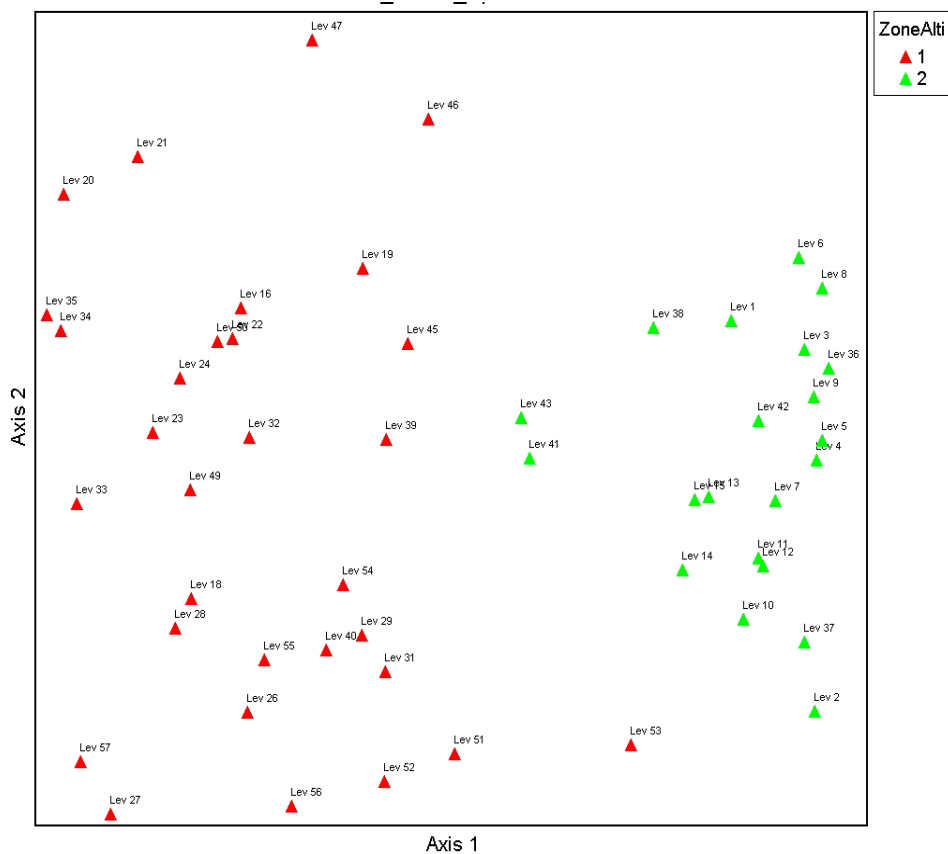


Figura 1. NMS gradiente altitudinal

El análisis de conglomerados se realizó con el fin de complementar la ordenación NMS e identificar a través de éste método la relación que existe entre la clasificación altitudinal (bosques andinos y subandinos) y los resultados de métodos multivariados de ordenación y clasificación. De igual manera que se realizó con el análisis NMS, al relacionar los resultados del dendrograma con la clasificación a priori de bosques andinos y subandinos (Figura 2) es posible identificar que cuando se utiliza más del 80% de la información de la matriz, es decir a un nivel de 20% de pérdida de información (Eje Information Remaining %, escala horizontal superior de la Figura 2), la clasificación por tipos de bosques según la altitud es un factor diferenciador, aunque el nivel de variabilidad dentro de estos grupos es alto, debido a que el valor de la función objetivo es mayor. Algunas recomendaciones para la conformación de grupos a partir de dendrogramas, sugieren que un nivel de corte adecuado debe partir de leer el dendrograma de derecha a izquierda, tener en cuenta sus objetivos del análisis, ver la longitud de las líneas horizontales de los grupos formados y tener un balance entre el número de grupos definidos y el nivel de información no incorporada al análisis (Peck 2010; McCune y Grace 2002). En este orden de ideas en el dendrograma de la Figura 2, a un nivel de corte del 25% de pérdida de información (25 information remaining %) se pueden definir dos (2) subgrupos para los bosques andinos (levantamientos de color verde) y seis (6) para los bosques subandinos (levantamientos de color rojo), sin embargo no es el objetivo de este manuscrito identificar grupos a partir de un análisis de conglomerados sino complementar la información obtenida en la ordenación NMS e identificar la importancia del gradiente ambiental en los bosques de robles.

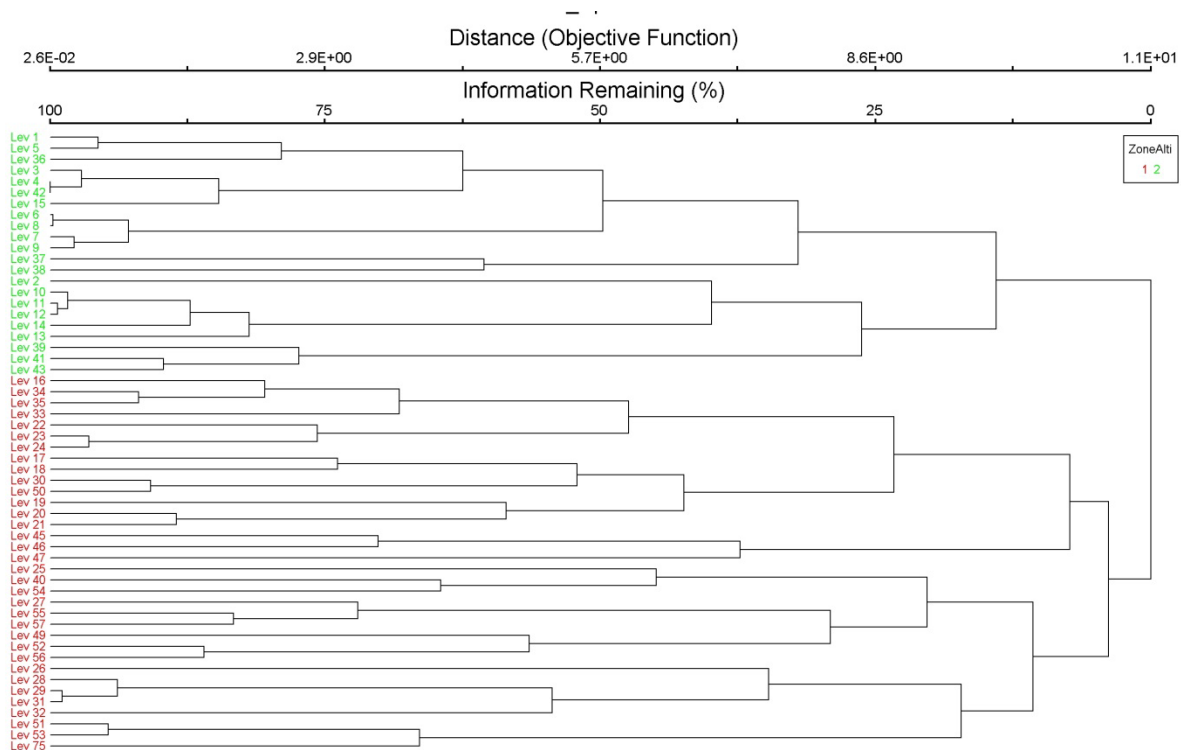


Figura 2. Dendrograma del gradiente altitudinal

Finalmente se presenta un resumen de algunos aspectos de composición y estructura de los bosques andinos y subandinos con el fin de complementar la información respecto a las diferencias que existen en los bosques de roble a partir del gradiente altitudinal (Tabla 2). Los robledales subandinos presentan en promedio un mayor número de especies (20), comparado con los robledales andinos (7), aunque el área basal total es relativamente la misma. Sin embargo, el número de individuos de *Q. humboldtii* y el área basal de esta especie es mucho mayor en los robledales andinos (3 m²/0.1 ha) representando el 74% del total de individuos y el 88 % del área basal total, mientras que en los robledales subandinos los individuos de *Q. humboldtii* (11 individuos) con 1.3 m²/0.1 ha de área basal representan tan solo el 17% del total de individuos y el 38% del área basal total.

Tabla 2. Estadísticos de las principales características estructurales de los bosques andinos y subandinos. Información para individuos con DAP ≥ 10 cm en 0.1 Ha. **No spp:** Número total de especies. **No. Ind:** Número total de individuos. **No Ind Q.h:** Número total de individuos de *Q. humboldtii*. **A.B. Total:** Área basal total (m²). **A.B. Q.h:** Área basal total de *Q. humboldtii* (m²).

Tipo de bosque de roble	Estadísticos	No. Spp	No Ind	No Ind Q.h	A.B. Total	A.B. Q.h
Bosques de roble subandinos Altitud: < 2500 m	Promedio	20	77	11 (17%)	3.5	1.3 (38%)
	Desviación estándar	6	26	10	1.4	1.0
	Coefficiente de variación (%)	28	34	90	40.8	77.9
Bosques de roble andinos Altitud: > 2500 m	Promedio	7	59	45 (74%)	3.4	3.0 (88%)
	Desviación estándar	3	19	19	0.8	0.8
	Coefficiente de variación (%)	45	33	42	24.8	26.6

Gradiente de humedad (precipitación)

En la Tabla 3 se relacionan los levantamientos seleccionados para el análisis del gradiente de humedad (precipitación) al igual que se presentan sus principales características de diversidad y estructura. 11 levantamientos fueron categorizados como bosques de robles en provincia húmeda (p.p > 2000 mm) y 11 como bosques de roble en provincia subhúmeda (p.p < 2000 mm).

Tabla 3. Descripción general de los levantamientos utilizados para el análisis del gradiente de precipitación. Información de levantamientos de 0.1 Ha para individuos con DAP ≥ 10 cm. **P.P.:** Precipitación promedio anual. **No spp:** Número total de especies. **No. Ind:** Número total de individuos. **No Ind Q.h:** Número total de individuos de *Q. humboldtii*. **A.B. Total:** Área basal total (m²). **A.B. Q.h:** Área basal total de *Q. humboldtii* (m²).

Lev	Cov Lev	Departamento	Altitud	P.P. mm/año	Provincia según p.p.	No spp.	No Ind	No Ind Q. h	%	A.B. Total	AB Q.h	%
Lev 4	Bol_SL-3	Bolívar, Santa Rosa	1638	2391	Húmeda	33	64	5	8	2.49	0.355	14
Lev 6	Bol_SL-5	Bolívar, Santa Rosa	1740	2391	Húmeda	25	46	4	9	1.87	0.271	14
Lev 3	Bol_SL-2	Bolívar, Santa Rosa	1772	2391	Húmeda	25	35	5	14	1.98	0.775	39
Lev 5	Bol_SL-4	Bolívar, Santa Rosa	1788	2391	Húmeda	31	43	4	9	2.95	0.290	10
Lev 22	Risaral_Tat_5	Risaralda, Santuario	2016	2296	Húmeda	18	25	9	36	2.01	1.152	57
Lev 21	Risaral_Tat_4	Risaralda, Santuario	2037	2296	Húmeda	32	44	8	18	2.44	0.922	38
Lev 2	Ant_Abri_L2	Antioquia, Abriaquí	2290	2200	Húmeda	25	44	17	39	2.48	1.279	52
Lev 18	Risaral_Tat_1	Risaralda, Santuario	2400	2296	Húmeda	33	51	8	16	2.57	1.134	44
Lev 1	Ant_Abri_L1	Antioquia, Abriaquí	2427	2200	Húmeda	30	46	14	30	2.83	1.689	60
Lev 19	Risaral_Tat_2	Risaralda, Santuario	2534	2296	Húmeda	33	53	9	17	2.22	0.552	25
Lev 20	Risaral_Tat_3	Risaralda, Santuario	2536	2296	Húmeda	35	53	7	13	3.55	1.506	42
Lev 10	Cundi_Gua_Lev_5	Cundinamarca, Guaduas	1958	1600	Subhúmeda	32	33	7	21	3.17	0.374	12
Lev 7	Cundi_Gua_Lev_1	Cundinamarca, Guaduas	1964	1600	Subhúmeda	37	39	9	23	4.42	0.904	20

Lev 8	Cundi_Gua_Lev_3	Cundinamarca, Guaduas	1965	1600	Subhúmeda	25	38	6	16	1.59	0.579	36
Lev 9	Cundi_Gua_Lev_4	Cundinamarca, Guaduas	1971	1600	Subhúmeda	30	26	3	12	3.24	1.841	57
Lev 16	Nari_Chac - L6	Nariño, Chachaguí	2290	1500	Subhúmeda	19	15	5	33	2.93	1.526	52
Lev 11	Nari_Chac - L1	Nariño, Chachaguí	2350	1500	Subhúmeda	9	23	17	74	3.08	2.919	95
Lev 17	Nari_Chac - L7	Nariño, Chachaguí	2390	1500	Subhúmeda	21	36	26	72	2.68	2.026	76
Lev 14	Nari_Chac - L4	Nariño, Chachaguí	2399	1500	Subhúmeda	16	26	21	81	1.55	1.332	86
Lev 12	Nari_Chac - L2	Nariño, Chachaguí	2484	1500	Subhúmeda	12	17	16	94	2.41	2.330	97
Lev 13	Nari_Chac - L3	Nariño, Chachaguí	2524	1500	Subhúmeda	12	31	28	90	1.32	1.157	88
Lev 15	Nari_Chac - L5	Nariño, Chachaguí	2530	1500	Subhúmeda	9	35	27	77	2.88	2.647	92

El análisis del MRPP identificó que existen diferencias significativas ($p < 0.002$ y $T = -6.93$) entre los grupos de bosques de roble en provincia húmeda y los de provincia subhúmeda. El efecto de tamaño (A value) fue de 0.09 el cual se encuentra entre los rangos sugeridos como aceptables para estudios en ecología de comunidades (McCune y Grace 2002). El número de dimensiones en la solución final del análisis NMS fue de tres (3), el coeficiente de correlación r^2 presentó valores importantes de 0.79 con estos tres ejes. El valor de stress para la ordenación NMS con tres (3) ejes fue de 9.6% ($p = 0.04$), con una inestabilidad de 10^{-4} después de 56 iteraciones. En la Figura 3 es posible identificar la relación que existe entre los resultados de la ordenación NMS y la clasificación a priori de bosques de roble en provincia húmeda y bosques de roble en provincia subhúmeda, en el espacio de ordenación la clasificación de bosques húmedos corresponde a la convención de triángulos rojos (convención número 1) y los bosques subhúmedos corresponden a triángulos verdes (convención número 2). En general, se evidencia que los ejes de ordenación tienen relación parcial con la precipitación, el eje 1 (en sentido horizontal) permite diferenciar dos grandes grupos, uno conformado por levantamientos en bosques de provincia subhúmeda (triángulos verdes en el extremo derecho del eje 1), mientras que el otro grupo está compuesto por bosques de ambas provincias; el eje 2 (en sentido vertical) es el que permite separar el grupo mixto y diferenciarlos entre bosques subhúmedos, triángulos verdes en el extremo inferior izquierdo de la Figura 3, y bosques húmedos en el extremo superior izquierdo de la Figura 3. De esta manera el resultado final de la ordenación permite identificar que efectivamente hay diferencias entre bosques de roble de provincia húmeda y bosques de roble de provincia subhúmedas pero al interior de los bosques subhúmedos también existen diferencias entre las diferentes localidades ya que en un extremo del espacio de ordenación se ubicaron los bosques de roble localizados en el municipio de Guaduas (Cundinamarca) y en el otro extremo se encuentran los bosques subandinos del municipio de Chachaguí (Nariño).

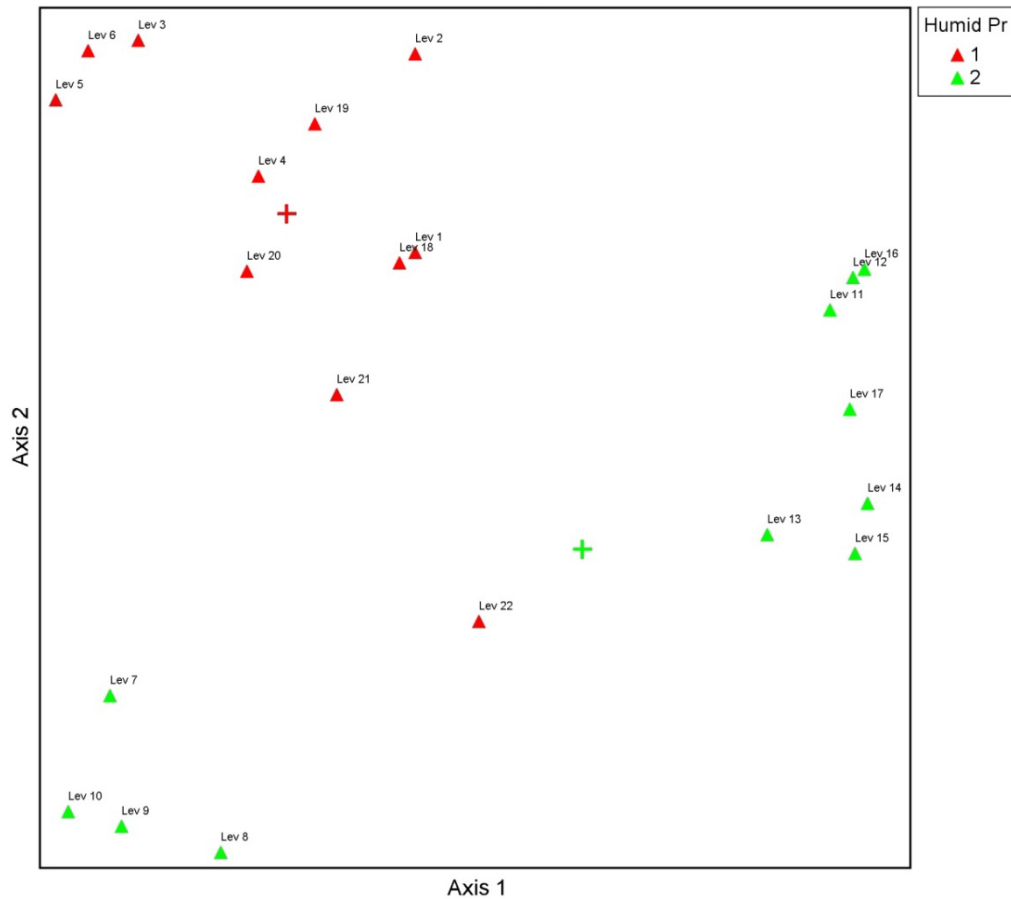


Figura 3. NMS gradiente de humedad (precipitación)

El dendrograma obtenido a partir del análisis de conglomerados se relacionó con la clasificación a priori de bosques de roble en provincia húmeda y bosques de roble en provincia subhúmeda (Figura 4). Cuando se utiliza más del 80% de la información de la matriz, es decir a un nivel de 20% de pérdida de información (eje Information Remaining %, escala horizontal superior de la Figura 4), la clasificación por tipos de bosques según la precipitación es un factor diferenciador, aunque el nivel de variabilidad dentro de estos grupos es alto, debido a que el valor de la función objetivo es mayor. A pesar que el objetivo del análisis de conglomerados realizado en este manuscrito no es el de definir grupos sino el de complementar la información obtenida con los métodos de ordenación e identificar la importancia del gradiente de humedad (precipitación) en los bosques de robles, al tener en cuenta las recomendaciones de Peck (2010) y McCune y Grace (2002) sobre los resultados del dendrograma y la definición de grupos, es posible identificar a un nivel de corte del 25% de pérdida de información (25 information remaining %) un grupo formado por los bosques de roble en provincia húmeda (colores rojos, convención 1), y dos grupos pertenecientes a los bosques de roble en provincia subhúmeda (colores verdes, convención 2), uno perteneciente a los

levantamientos de Chachaguí (Nariño) y otro a los levantamientos en guaduas (Cundinamarca); lo cual coincide con el mismo patrón que se evidenció con el análisis de ordenación NMS.

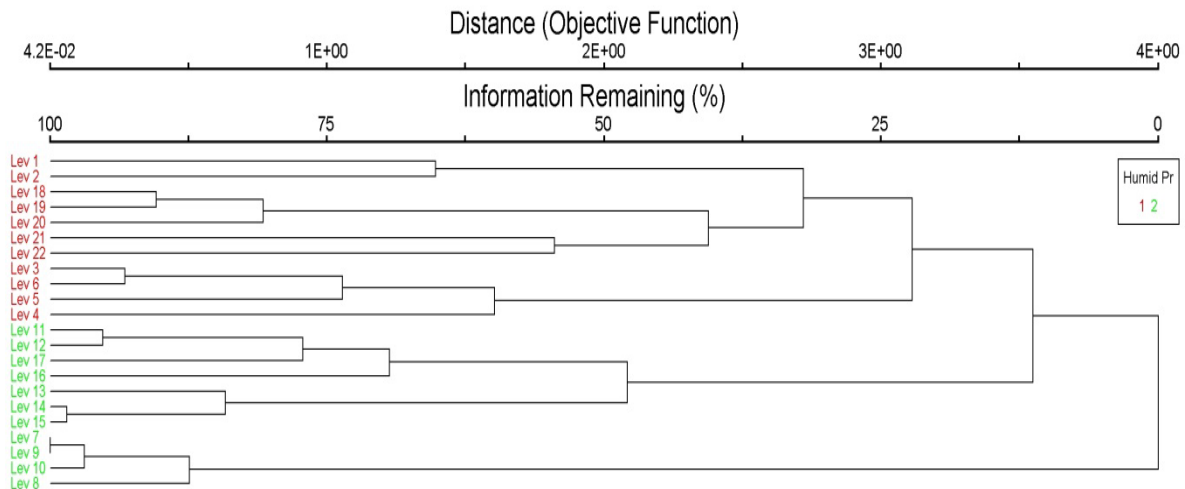


Figura 4. Dendrograma del gradiente de humedad (precipitación)

Finalmente se presenta un resumen de algunos aspectos de composición y estructura de los robledales en provincia subhúmeda y húmeda con el fin de complementar la información respecto a las diferencias que existen en los bosques de roble a partir del gradiente de precipitación (Tabla 4). Los robledales de provincias húmedas presentan en promedio un mayor número de especies (19), comparado con los robledales de provincias subhúmedas (8). Aunque el área basal total es relativamente la misma para los dos tipos de robledales, el número de individuos de *Q. humboldtii* y el área basal de esta especie es mucho mayor en los robledales de provincias subhúmedas (1.6 m²/0.1 ha) representando el 54% del total de individuos y el 65% del área basal total, mientras que en los robledales de provincias húmedas los individuos de *Q. humboldtii* (8 individuos) con 0.9 m²/0.1 ha de área basal representan tan solo el 19% del total de individuos y el 36% del área basal total.

Tabla 4. Estadísticos de las principales características estructurales de los bosques de roble en provincia húmeda y los bosques de roble en provincia subhúmeda. Información para individuos con DAP \geq 10 cm en 0.1 Ha. **No spp:** Número total de especies. **No. Ind:** Número total de individuos. **No Ind Q.h:** Número total de individuos de *Q. humboldtii*. **No Ind otras spp:** Número total de individuos de otras especies. **A.B. Total:** Área basal total (m²). **A.B. Q.h:** Área basal de *Q. humboldtii* (m²). **A.B. otras spp:** Área basal (m²) de las otras especies encontradas.

Tipo de robleal según provincia de humedad	Estadísticos	No spp.	No Ind	No Ind Q. h	No Ind otras sp.	AB Total	A.B. Q.h (m ²)	A.B. Otras spp. (m ²)
Bosques de roble en provincia subhúmeda (p.p. < 2000 mm)	Promedio	8	29	15 (54%)	14 (46%)	2.7	1.6 (65%)	1.1 (35%)
	Desviación estándar	5	8	9	11	0.9	0.8	1
	Coefficiente de variación (%)	60	28	63	82	34	52	90
Bosques de roble en provincia húmeda (p.p. > 2000 mm)	Promedio	19	46	8 (19%)	38 (81%)	2.5	0.9 (36%)	1.6 (64%)
	Desviación estándar	5	10	4	11	0.5	0.5	0.5
	Coefficiente de variación (%)	29	22	50	30	20	55	33

Gradiente Altitud – Precipitación

En la Tabla 5 se relacionan los levantamientos seleccionados para el análisis de la relación altitud-precipitación con los valores de diversidad y estructura. Se categorizaron 18 levantamientos como robleales andinos en provincia húmeda (altitud mayor a 2550 m y precipitación mayor a 1000 mm), 15 levantamientos en robleales subandinos en provincia húmeda (Altitud menor a 2550 m y precipitación mayor a 2000 mm), 5 levantamientos corresponde a robleales subandinos subhúmedos (altitud menor a 2550 y precipitación menor a 2000 mm) adicionalmente en este grupo de incluyeron 3 levantamientos que se encuentran en un provincia subhúmeda pero que tiene altitudes entre 2600 y 2650, los cuales se encuentran en el límite inferior de la región andina pero por su composición florística y aspectos de la estructura se prefirió agruparlos con los robleales subandinos subhúmedos.

Como en este conjunto de levantamientos se presenta el efecto combinado de la altitud y la precipitación, se decidió realizar el análisis MRPP para las clasificaciones previas de altitud (boques andino y bosques subandinos), precipitación (bosques en provincia húmeda o en provincia subhúmeda), y para el efecto combinado altitud-precipitación (robles andinos húmedos, robleales subandinos subhúmedos y robleales subandinos húmedos). En la Tabla 6 se presentan los resultados, se encontraron diferencias significativas para todas las propuestas de clasificación de acuerdo a los gradientes de altitud, de humedad y de altitud-humedad; sin embargo, el valor del efecto de tamaño (*A value*) presentó un comportamiento diferente, para la clasificación según la

relación altitud-humedad se obtuvo el valor más alto (0.092), mientras que para los gradientes de altitud y de humedad los valores fueron muy inferiores (0.058 y 0.018 respectivamente) respecto a los recomendados McCune y Grace (2002), el cual debe estar cercano a 0.1. Por tal razón, se puede sugerir que la clasificación del gradiente altitud-humedad es la más adecuada para identificar los diferentes tipos de robledales. De igual manera al evaluar las comparaciones por parejas para los grupos definidos en el gradiente altitud-humedad en todas se encontraron valores aceptables de p, A y T (Tabla 7).

Tabla 6. Resumen de estadísticos para el análisis MRPP en los diferentes gradientes

Tipo de gradiente	Delta observado	Delta esperado	Sesgo	T	P	A
Altitud	0.79	0.84	-0.83	-10.9	0.001	0.058
Humedad (precipitación)	0.83	0.84	-0.96	-3.4	0.005	0.019
Altitud-Humedad	0.77	0.84	-0.64	-12.0	0.001	0.092

Tabla 7. Resumen de estadísticos para MRPP en el gradiente altitud-precipitación resultado para todos los grupos y comparación por parejas.

Múltiples comparaciones	T	A	P
Todos los grupos	-12.020	0.092	0.001
Robledales subandinos húmedos vs. Robledales andinos húmedos 14 vs. 24	-13.115	0.092	0.001
Robledales subandinos húmedos vs. Robledales subandinos subhúmedos 14 vs. 13	-5.045	0.059	0.002
Robledales andinos húmedos vs. Robledales subandinos subhúmedos 24 vs. 13	-4.567	0.042	0.002

En el análisis NMS, el número de dimensiones en la solución final fue de tres (3), el coeficiente de correlación r^2 presentó valores importantes de 0.69 con estos tres ejes. El valor de stress para la ordenación NMS con tres (3) ejes fue de 16.57% ($p= 0.04$), con una inestabilidad de 10^{-4} después de 97 iteraciones. En las Figuras 5, 6 y 7 es posible identificar la relación que existe entre los resultados de la ordenación NMS y la clasificación a priori del gradiente altitud-humedad. La categoría de robledales subandinos en provincia húmeda corresponde a la convención de triángulos verdes (convención número 14), robledales subandinos en provincia subhúmeda a la convención de triángulos rojos (convención número 13) y robledales andinos en provincia húmeda a la convención de triángulos azules (24).

Tabla 5. Descripción general de los levantamientos utilizados para el análisis del gradiente altitud-precipitación. Información de levantamientos de 0.1 Ha para individuos con DAP \geq 10 cm. **P.P.:** Precipitación promedio anual. **No. Ind:** Número total de individuos. **No Ind Q.h:** Número total de individuos de *Q. humboldtii*. **A.B. Total:** Área basal total (m²). **A.B. Q.h:** Área basal total de *Q. humboldtii* (m²). **No spp:** Número total de especies.

Unidad Ecológica	Plots	Cod Lev	Región de vida	Altitud (m)	P.P. (mm)	Provincia según p.p.	Fisiografía	Pendiente (%)	Macizo Montañoso	No. spp	No. Ind.	No. Ind. Q.h	A.B. Total	A.B. Q.h	
Robledales andinos húmedos (Código 24)	Lev_117	Boy_Duita_Lev_36	Andina	3257	1600	Húmeda	Ladera	70	Oriental	9	43	12	5.6	3.1	
	Lev_118	Boy_Duita_Lev_37	Andina	3220	1600	Húmeda	Ladera	70	Oriental	4	73	66	4.8	4.4	
	Lev_185	Sant_Belén_Guacha_Lev_1	Andina	3215	1550	Húmeda	Cima	50	Oriental	13	64	40	2.9	2.5	
	Lev_186	Sant_Belén_Guacha_Lev_2	Andina	3211	1550	Húmeda	Cima	50	Oriental	10	55	37	4.1	3.8	
	Lev_187	Sant_Belén_Guacha_Lev_3	Andina	3206	1550	Húmeda	Cima	90	Oriental	6	58	52	3.3	3.2	
	Lev_188	Sant_Belén_Guacha_Lev_4	Andina	3182	1550	Húmeda	Cima	50	Oriental	4	49	43	3.2	3.1	
	Lev_116	Boy_Belén_Lev_51	Andina	3155	1600	Húmeda	Ladera	70	Oriental	11	87	53	5.5	4.7	
	Lev_132	Boy_Tipac_Natura_P4	Andina	3150	1200	Húmeda	Cima	60	Oriental	6	63	37	3.6	2.7	
	Lev_131	Boy_Tipac_Natura_P3	Andina	3140	1200	Húmeda	Cima	60	Oriental	6	88	54	4.1	3.0	
	Lev_130	Boy_Tipac_Natura_P2	Andina	3120	1200	Húmeda	Cima	60	Oriental	6	46	20	4.3	3.3	
	Lev_211	Sant_Encin_Lev_52	Andina	3105	1550	Húmeda	Cima	50	Oriental	11	40	24	2.9	2.2	
	Lev_129	Boy_Tipac_Natura_P1	Andina	3100	1200	Húmeda	Cima	60	Oriental	6	84	48	2.7	1.8	
	Lev_212	Sant_Encin_Lev_53	Andina	3093	1550	Húmeda	Cima	50	Oriental	9	28	18	2.0	1.5	
	Lev_189	Sant_Belén_Guacha_Lev_5	Andina	3087	1550	Húmeda	Cima	50	Oriental	5	41	36	2.6	2.5	
	Lev_190	Sant_Belén_Guacha_Lev_6	Andina	3011	1550	Húmeda	Cima	50	Oriental	5	76	70	2.4	2.4	
	Lev_216	Sant_Encino_Guacha_Lev_7	Andina	2760	2400	Húmeda	Cima	50	Oriental	7	46	39	3.2	3.1	
	Lev_217	Sant_Encino_Guacha_Lev_8	Andina	2730	2000	Húmeda	Cima	40	Oriental	4	97	93	3.6	3.5	
	Lev_218	Sant_Encino_Guacha_Lev_9	Andina	2709	2400	Húmeda	Cima	70	Oriental	10	59	41	3.8	3.6	
	Robledales subandinos y andinos subhúmedos (Código 13)	Lev_127	Boy_Gachant 7	Andina	2635	1500	Subhúmeda	Ladera	70	Oriental	12	52	29	2.5	2.0
		Lev_121	Boy_Gachant 1	Andina	2609	1500	Subhúmeda	Ladera	70	Oriental	9	42	20	1.8	1.5
Lev_123		Boy_Gachant 3	Andina	2609	1500	Subhúmeda	Ladera	70	Oriental	9	54	32	2.4	1.9	
Lev_174		Nari_Chac - L5	Subandina	2530	1258	Subhúmeda	Ladera	100	Macizo	10	71	53	5.3	4.7	

Altitud: < 2500 m ± 100 m	central													
	Lev_172	Nari_Chac - L3	Subandina	2524	1258	Subhúmeda	Ladera	80	Macizo central	8	60	50	2.6	2.5
	Lev_170	Nari_Chac - L1	Subandina	2350	1258	Subhúmeda	Cima	45	Macizo central	7	42	34	5.4	5.3
	Lev_164	Cundi_Gua_Lev_1	Subandina	1964	1800	Subhúmeda	Cima	50	Oriental	27	95	15	5.7	1.5
Precipitación media anual: > 1000 mm	Lev_167	Cundi_Gua_Lev_4	Subandina	1971	1800	Subhúmeda	Cima	65	Oriental	22	66	10	6.0	2.2
	Lev_113	Bol_SL-3	Subandina	1638	2200	Húmeda	Cima	60	Caribe macizos	37	121	10	4.6	1.1
	Lev_114	Bol_SL-4	Subandina	1788	2200	Húmeda	Cima	60	Caribe macizos	34	95	8	4.8	0.6
	Lev_232	Sant_RBCachal ú_PPM_Fenología_A	Subandina	1970	1814	Húmeda	Ladera	80	Oriental	33	107	1	3.7	0.0
	Lev_233	Sant_RBCachal ú_PPM_Fenología_B	Subandina	1970	1814	Húmeda	Ladera	80	Oriental	29	96	3	2.9	0.7
	Lev_240	Sant_RBCachal ú_PPM_Fenología_I	Subandina	1970	1814	Húmeda	Ladera	80	Oriental	35	85	3	3.1	0.4
	Lev_241	Sant_RBCachal ú_PPM_Fenología_J	Subandina	1970	1814	Húmeda	Ladera	60	Oriental	32	87	2	2.4	0.4
	Lev_183	Risaral_Tat_4	Subandina	2037	2181	Húmeda	Ladera	50	Occidental	24	69	17	4.4	2.1
	Lev_242	Sant_RBCachal ú_PPM_Pedregal_A	Subandina	2170	1814	Húmeda	Cima	60	Oriental	17	46	8	1.2	0.4
	Lev_243	Sant_RBCachal ú_PPM_Pedregal_B	Subandina	2170	1814	Húmeda	Cima	80	Oriental	19	46	13	1.6	1.0
	Lev_250	Sant_RBCachal ú_PPM_Pedregal_I	Subandina	2170	1814	Húmeda	Cima	80	Oriental	7	29	19	0.9	0.8
	Lev_251	Sant_RBCachal ú_PPM_Pedregal_J	Subandina	2170	1814	Húmeda	Cima	80	Oriental	9	51	25	1.6	1.3
	Lev_215	Sant_Encino_Guacha_Lev_11	Subandina	2258	2400	Húmeda	Ladera	90	Oriental	27	118	24	4.4	2.9
	Lev_177	Risaral_Tat_1	Subandina	2400	2181	Húmeda	Ladera	75	Occidental	36	117	17	4.9	1.7
	Lev_214	Sant_Encino_Guacha_Lev_10	Subandina	2460	2800	Húmeda	Cima	40	Oriental	26	86	8	2.1	0.3
	Lev_182	Risaral_Tat_3	Subandina	2536	2181	Húmeda	Ladera	75	Occidental	37	139	43	9.3	5.4
Robledales subandinos húmedos (Código 14)														
	Altitud: < 2500 m ± 50 m													
	Precipitación media anual: > 2000 mm													

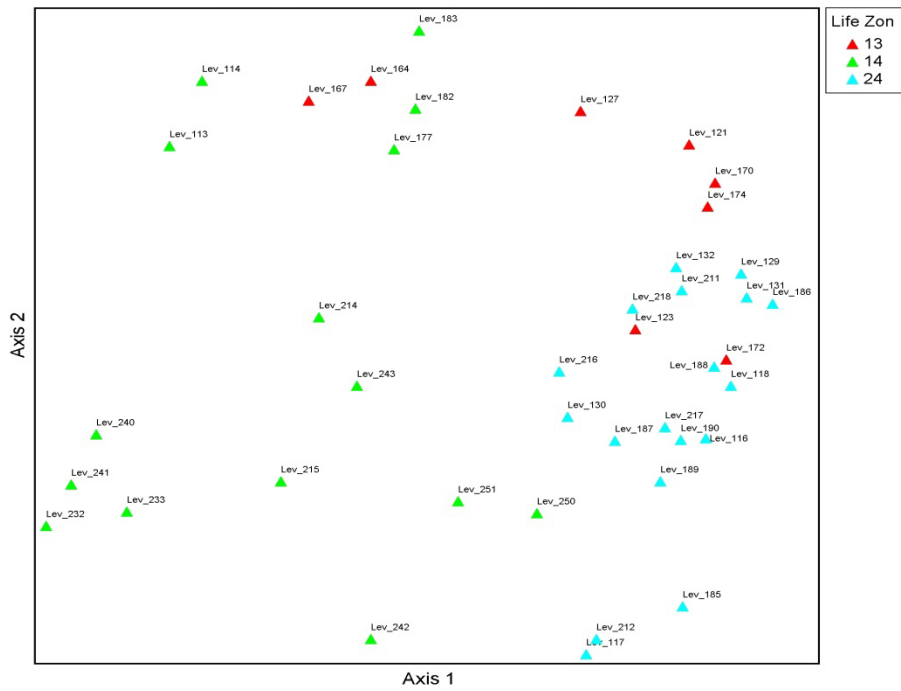


Figura 5. NMS gradiente altitud-precipitación (eje 1 vs eje 2)

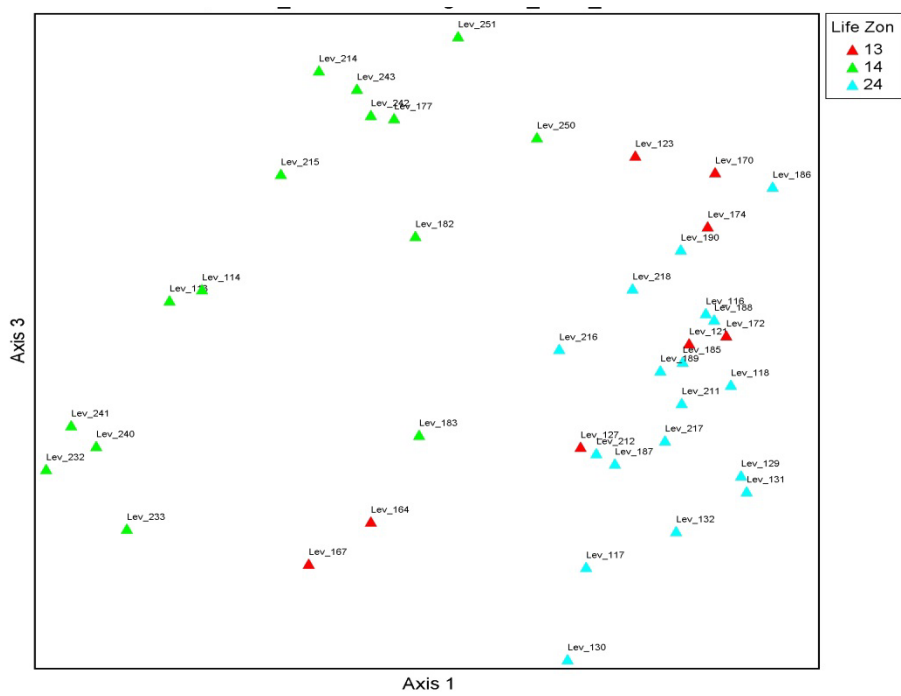


Figura 6. NMS gradiente altitud-precipitación (eje 1 vs eje 3).

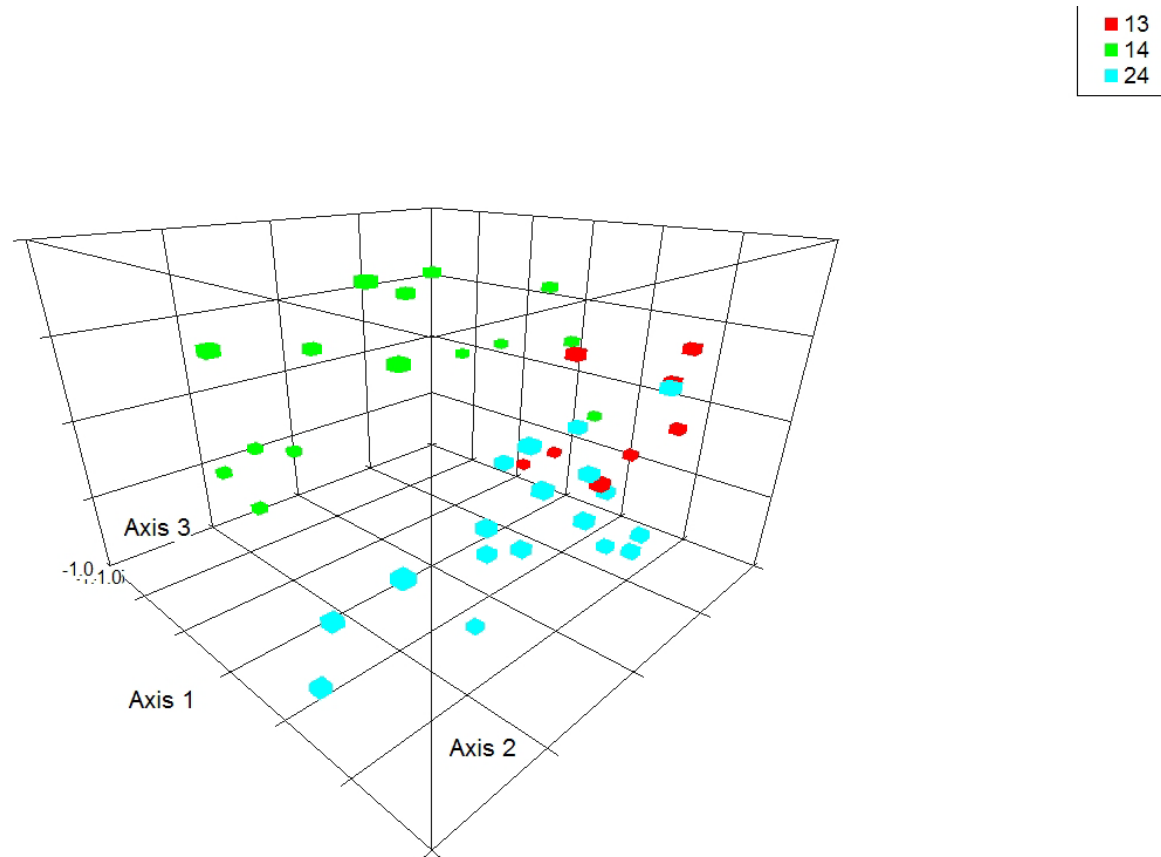


Figura 7. NMS gradiente altitud-precipitación, Figura en tres dimensiones donde se relacionan los ejes 1, 2 y 3.

En general, a lo largo del eje 1 (sentido horizontal) de las figuras 5 y 6 se identifica en la parte derecha un grupo conformado por los robledales andinos en provincia húmeda (triángulos azules con código 24) y los robledales subandinos en provincia subhúmeda (triángulos rojos con código 13), mientras que en la parte izquierda se ubican principalmente los robledales subandinos en provincia húmeda (triángulos verdes con código 14), esta tendencia de separación también se puede observar en el diagrama tridimensional de los ejes de ordenación (Figura 7). Los levantamientos pertenecientes a la categoría de robledales andinos en provincia húmeda (triángulos azules con código 24) presentan un patrón agregado de agrupamiento, los robledales subandinos en provincia húmeda (triángulos verdes con código 14) se encuentran dispersos a lo largo de los ejes 2 y 3 (sentido vertical de las Figuras 5 y 6), de tal manera que es posible identificar al interior de esta categoría dos (2) subgrupos, el primero corresponde a un grupo homogéneo de robledales subandinos húmedos localizados en la cordillera oriental, mientras que el segundo subgrupo incluye a robledales subandinos húmedos localizados en la Serranía de San Lucas y en la zona de amortiguación del PNN Tatamá e incluyen a un par de levantamientos de robledales subandinos y subhúmedos presentes en la cordillera oriental en el municipio de Guaduas (Cundinamarca). De igual manera es claro que en el espacio de ordenación (Figuras 5,6 y 7) se presenta una sobreposición de las categorías de robledales subandinos en provincia subhúmeda (triángulos rojos) y robledales andinos en provincia húmeda (triángulos azules), aunque como se mencionó anteriormente dos levantamientos clasificados como subandinos subhúmedos presentaron mayor afinidad con un subgrupo de los robledales húmedos.

El dendrograma obtenido a partir del análisis conglomerados se relacionó con la clasificación propuesta para el gradiente Altitud-Humedad (Figura 8). Al tener en cuenta las recomendaciones de Peck (2010) y McCune y Grace (2002) sobre los resultados del dendrograma y la definición de grupos, es posible identificar a un nivel de corte del 25% de pérdida de información (25 information remaining %), tres grupos conformados únicamente por robledales subandinos húmedos (levantamientos de color verde, convención 14) y tres subgrupos mixtos, conformados por levantamientos pertenecientes a robledales subandinos en provincia subhúmeda (color rojo, convención 13) y robledales andinos en provincia húmeda (color azul, convención 24); la variabilidad de estos grupos es alta debido a que el valor de la función objetivo es mayor. Teniendo en cuenta que lo que se busca con el análisis de conglomerados no es el de definir grupos sino el de complementar la información obtenida con los otros análisis multivariados para identificar la importancia del gradiente de Altitud-Humedad en los bosques de robles, estos resultados presentan la misma tendencia encontrada en el análisis NMS de traslape o alta similitud entre los robledales

subandinos subhúmedos y los robledales andinos húmedos y una marcada diferenciación de los robledales subandinos húmedos.

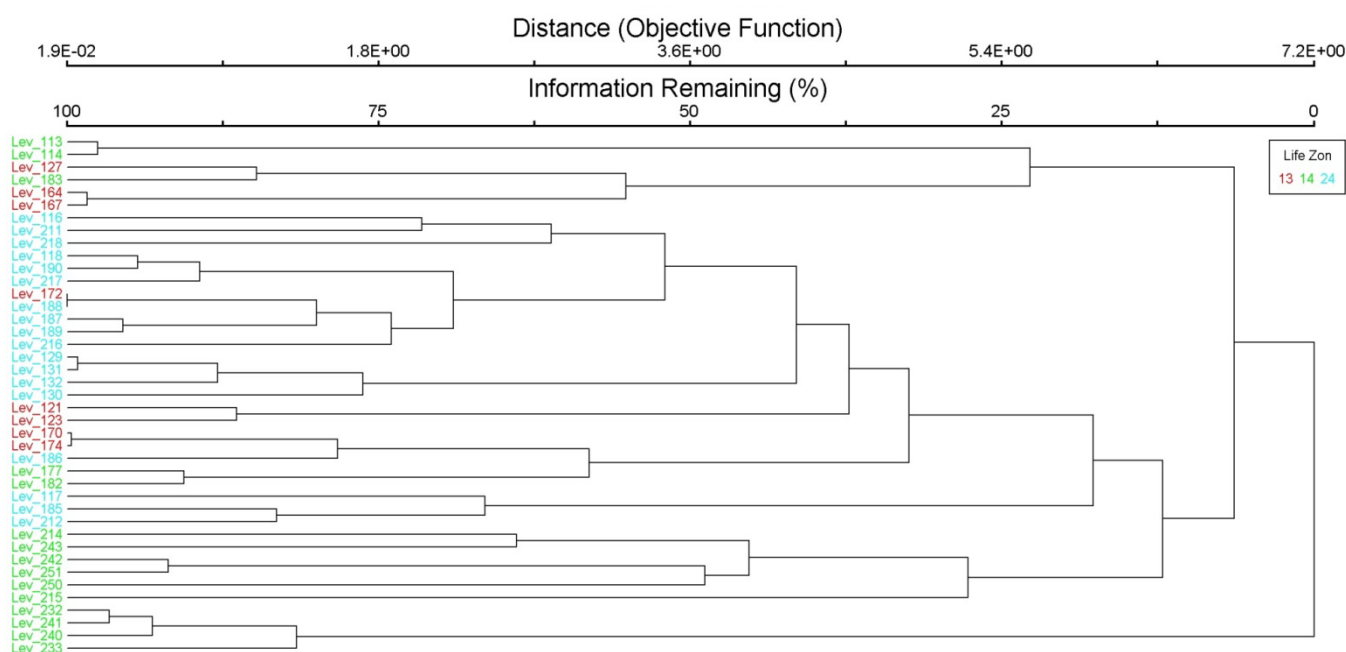


Figura 8. Dendrograma del gradiente altitud-precipitación

Finalmente se presenta un resumen de algunos aspectos de composición y estructura de los robledales en provincia subhúmeda y húmeda con el fin de complementar la información respecto a las diferencias que existen en los bosques de roble a partir del gradiente de precipitación (Tabla 8). Los robledales subandinos húmedos presentan en promedio un mayor número de especies (26), comparado con los robledales subandinos subhúmedos (13) y los robledales andinos húmedos (7). El área basal total promedio es mayor en los robledales subandinos subhúmedos (4 m²/0.1 ha), seguido por los robledales andinos húmedos con 3.6 m², mientras que los robledales subandinos húmedos presentaron los menores valores (3.0 m²). El número de individuos de *Q. humboldtii* (44) y el área basal de esta especie fue mayor en los robledales andinos húmedos (3 m²/0.1 ha) representando el 71% del total de individuos y el 84% del área basal total, en los robledales subandinos subhúmedos el número de individuos fue de 30 que corresponde al 50% de la abundancia total, con un área basal de 2.7 m², 68% del área basal total. En los robledales subandinos húmedos se encontraron los menores valores de individuos de *Q. humboldtii* (11 individuos) con 1.1 m² de área basal representan el 14% del total de individuos y el 35% del área basal total.

Tabla 8. Estadísticos de las principales características estructurales de los diferentes tipos de robledales definidos en el gradiente altitud-precipitación. Información para individuos con DAP ≥ 10 cm en 0.1 Ha. **No spp:** Número total de especies. **No. Ind:** Número total de individuos. **No Ind Q.h:** Número total de individuos de *Q. humboldtii*. **A.B. Total:** Área basal total (m^2). **A.B. Q.h:** Área basal de *Q. humboldtii* (m^2).

Tipos de robledales	Estadísticos	No. spp	No. Ind.	No. Ind. Q. h	A.B. Total	A.B. Q. h
Robledales andinos húmedos Altitud: > 2500 m \pm 100 m Precipitación media anual:> 1000 mm	Promedio	7	61	44 (71%)	3.6	3.0 (84%)
	Desviación estándar	3	19	20	0.7	0.6
	Coefficiente de variación (%)	38	31	46	19	21
	Valor Máximo	13	97	93	4.3	3.8
	Valor mínimo	4	28	18	2.0	1.5
Robledales subandinos subhúmedos Altitud: < 2500 m \pm 100 m Precipitación media anual:< 2000 mm	Promedio	13	60	30 (50%)	4.0	2.7 (68%)
	Desviación estándar	7	16	14	1.7	1.4
	Coefficiente de variación (%)	53	27	48	42	50.6
	Valor Máximo	27	95	53	6.0	5.3
	Valor mínimo	7	42	10	1.8	1.5
Robledales subandinos húmedos Altitud: < 2500 m \pm 50 m Precipitación media anual: > 2000 mm	Promedio	26	82	11 (14%)	3.0	1.1 (35%)
	Desviación estándar	10	30	8	1.4	0.8
	Coefficiente de variación (%)	38	36	71	47	74
	Valor Máximo	37	121	25	4.9	2.9
	Valor mínimo	7	29	1	0.9	0.3

DISCUSION DE RESULTADOS

A partir de herramientas estadísticas multivariadas fue posible identificar que la altitud, la humedad (precipitación) y su efecto combinado se relacionan con la riqueza y la estructura de los bosques de roble en Colombia. En el gradiente altitudinal, el análisis MRPP permitió identificar que existen diferencias significativas entre los bosques de roble en altitudes superiores a 2500 m (± 100 m) denominados como robledales andinos, y aquellos localizados a altitudes inferiores de 2500 m (± 100 m) clasificados como robledales subandinos. El análisis de conglomerados (dendrograma de similitud) y la ordenación NMS permitió identificar este mismo patrón. También se encontraron diferencias en el número de especies, y en el número de individuos y el área basal de *Q. humboldtii* en cada tipo de robledal. La menor riqueza en bosques localizados a altitudes mayores de 2500 m ha sido mencionada por varios estudios para bosques de montañas tropicales (Rangel 1991; Gentry 1995; Cavelier 1996; Kappelle y van Uffelen 2006). La relación de mayor dominancia de especies del género *Quercus* en altitudes mayores ha sido mencionada por Kappelle *et al.* (1995), para los robledales del Cerro Chiripó en Costa Rica, y por Nixón (2006) para algunos bosques montanos de México.

Para el gradiente de humedad (precipitación), el análisis MRPP permitió identificar que existen diferencias significativas entre los robledales de provincia húmeda ($p.p > 2000$ mm) y los robledales de provincia subhúmeda ($p.p < 2000$ mm). Con el análisis de conglomerados también se obtuvo este mismo patrón ya que se logran diferenciar los grupos de robledales en provincia húmeda de los de provincia subhúmeda; sin embargo, la ordenación NMS permitió identificar que al interior de los robledales subhúmedos se presenta una división, la cual podría estar influenciada por aspectos geográficos. También se encontraron diferencias en el número de especies, y en el número de individuos y el área basal de *Q. humboldtii* en cada tipo de robledal, siendo más diversos los robledales en provincias húmedas y menos diversos los robledales de provincias subhúmedas; la mayor dominancia de *Q. humboldtii* se encontró en los robledales de provincias subhúmedas. Este fenómeno de mayor dominancia en bosques con menor precipitación o de provincias de humedad más secas, también se ha presentado en la vertiente seca del Pacífico en comparación con los robledales de la vertiente húmeda del atlántico en Costa Rica (Kappelle *et al.* 1995; Nixon 2006). Así mismo, Johnson *et al.* (2009), señalan que en general las especies del género tienden a ser relativamente resistentes a las condiciones secas, lo cual las hace unas mejores competidoras en estos ambientes.

Al evaluar el gradiente altitud-precipitación, el análisis MRPP identificó que las mejores diferencias estadísticas se encuentran cuando se utiliza la clasificación de robledales andinos húmedos, robledales subandinos subhúmedos y robledales subandinos húmedos. Sin embargo, con la ordenación NMS se identificó que esta clasificación explica parcialmente el patrón de agrupamiento encontrado en el espacio de ordenación para los valores promedio del coeficiente de Sorensen, debido a que se identifican claramente los grupos pertenecientes a los robledales subandinos subhúmedos y a los robledales andinos húmedos, mientras que el grupo de robledales subandinos subhúmedos se traslapa principalmente con los valores promedio de los robledales andinos húmedos y en menor medida (dos levantamientos) con algunos robledales subandinos húmedos. Es importante mencionar que entre los robledales subandinos húmedos existe una gran dispersión de los valores promedio del coeficiente de Sorensen, principalmente a lo largo del segundo eje de ordenación, e inclusive es posible dividirlos en dos subgrupos. En un subgrupo se ubican los robledales subandinos húmedos de la cordillera Oriental y en el otro subgrupo los de robledales subandinos húmedos de otros macizos montañosos como la serranía de San Lucas en el Caribe colombiano y los de la cordillera Occidental cercanos al Parque Nacional Natural Tatamá; para el caso de los levantamientos de Risaralda (Lev_182, lev_177, Lev_183) es posible que este influenciando la mayor altitud de estos levantamientos, porque se presenta una dominancia mayor de *Q. humboldtii* comparada con el promedio encontrado para los robledales subandinos húmedos, lo cual puede explicar su cercanía en el espacio de ordenación a los robledales subandinos subhúmedos de Guaduas Cundinamarca. Para el caso de los levantamientos de la Serranía de San Lucas (Lev_113, Lev_114), los altos valores de área basal y de número de individuos, y quizás el efecto “Massenerhebung” (Grubb 1971; Schroter’s 1926; Cuatrecasas 1934, 1958) por la baja altura de este macizo montañoso (2100 m aprox.) pueden ser condiciones que hacen diferencias en estos robledales subandinos húmedos.

Se encontraron diferencias en el número de especies, en el número de individuos y en el área basal de *Q. humboldtii* en cada tipo de robledal; siendo más diversos los robledales subandinos húmedos (26 especies), seguido por los robledales subandinos subhúmedos (13 especies) y los robledales andinos húmedos (siete especies). En los robledales andinos húmedos se presenta una mayor dominancia de *Q. humboldtii* en términos de número de individuos y área basal, mientras que en los robledales subandinos húmedos se presenta la menor dominancia. Con estos resultados pareciera ser que existieran dos óptimos ecológicos para la distribución de *Q. humboldtii* en los andes de Colombia, el primero en la región andina, a altitudes mayores de 2600 m en regiones húmedas con precipitaciones superiores a 1000 mm anuales, donde se presentan los mayores valores de

dominancia con el 71% de la abundancia total y el 84% del área basal total. El otro óptimo ecológico parece ser que se presenta en la región subandina (1800 - 2400 m) en condiciones de humedad menores a 2000 mm o afectadas por condiciones microclimáticas como sombra de lluvias o por el efecto de sotavento; es decir en provincias subhúmedas donde la abundancia de *Q. humboldtii* es también importante (50% del total), al igual que su área basal (68% del total), aunque no iguala los valores alcanzados en la región andina. La menor dominancia y abundancia de *Q. humboldtii* se encuentra definitivamente en la región subandina en localidades con precipitaciones anuales superiores a 2000 mm en donde en promedio la abundancia de *Q. humboldtii* es del 11% y su área basal representa el 35% del total. Este comportamiento bimodal en la distribución de una especie ha sido mencionado por diversos autores (Whittaker 1956, 1960; Whittaker *et al* 1973; Austin 1989, 2013; Kent 2012). La mayor abundancia y dominancia de *Q. humboldtii* en las zonas con menor temperatura como es el caso de la región andina o en regiones subandinas donde el déficit hídrico puede ser mayor, coinciden con lo mencionado por Whittaker *et al.* (1973), quienes indicaban que podía existir más de un óptimo de la población de una especie debido a la existencia de diferentes ecotipos derivados de factores ambientales, o como lo sugiere Austin (2013), basado en la teoría de Ellenberg (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974), que las curvas bimodales pueden presentarse por factores de competencia cuando el nicho real de una especie (óptimo ecológico) es desplazado de su óptimo fisiológico (nicho potencial) por un competidor superior. En varios trabajos se ha encontrado que algunas especies del género *Quercus* son influenciadas de manera clara por el gradiente altitudinal y el de humedad (Whittaker 1956; Kappelle *et al.* 1995; Nixon 2006; Johnson *et al* 2009) e inclusive como *Q. humboldtii*, especies del género *Quercus* (*Q. chrysolepis*, *Q. borealis*) presentan este patrón de distribución bimodal.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados encontrados a través de los métodos de análisis multivariados de clasificación y ordenación ecológica ayudan a explicar y corroborar las conclusiones que se obtuvieron en el capítulo de sintaxonomía de los bosques de roble (*Q. humboldtii*) en Colombia, debido a que en esa contribución se logró definir dos categorías sintaxonómicas superiores que se diferencian claramente, la clase *Billio roseae-Quercetea humboldtii* caracteriza a los robledales subandinos en climas húmedos a muy húmedos, mientras que la clase *Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii* caracteriza a los robledales de la región andina aunque en algunos sectores caracterizados por la presencia del fenómeno de sombra de lluvias o vertientes subhúmedas de las cordilleras se pueden encontrar asociaciones pertenecientes a esta clase en la región subandina.

En este orden de ideas, es posible que la altitud, como factor directo de la temperatura del ambiente, ejerza una influencia marcada en la composición y la estructura de los robledales en Colombia, seguido por el régimen de humedad (precipitación). Un comportamiento similar en la influencia de estas variables se ha encontrado en Costa Rica (Kappelle *et al* 1995, Kapelle 1996; Kappelle 2006); Kappelle y Ufflen (2006), indican que la temperatura, acorde con las variaciones topográficas, parece ser el principal factor que controla la distribución de las comunidades de bosques de robles en Costa Rica, aunque también los diferentes regímenes hidrológicos, el vapor de agua y el régimen de radiación influyen de manera importante. La definición de estos subtipos de bosques de robles en Colombia basados en aspectos climáticos, florísticos y estructurales se constituyen en insumos fundamentales para la gestión y conservación de estos bosques, ya que reúnen a robledales con condiciones ambientales y ecológicas relativamente similares que permiten orientar de manera más adecuada prescripciones silviculturales orientadas a su uso sostenible y su restauración ecológica.

LITERATURA CITADA

Avella-M., A. & Rangel-Ch., J.O. 2014. Oak forests types of *Quercus humboldtii* in the Guantiva-La Rusia-Iguaque corridor (Santander-Boyacá, Colombia): Their conservation and sustainable use. *Colombia Forestal* 17 (1): 100-116.

Austin, M.P. 2013. Vegetation and Environment: Discontinuities and Continuities. En: E. Van der Maarel & J. Frankiln (eds.). *Vegetation Ecology*, Second Edition: 71-103. Wiley-Blackwell (John Wiley & Sons, Ltd.), Chichester, UK.

Austin, M.P. & T.M. Smith. 1989. A new model for the continuum concept. *Vegetatio* 83: 35-47.

Caldas, F.J. 1951. Memoria sobre la nivelación de las plantas que se cultivan en la vecindad del Ecuador. *Rev. Ac. Col. Cs. Ex. Fis., Nat.* 8: 168-172.

Cavelier, J. 1996. Environmental factors and ecophysiological processes along altitudinal gradients in wet tropical mountains. En: S.S. Mulkey, R.L. Chazdon, A.P. Smith (eds.). *Tropical forest plant ecophysiology*: 399–439. Chapman and Hall, New York.

Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.

Cleef, A.M. 1981. The vegetation of páramos of Colombia cordillera oriental. *Disertationes Botanicae* 61. Cramer, Vaduz. 321 p.

Cleef, A.M., J.O. Rangel-Ch. & S. Salamanca. 2003. The Andean rain forests of the Parque Los Nevados Transect, Cordillera Central, Colombia. En: T. van der Hammen y A.G. Dos Santos. (eds). *La Cordillera Central Colombiana Transecto Parque de los Nevados. Estudios de Ecosistemas Tropandinos* 5: 79-142. J. Cramer, (Borntraeger) Berlín-Stuttgart.

Cox, T.F. & M.A. Cox. 2001. *Multidimensional scaling*. Second edition. Chapman and Hall. Boca Raton, Florida. 294 p.

Cuatrecasas J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Bot.* 27. Madrid. 144 p.

Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista Acad. Colomb. Ci. Exact.* 10 (40): 221-268. Bogotá.

Díaz-P., S. 1991. La botánica en Colombia, hechos notables en su desarrollo. *Rev. Ac. Col. Cs. Ex. Fis., Nat.* Colección Enrique Pérez Arbeláez. No. 6. Bogotá.

Gentry, A.H. 1995. Patterns of biodiversity and floristic composition in neotropical montane forests. En: S.P. Churchill, H. Baslev, E. Forero, J.L. Luteyn (eds.). *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*: 103-126. New York Botanical Garden. Bronx, New York.

Grub, P.J. 1971. Interpretation of the “Massenerhebung” effect of tropical mountains. *Nature* 229: 44-45.

Holdridge L.R. 1967. *Life zone ecology*. Tropical Science Center. San Jose, Costa Rica. 206 p.

Johnson, P., Shifley, S. & R. Rogers. 2009. *The ecology and silviculture of oaks*. Second Edition. CABI Publishing, Oxon, UK. 566 p.

Kappelle M., J.G. Van Uffelen y A.M. Cleef. 1995. Altitudinal zonation of montane *Quercus* forests along two transects in Chirripó National Park, Costa Rica. *Vegetatio* 119:119–153

Kappelle M. 2006. Neotropical montane oak forest: overview and outlook. En: M. Kapelle (ed.). *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. Ecological Studies* 185: 449-463.

Kent, M. 2012. *Vegetation description and data analysis: A practical approach*. Second edition. Wiley-Blackwell (John Wiley & Sons, Ltd.), Chichester, UK. 414 p.

Legendre, P. & L. Legendre. 1998. Numerical Ecology. Developments Environmental Modelling 20: 1-853. Elsevier Science B. V. Amsterdam.

Lozano, G. & J.H. Torres 1974. Aspectos generales sobre la distribución, sistemática fitosociológica y clasificación ecológica de los bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. *Ecología Tropical* 1 (2):45-79.

McCune, B., and Grace, J. B., 2002: Analysis of Ecological Communities. Glenden Beach, Oregon: MjM Software Design. 307 p.

McCune, B. & J.M. Mefford. 2011: PC-ORD Version 6: Multivariate Analysis of Ecological Data. User's Guide. Glenden Beach, Oregon: MjM Software.

Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. (1974) Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, Ltd, New York, NY. 547 p.

Nixon, K.C. 2006. Global and Neotropical Distribution and Diversity of Oak (Genus *Quercus*) and Oak Forests. En: M. Kapelle (ed.). Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. *Ecological Studies* 185: 3-12.

Peck J. 2010. Multivariate Analysis for Community Ecologists: Step-by-Step using PC-ORD. Glenden Beach, Oregon: MjM Software. 162 p.

Rangel-Ch., J.O. 1991. Vegetación y ambiente en tres gradientes montañosos de Colombia. Tesis de doctor. Universidad de Ámsterdam, Holanda.

Rangel-Ch., J.O. 1995. (ed.) Colombia Diversidad Biótica I. Clima, Centros de concentración de especies, fauna. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. 442 p.

Rangel-Ch., J.O., Lowy-C., P., Aguilar-P., M. & Garzón-C., A. 1997. Tipos de vegetación en Colombia. En: J.O. Rangel-Ch., P.Lowy-C. & M. Aguilar-P. Colombia Diversidad Biótica II. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia & IDEAM: 367-389 pp. Bogotá D.C.

Rangel-Ch., J.O. 2000a. (ed.). Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Instituto de Ciencias Naturales – Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. 902 p.

Rangel-Ch., J.O. 2009. (ed.). Colombia Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la serranía de Perijá. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá. 708 p.

Rangel-Ch., J.O. 2011. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XI. Patrones de la Estructura y de la Riqueza de la Vegetación en Colombia. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C. 461 p.

Rangel-Ch J.O. & P. Franco-R. 1985. Observaciones fitoecológicas en varias regiones de vida de la Cordillera Central de Colombia. *Caldasia* 14: 211–249.

Rangel-Ch., J.O. & A. Avella. 2011. Oak forests (*Quercus humboldtii*) at the Caribbean region and distribution patterns related with environmental factors in Colombia. *Plant Biosystem* 145: 186-198.

- Robbins, J. & J.A. Matthews. 2009. Pioneer vegetation on glacier forelands in southern Norway: emerging communities?. *Journal of Vegetation Science* 20: 889-902.
- Robbins, J. & J.A. Matthews. 2010. Regional Variation in Successional Trajectories and Rates of Vegetation Change on Glacier Forelands in South-Central Norway. *Artic, Antarctic, and Alpine Research* 42 (3): 351-361.
- Schróter, C. 1926. *Das pflanzenleben der Alpen*. Albert Raustein. Zürich.
- Sturm, H. & O. Rangel. 1985. *Ecología de los páramos andinos, una visión preliminar integrada*. Biblioteca J.J. Triana. Inst. de Ciencias Naturales 9: Bogotá. 292 p.
- Van der Hammen T. & E. González. 1963. Historia de clima y vegetación del Pleistoceno superior y del Holoceno de la Sabana de Bogotá. *Boletín Geológico* 12(1-3): 189-206.
- Van der Hammen, T. A. Perez & P.Pinto (eds.). *La cordillera Central colombiana. Transecto parque de los Nevados (Introducción y datos iniciales)*. *Studies on Tropical Andean Ecosystem*, vol 1. Cramer, Vaduz. 345 p.
- Van der Hammen, T. 1984. Ecosistemas zonales en el flanco Norte de la Sierra Nevada de Santa Marta (transecto Buritaca-La Cumbre). En: T. Van der Hammen & P.M. Ruiz (eds). *La Sierra Nevada de Santa Marta (transecto Buritaca-La Cumbre). Estudio de ecosistemas tropandinos 2: 589-603*. J. Cramer. Berlín-Stuttgart.
- Van der Hammen, T. 2003. Ecosistemas zonales en los flancos oeste y este de la cordillera Central (transecto Parque los Nevados). En: T. Van der Hammen & Alice G. Dos Santos (eds). *La Cordillera Central Colombiana Transecto Parque los Nevados. Estudio de ecosistemas tropandinos 5: 503-545*. J. Cramer. Berlín-Stuttgart.
- Van der Hammen, T. 2005. Zonal ecosystems of the west and east flanks of the Colombian Western Cordillera (Tatamá transect). En: T. Van der Hammen., J. Orlando Rangel & A.M. Cleef. (eds). *La Cordillera Occidental Colombiana Transecto Tatamá. Estudio de ecosistemas tropandinos 6: 935-972*. J. Cramer. Berlín-Stuttgart.
- Van der Hammen, T. 2008. Zonal ecosystems of the west and east flanks of the Colombian eastern t Cordillera (Sumapaz transect). En: T. Van der Hammen (ed.). *La Cordillera Occidental Colombiana Transecto Tatamá. Estudio de ecosistemas tropandinos 6: 935-972*. J. Cramer. Berlín-Stuttgart.
- Van der Hammen T., R. Jaramillo-M. & M.T. Murillo. 2008. Oak forests of the Andean forest zone of Colombian Eastern cordillera. En: T. Van der Hammen (ed.). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7. La cordillera Oriental, transecto de Sumapaz: 595-614*. J. Cramer. Berlín-Stuttgart.
- Von Humboldt A. & A. Bonpland. 1808. *Personal narrative of travels to the equinoctial regions of the new continent during the years 1799-1804, vols 1-6*. Longman Hurst and Rees. London.
- Witte, H. J. L. 1995. Seasonal and altitudinal distribution of precipitation, temperature and humidity in the Parque Los Nevados transect (Central Cordillera, Colombia). En: T. Van der Hammen & A.G. Dos Santos (eds.). *La cordillera central Colombiana transecto Parque Los Nevados. Studies on tropical andean ecosystems 4: 279-328*. J. Cramer, Berlín-Stuttgart.

Walter, H. 1985. *Vegetation of the earth and ecological systems of the geobiosphere*. Springer, Berlin Heidelberg. New York. 319 p.

Whittaker R. H. (1956): *Vegetation of the Great Smoky Mountains*. – *Ecol. Monogr.* 26: 1–80.

Whittaker R. H. (1960): *Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California*. – *Ecol. Monogr.* 30: 279–338.

Whittaker R. H., S.A. Levin & Root R. B. (1973): *Niche, habitat, and ecotope*. – *Am. Nat.* 107: 321–338.

CAPÍTULO IV:

BOSQUES DE ROBLE NEGRO (*Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hern. Cam. & Henao) Nixon & Crepet.) EN COLOMBIA: SINTAXONOMÍA, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA



BOSQUES DE ROBLE NEGRO (*Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hern. Cam. & Henao) Nixon & Crepet.) EN COLOMBIA: SINTAXONOMÍA, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA

INTRODUCCIÓN

Los bosques de robles de las tierras altas en los trópicos del continente americano se distribuyen desde México central (meridiano 23°30' N), Centroamérica y alcanzan su distribución más austral en el continente en los Andes, al sur de las cordilleras de Colombia (meridiano 1°N) (Kapelle 2006). En Colombia, los robledales son uno de los tipos de bosques más representativos de la región andina, los cuales están dominados por dos especies de fagáceas (*Quercus humboldtii* Bonp. y *Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hern. Cam. & Henao) Nixon & Crepet). De acuerdo con Lozano *et al.* (1979), Nixon y Crepet (1989) y Nixon (2006) *Colombobalanus excelsa* es una especie endémica de los bosques subandinos de Colombia con una distribución restringida según Cárdenas y Salinas (2007), a tres localidades: el Parque Nacional Natural Los Farallones de Calí y zonas cerca al municipio de Jamundí (Valle del Cauca), el Parque Nacional Natural Cueva de los Guacharos y sus áreas aledañas (Sur del departamento del Huila), y el corregimiento de Virolin, municipio de Charalá (departamento de Santander), donde es posible encontrar grandes extensiones; Ariza *et al.*, (2009) mencionó la presencia de algunos árboles aislados de *C. excelsa* en el municipio de Amalfí (departamento de Antioquia) al norte de la cordillera Central.

Lozano *et al.* (1979), describieron esta especie con el nombre de *Trigonobalanus excelsa* y Hernandez *et al.* (1980) señalaron algunos aspectos morfológicos, ecológicos y fenológicos de la especie, resaltaron la importancia del hallazgo del género *Trigonobalanus* y plantearon algunas hipótesis biogeográficas para explicar su presencia en Sur América. Heredia y Alvarez (1981) mencionaron la presencia de *C. excelsa* en la vertiente este de la cordillera Occidental, cerca al municipio de Jamundí, en donde se encontraban relictos de bosques homogéneos pese al fenómeno de deforestación a que estaban siendo sometidos por los procesos de colonización. Van der Hammen & Cleef (1983), propusieron un patrón de distribución anfipacífica del género y plantearon la hipótesis de que *Trigonobalanus* de origen Laurásico, estuvo ampliamente distribuido en Norteamérica y luego desde el Mioceno en adelante, como otros elementos termófilos de la flora Laurásica del terciario, fueron migrando hacia el Sur, debido al enfriamiento del clima en el terciario tardío y a los periodos glaciales. Estos autores propusieron que *Trigonobalanus*, haciendo parte del grupo de elementos termófilos tropicales, pudo entrar a Sur América a través de la cadena de islas

de Centroamérica y de las montañas de Panamá y Colombia utilizando éstas como “stepping stones” probablemente a finales del Plioceno y el Pleistoceno. Nixon & Crepet (1989), a partir de análisis morfológicos propusieron segregar el género *Trigonobalanus* en tres géneros monotípicos, la especie colombiana fue categorizada bajo el género *Colombobalanus*; estos mismos autores acogen la hipótesis de distribución anfipacífica del género propuesta por Van der Hammen & Cleef (1983) y además sugieren que los actuales representantes del grupo de *Trigonobalanus* corresponden a poblaciones aisladas y afectadas por eventos de dispersión y vicarianza. Manos y Stanford (2001) a través de análisis moleculares sugieren que las especies de *Trigonobalanus* de Asia y América pueden tener un tiempo de divergencia aproximado de más de 37 Millones de años, lo cual significa que los procesos de vicarianza dentro de *Trigonobalanus* aparentemente se presentaron antes que los estimados para otros generos de Fagáceas como *Fagus* o *Quercus*.

En Colombia, existen algunos estudios sobre los aspectos estructurales de los bosques de roble negro (*C. excelsa*) (Botero *et al.* 2010; Parra *et al.* 2011; Parra *et al.* 2013), pero no se ha realizado ningún trabajo con enfoque fitosociológico sobre este singular ecosistema boscoso. En la presente contribución se propone el arreglo sintaxonómico para los bosques de roble negro (*C. excelsa*), se hace una caracterización florística y estructural detallada de cada sintaxon, y se menciona una nueva localidad al norte de Colombia (Serranía de San Lucas) donde se encuentran grandes extensiones de estos bosques.

METODOLOGÍA

En los formularios de campo se registró la información general del sitio muestreado (fecha, localización, coordenadas geográficas, pendiente y altitud), aspectos de la vegetación del sitio (fisionomía, altura, cobertura y diámetro a la altura del pecho), el grado de perturbación (tipo de intervención, matriz, tipo de contraste), características físicas de los suelos y si se presentan fenómenos de erosión. En cada levantamiento se censaron todos los individuos con una altura mayor a 1.5 m y con un diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a los 2.5 cm. Se anotaron datos sobre nombres comunes, usos, hábitat, forma de crecimiento, tamaño aproximado de la planta, color de las flores y/o frutos maduros e inmaduros, presencia de látex, aroma y otras características de importancia taxonómica e indispensable para una determinación fiable.

Toda la colección fue preservada según los estándares establecidos y adoptados por la mayoría de los botánicos en Colombia. Los ejemplares botánicos fueron determinados y posteriormente

depositados en el Herbario Nacional Colombiano (COL), del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, bajo las series Andres Avella Muñoz (AAM), Edna Herrera Castillo (EHC), Cesar Parra (CP) y David Jiménez Escobar (NDJ). Con la ayuda de los habitantes cercanos al sitio muestreado se recogió información ecológica (factores de disturbio) y social (aspectos socio culturales, económicos e institucionales). Para cada levantamiento se organizó la información según estrato al que pertenece el individuo, diferenciando los estratos según la altura que alcanza la planta según la propuesta de Rangel y Lozano (1986):

Arbóreo superior	(As)>25 m
Arbóreo inferior	(Ai)25-12 m
Arbolitos	(Ar)12-5 m
Arbustivo	(ar)5-1,5 m
Herbáceo	(H)1,5-0,25 m
Rasante	(R)<0.25 m

A través del método cuantitativo TWINSpan incluido en el programa PC-ORD versión 4.41 (McCune y Mefford, 1999) se construyeron tablas globales de vegetación, que luego fueron trabajadas de manera manual hasta obtener una diferenciación aceptable de los tipos de vegetación acorde con las características observadas en el campo (Rangel & Velasquez, 1997). Cada uno de estos grupos, se describieron desde sus aspectos de composición florística, haciendo referencia a sus especies características; luego se describieron los estratos presentes y las especies más importantes con su respectivo valor de cobertura relativa promedio.

Los grupos florísticos diferenciados, compuestos por levantamientos, se describen en su composición florística haciendo referencia a sus especies características dominantes y diferenciales. Luego se trata lo relativo a la fisionomía, se discriminan los estratos presentes con las especies más importantes y sus valores de cobertura relativa promedio. La distribución hace referencia a los sitios donde se representa cada tipo de vegetación, con su ubicación geográfica, es decir, los municipios y veredas de los levantamientos que conforman el grupo. Igualmente se presenta el valor promedio de la pendiente (%) y de la altitud. Se analizó la perturbación mediante información porcentual calculada con base en la información de campo.

El análisis de la estructura para cada unidad de vegetación se realizó siguiendo dos propuestas; la distribución del número de individuos, diámetros y área basal se realizó a partir del análisis de existencias (Lamprecht 1990; Louman *et al.* 2001; Johnson *et al.* 2009), en el cual se establecen categorías diamétricas cada 10 cm, , incluyendo la categoría de latizales (individuos con D.A.P. > 2.5 cm y menores a 10 cm) y sobre estas categorías se presenta la distribución del número total de

individuos y el área basal total; este análisis permite comparar la distribución de variables estructurales claves y las existencias maderables entre los diferentes tipos de bosques con lo cual es posible generar directrices de manejo silvicultural. Así mismo la distribución de alturas, diámetros y área basal se establecieron las categorías de acuerdo con los valores máximos y mínimos de cada parámetro y con el número de individuos según el método de Sturges (Rangel y Velázquez, 1997). Los intervalos de clase o categorías, se establecen de la siguiente manera.

$$C = (X \text{ max} - X \text{ min})/m$$

$$M = 1 + 3.3 (\log n)$$

Donde:

n : número total de individuos del grupo

M : número de intervalos

C: amplitud del intervalo

X : parámetro a analizar (Altura total (m), Cobertura (m²), DAP (cm))

Además se presentan los valores de cobertura relativa promedio por estratos (Rangel y Garzón, 1994). En los levantamientos, a cada individuo de los estratos altos se le estimó la proyección de su copa sobre el suelo, y de acuerdo con el número de individuos por especie, se les determinó su valor. La sumatoria de los valores por especies y estrato se relacionó con el área total para obtener la cobertura por estrato y se promediaron los estratos por levantamiento. Se calculó el Índice de Valor de Importancia o índice de Cottam (IVI) para los estratos arbóreo superior y arbóreo inferior, aunque con el fin de conocer las existencias y el estado de la regeneración natural establecida se calculó también para los estratos de arbolitos y arbustivo. En los dos casos el IVI se estimó siguiendo la propuesta de Finol (1976).

$$IVI = \text{Densidad relativa (\%)} + \text{Dominancia relativa (\%)} + \text{Frecuencia relativa (\%)}$$

$$\text{Densidad relativa (\%)} = \text{Número de individuos de la especie} / \text{Número total de individuos} \times 100.$$

$$\text{Dominancia relativa (\%)} = \text{Área basal de la especie} / \text{Área basal total} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa (\%)} = \text{Número de veces o submuestras en que se repite una especie} / \text{Número total de submuestras} \times 100. \text{ (en este caso se asume como unidad submuestreal a la parcela como tal pues se hace referencia al conjunto de levantamientos como el número total de submuestras)}$$

La sumatoria de los valores del Índice de Importancia (IVI) para todas las especies que se incluyen en el análisis tiene un valor máximo de 300 (Rangel y Velázquez, 1997). Sin embargo, este valor se hace relativo mediante la expresión: $IVI \text{ Rel}(\%) = ((IVI * 100) / 300)$, Logrando de esta manera un máximo valor de 100 %.

RESULTADOS

La base de datos que se obtuvo presenta 2.805 registros de 26 levantamientos entre 500 y 1000 m², en donde se censaron individuos con DAP \geq 2.5 cm, aunque en los levantamientos de la localidad de Santander se censaron individuos con DAP \geq 10 cm; el área total muestreada fue de 21.000 m² en cuatro (4) departamentos y cuatro (4) municipios (Tabla 1). Los bosques dominados por *Colombobalanus excelsa* para Colombia se arreglan en La clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae* y el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*, que agrupa la alianza *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae* y las asociaciones *Matudaea colombiana-Colombobalanetum excelsae*, *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae* y *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae*. En la clase también se agrupa la alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae*, sin orden fitosociológico definido, con las asociaciones *Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae* y *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae* (Figura 1 y Anéxo 2).

Tabla 1. Información general de los departamentos, sectores y levantamientos incluidos en la propuesta fitosociológica.

Departamento	Sector	Levantamiento	Altitud	Area Lev (m ²)
Bolivar	Serrania San Lucas	Caribe__Bolivar_SL-1	1361	500
		Caribe__Bolivar_SL-3	1638	500
		Caribe__Bolivar_SL-6	1575	500
		Caribe__Bolivar_SL-7	1376	500
Huila	Corredor Guacharos - Purace	Hui_Acev_Lev_1	1701	1000
		Hui_Acev_Lev_10	1337	1000
		Hui_Acev_Lev_2	1740	1000
		Hui_Acev_Lev_3	1795	1000
		Hui_Acev_Lev_4	1854	1000
		Hui_Acev_Lev_5	1400	1000
		Hui_Acev_Lev_6	1555	1000
		Hui_Acev_Lev_7	1515	1000
		Hui_Acev_Lev_8	1380	1000
		Hui_Acev_Lev_9	1370	1000
Santander	Virolin	Sant_Charala_AAM_T1	2166	1000
		Sant_Charala_CP_T2	1900	1000
		Sant_Charala_CP_T4	1925	1000
		Sant_Charala_CP_T6	1950	1000
		Sant_Charala_CP_T7	1980	1000
		Sant_Charala_CP_T8	2000	1000

Valle del Cauca	Farallones de Cali	ValleCau_Cali_Faral 1	1979	500
		ValleCau_Cali_Faral 2	1967	500
		ValleCau_Cali_Faral 3	2042	500
		ValleCau_Cali_Faral 4	2010	500
		ValleCau_Cali_Faral 5	1760	500
		ValleCau_Cali_Faral 6	1740	500

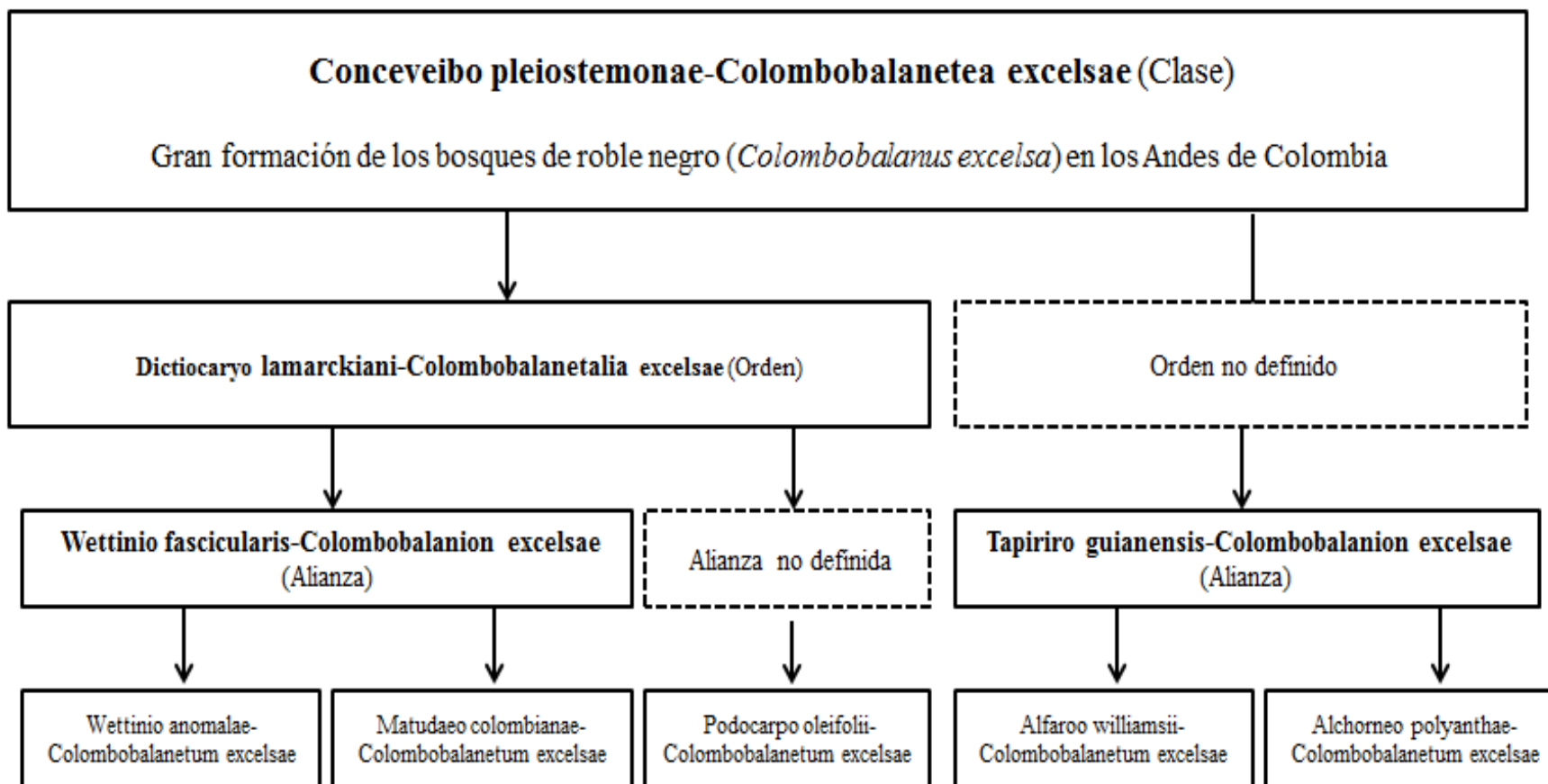


Figura 1. Arreglo sintaxonómico de los bosques de roble negro (*Colombobalanus excelsa*) en los Andes de Colombia.

Clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae* class. nov.

Gran formación de los bosques de *Colombobalanus excelsa* y *Conceveiba pleiostemona*

Typus: *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae* (en esta contribución)

Anéxo 2

Composición florística y Sintaxonomía

Entre las especies características se encuentran a *Alfaroa williamsii*, *Billia rosea*, *Colombobalanus excelsa*, *Conceveiba pleiostemona*, *Clusia dixonii*, *Guatteria goudotiana*, *Geonoma orbignyana*, *Quercus humboldtii* y *Vismia* cf. *baccifera*. Esta clase agrupa el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*, las alianzas *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae* y *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae* y cinco asociaciones *Podocarpus ooleifolii-Colombobalanetum excelsae*, *Matudaea colombiana-Colombobalanetum excelsae*, *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae*, *Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae* y *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae*. 26 levantamientos entre 500 y 1000 m² conforman esta clase, los cuales en promedio cuentan con 21 especies (entre 11 y 39) y 108 individuos (entre 45 y 189) con DAP \geq 2.5 cm.

Fisionomía y estructura

Vegetación boscosa con una altura promedio del dosel de 20 m y alturas máximas de hasta 40 m. El estrato arbóreo superior (As) con una cobertura relativa promedio de 30% esta dominado principalmente por *Colombobalanus excelsa* 14% seguido de *Carapa guianensis* 2%, *Dictyocaryum lamarckianum* 2%, *Ficus* cf. *mutisii* 2%, *Tapirira guianensis* 2% y *Weinmannia pubescens* 2%. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa promedio de 51% son importantes *Colombobalanus excelsa* 4%, *Inga capsellata* 3%, *Otoba novogranatensis* 2%, *Miconia lehmannii* 2%, *Mabea montana* 2%, *Otoba lehmannii* 2%, *Weinmannia pubescens* 1% y *Podocarpus magnifolius* 1%. En el estrato de arbolitos (Ar) con 26% de cobertura relativa dominan *Parathesis panamensis* 20%, *Palicourea apicata*, *Meriania longifolia*, *Hedyosmum bonplandianum* y *Matudaea colombiana* cada una con 1%. En el estrato arbustivo (ar) con 12% de cobertura relativa se presenta una dominancia marcada de *Palicourea* cf. *perquadrangularis* 10%, acompañada por *Eschweilera* cf. *reversa*, *Aniba panurensis*, *Gustavia superba* y especies de *Geonoma*, *Pourouma* y *Myrciaria*. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Virola macrocarpa*, *Aiphanes* cf. *simplex*, *Quercus humboldtii*, *Dictyocaryum lamarckianum* y *Geonoma orbignyana* (Figura 2).

Se diferenciaron doce (12) clases de altura, las clases II (4.0-7.3 m) y III (7.3-10.5 m) agrupan el 56% de los individuos (Figura 3). En la distribución de DAP se establecieron doce (12) clases; las clases I (0-19 cm) y II (19-38 cm) agrupan el 93% de los individuos; en la clase XI (188-207 cm) no se encontraron individuos (Figura 4). Para la distribución del área basal se establecieron 12 clases; la clase I (0.0-0.33 m²) agrupa el 97% de los individuos (Figura 5). A partir del análisis de existencias, se identificaron 16 categorías diamétricas (con amplitud de 10 cm de DAP para cada clase), lo cual demuestra un amplio desarrollo estructural del bosque; la estructura diamétrica presenta un patrón disetáneo completo con tendencia en J invertida, donde el 81% de los individuos están entre las categorías de Latizales (2.5-10 cm) y I (10-20 cm) (Figura 6), dicha estructura caracteriza a los bosques tropicales naturales maduros o de etapas sucesionales avanzadas con poca o nula intervención (Louman *et al.* 2001; Lamprecht 1990). La distribución del área basal por categorías diamétricas permitió identificar que en las categorías XII (120-130 cm) y XV (> 150 cm) se agrupa el 30% (Figura 7). En promedio se obtuvo para 0.1 Ha 145 individuos con DAP \geq 2.5 cm, un área basal total de 7.29 m² y 112 m³ de volumen total de madera.

La especie con mayor I.V.I. (%) en los estratos arbóreos fue *Colombobalanus excelsa* (47%), seguida por *Dictyocaryum lamarckianum* (3%), *Alfaroa williamsii* (2%), *Wettinia fascicularis* (2%), *Tapirira guianensis* (2%), *Conceveiba pleiostemona* (2%), *Matudaea colombiana* (2%), *Tovomitia weddeliana* (2%) y *Gordonia fruticosa* (1%) (Figura 8; Tabla 3). Las especies más importantes para los estratos de arbolitos y arbustivo según el I.V.I. (%) fueron *Colombobalanus excelsa* (17%), *Wettinia fascicularis* (7%), *Matudaea colombiana* (3%), *Alfaroa williamsii* (3%), *Dictyocaryum lamarckianum* (2%) y *Wettinia anomala* (2%) (Figura 9; Tabla 4).

Distribución y aspectos de la intervención antropogénica

La vegetación de la clase reúne los bosques de roble negro (*C. excelsa*) de Colombia que se distribuyen entre 1337 y 2166 m de altitud, localizados en Departamento de Bolívar: Municipio de Santa Rosa, vereda Mina Vieja. Departamento de Santander: Municipio de Charalá, corregimiento Virolin. Departamento de Huila: Municipio de San Adolfo, vereda la Ilusión. Departamento de Valle del Cauca: Municipio de Santiago de Calí.

El tipo de intervención predominante es la entresaca (77%) aunque actualmente en un 23% de los levantamientos no se presenta intervención. Predomina el grado de intervención medio (46%), el grado bajo se presenta en un 31%, aunque en algunos sectores del municipio de San Adolfo (Huila) no se presenta intervención (23%). La matriz paisajística predominante donde se encuentra

representada esta vegetación es en su mayoría agrícola-forestal (54%), seguida de forestal (27%), forestal-agrícola (15%) y forestal-minera (4%). El contraste entre la matriz y la unidad de vegetación es generalmente transicional (54%), abrupto (31%) y en algunas localidades del Huila es nulo el contraste (15%).

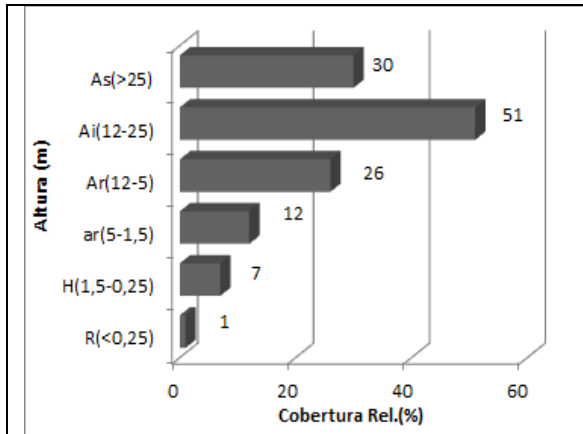


Figura 2. Diagrama estructural de la vegetación de la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae*

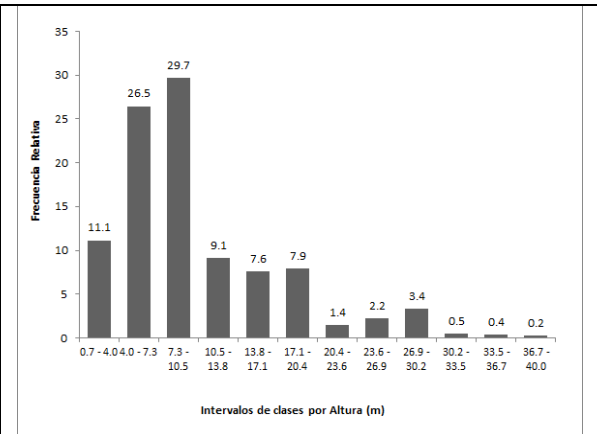


Figura 3. Frecuencia relativa (%) de alturas en la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae*

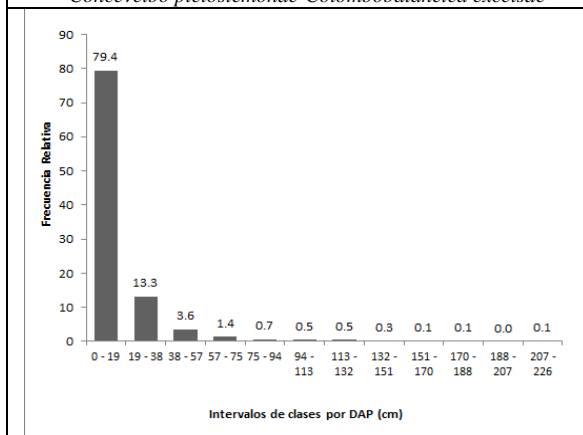


Figura 4. Frecuencia relativa (%) del DAP en la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae*

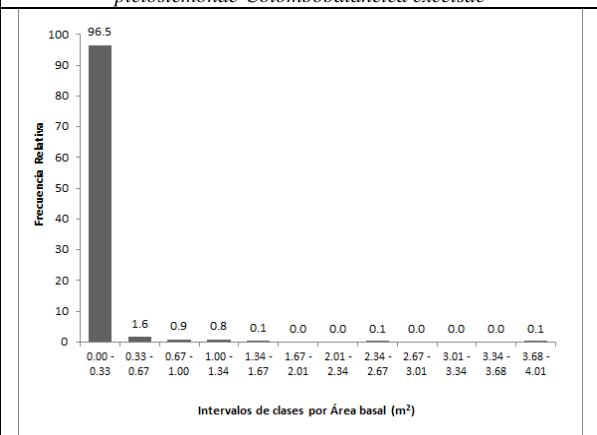


Figura 5. Frecuencia relativa (%) del área basal en la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae*

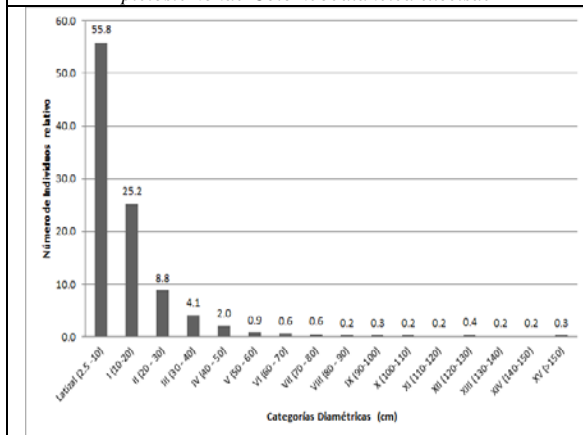


Figura 6. Frecuencia relativa del número de individuos por categoría diamétrica en la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae*

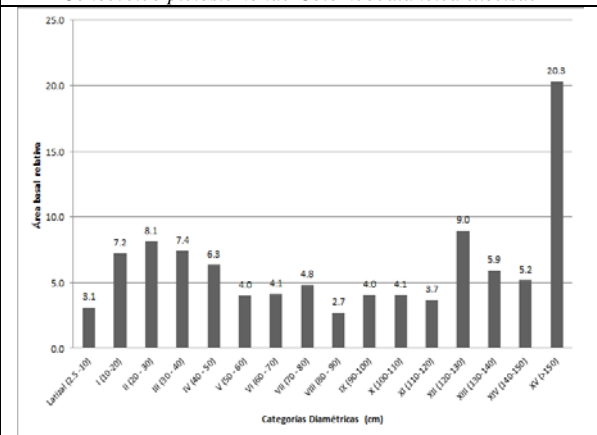


Figura 7. Frecuencia relativa (%) del área basal por categoría diamétrica en la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae*

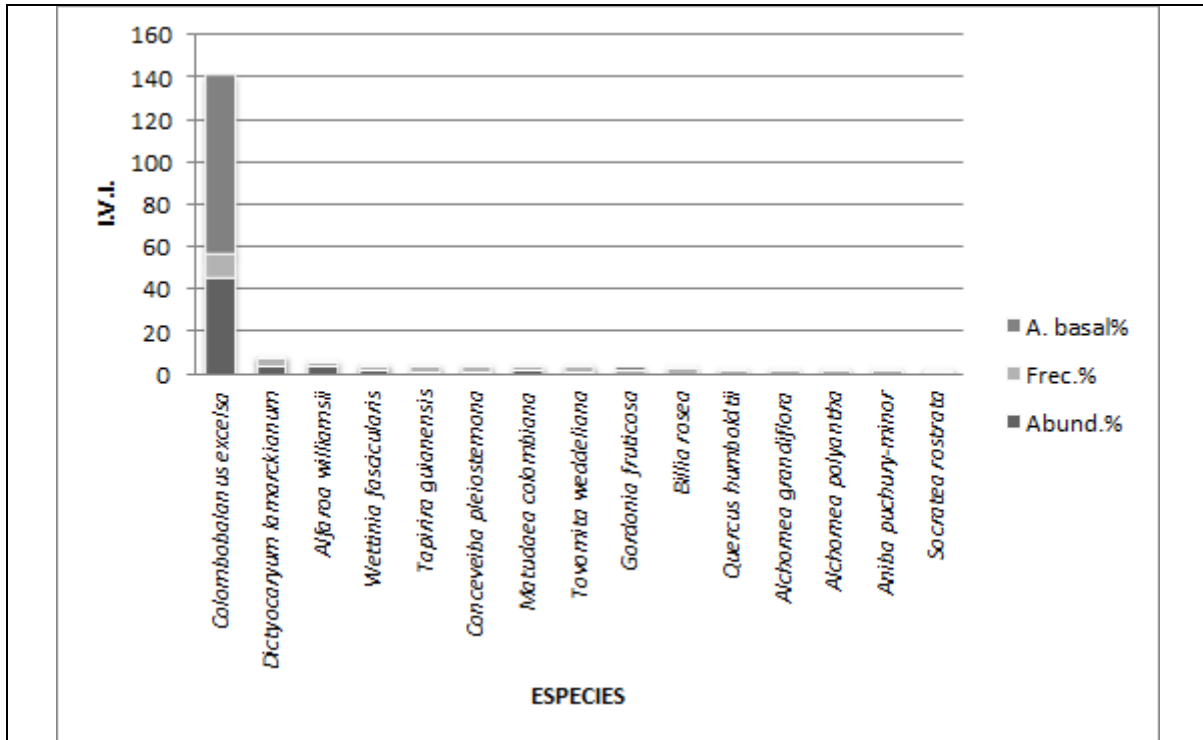


Figura 8. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos arbóreos (> 12m) de la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae*

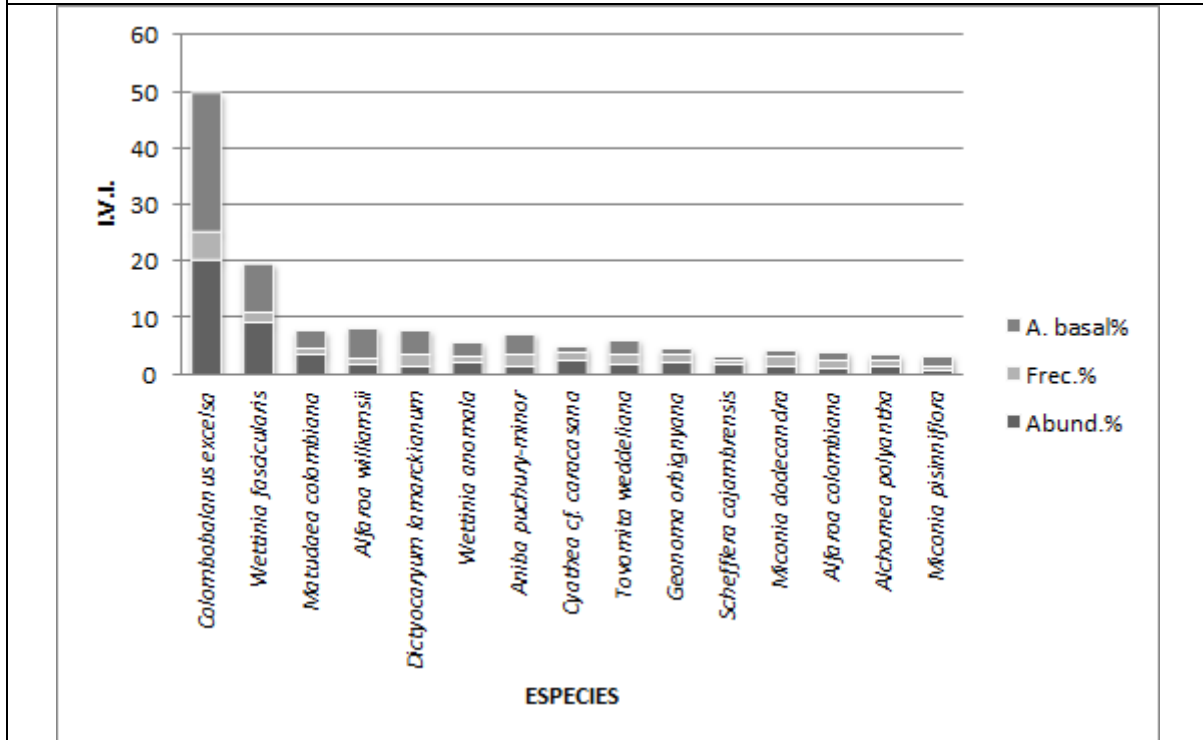


Figura 9. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos de arbolitos y arbustivos (< 12m) de la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae*

Tabla 3. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos arbóreos (> 12 m) de la clase Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	Área Basal	%	IVI	IVI%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	335	46.21	100.0	11.66	105.91	83.30	141.17	47.06
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	31	4.28	30.8	3.59	2.26	1.78	9.64	3.21
<i>Alfaroa williamsii</i>	31	4.28	19.2	2.24	1.24	0.98	7.49	2.50
<i>Wettinia fascicularis</i>	19	2.62	19.2	2.24	0.57	0.44	5.31	1.77
<i>Tapirira guianensis</i>	13	1.79	23.1	2.69	0.84	0.66	5.14	1.71
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	10	1.38	26.9	3.14	0.79	0.62	5.14	1.71
<i>Matudaea colombiana</i>	21	2.90	11.5	1.35	0.96	0.76	5.00	1.67
<i>Tovomita weddeliana</i>	12	1.66	23.1	2.69	0.42	0.33	4.67	1.56
<i>Gordonia fruticosa</i>	6	0.83	11.5	1.35	2.44	1.92	4.09	1.36
<i>Billia rosea</i>	7	0.97	23.1	2.69	0.43	0.34	4.00	1.33
<i>Quercus humboldtii</i>	8	1.10	15.4	1.79	0.45	0.36	3.25	1.08
<i>Alchornea grandiflora</i>	6	0.83	19.2	2.24	0.21	0.17	3.24	1.08
<i>Alchornea polyantha</i>	7	0.97	15.4	1.79	0.20	0.16	2.92	0.97
<i>Aniba puchury-minor</i>	7	0.97	15.4	1.79	0.18	0.14	2.90	0.97
<i>Socratea rostrata</i>	9	1.24	11.5	1.35	0.15	0.12	2.70	0.90
<i>Podocarpus oleifolius</i>	4	0.55	15.4	1.79	0.30	0.24	2.58	0.86
<i>Spirotheca rosea</i>	4	0.55	11.5	1.35	0.44	0.35	2.25	0.75
<i>Otoba novogranatensis</i>	9	1.24	3.8	0.45	0.67	0.53	2.22	0.74
<i>Mabea montana</i>	8	1.10	7.7	0.90	0.25	0.19	2.20	0.73
<i>Cecropia cf. angustifolia</i>	5	0.69	11.5	1.35	0.10	0.08	2.11	0.70
<i>Alfaroa colombiana</i>	4	0.55	11.5	1.35	0.25	0.20	2.09	0.70
<i>Otoba lehmannii</i>	7	0.97	7.7	0.90	0.20	0.16	2.02	0.67
<i>Elaeagia pastoense</i>	4	0.55	11.5	1.35	0.14	0.11	2.01	0.67
<i>Miconia lehmannii</i>	10	1.38	3.8	0.45	0.18	0.14	1.97	0.66
<i>Weinmannia pubescens</i>	8	1.10	3.8	0.45	0.44	0.34	1.89	0.63
<i>Pouteria pedicellosa</i>	3	0.41	11.5	1.35	0.14	0.11	1.87	0.62
<i>Nectandra purpurea</i>	3	0.41	7.7	0.90	0.65	0.51	1.82	0.61
<i>Ternstroemia macrocarpa</i>	5	0.69	7.7	0.90	0.10	0.08	1.67	0.56
SUBTOTAL	596	82		56	121	95	233	78
Otras 82 especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Sterigmatopetalum tachirensis</i> hasta <i>Dicksonia sellowiana</i>	129	18		44	6	5	67	22
TOTAL GENERAL	725	100		100	127	100	300	100

Tabla 4. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos de arbolitos y arbustivo (< 12 m) de la clase Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	IVI%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	423	20.34	92.3	5.06	3.55	24.45	49.85	16.62
<i>Wettinia fascicularis</i>	196	9.42	34.6	1.90	1.24	8.53	19.85	6.62
<i>Matudaea colombiana</i>	83	3.99	15.4	0.84	0.45	3.10	7.94	2.65
<i>Alfaroa williamsii</i>	42	2.02	23.1	1.27	0.74	5.07	8.36	2.79
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	36	1.73	38.5	2.11	0.62	4.24	8.08	2.69
<i>Wettinia anomala</i>	51	2.45	19.2	1.05	0.37	2.52	6.03	2.01
<i>Aniba puchury-minor</i>	36	1.73	38.5	2.11	0.53	3.65	7.49	2.50
<i>Cyathea cf. caracasana</i>	58	2.79	23.1	1.27	0.17	1.15	5.21	1.74
<i>Tovomita weddeliana</i>	39	1.88	38.5	2.11	0.35	2.41	6.39	2.13
<i>Geonoma orbignyana</i>	49	2.36	26.9	1.48	0.15	1.02	4.85	1.62
<i>Schefflera cajambrensis</i>	40	1.92	15.4	0.84	0.11	0.77	3.54	1.18
<i>Miconia dodecandra</i>	36	1.73	34.6	1.90	0.15	1.02	4.65	1.55
<i>Alfaroa colombiana</i>	28	1.35	23.1	1.27	0.25	1.74	4.35	1.45
<i>Alchornea polyantha</i>	33	1.59	23.1	1.27	0.13	0.91	3.76	1.25
<i>Miconia pisinniflora</i>	20	0.96	11.5	0.63	0.29	2.02	3.62	1.21
<i>Elaeagia pastoense</i>	28	1.35	26.9	1.48	0.12	0.83	3.65	1.22
<i>Gordonia fruticosa</i>	24	1.15	19.2	1.05	0.19	1.30	3.51	1.17
<i>Euterpe precatória</i>	23	1.11	19.2	1.05	0.12	0.81	2.97	0.99
<i>Eschweilera antioquensis</i>	20	0.96	38.5	2.11	0.13	0.92	3.99	1.33
<i>Tapirira guianensis</i>	13	0.63	23.1	1.27	0.20	1.40	3.29	1.10
<i>Alchornea grandiflora</i>	19	0.91	23.1	1.27	0.11	0.79	2.97	0.99
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	19	0.91	23.1	1.27	0.11	0.78	2.96	0.99
<i>Faranea sp.</i>	21	1.01	7.7	0.42	0.03	0.23	1.66	0.55
<i>Socratea rostrata</i>	14	0.67	11.5	0.63	0.12	0.85	2.16	0.72
<i>Schefflera fontiana</i>	16	0.77	23.1	1.27	0.09	0.60	2.64	0.88
<i>Guatteria goudotiana</i>	16	0.77	19.2	1.05	0.08	0.58	2.40	0.80
<i>Geonoma sp.</i>	17	0.82	7.7	0.42	0.04	0.25	1.49	0.50
<i>Miconia sp.</i>	18	0.87	15.4	0.84	0.02	0.15	1.86	0.62
<i>Ormosia tovarensis</i>	14	0.67	19.2	1.05	0.07	0.50	2.23	0.74
SUBTOTAL	1432	69		40	11	73	182	61
Otras 165 especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Phyllonoma ruscifolia</i> hasta <i>Cyclanthus sp.</i>	648	31		60	4	27	118	39
TOTAL GENERAL	2080	100		100	15	100	300	100

Orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae* ord. nov.

Gran formación de los bosques de *Colombobalanus excelsa* y *Dictiocaryum lamarckianum*

Typus: *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae* (en esta contribución)

Anéxo 2

Composición florística y Sintaxonomía

Entre las especies características se encuentran a *Colombobalanus excelsa*, *Dictiocaryum lamarckianum*, *Elaeagia pastoense*, *Gordonia fruticosa* y *Tovomita weddeliana*. Este orden agrupa una alianza, *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae*, y tres asociaciones *Podocarpus ooleifolii-Colombobalanetum excelsae*, *Matudaea colombiana-Colombobalanetum excelsae* y *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae*. 14 levantamientos entre 500 y 1000 m² conforman este orden, los cuales en promedio cuentan con 24 especies (entre 14 y 17) y 131 individuos (entre 45 y 189) con DAP \geq 2.5 cm.

Fisionomía y estructura

Vegetación boscosa con una altura promedio del dosel de 20 m y alturas máximas de hasta 40 m. El estrato arbóreo superior (As) con cobertura relativa promedio de 26% esta dominado por *Colombobalanus excelsa* 24% y con la presencia de *Dictiocaryum lamarckianum* 1%, *Weinmannia pubescens* 1% y *Beilschmiedia costaricensis* 1%. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa promedio de 44% son importantes *Colombobalanus excelsa* 24%, *Dictiocaryum lamarckianum* 3%, *Matudaea colombiana* 2%, *Tovomita weddeliana* 2%, *Weinmannia pubescens* 2%, *Socratea rostrata* 2%, *Miconia lehmannii* 1% y *Otoba novogranatensis* 1%. En el estrato de arbolitos (Ar) con 31% de cobertura relativa, dominan *Colombobalanus excelsa* 20%, *Wettinia fascicularis* 3%, *Wettinia anomala* 2%, *Matudaea colombiana* 2% y *Tovomita weddeliana* 1%. En el estrato arbustivo (ar) con 10% de cobertura relativa se presenta una dominancia marcada de *Colombobalanus excelsa* 2%, acompañada por *Geonoma* sp., *Tovomita weddeliana*, *Dictiocaryum lamarckianum*, *Gordonia fruticosa*, *Matudaea colombiana* y *Billia rosea* cada uno con 1%. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Virola macrocarpa*, *Quercus humboldtii*, *Dictiocaryum lamarckianum*, *Colombobalanus excelsa*, *Nectandra purpurea* e *Inga gracilior* (Figura 10).

Se diferenciaron doce (12) clases de altura, las clases II (4.3-7.5 m) y III (7.5-10.8 m) agrupan el 50% de los individuos (Figura 11). En la distribución de DAP se establecieron doce (12) clases; las clases I (0-19 cm) y II (19-38 cm) agrupan el 93% de los individuos (Figura 12). Para la distribución del área basal se establecieron doce (12) clases; sobresale la clase I (0.0-0.33 m²) con el

97% de los individuos (Figura 13). A partir del análisis de existencias, se identificaron 16 categorías diamétricas, lo cual demuestra un amplio desarrollo estructural del bosque; la estructura diamétrica presenta un patrón disetáneo completo con tendencia en J invertida, donde el 80% de los individuos están entre las categorías de latizales (2.5-10 cm) y I (10-20 cm) (Figura 14). La distribución del área basal se concentró en las categorías diamétricas XII (120-130 cm) y XV (> 150 cm) las cuales agrupan el 34% (Figura 15). En promedio se obtuvo para 0.1 Ha 153 individuos con DAP \geq 2.5 cm, un área basal total de 8.7 m² y 134 m³ de volumen total de madera.

La especie con mayor I.V.I. (%) en los estratos arbóreos fue *Colombobalanus excelsa* (45%), seguida por *Dictyocaryum lamarckianum* (5%), *Wettinia fascicularis* (3%), *Matudaea colombiana* (3%), *Tovomita weddeliana* (3%), *Gordonia fruticosa* (2%), *Socratea rostrata* (2%), *Conceveiba pleiostemona* (1%) y *Otoba novogranatensis* (1%) (Figura 16; Tabla 5). Las especies más importantes para los estratos de arbolitos y arbustivo según el I.V.I. (%) fueron *Colombobalanus excelsa* (18%), *Wettinia fascicularis* (10%), *Matudaea colombiana* (4%), *Dictyocaryum lamarckianum* (4%), *Aniba puchury-minor* (3%) y *Tovomita weddeliana* (3%) (Figura 17; Tabla 6).

Distribución y aspectos de la intervención antropogénica

La vegetación del orden reúne los bosques de roble negro (*C. excelsa*) que se distribuyen entre 1337 y 1854 m de altitud, localizados en Departamento de Bolívar: Municipio de Santa Rosa, vereda Mina Vieja. Departamento de Huila: Municipio de San Adolfo, vereda La Ilusión.

El tipo de intervención predominante es la entresaca (75%) aunque existe un 25% donde actualmente no se presenta intervención. Predomina el grado de intervención medio (43%), el grado bajo se presenta en un 21%, aunque en algunos sectores del municipio de San Adolfo (Huila) no se presenta intervención (36%). La matriz paisajística predominante donde se encuentra representada esta vegetación es en su mayoría agrícola-forestal (43%), seguida de forestal (36%), forestal-agrícola (14%) y forestal-minera (7%). El contraste entre la matriz y la unidad de vegetación es generalmente transicional (71%), abrupto (14%) y en algunas localidades del Huila es nulo el contraste (14%).

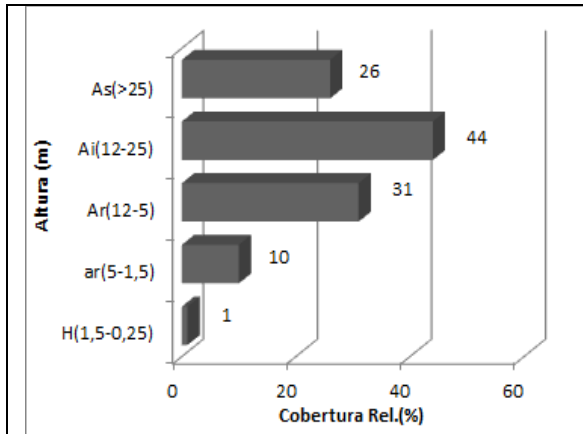


Figura 10. Diagrama estructural de la vegetación del orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*

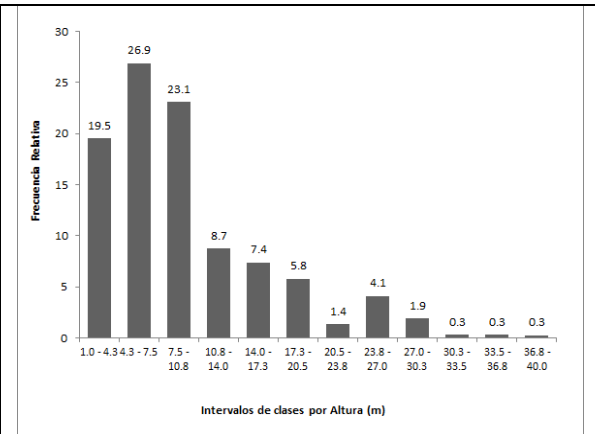


Figura 11. Frecuencia relativa (%) de alturas en el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*

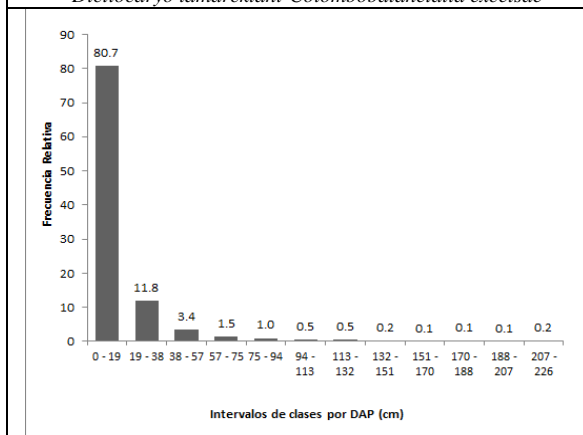


Figura 12. Frecuencia relativa (%) del DAP en el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*

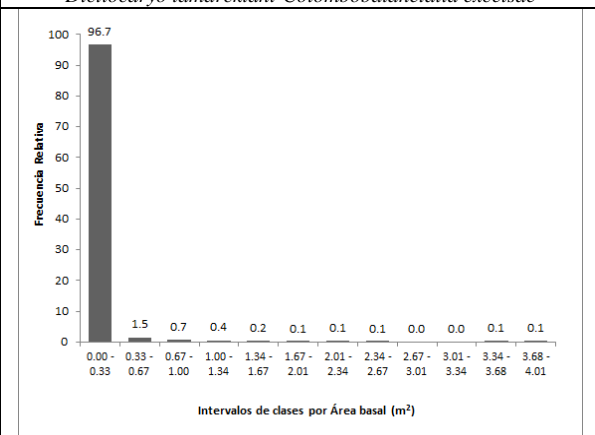


Figura 13. Frecuencia relativa (%) del área basal el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*

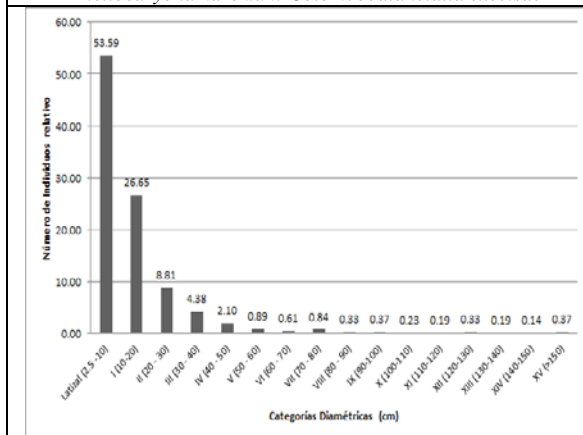


Figura 14. Frecuencia relativa (%) del número de individuos por categoría diamétrica en el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*

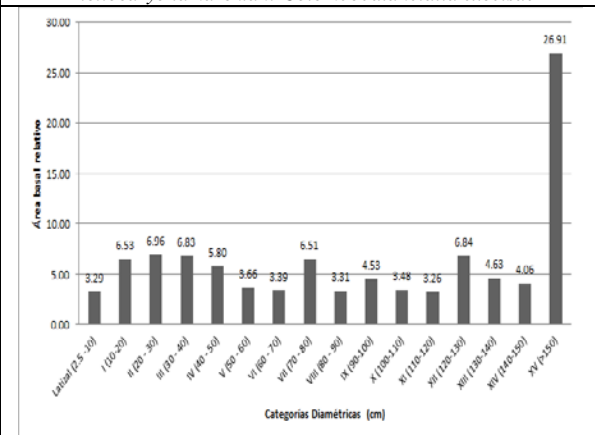


Figura 15. Frecuencia relativa (%) del área basal por categoría diamétrica en el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*

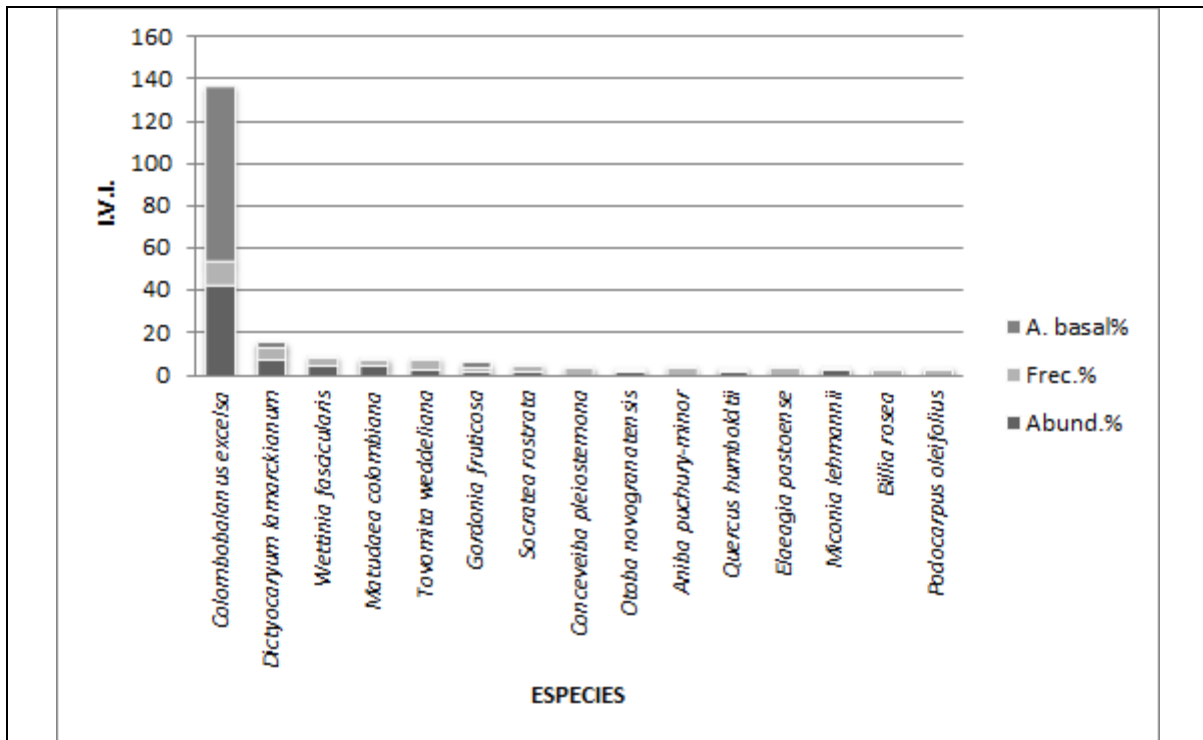


Figura 16. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos arbóreos (> 12m) del orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*

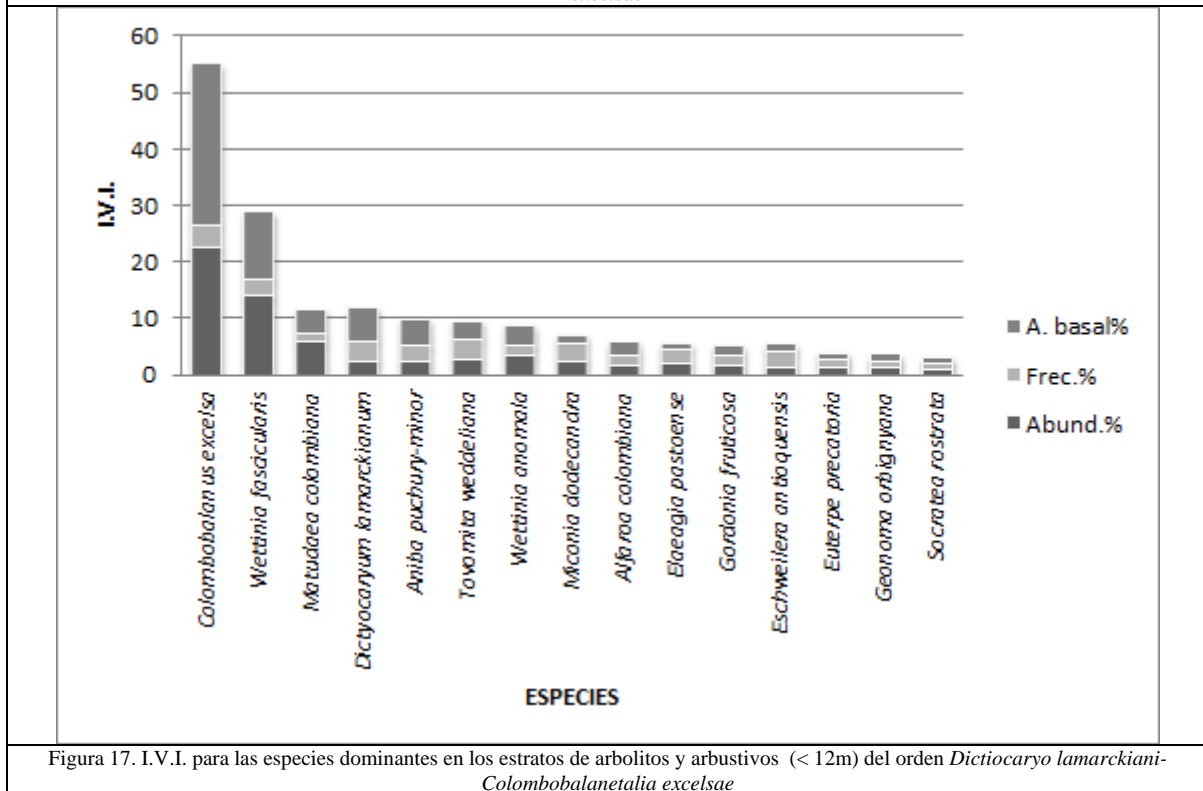


Figura 17. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos de arbolitos y arbustivos (< 12m) del orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*

Tabla 5. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos arbóreos (> 12 m) del orden *Dictyocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*

Nombre científico	Abun.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	182	42.62	18.9	10.69	72.29	82.87	136.18	45.39
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	31	7.26	10.8	6.11	2.26	2.60	15.96	5.32
<i>Wettinia fascicularis</i>	19	4.45	6.8	3.82	0.57	0.65	8.91	2.97
<i>Matudaea colombiana</i>	21	4.92	4.1	2.29	0.96	1.10	8.31	2.77
<i>Tovomita weddeliana</i>	12	2.81	8.1	4.58	0.42	0.48	7.87	2.62
<i>Gordonia fruticosa</i>	6	1.41	4.1	2.29	2.44	2.80	6.50	2.17
<i>Socratea rostrata</i>	9	2.11	4.1	2.29	0.15	0.17	4.57	1.52
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	4	0.94	4.1	2.29	0.38	0.43	3.66	1.22
<i>Otoba novogranatensis</i>	9	2.11	1.4	0.76	0.67	0.77	3.64	1.21
<i>Aniba puchury-minor</i>	5	1.17	4.1	2.29	0.09	0.10	3.56	1.19
<i>Quercus humboldtii</i>	6	1.41	2.7	1.53	0.42	0.48	3.41	1.14
<i>Elaeagia pastoense</i>	4	0.94	4.1	2.29	0.14	0.16	3.39	1.13
<i>Miconia lehmannii</i>	10	2.34	1.4	0.76	0.18	0.21	3.31	1.10
<i>Billia rosea</i>	3	0.70	4.1	2.29	0.20	0.23	3.23	1.08
<i>Podocarpus oleifolius</i>	3	0.70	4.1	2.29	0.19	0.21	3.21	1.07
<i>Pouteria pedicellosa</i>	3	0.70	4.1	2.29	0.14	0.16	3.15	1.05
<i>Weinmannia pubescens</i>	8	1.87	1.4	0.76	0.44	0.50	3.14	1.05
<i>Ternstroemia macrocarpa</i>	5	1.17	2.7	1.53	0.10	0.12	2.82	0.94
<i>Spirotheca rosea</i>	3	0.70	2.7	1.53	0.42	0.48	2.71	0.90
<i>Alfaroa colombiana</i>	3	0.70	2.7	1.53	0.23	0.27	2.50	0.83
<i>Euterpe precatória</i>	4	0.94	2.7	1.53	0.02	0.03	2.49	0.83
<i>Sterigmatalum tachirense</i>	3	0.70	2.7	1.53	0.23	0.26	2.49	0.83
<i>Virola macrocarpa</i>	3	0.70	2.7	1.53	0.21	0.24	2.47	0.82
<i>Ficus crocata</i>	3	0.70	2.7	1.53	0.09	0.10	2.33	0.78
<i>Myrsine latifolia</i>	3	0.70	2.7	1.53	0.08	0.09	2.32	0.77
<i>Eschweilera antioquiensis</i>	2	0.47	2.7	1.53	0.06	0.06	2.06	0.69
<i>Styrax davillifolius</i>	4	0.94	1.4	0.76	0.13	0.14	1.84	0.61
<i>Protium nitidifolium</i>	3	0.70	1.4	0.76	0.27	0.31	1.78	0.59
SUBTOTAL	371	87		65	84	96	248	83
Otras 46 especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Protium nitidifolium</i> hasta <i>Dicksonia sellowiana</i>	56	13		35	3	4	52	17
TOTAL GENERAL	427	100		100	87	100	300	100

Tabla 6. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos de arbolitos y arbustivo (< 12 m) del orden *Dictyocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	IVI%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	315	22.47	85.7	4.15	3.00	28.47	55.09	18.36
<i>Wettinia fascicularis</i>	196	13.98	64.3	3.11	1.24	11.76	28.85	9.62
<i>Matudaea colombiana</i>	83	5.92	28.6	1.38	0.45	4.28	11.58	3.86
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	36	2.57	71.4	3.46	0.62	5.85	11.88	3.96
<i>Aniba puchury-minor</i>	33	2.35	57.1	2.77	0.48	4.58	9.70	3.23
<i>Tovomita weddeliana</i>	39	2.78	71.4	3.46	0.35	3.32	9.56	3.19
<i>Wettinia anomala</i>	51	3.64	35.7	1.73	0.37	3.48	8.84	2.95
<i>Miconia dodecandra</i>	36	2.57	64.3	3.11	0.15	1.40	7.08	2.36
<i>Alfaroa colombiana</i>	26	1.85	35.7	1.73	0.24	2.26	5.85	1.95
<i>Elaeagia pastoense</i>	28	2.00	50.0	2.42	0.12	1.14	5.56	1.85
<i>Gordonia fruticosa</i>	24	1.71	35.7	1.73	0.19	1.80	5.24	1.75
<i>Eschweilera antioquensis</i>	17	1.21	64.3	3.11	0.12	1.18	5.51	1.84
<i>Euterpe precatória</i>	20	1.43	28.6	1.38	0.12	1.10	3.91	1.30
<i>Geonoma orbignyana</i>	19	1.36	21.4	1.04	0.13	1.26	3.65	1.22
<i>Socratea rostrata</i>	14	1.00	21.4	1.04	0.12	1.17	3.21	1.07
<i>Ormosia tovarensis</i>	14	1.00	35.7	1.73	0.07	0.69	3.42	1.14
<i>Guatteria</i> sp.	12	0.86	35.7	1.73	0.07	0.66	3.24	1.08
<i>Persea caerulea</i>	11	0.78	35.7	1.73	0.06	0.61	3.12	1.04
<i>Tapirira guianensis</i>	7	0.50	14.3	0.69	0.14	1.36	2.55	0.85
<i>Virola macrocarpa</i>	13	0.93	21.4	1.04	0.06	0.60	2.56	0.85
<i>Zanthoxylum</i> sp.	10	0.71	21.4	1.04	0.07	0.65	2.40	0.80
<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	14	1.00	21.4	1.04	0.04	0.35	2.39	0.80
<i>Guatteria goudotiana</i>	10	0.71	21.4	1.04	0.06	0.61	2.36	0.79
<i>Cybianthus cuatrecasii</i>	13	0.93	21.4	1.04	0.04	0.38	2.34	0.78
<i>Palicourea apicata</i>	11	0.78	14.3	0.69	0.07	0.70	2.17	0.72
<i>Zygia</i> sp.	12	0.86	14.3	0.69	0.06	0.60	2.15	0.72
<i>Cybianthus pastensis</i>	7	0.50	35.7	1.73	0.02	0.15	2.38	0.79
<i>Meriania longifolia</i>	9	0.64	7.1	0.35	0.09	0.90	1.89	0.63
<i>Geonoma</i> sp.	16	1.14	7.1	0.35	0.04	0.35	1.84	0.61
SUBTOTAL	1096	78		51	8.6	82	210	70
Otras 104 spp con valores menores a IVI 1%, desde <i>Beilschmiedia pendula</i> hasta <i>Cyclanthus</i> sp.	306	22		49	2	18	90	30
TOTAL GENERAL	1402	100		100	11	100	300	100

Alianza Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae all. nov.

Bosques de *Colombobalanus excelsa* y *Wettinia fascicularis*

Typus: *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae* (en esta contribución)

Anéxo 2

Composición florística y Sintaxonomía

Entre las especies características se encuentran a *Aniba puchury-minor*, *Colombobalanus excelsa*, *Clusia loranthacea*, *Eschweilera antioquiensis*, *Euterpe precatória*, *Myrsine latifolia*, *Pouteria pedicellosa*, *Sloanea brevispina* y *Wettinia fascicularis*. Esta alianza agrupa dos asociaciones *Matudaea colombiana-Colombobalanetum excelsae* y *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae*. 10 levantamientos de 1000 m² conforman esta alianza, los cuales en promedio cuentan con 22 especies (entre 17 y 26) y 151 individuos (entre 102 y 189) con DAP \geq 2.5 cm.

Fisionomía y estructura

Vegetación selvática con una altura promedio del dosel de 19 m y alturas máximas de hasta 38 m. El estrato arbóreo superior (As) con cobertura relativa promedio de 28% esta dominado por *Colombobalanus excelsa* 14% aunque también aparecen *Dictyocaryum lamarckianum* 2%, *Weinmannia pubescens* 1% y *Matudaea colombiana* 1%. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa promedio de 44% son importantes *Colombobalanus excelsa* 28%, seguido por *Dictyocaryum lamarckianum* 4%, *Matudaea colombiana* 3%, *Tovomita weddeliana* 2%, *Weinmannia pubescens* 1%, *Socratea rostrata* 1%, *Alfaroa colombiana* 1% y *Sterigmatopetalum tachirensis* 1%. En el estrato de arbolitos (Ar) con 29% de cobertura relativa dominan *Colombobalanus excelsa* 20%, *Wettinia fascicularis* 4%, *Wettinia anomala* 3%, *Matudaea colombiana* 2% y *Tovomita weddeliana* 1%. En el estrato arbustivo (ar) con 6% de cobertura relativa se presenta una dominancia marcada de *Colombobalanus excelsa* 2%, acompañada por *Dictyocaryum lamarckianum*, *Matudaea colombiana*, *Elaeagia pastoense*, *Wettinia fascicularis*, *Tovomita weddeliana* y *Phyllonoma ruscifolia*. En el estrato rasante (r) es importante mencionar la presencia de *Monotropa uniflora* (Figura 18).

Se diferenciaron doce (12) clases de altura, en donde las clases I (2.0-5.2 m) y II (5.2-8.3 m) agrupan el 57% de los individuos (Figura 19). En la distribución de DAP se establecieron doce (12) clases; las clases I (0-19 cm) y II (19-38 cm) agrupan el 92% de los individuos (Figura 20). Para la distribución del área basal se establecieron doce (12) clases; la clase I (0.0-0.33 m²) agrupa el 97% de los individuos (Figura 21). A partir del análisis de existencias, se identificaron 16 categorías

diamétricas, lo cual demuestra un amplio desarrollo estructural del bosque; la estructura diamétrica presenta un patrón disetáneo completo con tendencia de J invertida, donde el 83% de los individuos están entre las categorías de latizales (2.5-10 cm) y I (10-20 cm) (Figura 22). La distribución del área basal se concentró en las categorías diamétricas VII (70 - 80), XII (120-130 cm) y XV (> 150 cm) las cuales agrupan el 34% (Figura 23). En promedio se obtuvo para 0.1 Ha 151 individuos con $DAP \geq 2.5$ cm, un área basal total de 7.3 m² y 110 m³ de volumen total de madera.

La especie con mayor I.V.I. (%) en los estratos arbóreos fue *Colombobalanus excelsa* (53%), seguida por *Dictyocaryum lamarckianum* (6%), *Wettinia fascicularis* (5%), *Matudaea colombiana* (4%), *Tovomita weddeliana* (3%), *Socratea rostrata* (2%), *Aniba puchury-minor* (2%), *Pouteria pedicellosa* (2%) y *Weinmannia pubescens* (2%) (Figura 24; Tabla 7). Las especies más importantes para los estratos de arbolitos y arbustivo según el I.V.I. (%) fueron *Colombobalanus excelsa* (21%), *Wettinia fascicularis* (12%), *Matudaea colombiana* (5%), *Dictyocaryum lamarckianum* (4%), *Aniba puchury-minor* (4%) y *Wettinia anomala* (4%) (Figura 25; Tabla 8).

Distribución y aspectos de la intervención antropogénica

La vegetación de la alianza reúne los bosques de roble negro (*C. excelsa*) que se distribuyen entre 1337 y 1854 m de altitud, localizados en Departamento de Huila: Municipio de San Adolfo, vereda la Ilusión, sectores Camino Cueva de los Guacharos, Plan Grande, Quebrada Aguas blancas, quebrada La Plinia y las vegas del Río Suaza.

El tipo de intervención predominante es la entresaca (50%) aunque existe un 50% donde actualmente no se presenta intervención. Predomina el grado de intervención medio (30%), el grado bajo se presenta en un 20%, en algunos sectores del municipio de San Adolfo (Huila), vereda la Ilusión como en el camino hacia la Cueva de los Guacharos, el Plan Grande y las cabeceras de la quebrada Aguas Blancas no se presenta intervención (36%). La matriz paisajística predominante donde se encuentra representada esta vegetación es en su mayoría agrícola-forestal (60%), seguida de forestal (20%) y forestal-agrícola (20%). El contraste entre la matriz y la unidad de vegetación es generalmente transicional (70%), abrupto solamente en 10% y en algunas localidades es nulo (10%).

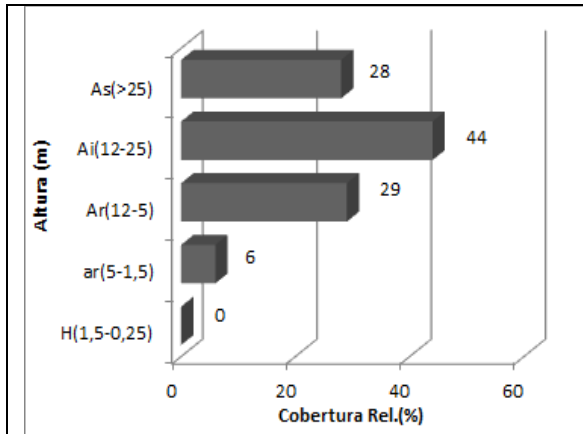


Figura 18. Diagrama estructural de la vegetación de la alianza *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae*

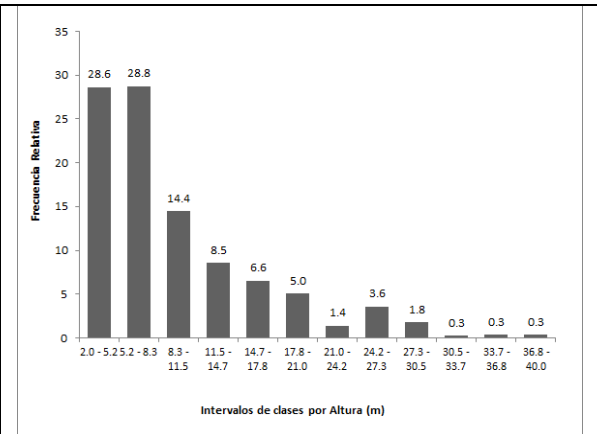


Figura 19. Frecuencia relativa (%) de alturas en la alianza *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae*

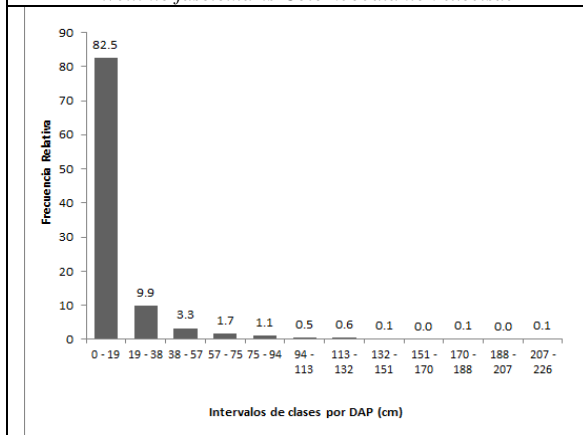


Figura 20. Frecuencia relativa (%) del DAP en la alianza *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae*

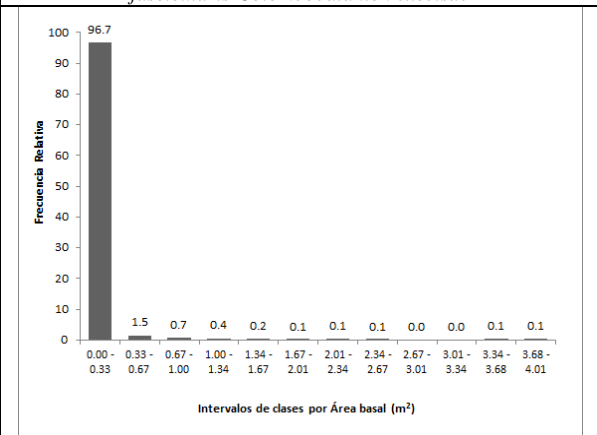


Figura 21. Frecuencia relativa (%) del área basal en la alianza *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae*

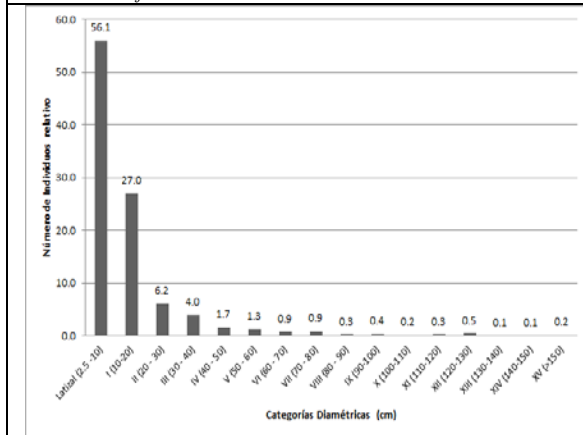


Figura 22. Frecuencia relativa (%) del número de individuos por categoría diamétrica en la alianza *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae*

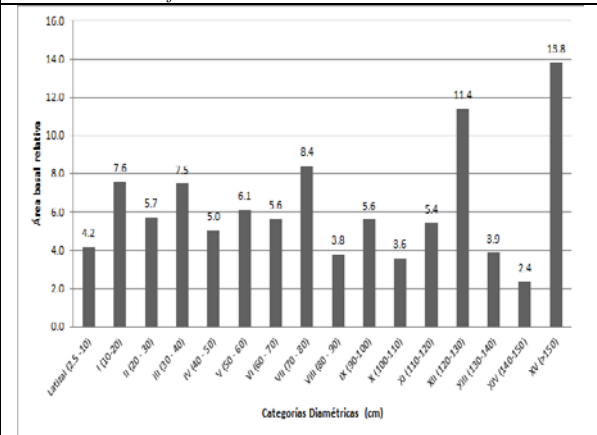


Figura 23. Frecuencia relativa (%) del área basal por categoría diamétrica en la alianza *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae*

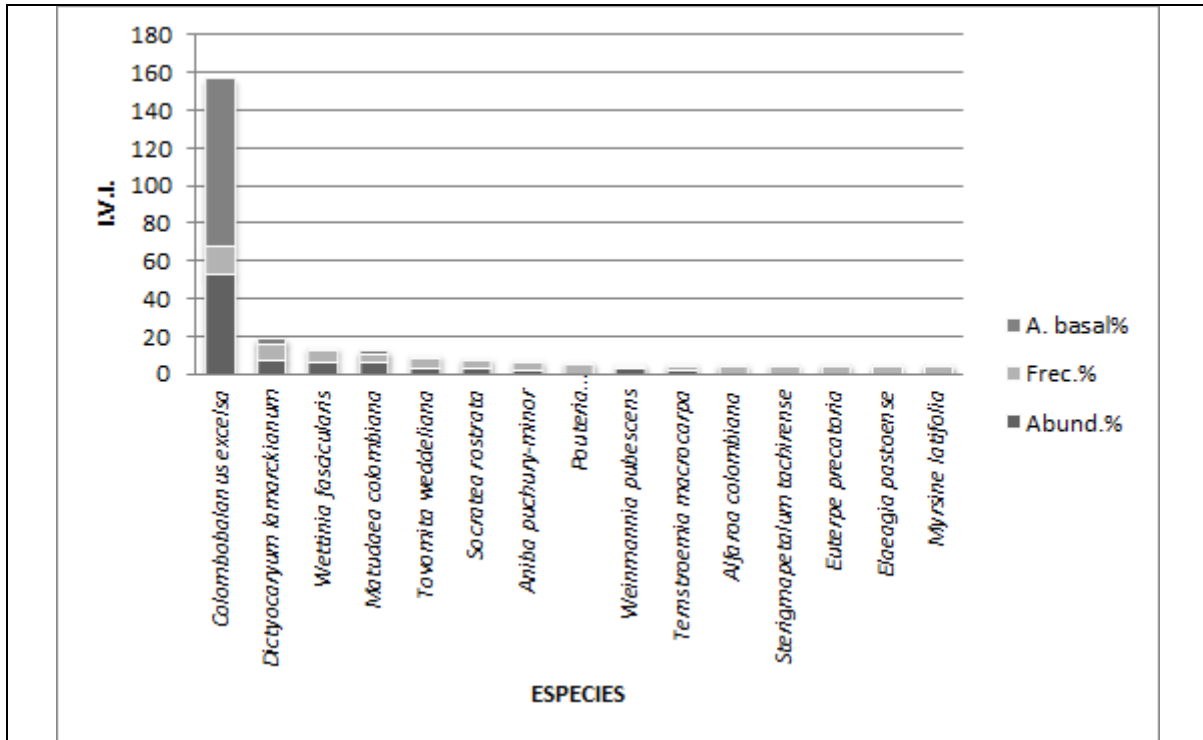


Figura 24. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos arbóreos (> 12m) de la alianza *Wettinia fascicularis-Colombobalanion excelsae*

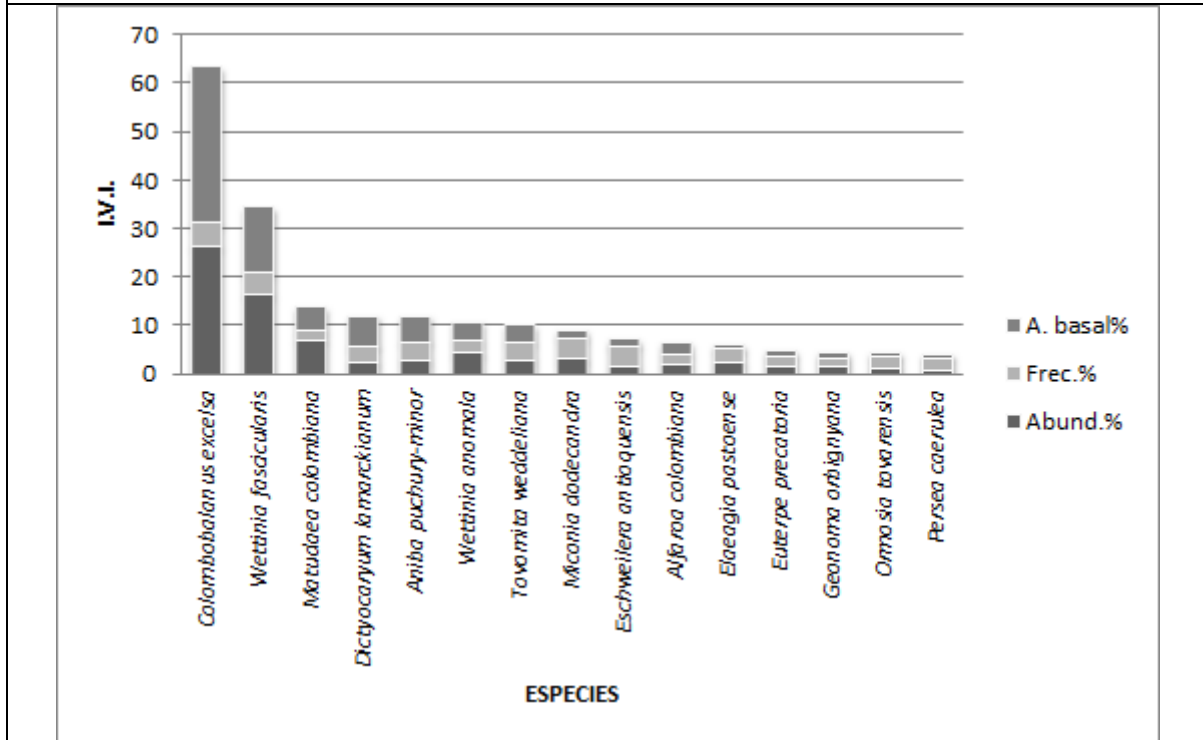


Figura 25. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos de arbolitos y arbustos (< 12m) de la alianza *Wettinia fascicularis-Colombobalanion excelsae*

Tabla 7. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos arbóreos (> 12 m) de la alianza *Wettinia fascicularis-Colombobalanion excelsae*

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	IVI%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	171	53.44	100.0	13.89	57.56	89.56	156.88	52.29
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	24	7.50	60.0	8.33	1.96	3.04	18.88	6.29
<i>Wettinia fascicularis</i>	19	5.94	50.0	6.94	0.57	0.88	13.76	4.59
<i>Matudaea colombiana</i>	21	6.56	30.0	4.17	0.96	1.50	12.23	4.08
<i>Tovomita weddeliana</i>	10	3.13	40.0	5.56	0.34	0.52	9.20	3.07
<i>Socratea rostrata</i>	9	2.81	30.0	4.17	0.15	0.23	7.21	2.40
<i>Aniba puchury-minor</i>	5	1.56	30.0	4.17	0.09	0.14	5.87	1.96
<i>Pouteria pedicellosa</i>	3	0.94	30.0	4.17	0.14	0.21	5.31	1.77
<i>Weinmannia pubescens</i>	8	2.50	10.0	1.39	0.44	0.68	4.57	1.52
<i>Ternstroemia macrocarpa</i>	5	1.56	20.0	2.78	0.10	0.16	4.50	1.50
<i>Alfaroa colombiana</i>	3	0.94	20.0	2.78	0.23	0.36	4.08	1.36
<i>Sterigmatopetalum tachirensis</i>	3	0.94	20.0	2.78	0.23	0.35	4.07	1.36
<i>Euterpe precatória</i>	4	1.25	20.0	2.78	0.02	0.04	4.06	1.35
<i>Elaeagia pastoense</i>	3	0.94	20.0	2.78	0.11	0.18	3.89	1.30
<i>Myrsine latifolia</i>	3	0.94	20.0	2.78	0.08	0.12	3.83	1.28
<i>Styrax davillifolius</i>	4	1.25	10.0	1.39	0.13	0.20	2.83	0.94
<i>Prunus integrifolia</i>	3	0.94	10.0	1.39	0.23	0.36	2.69	0.90
<i>Alchornea glandulosa</i>	2	0.63	10.0	1.39	0.08	0.12	2.13	0.71
<i>Gordonia fruticosa</i>	2	0.63	10.0	1.39	0.04	0.07	2.08	0.69
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	1	0.31	10.0	1.39	0.14	0.21	1.91	0.64
<i>Ladenbergia macrocarpa</i>	1	0.31	10.0	1.39	0.13	0.20	1.90	0.63
<i>Vismia cf. baccifera</i>	1	0.31	10.0	1.39	0.11	0.18	1.88	0.63
<i>Ormosia tovarensis</i>	1	0.31	10.0	1.39	0.08	0.13	1.83	0.61
<i>Zygia</i> sp.	1	0.31	10.0	1.39	0.06	0.09	1.79	0.60
<i>Clusia loranthacea</i>	1	0.31	10.0	1.39	0.05	0.08	1.78	0.59
<i>Ficus</i> sp.	1	0.31	10.0	1.39	0.04	0.06	1.76	0.59
<i>Inga</i> sp.	1	0.31	10.0	1.39	0.04	0.06	1.76	0.59
<i>Ocotea macrophylla</i>	1	0.31	10.0	1.39	0.04	0.06	1.76	0.59
SUBTOTAL	311	97		87	64.1	100	284	95
Otras 9 especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Schefflera fontiana</i> hasta <i>Dicksonia sellowiana</i>	9	3		13	0.1	0	16	5
TOTAL GENERAL	320	100		100	64.3	100	300	100

Tabla 8. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos de arbolitos y arbustivo (< 12 m) de la alianza *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae*

Nombre científico	Abund	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	312	26.24	100.0	4.93	2.94	32.29	63.46	21.15
<i>Wettinia fascicularis</i>	196	16.48	90.0	4.43	1.24	13.58	34.50	11.50
<i>Matudaea colombiana</i>	83	6.98	40.0	1.97	0.45	4.94	13.89	4.63
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	28	2.35	70.0	3.45	0.57	6.21	12.02	4.01
<i>Aniba puchury-minor</i>	33	2.78	80.0	3.94	0.48	5.29	12.01	4.00
<i>Wettinia anomala</i>	51	4.29	50.0	2.46	0.37	4.02	10.77	3.59
<i>Tovomita weddeliana</i>	33	2.78	80.0	3.94	0.32	3.46	10.18	3.39
<i>Miconia dodecandra</i>	36	3.03	90.0	4.43	0.15	1.62	9.08	3.03
<i>Eschweilera antioquensis</i>	17	1.43	90.0	4.43	0.12	1.36	7.23	2.41
<i>Alfaroa colombiana</i>	24	2.02	40.0	1.97	0.23	2.50	6.49	2.16
<i>Elaeagia pastoense</i>	26	2.19	60.0	2.96	0.09	1.01	6.15	2.05
<i>Euterpe precatória</i>	20	1.68	40.0	1.97	0.12	1.27	4.92	1.64
<i>Geonoma orbignyana</i>	19	1.60	30.0	1.48	0.13	1.45	4.53	1.51
<i>Ormosia tovarensis</i>	14	1.18	50.0	2.46	0.07	0.80	4.44	1.48
<i>Persea caerulea</i>	11	0.93	50.0	2.46	0.06	0.70	4.09	1.36
<i>Socratea rostrata</i>	14	1.18	30.0	1.48	0.12	1.36	4.01	1.34
<i>Cybianthus pastensis</i>	7	0.59	50.0	2.46	0.02	0.18	3.23	1.08
<i>Gordonia fruticosa</i>	8	0.67	30.0	1.48	0.09	1.03	3.18	1.06
<i>Tapirira guianensis</i>	7	0.59	20.0	0.99	0.14	1.57	3.15	1.05
<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	14	1.18	30.0	1.48	0.04	0.40	3.06	1.02
<i>Guatteria goudotiana</i>	10	0.84	30.0	1.48	0.06	0.70	3.02	1.01
<i>Cybianthus cuatrecasasii</i>	13	1.09	30.0	1.48	0.04	0.44	3.01	1.00
<i>Guatteria</i> sp.	10	0.84	30.0	1.48	0.05	0.60	2.92	0.97
<i>Beilschmiedia pendula</i>	8	0.67	40.0	1.97	0.02	0.23	2.87	0.96
<i>Cyathea</i> sp.	7	0.59	40.0	1.97	0.02	0.27	2.83	0.94
<i>Zygia</i> sp.	12	1.01	20.0	0.99	0.06	0.69	2.69	0.90
<i>Ocotea macrophylla</i>	8	0.67	30.0	1.48	0.04	0.48	2.63	0.88
<i>Schefflera fontiana</i>	11	0.93	30.0	1.48	0.02	0.21	2.62	0.87
SUBTOTAL	1032	87		67	8.1	89	243	81
Otras 46 especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Ternstroemia macrocarpa</i> hasta <i>Cordia</i> sp.	157	13		33	1.0	11	57	19
TOTAL GENERAL	1189	100		100	9.1	100	300	100

Matudaeo colombianae-Colombobalanetum excelsae ass. nov.

Bosques de *Colombobalanus excelsa* y *Matudaea colombiana*

Typus: Hui_Acev_Lev_9

Anéxo 2

Composición florística y Sintaxonomía

Entre las especies características se encuentran a *Colombobalanus excelsa*, *Matudaea colombiana*, *Socratea rostrata*, *Prestoea* cf. *carderi* y *Ladenbergia macrocarpa*. Tres levantamientos de 1000 m² conforman esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 22 especies (entre 20 y 23) y 164 individuos (entre 151 y 189) con DAP \geq 2.5 cm.

Fisionomía y estructura

Vegetación boscosa con una altura promedio del dosel de 19 m y alturas máximas de hasta 35 m. El estrato arbóreo superior (As) con cobertura relativa promedio de 13% dominado principalmente por *Colombobalanus excelsa* (12%) aunque también aparecen *Matudaea colombiana* y *Euterpe precatoria*. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa promedio de 68% son importantes *Colombobalanus excelsa* 47%, *Matudaea colombiana* 8%, *Tovomita weddeliana* 5%, *Socratea rostrata* 3%, *Dictyocaryum lamarckianum* 1%, *Wettinia fascicularis* 1%, *Alfaroa colombiana* 1% y *Clusia loranthacea* 1%. En el estrato de arbolitos (Ar) con 34% de cobertura relativa dominan *Colombobalanus excelsa* 11%, *Matudaea colombiana* 7%, *Wettinia fascicularis* 2%, *Miconia dodecandra* 2% y *Socratea rostrata* 2%. En el estrato arbustivo (ar) con 6% de cobertura relativa se presenta una dominancia marcada de *Colombobalanus excelsa* 2% y *Matudaea colombiana* 2%, acompañadas por *Phyllonoma ruscifolia*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Socratea rostrata*, *Tovomita weddeliana* y *Clusia loranthacea* (Figura 26).

Se diferenciaron diez (10) clases de altura, en donde las clases I (2.0-5.3 m) y II (5.3-8.6 m) agrupan el 53% de los individuos (Figura 27). En la distribución de DAP se establecieron diez (10) clases; las clases I (3-15 cm) y II (15-27 cm) agrupan el 87% de los individuos (Figura 28). Para la distribución del área basal se establecieron diez (10) clases; la clase I (0.0-0.12 m²) agrupa el 97% de los individuos (Figura 29). A partir del análisis de existencias, se identificaron doce (12) categorías diamétricas, lo cual demuestra un amplio desarrollo estructural del bosque; la estructura diamétrica presenta un patrón disetáneo incompleto con tendencia en J invertida, donde el 81% de los individuos están entre las categorías de latizales (2.5-10 cm) y I (10-20 cm) (Figura 30), dicha

estructura caracteriza a los bosques tropicales naturales maduros con algún grado de intervención (Louman *et al.* 2001; Lamprecht 1990). La distribución del área basal se concentró en las categorías diamétricas IV (40 - 50), V (50 - 60) y XV (> 150 cm) las cuales agrupan el 42% (Figura 31). En promedio se obtuvo para 0.1 Ha 164 individuos con $DAP \geq 2.5$ cm, un área basal total de 6.3 m² y 75.7 m³ de volumen total de madera.

La especie con mayor I.V.I. (%) en los estratos arbóreos fue *Colombobalanus excelsa* (51%), seguida por *Matudaea colombiana* (12%), *Socratea rostrata* (5%), *Tovomita weddeliana* (5%), *Dictyocaryum lamarckianum* (4%), *Wettinia fascicularis* (4%), *Gordonia fruticosa* (2%), *Euterpe precatória* (2%) y *Alfaroa colombiana* (2%) (Figura 32; Tabla 9). Las especies más importantes para los estratos de arbolitos y arbustivo según el I.V.I. (%) *Colombobalanus excelsa* (26%), *Matudaea colombiana* (15%), *Socratea rostrata* (5%), *Tovomita weddeliana* (4%) y *Wettinia fascicularis* (4%) (Figura 33; Tabla 10).

Distribución y aspectos de la intervención antropogénica

La vegetación de la alianza reúne los bosques de roble negro (*C. excelsa*) que se distribuyen entre 1337 y 1400 m de altitud, localizados en Departamento de Huila: Municipio de San Adolfo, vereda la Ilusión, cerca de las vegas del Río Suaza y la Quebrada Aguas Blancas. El tipo de intervención predominante es la entresaca (100%) de grado medio (100%). La matriz paisajística predominante donde se encuentra representada esta vegetación es en su mayoría forestal-agrícola (67%), seguida de agrícola-forestal (33%). El contraste entre la matriz y la unidad de vegetación es generalmente transicional (67%) y abrupto (33%).

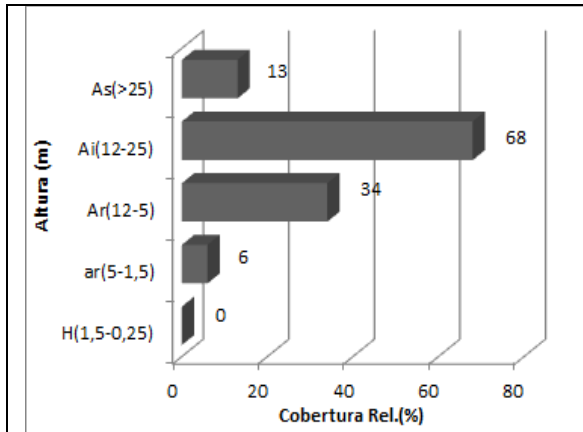


Figura 26. Diagrama estructural de la vegetación de la asociación *Matudaeo colombianae-Colombobalanetum excelsae*

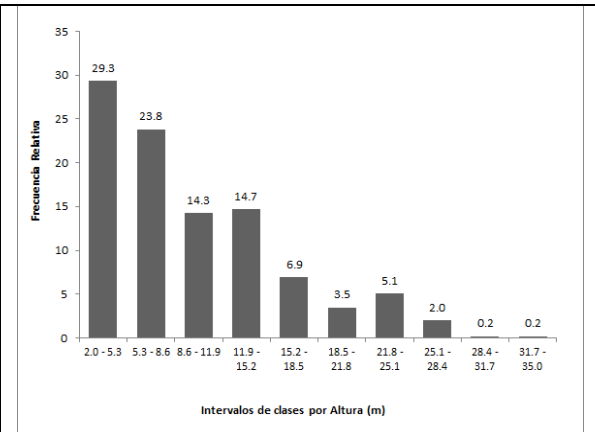


Figura 27. Frecuencia relativa (%) de alturas en la asociación *Matudaeo colombianae-Colombobalanetum excelsae*

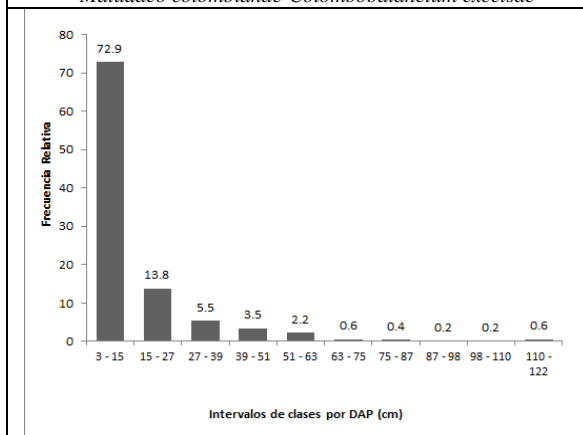


Figura 28. Frecuencia relativa (%) del DAP en la asociación *Matudaeo colombianae-Colombobalanetum excelsae*

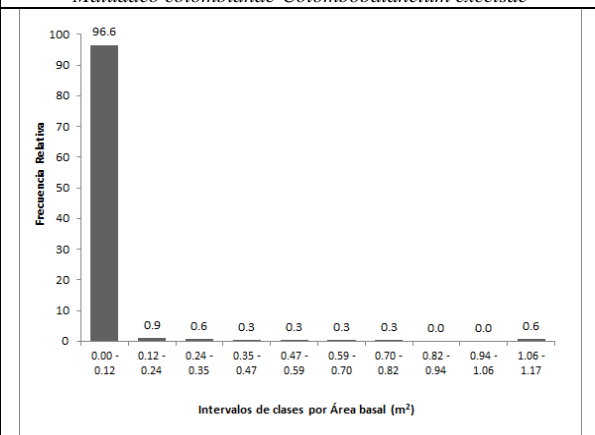


Figura 29. Frecuencia relativa (%) del área basal en la asociación *Matudaeo colombianae-Colombobalanetum excelsae*

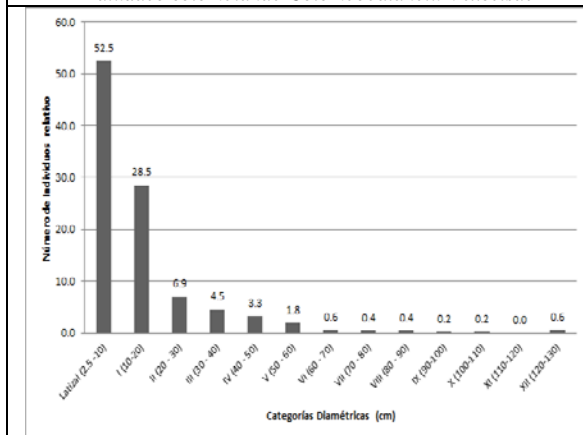


Figura 30. Frecuencia relativa (%) del número de individuos por categoría diamétrica en la asociación *Matudaeo colombianae-Colombobalanetum excelsae*

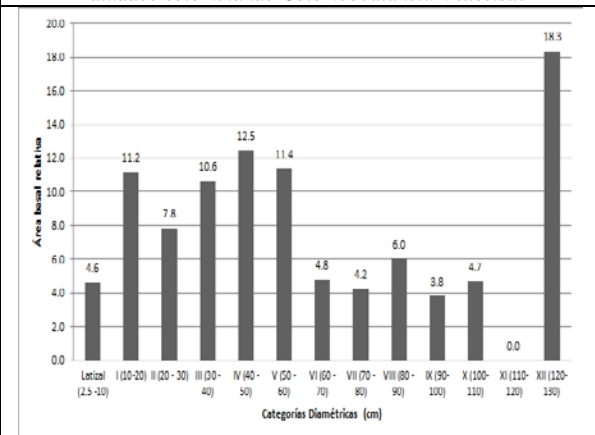


Figura 31. Frecuencia relativa (%) del área basal por categoría diamétrica en la asociación *Matudaeo colombianae-Colombobalanetum excelsae*

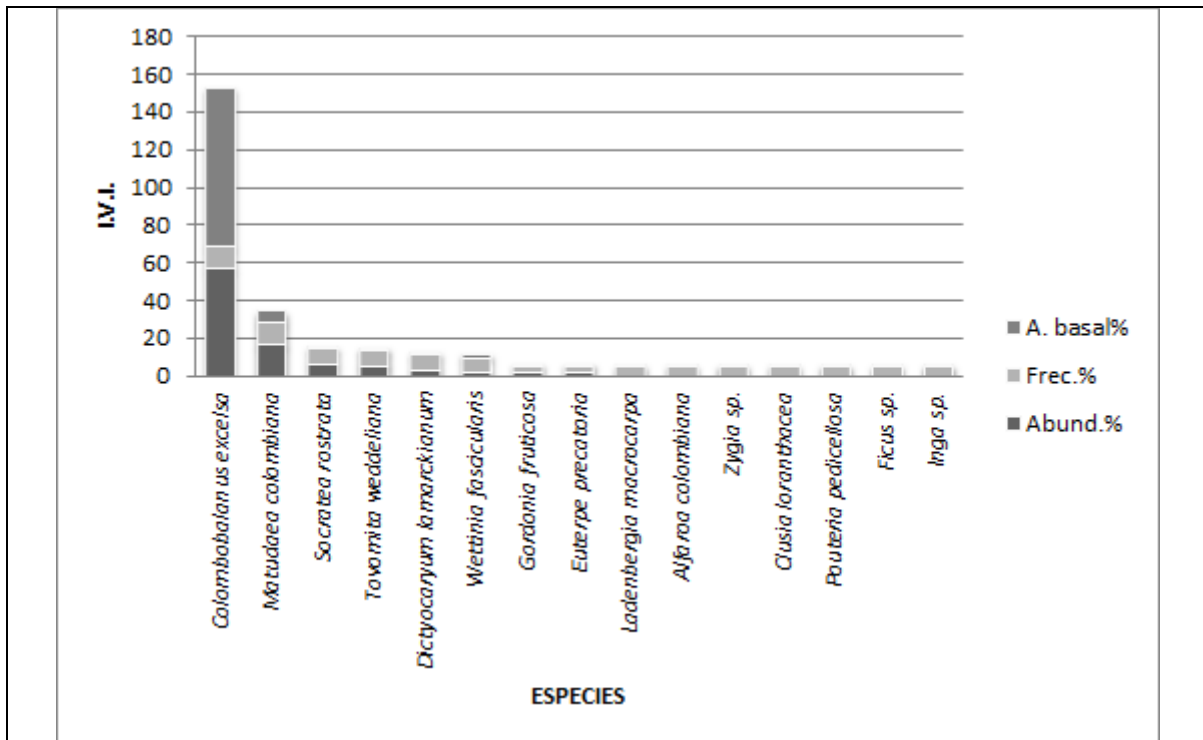


Figura 32. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos arbóreos (> 12m) de la asociación *Matudaea colombiana-Colombobalanetum excelsae*

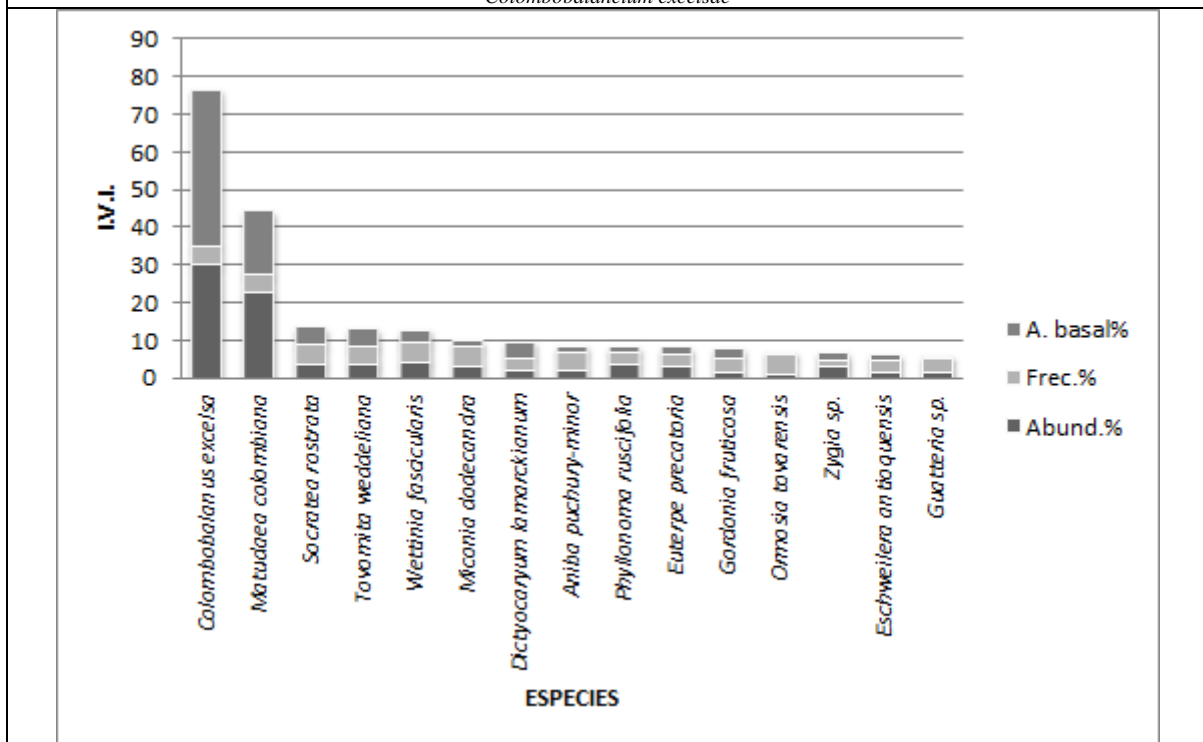


Figura 33. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos de arbolitos y arbustivos (< 12m) de la asociación *Matudaea colombiana-Colombobalanetum excelsae*

Tabla 9. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos arbóreos (> 12 m) de la asociación *Matudaea colombiana*-*Colombobalanetum excelsae*

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	72	56.69	100.0	12.00	13.66	84.56	153.25	51.08
<i>Matudaea colombiana</i>	21	16.54	100.0	12.00	0.96	5.96	34.50	11.50
<i>Socratea rostrata</i>	8	6.30	66.7	8.00	0.14	0.87	15.17	5.06
<i>Tovomita weddeliana</i>	7	5.51	66.7	8.00	0.22	1.34	14.86	4.95
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	4	3.15	66.7	8.00	0.24	1.50	12.65	4.22
<i>Wettinia fascicularis</i>	2	1.57	66.7	8.00	0.39	2.41	11.99	4.00
<i>Gordonia fruticosa</i>	2	1.57	33.3	4.00	0.04	0.27	5.84	1.95
<i>Euterpe precatória</i>	2	1.57	33.3	4.00	0.01	0.04	5.61	1.87
<i>Ladenbergia macrocarpa</i>	1	0.79	33.3	4.00	0.13	0.79	5.58	1.86
<i>Alfaroa colombiana</i>	1	0.79	33.3	4.00	0.11	0.71	5.50	1.83
<i>Zygia</i> sp.	1	0.79	33.3	4.00	0.06	0.36	5.14	1.71
<i>Clusia loranthacea</i>	1	0.79	33.3	4.00	0.05	0.30	5.09	1.70
<i>Pouteria pedicellosa</i>	1	0.79	33.3	4.00	0.04	0.26	5.04	1.68
<i>Ficus</i> sp.	1	0.79	33.3	4.00	0.04	0.24	5.03	1.68
<i>Inga</i> sp.	1	0.79	33.3	4.00	0.04	0.24	5.03	1.68
<i>Guatteria</i> sp.	1	0.79	33.3	4.00	0.02	0.12	4.91	1.64
<i>Aniba puchury-minor</i>	1	0.79	33.3	4.00	0.00	0.02	4.81	1.60
TOTAL GENERAL	127	100		100	16.2	100	300	100

Tabla 10. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos de arbolitos y arbustivo (< 12 m) de asociación *Matudaea colombiana*-*Colombobalanetum excelsae*

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	109	29.95	100.0	5.00	1.12	41.74	76.68	25.56
<i>Matudaea colombiana</i>	82	22.53	100.0	5.00	0.45	16.80	44.32	14.77
<i>Socratea rostrata</i>	14	3.85	100.0	5.00	0.12	4.61	13.46	4.49
<i>Tovomita weddeliana</i>	13	3.57	100.0	5.00	0.12	4.44	13.02	4.34
<i>Wettinia fascicularis</i>	16	4.40	100.0	5.00	0.09	3.47	12.87	4.29
<i>Miconia dodecandra</i>	12	3.30	100.0	5.00	0.05	1.73	10.02	3.34
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	7	1.92	66.7	3.33	0.12	4.34	9.59	3.20
<i>Aniba puchury-minor</i>	7	1.92	100.0	5.00	0.05	1.70	8.62	2.87
<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	13	3.57	66.7	3.33	0.04	1.31	8.22	2.74
<i>Euterpe precatória</i>	11	3.02	66.7	3.33	0.05	1.80	8.15	2.72
<i>Gordonia fruticosa</i>	6	1.65	66.7	3.33	0.08	2.80	7.78	2.59
<i>Ormosia tovarensis</i>	4	1.10	100.0	5.00	0.02	0.75	6.85	2.28
<i>Zygia</i> sp.	11	3.02	33.3	1.67	0.06	2.14	6.83	2.28
<i>Eschweilera antioquiensis</i>	5	1.37	66.7	3.33	0.04	1.55	6.26	2.09
<i>Guatteria</i> sp.	6	1.65	66.7	3.33	0.02	0.87	5.86	1.95
<i>Prestoea</i> cf. <i>carderi</i>	3	0.82	66.7	3.33	0.02	0.69	4.85	1.62

<i>Sloanea brevispina</i>	2	0.55	66.7	3.33	0.02	0.72	4.61	1.54
<i>Ladenbergia macrocarpa</i>	6	1.65	33.3	1.67	0.03	1.18	4.49	1.50
<i>Cybianthus pastensis</i>	3	0.82	66.7	3.33	0.01	0.32	4.48	1.49
<i>Wettinia anomala</i>	4	1.10	33.3	1.67	0.03	1.22	3.99	1.33
<i>Palicourea</i> sp.	2	0.55	33.3	1.67	0.03	1.23	3.45	1.15
<i>Elvasia canescens</i>	4	1.10	33.3	1.67	0.02	0.60	3.36	1.12
<i>Miconia reducens</i>	4	1.10	33.3	1.67	0.01	0.42	3.18	1.06
<i>Clusia loranthacea</i>	4	1.10	33.3	1.67	0.01	0.25	3.01	1.00
<i>Myrsine latifolia</i>	2	0.55	33.3	1.67	0.02	0.59	2.81	0.94
<i>Persea caerulea</i>	2	0.55	33.3	1.67	0.02	0.58	2.80	0.93
<i>Alfaroa colombiana</i>	2	0.55	33.3	1.67	0.01	0.48	2.70	0.90
<i>Garcinia madruno</i>	2	0.55	33.3	1.67	0.01	0.28	2.50	0.83
SUBTOTAL	356	98		88	2.6	99	285	95
Otras siete (7) especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Ocotea macrophylla</i> hasta <i>Cordia</i> sp.	8	2		12	0.0	1	15	5
TOTAL GENERAL	364	100		100	2.7	100	300	100

Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae ass. nov.

Bosques de *Colombobalanus excelsa* y *Wettinia anomala*

Typus: Hui_Acev_Lev_7

Anéxo 2

Composición florística y Sintaxonomía

Entre las especies características se encuentran a *Colombobalanus excelsa*, *Wettinia anomala*, *Miconia dodecandra*, *Sterigmapetalum tachirensis*, *Alchornea glandulosa*, *Ternstroemia macrocarpa*, *Weinmannia pubescens*, *Persea caerulea*, *Ormosia tovarensis* y *Clusia alata*. Siete levantamientos de 1000 m² conforman esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 22 especies (entre 17 y 26) y 145 individuos (entre 102 y 179) con DAP \geq 2.5 cm.

Fisionomía y estructura

Vegetación boscosa con una altura promedio del dosel de 21 m y alturas máximas de hasta 40 m. El estrato arbóreo superior (As) con cobertura relativa promedio de 34% esta dominado principalmente por *Colombobalanus excelsa* 31% aunque también aparecen *Dictyocaryum lamarckianum* 2% y *Weinmannia pubescens* 1%; en el estrato arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa promedio de 34% son importantes *Colombobalanus excelsa* 19%, seguido por *Dictyocaryum lamarckianum* 5%, *Weinmannia pubescens* 2%, *Sterigmapetalum tachirensis* 1%, *Prunus integrifolia* 1%, *Ternstroemia macrocarpa* 1%, *Tovomita weddeliana* 1% y *Elaeagia pastoense* 1%. En el estrato de arbolitos (Ar) con 27% de cobertura relativa dominan *Colombobalanus excelsa* 8%, *Wettinia fascicularis* 4%, *Wettinia anomala* 2%, *Tovomita weddeliana* y *Alfaroa colombiana* con 1% cada una. En el estrato arbustivo (ar) con 5% de cobertura relativa se presenta una dominancia marcada de *Colombobalanus excelsa* 1% y *Dictyocaryum lamarckianum* 1%, acompañadas por *Elaeagia pastoense*, *Wettinia fascicularis*, *Geonoma orbignyana* y *Tovomita weddeliana* (Figura 34).

Se diferenciaron once (11) clases de altura, en donde las clases I (2.0-5.5 m) y II (5.5-8.9 m) agrupan el 60% de los individuos (Figura 35). En la distribución de DAP se establecieron once (11) clases; las clases I (0-21 cm) y II (21-41 cm) agrupan el 94% de los individuos (Figura 36). Para la distribución del área basal se establecieron once (11) clases; la clase I (0.0-0.36 m²) agrupa el 97% de los individuos (Figura 37). A partir del análisis de existencias, se identificaron 16 categorías diamétricas, lo cual demuestra un amplio desarrollo estructural del bosque; la estructura diamétrica presenta un patrón disetáneo completo con tendencia en J invertida, donde el 84% de los individuos están entre las categorías de latizales (2.5-10 cm) y I (10-20 cm) (Figura 38). La distribución del

área basal se concentró en las categorías diamétricas VII (70 - 80), XII (120-130) y XV (> 150 cm) las cuales agrupan el 37% (Figura 39). En promedio se obtuvo para 0.1 Ha 145 individuos con DAP ≥ 2.5 cm, un área basal total de 7.8 m² y 124 m³ de volumen total de madera.

La especie con mayor I.V.I. (%) en los estratos arbóreos fue *Colombobalanus excelsa* (53%), seguida por *Dictyocaryum lamarckianum* (7%), *Wettinia fascicularis* (5%), *Weinmannia pubescens* (2%), *Ternstroemia macrocarpa* (2%), *Aniba puchury-minor* (2%), *Sterigmatopetalum tachirense* (2%), *Tovomita weddeliana* (2%) y *Elaeagia pastoense* (2%) (Figura 40; Tabla 11). Las especies más importantes para los estratos de arbolitos y arbustivo según el I.V.I. (%) fueron *Colombobalanus excelsa* (19%), *Wettinia fascicularis* (15%), *Wettinia anomala* (5%), *Aniba puchury-minor* (4%) y *Dictyocaryum lamarckianum* (4%) (Figura 41; Tabla 12).

Distribución y aspectos de la intervención antropogénica

La vegetación de la alianza reúne los bosques de roble negro (*C. excelsa*) que se distribuyen entre 1380 y 1854 m de altitud, localizados en el Departamento de Huila: Municipio de San Adolfo, vereda la Ilusión, sectores de Camino Cueva Guacharos, Plan Grande, Quebrada La Plinia y parte alta del Río Suaza.

En el 71% de las localidades no se presenta intervención, principalmente los sectores del Cueva de los Guacharos, el Plan Grande y las cabeceras del río Suaza, aunque en algunos sectores se evidencia entresaca (29%) con un grado de intervención bajo. La matriz paisajística predominante donde se encuentra representada esta vegetación es en su mayoría agrícola-forestal (71%), seguida de forestal (29%). El contraste entre la matriz y la unidad de vegetación es generalmente transicional (71%) y en algunas localidades es nulo (29%).

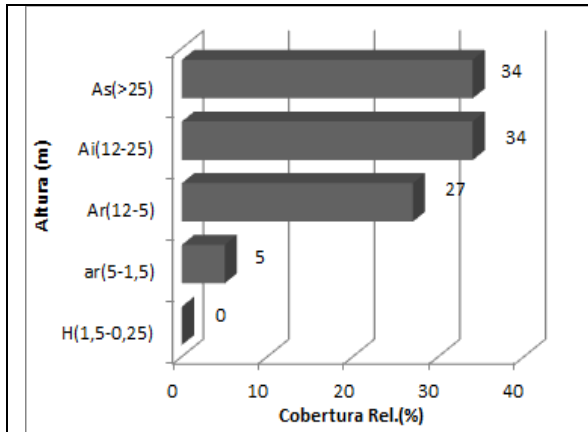


Figura 34. Diagrama estructural de la vegetación de la asociación *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae*

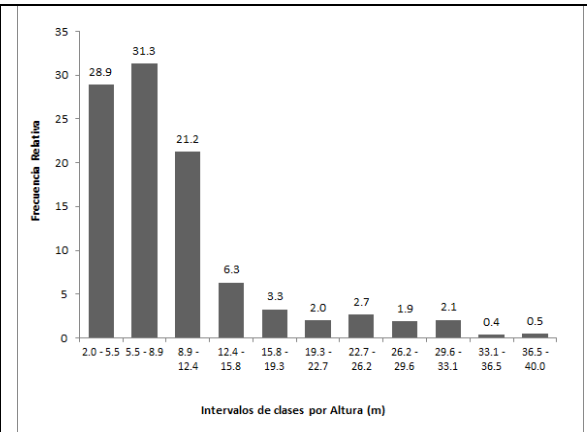


Figura 35. Frecuencia relativa (%) de alturas en la asociación *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae*

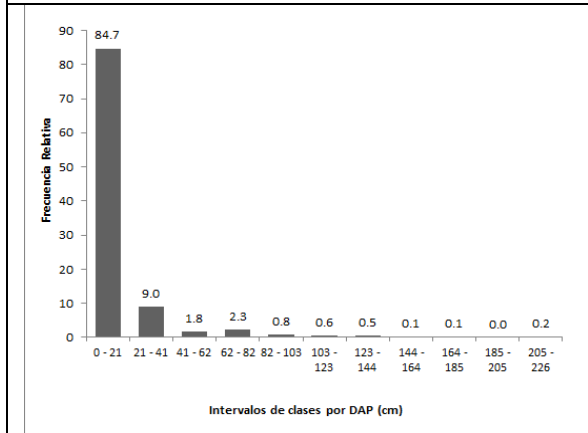


Figura 36. Frecuencia relativa (%) del DAP en la asociación *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae*

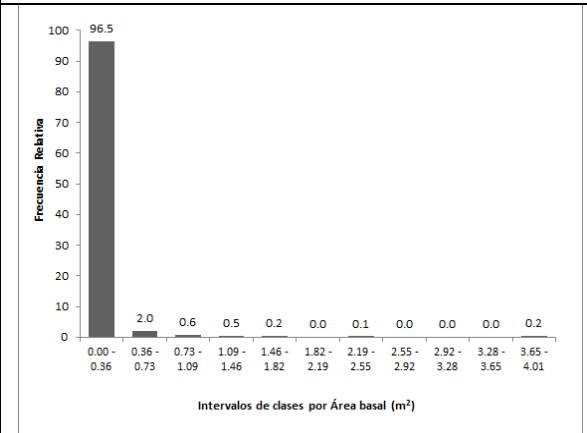


Figura 37. Frecuencia relativa (%) del área basal en la asociación *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae*

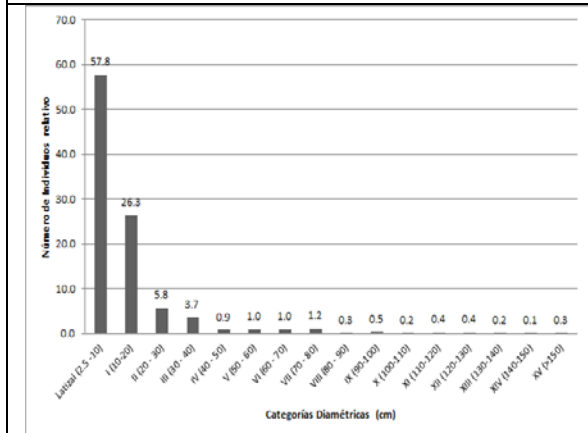


Figura 38. Frecuencia relativa (%) del número de individuos por categoría diamétrica en la asociación *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae*

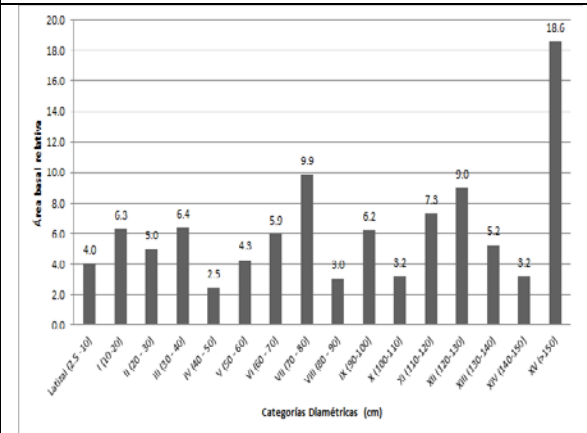


Figura 39. Frecuencia relativa (%) del área basal por categoría diamétrica en la asociación *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae*

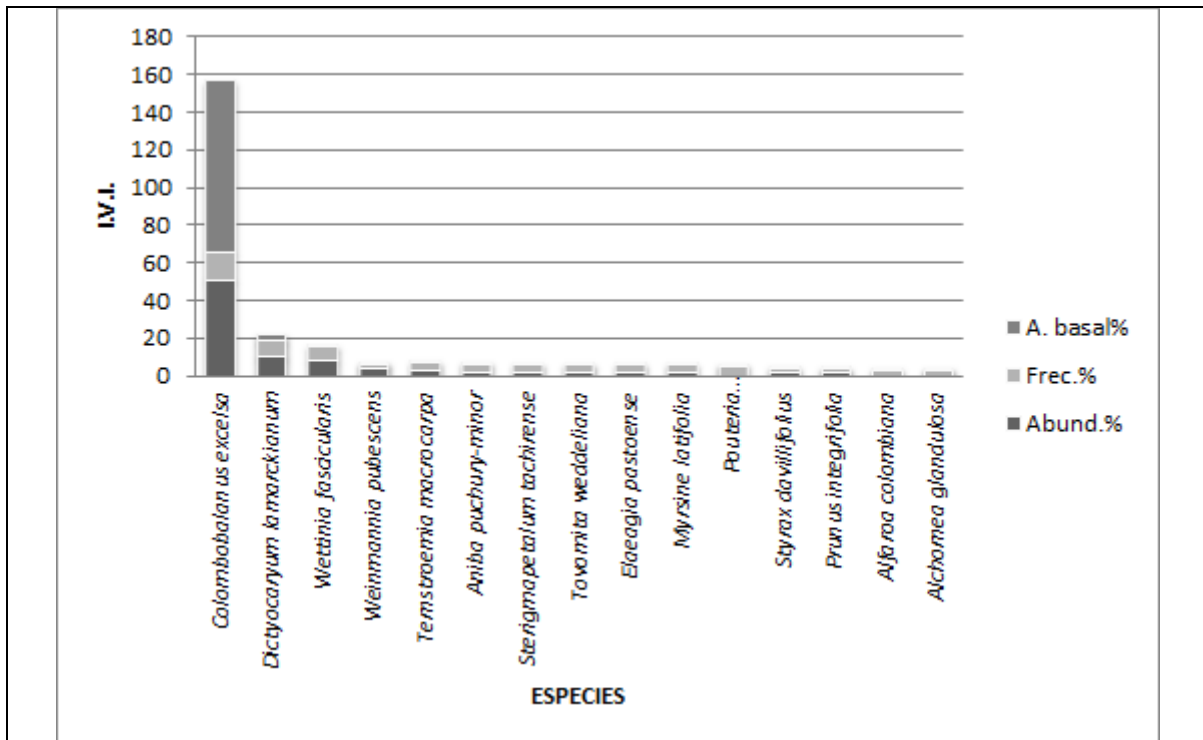


Figura 40. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos arbóreos (> 12m) de la asociación *Wettinia anomalae-Colombobalanetum excelsae*

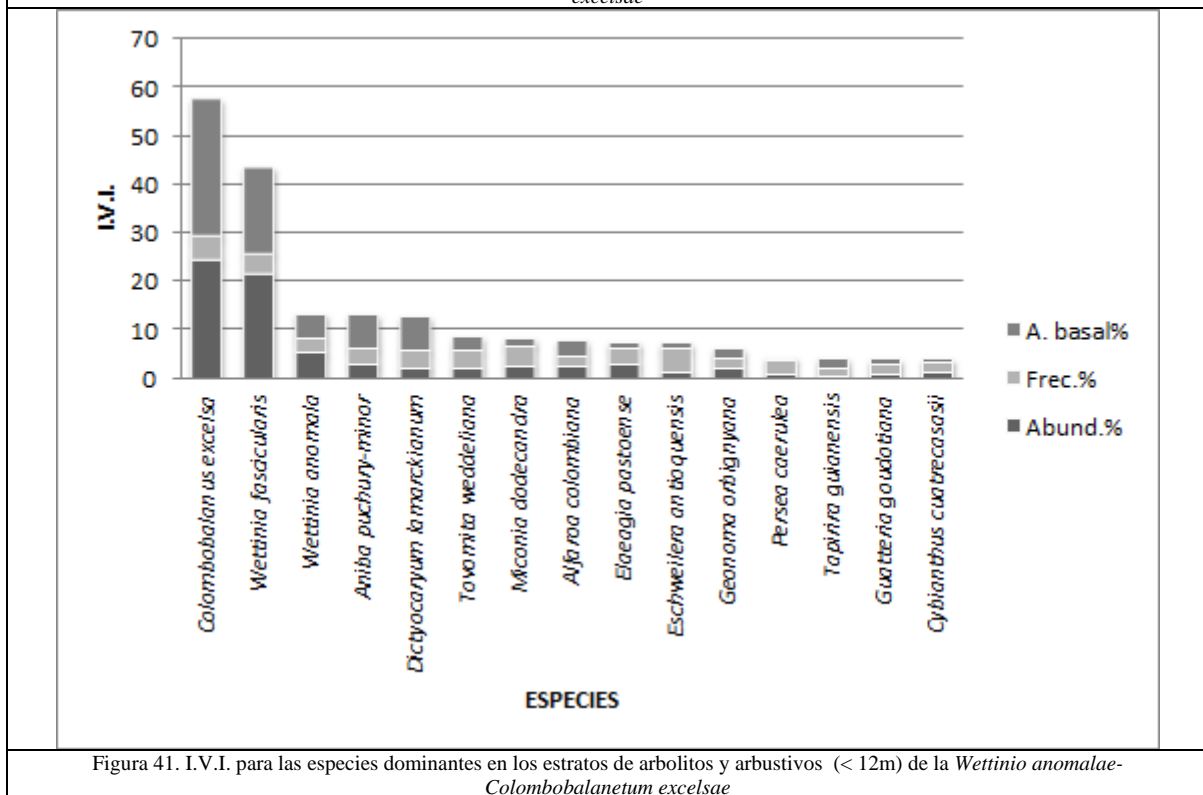


Figura 41. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos de arbolitos y arbustivos (< 12m) de la *Wettinia anomalae-Colombobalanetum excelsae*

Tabla 11. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos arbóreos (> 12 m) de la asociación *Wettinia anomalae-Colombobalanetum excelsae*

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	99	51.30	100.0	14.89	43.90	91.24	157.42	52.47
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	20	10.36	57.1	8.51	1.71	3.56	22.44	7.48
<i>Wettinia fascicularis</i>	17	8.81	42.9	6.38	0.18	0.37	15.56	5.19
<i>Weinmannia pubescens</i>	8	4.15	14.3	2.13	0.44	0.91	7.18	2.39
<i>Ternstroemia macrocarpa</i>	5	2.59	28.6	4.26	0.10	0.21	7.06	2.35
<i>Aniba puchury-minor</i>	4	2.07	28.6	4.26	0.08	0.17	6.50	2.17
<i>Sterigmapetalum tachirensis</i>	3	1.55	28.6	4.26	0.23	0.47	6.28	2.09
<i>Tovomita weddeliana</i>	3	1.55	28.6	4.26	0.12	0.25	6.06	2.02
<i>Elaeagia pastoense</i>	3	1.55	28.6	4.26	0.11	0.23	6.04	2.01
<i>Myrsine latifolia</i>	3	1.55	28.6	4.26	0.08	0.16	5.97	1.99
<i>Pouteria pedicellosa</i>	2	1.04	28.6	4.26	0.09	0.20	5.49	1.83
<i>Styrax davillifolius</i>	4	2.07	14.3	2.13	0.13	0.26	4.46	1.49
<i>Prunus integrifolia</i>	3	1.55	14.3	2.13	0.23	0.48	4.16	1.39
<i>Alfaroa colombiana</i>	2	1.04	14.3	2.13	0.12	0.25	3.41	1.14
<i>Alchornea glandulosa</i>	2	1.04	14.3	2.13	0.08	0.16	3.32	1.11
<i>Euterpe precatória</i>	2	1.04	14.3	2.13	0.02	0.04	3.20	1.07
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.14	0.28	2.93	0.98
<i>Vismia cf.baccifera</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.11	0.24	2.88	0.96
<i>Ormosia tovarensis</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.08	0.17	2.81	0.94
<i>Ocotea macrophylla</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.04	0.07	2.72	0.91
<i>Schefflera fontiana</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.03	0.05	2.70	0.90
<i>Chrysochlamys colmbiana</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.02	0.05	2.70	0.90
<i>Persea caerulea</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.02	0.05	2.69	0.90
<i>Eschweilera antioquiensis</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.02	0.03	2.68	0.89
<i>Wettinia anomala</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.01	0.03	2.67	0.89
<i>Clusia alata</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.01	0.03	2.67	0.89
<i>Zanthoxylum sp.</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.01	0.03	2.67	0.89
<i>Socratea rostrata</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.01	0.02	2.67	0.89
<i>Dicksonia sellowiana</i>	1	0.52	14.3	2.13	0.00	0.01	2.65	0.88
TOTAL GENERAL	193	100		100	48.1	100	300	100

Tabla 12. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos de arbolitos y arbustivo (< 12 m) de asociación *Wettinia anomalae-Colombobalanetum excelsae*

Nombre científico	Abund	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	203	24.61	100.0	4.90	1.83	28.36	57.87	19.29
<i>Wettinia fascicularis</i>	180	21.82	85.7	4.20	1.15	17.79	43.80	14.60
<i>Wettinia anomala</i>	47	5.70	57.1	2.80	0.33	5.18	13.67	4.56
<i>Aniba puchury-minor</i>	26	3.15	71.4	3.50	0.44	6.79	13.44	4.48
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	21	2.55	71.4	3.50	0.45	7.00	13.04	4.35
<i>Tovomita weddeliana</i>	20	2.42	71.4	3.50	0.20	3.05	8.97	2.99
<i>Miconia dodecandra</i>	24	2.91	85.7	4.20	0.10	1.57	8.68	2.89
<i>Alfaroa colombiana</i>	22	2.67	42.9	2.10	0.21	3.33	8.10	2.70
<i>Elaeagia pastoense</i>	25	3.03	71.4	3.50	0.08	1.32	7.84	2.61
<i>Eschweilera antioquensis</i>	12	1.45	100.0	4.90	0.08	1.29	7.64	2.55
<i>Geonoma orbignyana</i>	19	2.30	42.9	2.10	0.13	2.06	6.46	2.15
<i>Persea caerulea</i>	9	1.09	57.1	2.80	0.05	0.75	4.64	1.55
<i>Tapirira guianensis</i>	7	0.85	28.6	1.40	0.14	2.23	4.47	1.49
<i>Guatteria goudotiana</i>	10	1.21	42.9	2.10	0.06	0.99	4.30	1.43
<i>Cybianthus cuatrecasii</i>	13	1.58	42.9	2.10	0.04	0.62	4.29	1.43
<i>Beilschmiedia pendula</i>	8	0.97	57.1	2.80	0.02	0.32	4.09	1.36
<i>Cyathea sp.</i>	7	0.85	57.1	2.80	0.02	0.39	4.03	1.34
<i>Ternstroemia macrocarpa</i>	8	0.97	42.9	2.10	0.03	0.50	3.57	1.19
<i>Euterpe precatória</i>	9	1.09	28.6	1.40	0.07	1.05	3.54	1.18
<i>Ormosia tovarensis</i>	10	1.21	28.6	1.40	0.05	0.82	3.43	1.14
<i>Vismia cf. baccifera</i>	5	0.61	28.6	1.40	0.09	1.33	3.34	1.11
<i>Clusia alata</i>	7	0.85	28.6	1.40	0.06	0.90	3.15	1.05
<i>Hieronyma duquei</i>	4	0.48	14.3	0.70	0.11	1.71	2.89	0.96
<i>Schefflera fontiana</i>	10	1.21	28.6	1.40	0.02	0.28	2.89	0.96
<i>Guatteria rufotomentosa</i>	6	0.73	28.6	1.40	0.05	0.71	2.83	0.94
<i>Ocotea macrophylla</i>	6	0.73	28.6	1.40	0.04	0.58	2.70	0.90
<i>Cybianthus pastensis</i>	4	0.48	42.9	2.10	0.01	0.12	2.70	0.90
<i>Styrax davillifolius</i>	12	1.45	14.3	0.70	0.03	0.48	2.63	0.88
SUBTOTAL	734	89		69	5.9	92	249	83
Otras 39 especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Zanthoxylum sp.</i> hasta <i>Matudaea colombiana</i>	91	11		31	0.5	8	51	17
TOTAL GENERAL	825	100		100	6	100	300	100

Podocarpus oleifolii-Colombobalanus excelsae ass. nov.

Bosques de *Colombobalanus excelsa* y *Podocarpus oleifolius*

Typus: Caribe_Bolivar_SL-3

Anéxo 2

Composición florística y Sintaxonomía

Entre las especies características se encuentran a *C. excelsa*, *P. oleifolius*, *Ladenbergia muzonensis*, *Miconia lehmannii*, *Ficus crocata*, *Gustavia superba*, *Spirotheca rosea*, *Protium nitidifolium*, *Virola macrocarpa*, *Micropholis crotonoides* y *Coussarea grandifolia*. Cuatro levantamientos de 500 m² conforman esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 30 especies (entre 20 y 39) y 80 individuos (entre 45 y 136) con DAP \geq 2.5 cm.

Fisionomía y estructura

Vegetación boscosa con una altura promedio del dosel de 19 m y alturas máximas de hasta 35 m. El estrato arbóreo superior (As) con cobertura relativa promedio de 14% esta dominado principalmente por *C. excelsa* 12% aunque también aparecen con valores inferiores a 1% *Beilschmiedia costaricensis*, *Sterigmatopetalum colombianum*, *Gordonia fruticosa*, *Protium nitidifolium*, *Drypetes variabilis*, *Conceveiba pleiostemona*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Otoba novogranatensis*, *Nectandra purpurea* y *Virola macrocarpa*. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa promedio de 46% son importantes *C. excelsa*, *Miconia lehmannii*, *Otoba novogranatensis*, *Spirotheca rosea*, *Ficus crocata* y *Podocarpus magnifolius* con 3%, luego aparecen con valores de 2% *Ladenbergia muzonensis*, *Micropholis crotonoides*, *Tovomita weddeliana*, *P. oleifolius*, *Gordonia planchonii* y *B. rosea*. En el estrato de arbolitos (Ar) con 41% de cobertura relativa dominan *Palicourea apicata* 5%, *Gordonia fruticosa* 4%, *Meriania longifolia* 4%, *C. excelsa* 3% y *Hedyosmum bonplandianum* 2%. En el estrato arbustivo (ar) con 30% de cobertura relativa se presenta una dominancia de *Geonoma* sp. (NC) 7%, *Gordonia fruticosa* 3%, *Pourouma* sp. 3%, *Tovomita weddeliana* 3% y *B. rosea* 2%. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Virola macrocarpa*, *Q. humboldtii*, *D. lamarckianum*, *C. excelsa*, *Cyclanthus* sp. (NC) y *Nectandra purpurea* (Figura 42).

Se diferenciaron once (11) clases de altura, en donde las clases I (1.0-4.8 m) y II (4.8-8.6 m) agrupan el 53% de los individuos (Figura 43). En la distribución de DAP se establecieron diez (10) clases; las clases I (0-21 cm) y II (21-43 cm) agrupan el 94% de los individuos; en la categoría VI (107-128 cm) no se encontraron individuos (Figura 44). Para la distribución del área basal se

establecieron diez (10) clases; la clase I (0.0-0.36 m²) agrupa el 97% de los individuos (Figura 45). A partir del análisis de existencias, se identificaron 16 categorías diamétricas, lo cual demuestra un amplio desarrollo estructural del bosque; la estructura diamétrica presenta un patrón disetáneo incompleto con tendencia en J invertida, donde el 74% de los individuos están entre las categorías de latizales (2.5-10 cm) y I (10-20 cm), pero también es posible identificar procesos de extracción selectiva debido a que no se encuentran individuos en las categorías V (50 - 60), VI (60-70), XI (110-120) y XII (120-130) (Figura 46), dicha estructura caracteriza a bosques tropicales naturales maduros con algún grado de intervención (Louman *et al.* 2001; Lamprecht 1990). La distribución del área basal se concentró en las categorías diamétricas II (20 - 30), XIV (140-150) y XV (> 150 cm) las cuales agrupan el 62% (Figura 47). En promedio se obtuvo para 0.1 Ha 160 individuos con DAP \geq 2.5 cm, un área basal total de 12 m² y 194 m³ de volumen total de madera.

La especie con mayor I.V.I. (%) en los estratos arbóreos fue *C. excelsa* (27%), seguida por *Gordonia fruticosa* (6%), *O. novogranatensis* (4%), *Miconia lehmannii* (4%), *Dictyocaryum lamarckianum* (4%), *Q. humboldtii* (4%), *B. rosea* (3%), *P. oleifolius* (3%) y *Spirotheca rosea* (3%) (Figura 48; Tabla 13). Las especies más importantes para los estratos de arbolitos y arbustivo según el I.V.I. (%) fueron *Gordonia fruticosa* (6%), *V. macrocarpa* (5%), *Palicourea apicata* (4%), *Meriania longifolia* (4%) y *Aniba panurensis* (4%) (Figura 49; Tabla 14).

Distribución y aspectos de la intervención antropogénica

La vegetación de la alianza reúne los bosques de roble negro (*C. excelsa*) que se distribuyen entre 1361 y 1638 m de altitud, localizados en el Departamento de Bolívar: Municipio de Santa Rosa, vereda Mina Vieja. Sectores de Reserva Forestal cerca a Mina Churi, Mina Chelín y al camino de extracción de madera que va al Arizal. El tipo de intervención predominante es la entresaca (100%) en grado medio (75%) y bajo (25%). La matriz paisajística predominante donde se encuentra representada esta vegetación es en su mayoría forestal (75%) y forestal-minera (25%). El contraste entre la matriz y la unidad de vegetación es generalmente transicional (75%) y abrupto (25%).

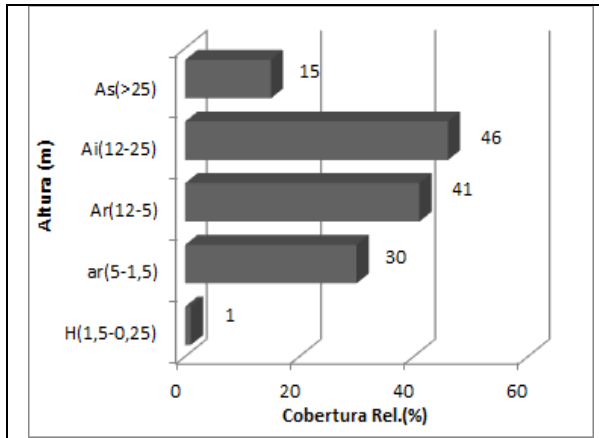


Figura 42. Diagrama estructural de la vegetación de la asociación *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae*

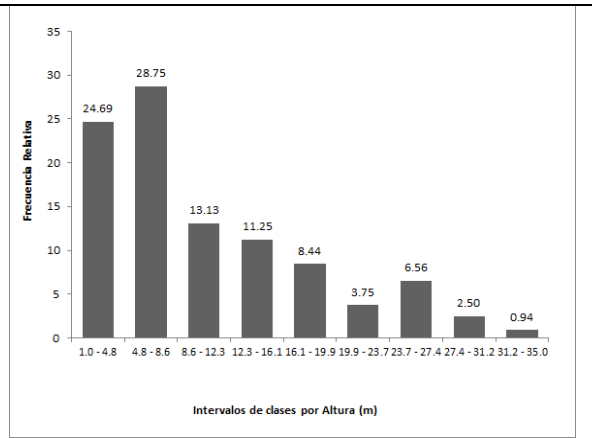


Figura 43. Frecuencia relativa (%) de alturas en la asociación *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae*

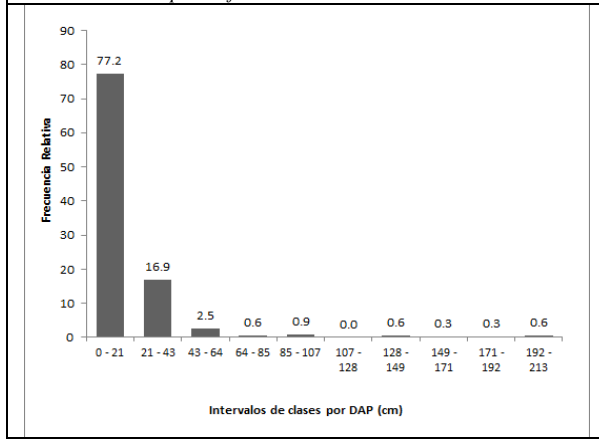


Figura 44. Frecuencia relativa (%) del DAP en la asociación *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae*

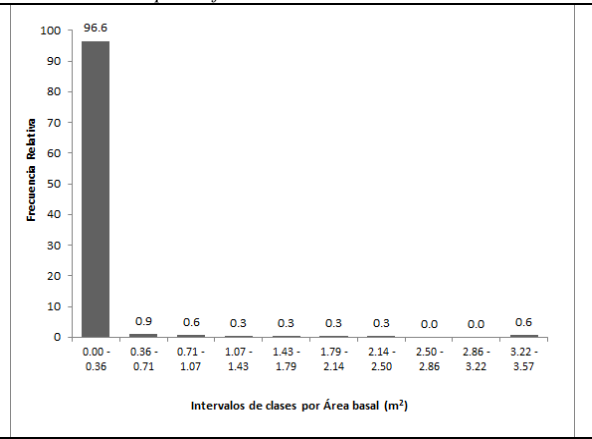


Figura 45. Frecuencia relativa (%) del área basal en la asociación *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae*

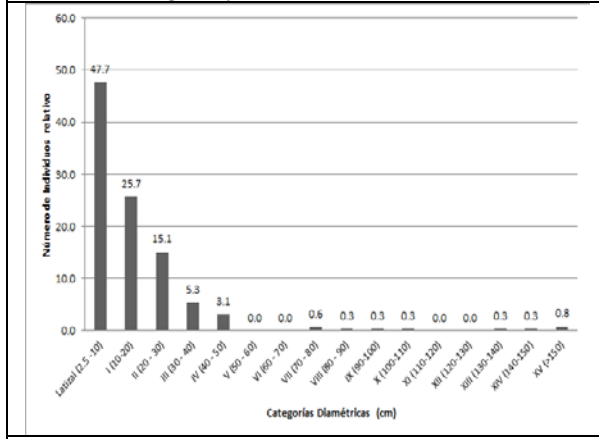


Figura 46. Frecuencia relativa (%) del número de individuos por categoría diamétrica en la asociación *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae*

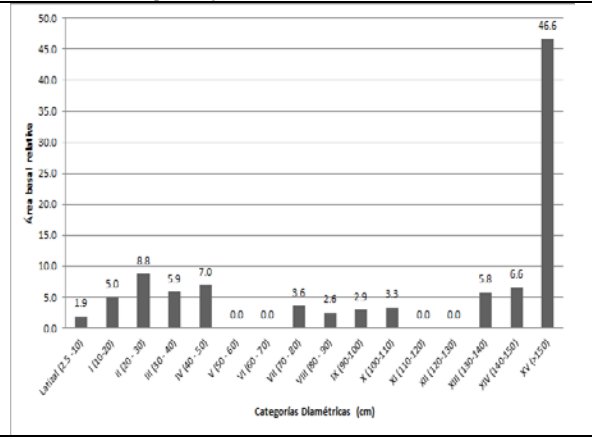


Figura 47. Frecuencia relativa (%) del área basal por categoría diamétrica en la asociación *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae*

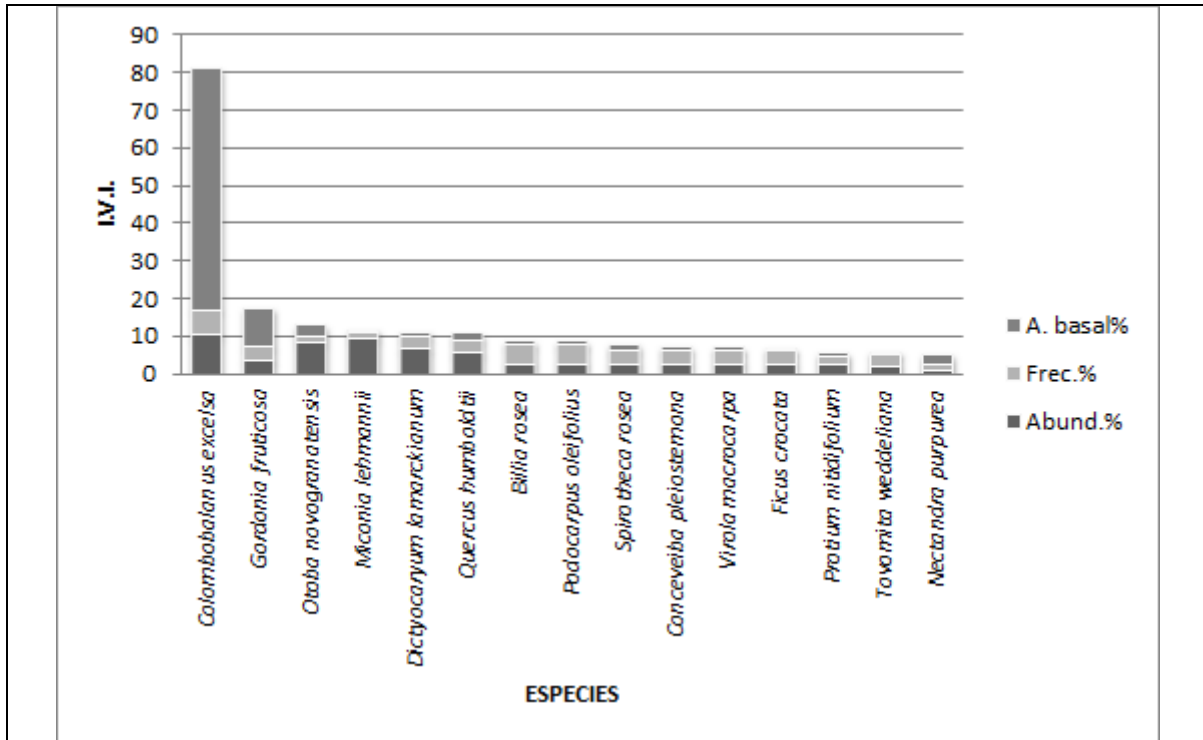


Figura 48. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos arbóreos (> 12m) de la asociación *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae*

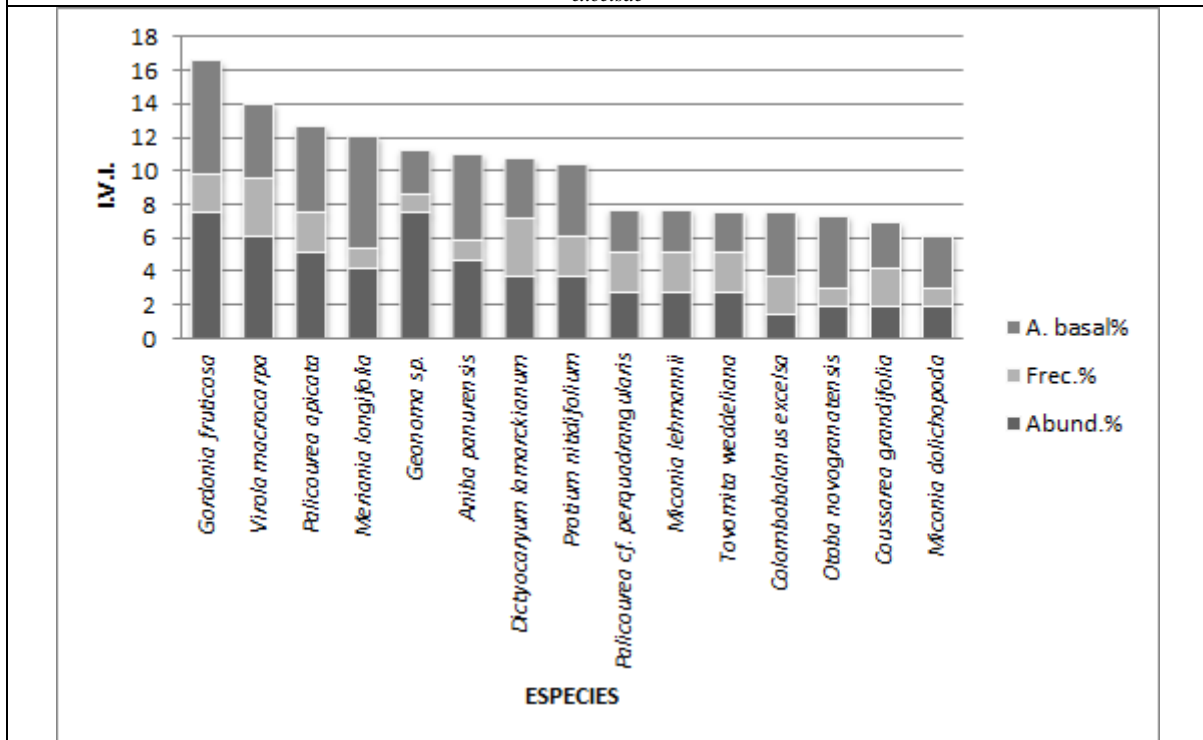


Figura 49. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos de arbolitos y arbustivos (< 12m) de la asociación *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae*

Tabla 13. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos arbóreos (> 12 m) de la asociación *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae*

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	11	10.28	100.0	6.78	14.73	64.15	81.21	27.07
<i>Gordonia fruticosa</i>	4	3.74	50.0	3.39	2.40	10.45	17.58	5.86
<i>Otoba novogranatensis</i>	9	8.41	25.0	1.69	0.67	2.91	13.01	4.34
<i>Miconia lehmannii</i>	10	9.35	25.0	1.69	0.18	0.78	11.82	3.94
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	7	6.54	50.0	3.39	0.31	1.34	11.27	3.76
<i>Quercus humboldtii</i>	6	5.61	50.0	3.39	0.42	1.83	10.83	3.61
<i>Billia rosea</i>	3	2.80	75.0	5.08	0.20	0.89	8.78	2.93
<i>Podocarpus oleifolius</i>	3	2.80	75.0	5.08	0.19	0.81	8.70	2.90
<i>Spirotheca rosea</i>	3	2.80	50.0	3.39	0.42	1.84	8.03	2.68
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	3	2.80	50.0	3.39	0.24	1.05	7.24	2.41
<i>Virola macrocarpa</i>	3	2.80	50.0	3.39	0.21	0.91	7.11	2.37
<i>Ficus crocata</i>	3	2.80	50.0	3.39	0.09	0.40	6.59	2.20
<i>Protium nitidifolium</i>	3	2.80	25.0	1.69	0.27	1.19	5.69	1.90
<i>Tovomita weddeliana</i>	2	1.87	50.0	3.39	0.08	0.35	5.61	1.87
<i>Nectandra purpurea</i>	1	0.93	25.0	1.69	0.62	2.72	5.35	1.78
<i>Drypetes variabilis</i>	2	1.87	25.0	1.69	0.20	0.86	4.42	1.47
<i>Podocarpus magnifolius</i>	2	1.87	25.0	1.69	0.20	0.85	4.41	1.47
<i>Matayba arborescens</i>	2	1.87	25.0	1.69	0.15	0.65	4.21	1.40
<i>Eschweilera coriacea</i>	2	1.87	25.0	1.69	0.10	0.45	4.02	1.34
<i>Inga lallensis</i>	2	1.87	25.0	1.69	0.10	0.45	4.01	1.34
<i>Trichilia hirta</i>	2	1.87	25.0	1.69	0.08	0.33	3.89	1.30
<i>Aniba panurensis</i>	2	1.87	25.0	1.69	0.07	0.29	3.85	1.28
<i>Gustavia superba</i>	1	0.93	25.0	1.69	0.13	0.59	3.22	1.07
<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	1	0.93	25.0	1.69	0.12	0.54	3.17	1.06
<i>Gordonia planchonii</i>	1	0.93	25.0	1.69	0.10	0.44	3.07	1.02
<i>Sterigma petalum colombianum</i>	1	0.93	25.0	1.69	0.09	0.40	3.03	1.01
<i>Castilla elástica</i>	1	0.93	25.0	1.69	0.08	0.35	2.98	0.99
<i>Micropholis crotonoides</i>	1	0.93	25.0	1.69	0.07	0.31	2.94	0.98
SUBTOTAL	91	85		73	22.5	98	256	85
Otras 16 especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Posoqueria coriacea</i> hasta <i>Ocotea</i> sp.	16	15		27	0.4	2	44	15
TOTAL GENERAL	107	100		100	23.0	100	300	100

Tabla 14. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos de arbolitos y arbustivo (< 12 m) de asociación *Podocarpus oleifolii*-*Colombobalanetum excelsae*

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Gordonia fruticosa</i>	16	7.51	50.0	2.33	0.10	6.75	16.59	5.53
<i>Virola macrocarpa</i>	13	6.10	75.0	3.49	0.06	4.45	14.04	4.68
<i>Palicourea apicata</i>	11	5.16	50.0	2.33	0.07	5.18	12.67	4.22
<i>Meriania longifolia</i>	9	4.23	25.0	1.16	0.09	6.69	12.08	4.03
<i>Geonoma</i> sp.	16	7.51	25.0	1.16	0.04	2.62	11.29	3.76
<i>Aniba panurensis</i>	10	4.69	25.0	1.16	0.07	5.14	10.99	3.66
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	8	3.76	75.0	3.49	0.05	3.50	10.75	3.58
<i>Protium nitidifolium</i>	8	3.76	50.0	2.33	0.06	4.38	10.46	3.49
<i>Palicourea</i> cf. <i>perquadrangularis</i>	6	2.82	50.0	2.33	0.04	2.55	7.69	2.56
<i>Miconia lehmannii</i>	6	2.82	50.0	2.33	0.04	2.53	7.68	2.56
<i>Tovomita weddeliana</i>	6	2.82	50.0	2.33	0.03	2.42	7.56	2.52
<i>Colombobalanus excelsa</i>	3	1.41	50.0	2.33	0.05	3.77	7.50	2.50
<i>Otoba novogranatensis</i>	4	1.88	25.0	1.16	0.06	4.26	7.31	2.44
<i>Coussarea grandifolia</i>	4	1.88	50.0	2.33	0.04	2.73	6.94	2.31
<i>Miconia dolichopoda</i>	4	1.88	25.0	1.16	0.04	3.12	6.16	2.05
<i>Cybianthus venezuelanus</i>	7	3.29	25.0	1.16	0.02	1.54	5.99	2.00
<i>Gustavia superba</i>	3	1.41	50.0	2.33	0.03	2.18	5.91	1.97
<i>Adenophaedra grandifolia</i>	3	1.41	50.0	2.33	0.02	1.62	5.35	1.78
<i>Pourouma</i> sp.	2	0.94	25.0	1.16	0.04	2.83	4.93	1.64
<i>Micropholis crotonoides</i>	1	0.47	25.0	1.16	0.04	3.17	4.80	1.60
<i>Solanum</i> sp.	1	0.47	25.0	1.16	0.04	2.68	4.31	1.44
<i>Guatteria</i> sp.	2	0.94	50.0	2.33	0.01	1.04	4.31	1.44
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	4	1.88	25.0	1.16	0.02	1.16	4.20	1.40
<i>Elaeagia pastoense</i>	2	0.94	25.0	1.16	0.03	1.99	4.09	1.36
<i>Billia rosea</i>	2	0.94	50.0	2.33	0.01	0.45	3.72	1.24
<i>Myrciaria</i> sp.	4	1.88	25.0	1.16	0.01	0.60	3.65	1.22
<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	1	0.47	25.0	1.16	0.03	1.89	3.53	1.18
<i>Zanthoxylum</i> sp.	2	0.94	25.0	1.16	0.02	1.36	3.47	1.16
SUBTOTAL	158	74		51	1.2	83	208	69
Otras 42 especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Cyathea weberbaueri</i> hasta <i>Cyclanthus</i> sp.	55	26		49	0.2	17	92	31
TOTAL GENERAL	213	100		100	1.4	100	300	100

Alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae* all. nov.

Bosques de *Colombobalanus excelsa* y *Tapirira guianensis*

Typus: *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae* (en esta contribución)

Anexo 2

Composición florística y Sintaxonomía

Entre las especies características se encuentran a *Colombobalanus excelsa*, *Tapirira guianensis* y *Alchornea grandiflora*. Esta alianza agrupa dos asociaciones, *Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae* y *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae*. 12 levantamientos entre 500 y 1000 m² conforman esta alianza, los cuales en promedio cuentan con 18 especies (entre 11 y 24) y 81 individuos (entre 49 y 119) con DAP \geq 2.5 cm.

Fisionomía y estructura

Vegetación boscosa con una altura promedio del dosel de 20 m y alturas máximas de hasta 40 m. El estrato arbóreo superior (As) con cobertura relativa promedio de 31% es dominado por *Colombobalanus excelsa* 29% aunque también aparecen *Carapa guianensis*, *Ficus* cf. *mutisii*, *Tapirira guianensis* y *Alfaroa williamsii* con valores inferiores a 1%. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa promedio de 60% son importantes *Colombobalanus excelsa* 32%, seguido por *Alfaroa williamsii* 5%, *Tapirira guianensis* 3%, *Inga capsellata* 2%, *Conceveiba pleiostemona* 2%, *Mabea montana* 1%, *Otoba lehmannii* 1% y *Alchornea polyantha* 1%. En el estrato de arbolitos (Ar) con 16% de cobertura relativa dominan *Colombobalanus excelsa* 3%, *Alfaroa williamsii* 2%, *Miconia pisinniflora* 1%, *Schefflera cajambrensis* 1% y *Alchornea polyantha* 1%. En el estrato arbustivo (ar) con 4% de cobertura relativa dominan *Cyathea* cf. *caracasana* 1% y *Colombobalanus excelsa* 1%, acompañada por *Miconia* sp., *Geonoma orbignyana*, *Schefflera cajambrensis*, *Alchornea polyantha*, *Faramea* sp., *Palicourea angustifolia* y *Alchornea grandiflora* con valores inferiores a 1%. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Aiphanes* cf. *simplex*, *Geonoma orbignyana*, *Cyathea* cf. *caracasana* y *Geonoma* sp. (Figura 50).

Se diferenciaron once (11) clases de altura, en donde las clases I (0.7-4.1 m) y II (4.1-7.5 m) agrupan el 47% de los individuos (Figura 51). En la distribución de DAP se establecieron once (11) clases; las clases I (0-14 cm) y II (14-29 cm) agrupan el 89% de los individuos (Figura 52). Para la distribución del área basal se establecieron once (11) clases; la clase I (0.0-0.18 m²) agrupa el 96% de los individuos (Figura 53). A partir del análisis de existencias, se identificaron 16 categorías

diamétricas, lo cual evidencia un amplio desarrollo estructural del bosque; la estructura diamétrica presenta un patrón disetáneo completo con tendencia en J invertida, donde el 85% de los individuos están entre las categorías de latizales (2.5-10 cm) y I (10-20 cm) (Figura 54). La distribución del área basal presenta un patrón bimodal en la cual dos clases presentan la mayor área basal, la clase II (20 - 30) con 10% y la clase XII (120-130) con 13%, mientras que en la clase VII (70 - 80) y VIII (80 - 90) se encuentran valores inferiores a 2% esto puede ser asociado con procesos de extracción selectiva de madera (Figura 55). En promedio se obtuvo para 0.1 Ha 130 individuos con $DAP \geq 2.5$ cm, un área basal total de 5.6 m^2 y 85.8 m^3 de volumen total de madera.

La especie con mayor I.V.I. (%) en los estratos arbóreos fue *Colombobalanus excelsa* (50%), seguida por *Alfaroa williamsii* (6%), *Tapirira guianensis* (4%), *Alchornea grandiflora* (3%), *Conceveiba pleiostemona* (2%), *Alchornea polyantha* (2%), *Mabea montana* (2%), *Cecropia cf. angustifolia* (2%), *Otoba lehmannii* (2%) y *Billia rosea* (2%) (Figura 56; Tabla 15). Las especies más importantes para los estratos de arbolitos y arbustivo según el I.V.I. (%) fueron *Colombobalanus excelsa* (12%), *Alfaroa williamsii* (9%), *Cyathea cf. caracasana* (5%), *Miconia pisinniflora* (4%), *Alchornea polyantha* (4%) y *Schefflera cajambrensis* (4%) (Figura 57; Tabla 16).

Distribución y aspectos de la intervención antropogénica

La vegetación de la alianza reúne a los bosques de roble negro (*C. excelsa*) que se distribuyen entre 1740 y 2166 m de altitud, localizados en Departamento de Santander: Municipio de Charalá, corregimiento Virolin. Departamento de Valle del Cauca: Municipio de Santiago de Calí, veredas El Otoño y La Candelaria, alrededores del Parque Nacional Natural Farallones de Calí. El tipo de intervención predominante es la entresaca (92%) aunque existen algunos sectores sin intervención (8%) en las veredas El Otoño y La Candelaria del Municipio de Santiago de Calí. El grado de intervención es bajo o nulo para los bosques presentes en el Santiago de Calí (50%), mientras que en los robledales negros presentes en el Municipio de Charalá (Santander), corregimiento de Virolin el grado de intervención es medio y alto (50%). La matriz paisajística predominante donde se encuentra representada esta vegetación es en su mayoría agrícola-forestal (67%), seguida de forestal (12%) y forestal-agrícola (11%). El contraste entre la matriz y la unidad de vegetación es transicional (33%) y nulo (17%) para las localidades de Santiago de Calí, mientras que Charalá el contraste es abrupto (50%).

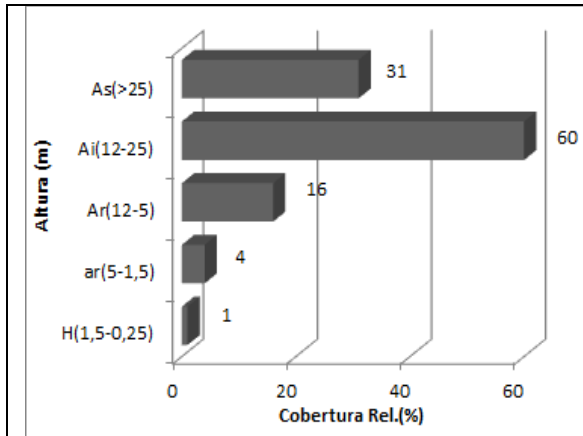


Figura 50. Diagrama estructural de la vegetación de la alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae*

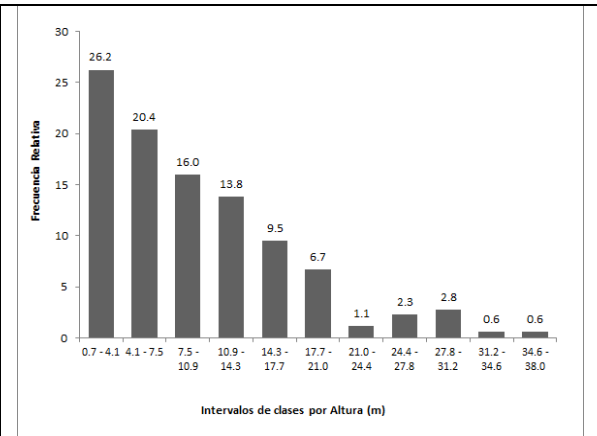


Figura 51. Frecuencia relativa (%) de alturas en la alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae*

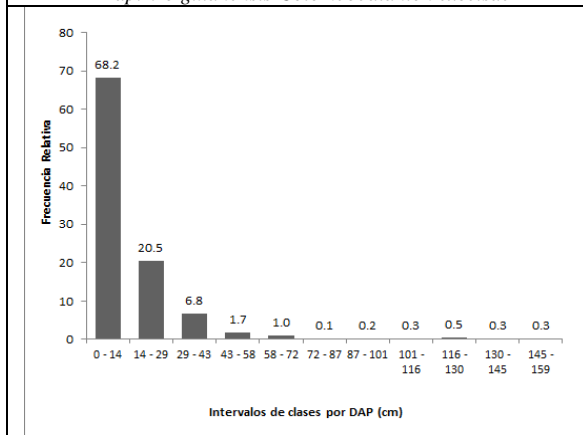


Figura 52. Frecuencia relativa (%) del DAP en la alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae*

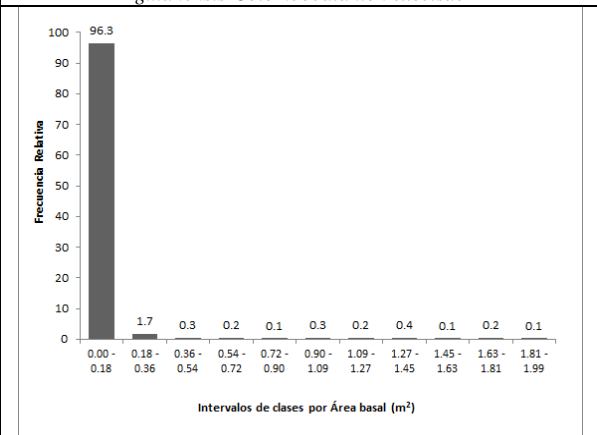


Figura 53. Frecuencia relativa (%) del área basal en la alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae*

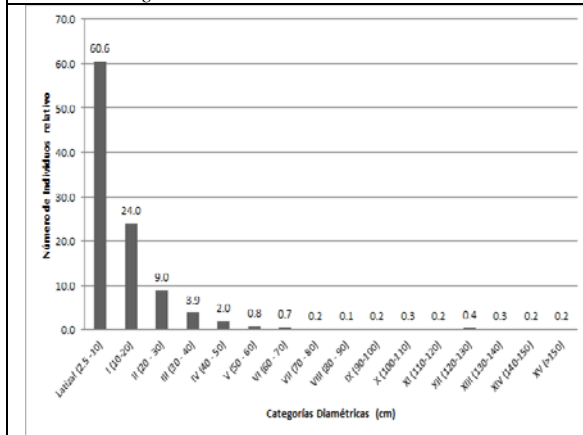


Figura 54. Frecuencia relativa (%) del número de individuos por categoría diamétrica en la alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae*

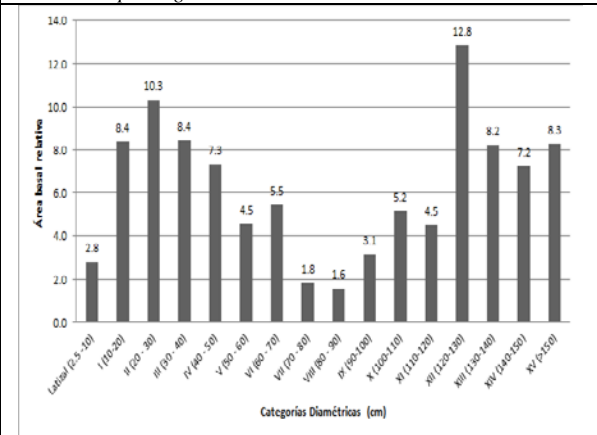


Figura 55. Frecuencia relativa (%) del área basal por categoría diamétrica en la alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae*

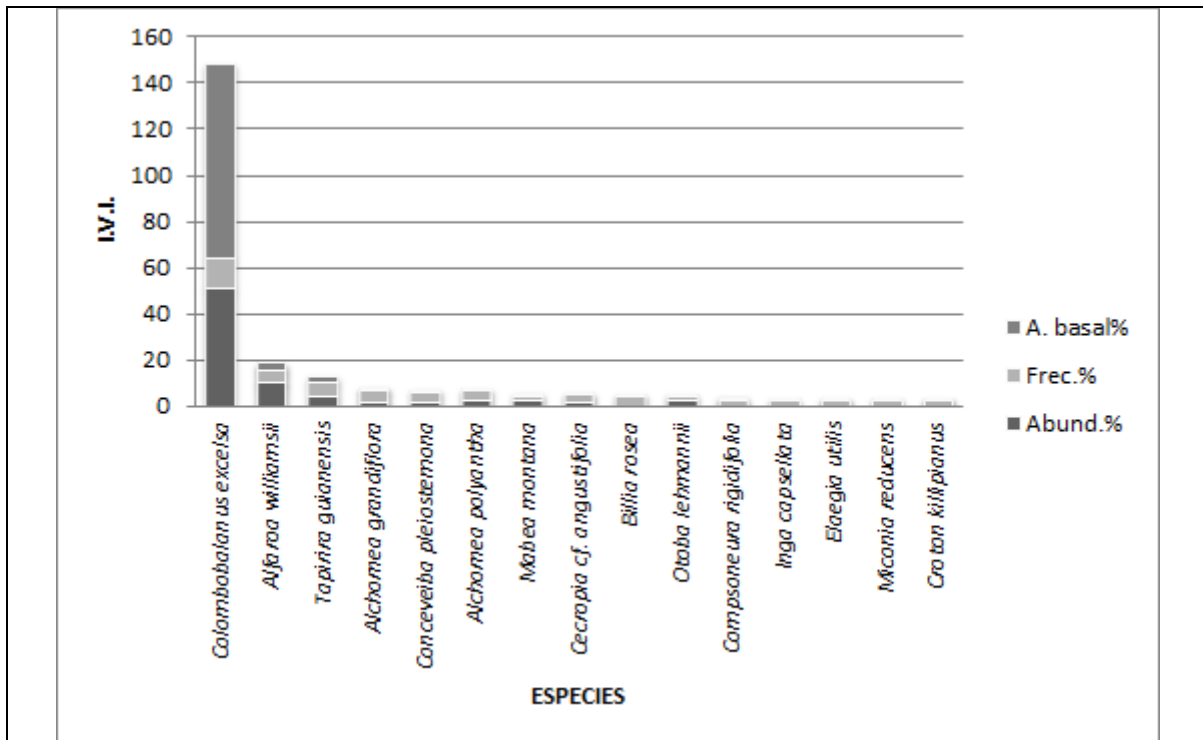


Figura 56. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos arbóreos (> 12m) de la alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae*

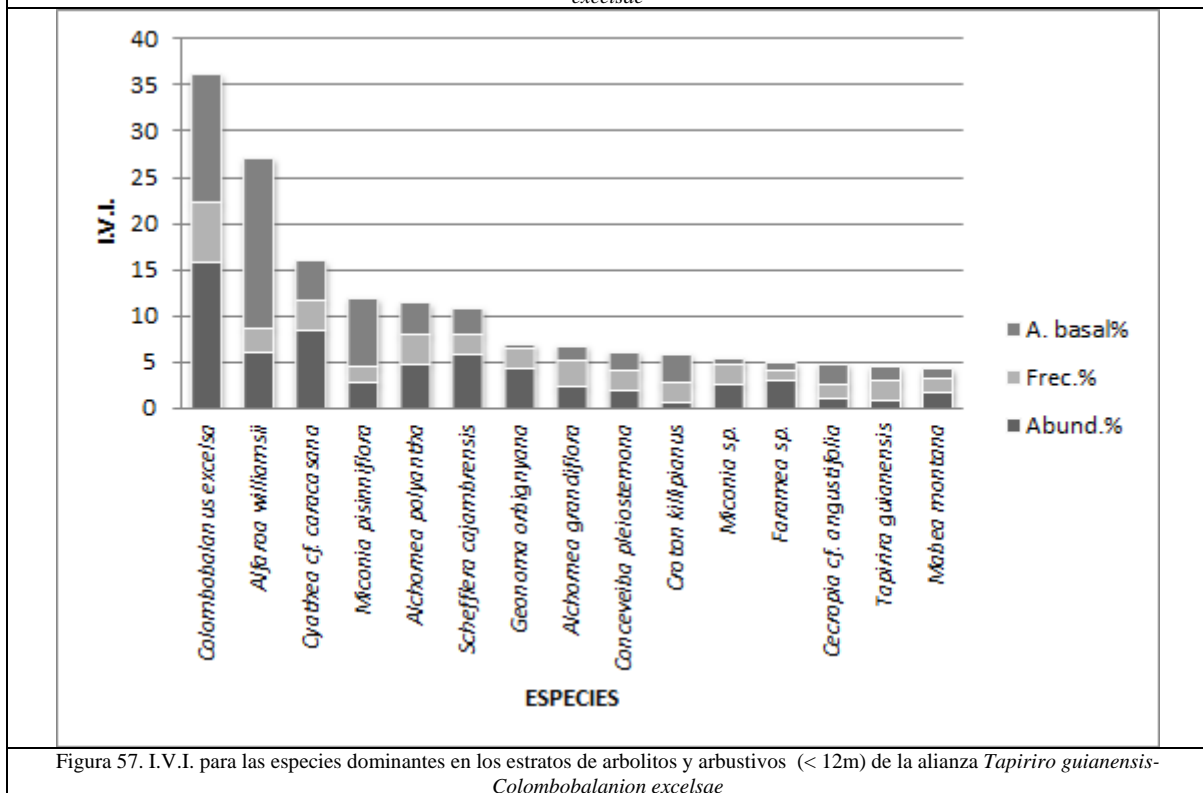


Figura 57. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos de arbolitos y arbustivos (< 12m) de la alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae*

Tabla 15. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos arbóreos (> 12 m) de la alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae*

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	153	51.34	100.0	13.04	33.62	84.25	148.64	49.55
<i>Alfaroa williamsii</i>	31	10.40	41.7	5.43	1.24	3.11	18.94	6.31
<i>Tapirira guianensis</i>	13	4.36	50.0	6.52	0.84	2.10	12.98	4.33
<i>Alchornea grandiflora</i>	6	2.01	41.7	5.43	0.21	0.53	7.98	2.66
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	6	2.01	33.3	4.35	0.42	1.04	7.40	2.47
<i>Alchornea polyantha</i>	7	2.35	33.3	4.35	0.20	0.50	7.20	2.40
<i>Mabea montana</i>	8	2.68	16.7	2.17	0.25	0.62	5.48	1.83
<i>Cecropia cf. angustifolia</i>	5	1.68	25.0	3.26	0.10	0.25	5.19	1.73
<i>Billia rosea</i>	4	1.34	25.0	3.26	0.23	0.57	5.17	1.72
<i>Otoba lehmannii</i>	7	2.35	16.7	2.17	0.20	0.50	5.03	1.68
<i>Compsoeura rigidifolia</i>	3	1.01	16.7	2.17	0.05	0.12	3.30	1.10
<i>Inga capsellata</i>	4	1.34	8.3	1.09	0.35	0.87	3.30	1.10
<i>Elaeagia utilis</i>	2	0.67	16.7	2.17	0.12	0.31	3.15	1.05
<i>Miconia reducens</i>	2	0.67	16.7	2.17	0.11	0.28	3.12	1.04
<i>Croton killipianus</i>	2	0.67	16.7	2.17	0.08	0.20	3.05	1.02
<i>Ocotea longifolia</i>	2	0.67	16.7	2.17	0.08	0.19	3.04	1.01
<i>Indeterminado</i>	2	0.67	16.7	2.17	0.07	0.18	3.03	1.01
<i>Miconia pisinniflora</i>	2	0.67	16.7	2.17	0.07	0.17	3.02	1.01
<i>Mabea nitida</i>	2	0.67	16.7	2.17	0.06	0.15	3.00	1.00
<i>Quercus humboldtii</i>	2	0.67	16.7	2.17	0.03	0.08	2.93	0.98
<i>Carapa guianensis</i>	4	1.34	8.3	1.09	0.20	0.50	2.93	0.98
<i>Aniba puchury-minor</i>	2	0.67	8.3	1.09	0.09	0.23	1.99	0.66
<i>Calophyllum brasiliense</i>	2	0.67	8.3	1.09	0.08	0.21	1.97	0.66
<i>Guatteria cargadero</i>	2	0.67	8.3	1.09	0.04	0.11	1.87	0.62
<i>Ficus cf. mutisii</i>	1	0.34	8.3	1.09	0.17	0.44	1.86	0.62
<i>Nectandra purpurea</i>	2	0.67	8.3	1.09	0.03	0.07	1.83	0.61
<i>Spirotheca codazziana</i>	2	0.67	8.3	1.09	0.02	0.06	1.82	0.61
<i>Podocarpus oleifolius</i>	1	0.34	8.3	1.09	0.12	0.29	1.71	0.57
SUBTOTAL	279	94		79	39	98	271	90
Otras 19 especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Richeria grandis</i> hasta <i>Guatteria goudotiana</i>	19	6		21	1	2	29	10
TOTAL GENERAL	298	100		100	40	100	300	100

Tabla 16. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos de arbolitos y arbustivo (< 12 m) de la alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae*

Nombre científico	Abund	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	108	15.93	100.0	6.49	0.55	13.84	36.26	12.09
<i>Alfaroa williamsii</i>	41	6.05	41.7	2.70	0.73	18.40	27.15	9.05
<i>Cyathea cf. caracasana</i>	58	8.55	50.0	3.24	0.17	4.20	16.00	5.33
<i>Miconia pisinniflora</i>	20	2.95	25.0	1.62	0.29	7.37	11.94	3.98
<i>Alchornea polyantha</i>	33	4.87	50.0	3.24	0.13	3.31	11.42	3.81
<i>Schefflera cajambrensis</i>	40	5.90	33.3	2.16	0.11	2.81	10.87	3.62
<i>Geonoma orbignyana</i>	30	4.42	33.3	2.16	0.01	0.38	6.96	2.32
<i>Alchornea grandiflora</i>	17	2.51	41.7	2.70	0.06	1.59	6.80	2.27
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	13	1.92	33.3	2.16	0.08	2.07	6.15	2.05
<i>Croton killipianus</i>	5	0.74	33.3	2.16	0.12	2.97	5.87	1.96
<i>Miconia sp.</i>	18	2.65	33.3	2.16	0.02	0.55	5.37	1.79
<i>Faramea sp.</i>	21	3.10	16.7	1.08	0.03	0.82	5.00	1.67
<i>Cecropia cf. angustifolia</i>	7	1.03	25.0	1.62	0.08	2.11	4.76	1.59
<i>Tapirira guianensis</i>	6	0.88	33.3	2.16	0.06	1.50	4.55	1.52
<i>Mabea montana</i>	12	1.77	25.0	1.62	0.04	0.96	4.36	1.45
<i>Myrcia sp.</i>	12	1.77	25.0	1.62	0.03	0.77	4.16	1.39
<i>Schefflera fontiana</i>	5	0.74	25.0	1.62	0.07	1.70	4.06	1.35
<i>Palicourea angustifolia</i>	9	1.33	33.3	2.16	0.01	0.37	3.86	1.29
<i>Aniba coto</i>	8	1.18	25.0	1.62	0.03	0.72	3.52	1.17
<i>Mabea nitida</i>	5	0.74	16.7	1.08	0.06	1.55	3.36	1.12
<i>Inga capsellata</i>	3	0.44	25.0	1.62	0.05	1.23	3.29	1.10
<i>Guatteria cargadero</i>	7	1.03	25.0	1.62	0.02	0.52	3.17	1.06
<i>Ocotea longifolia</i>	6	0.88	25.0	1.62	0.02	0.61	3.11	1.04
<i>Aiphanes cf. simplex</i>	13	1.92	16.7	1.08	0.00	0.01	3.01	1.00
<i>Eschweilera cf. integrifolia</i>	6	0.88	16.7	1.08	0.04	1.00	2.96	0.99
<i>Eschweilera integricalyx</i>	12	1.77	8.3	0.54	0.03	0.64	2.95	0.98
<i>Alchornea coelophylla</i>	7	1.03	16.7	1.08	0.03	0.79	2.90	0.97
<i>Endlicheria columbiana</i>	9	1.33	16.7	1.08	0.02	0.41	2.81	0.94
<i>Aniba puchury-minor</i>	3	0.44	16.7	1.08	0.05	1.17	2.70	0.90
SUBTOTAL	534	79		56	3.0	74	209	70
Otras 64 especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Cybianthus occigranatis</i> hasta <i>Geonoma sp.</i>	144	21		44	1	26	91	30
TOTAL GENERAL	678	100		100	4	100	300	100

Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae ass. nov.

Bosques de *Colombobalanus excelsa* y *Alfaroa williamsii*

Typus: Sant_Charala_AAM_T1

Anéxo 2

Composición florística y Sintaxonomía

Entre las especies características se encuentran a *Colombobalanus excelsa*, *Alfaroa williamsii*, *Croton killipianus*, *Inga capsellata*, *Cecropia* cf. *angustifolia*, *Compsonura rigidifolia*, *Clethra fagifolia*, *Miconia pisinniflora*, *Ficus* cf. *mutisii*, *Richeria grandis*, *Schefflera fontiana*, *Inga* aff. *villosissima*, *Calophyllum brasiliense*, *Miconia reducens*, *Hedyosmum racemosum* y *Mabea nitida*. Seis levantamientos de 1000 m² conforman esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 15 especies (entre 11 y 19) y 57 individuos (entre 49 y 70) con DAP \geq 10 cm.

Fisionomía y estructura

Vegetación boscosa con una altura promedio del dosel de 18 m y alturas máximas de hasta 34 m. En el estrato arbóreo superior (As) con cobertura relativa promedio de 18% domina *Colombobalanus excelsa* 15%, también aparecen *Carapa guianensis*, *Ficus* cf. *mutisii*, *Tapirira guianensis* y *Alfaroa williamsii* con valores inferiores a 1%. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa promedio de 62% son importantes *Colombobalanus excelsa* 38%, seguido por *Alfaroa williamsii* 5%, *Inga capsellata* 3%, *Tapirira guianensis* 2%, *Billia rosea* 2%, *Calophyllum brasiliense* 1% y *Podocarpus oleifolius* 1%. En el estrato de arbolitos (Ar) con 13% de cobertura relativa dominan *Alfaroa williamsii* 3%, *Colombobalanus excelsa* 2%, *Miconia pisinniflora* 2%, *Croton killipianus* 1% y *Schefflera fontiana* 1%. El estrato arbustivo (ar) con 1% de cobertura relativa esta representado solamente por *Alfaroa williamsii* (Figura 58).

Se diferenciaron diez (10) clases de altura, en donde las clases II (7.9-10.8 m) y II (10.8-13.7 m) agrupan el 47% de los individuos (Figura 59). En la distribución de DAP se establecieron diez (10) clases; las clases I (10-25 cm) y II (25-40 cm) agrupan el 92% de los individuos, mientras que las clases VII (100-114 cm) y IX (129-144 cm) no se encontraron individuos (Figura 60). Para la distribución del área basal se establecieron diez (10) clases; la clase I (0.01-0.21 m²) agrupa el 96% de los individuos (Figura 61). A partir del análisis de existencias, se identificaron 16 categorías diamétricas, lo cual evidencia un amplio desarrollo estructural del bosque; la estructura diamétrica presenta un patrón disetáneo incompleto con tendencia en J invertida, donde el 85% de los individuos están entre las categorías de I (10-20 cm) y II (20-30 cm) (Figura 62), el área basal

presenta una distribución irregular en la cual las clases inferiores, clase I (10 - 20) y II (20 - 30), agrupan el 34% mientras que en las clases intermedias, VIII (80 - 90), X (100-110) y XIII (130-140) no cuentan con valores de área basal. Esta condición puede estar asociada por la respuesta de recuperación de la vegetación a un antiguo e intensivo proceso de explotación forestal (Figura 63). En promedio se obtuvo para 0.1 Ha 56 individuos con DAP \geq 10 cm, un área basal total de 3.4 m² y 42.8 m³ de volumen total de madera.

La especie con mayor I.V.I. (%) en los estratos arbóreos fue *Colombobalanus excelsa* (46%), seguida por *Alfaroa williamsii* (11%), *Tapirira guianensis* (4%), *Billia rosea* (3%), *Cecropia cf. angustifolia* (3%), *Alchornea grandiflora* (3%), *Inga capsellata* (2%), *Compsonera rigidifolia* (2%), *Miconia reducens* (2%) y *Croton killipianus* (2%) (Figura 64; Tabla 17). Las especies más importantes para los estratos de arbolitos y arbustivo según el I.V.I. (%) fueron *Alfaroa williamsii* (20%), *Colombobalanus excelsa* (11%), *Miconia pisinniflora* (9%), *Croton killipianus* (4%), *Cecropia cf. angustifolia* (4%) y *Schefflera fontiana* (3%) (Figura 65; Tabla 18).

Distribución y aspectos de la intervención antropogénica

La vegetación de la alianza reúne los bosques de roble negro (*C. excelsa*) que se distribuyen entre 1900 y 2166 m de altitud, localizados en Departamento de Santander: Municipio de Charalá, corregimiento Virolin. El tipo de intervención es la entresaca (100%), con un grado de intervención medio y alto (50%). La matriz paisajística predominante donde se encuentra representada esta vegetación es en su mayoría agrícola-forestal (100%); el contraste entre la matriz y la unidad de vegetación es abrupto (100%).

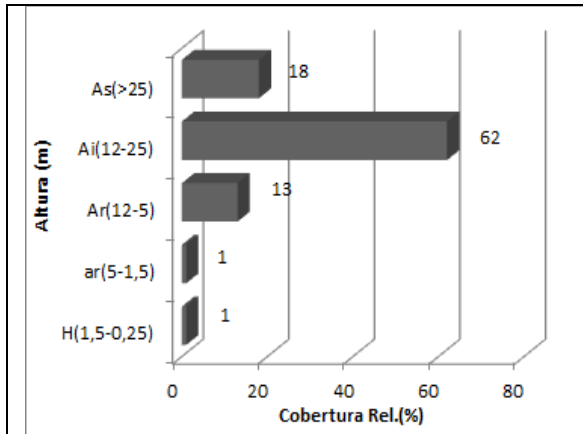


Figura 58. Diagrama estructural de la vegetación de la asociación *Alfaro williamsii-Colombobalanetum excelsae*

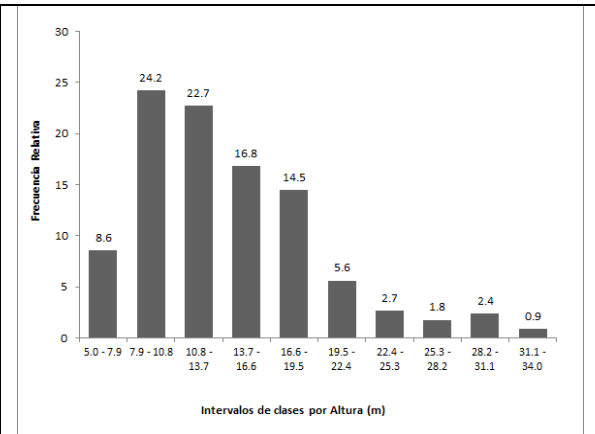


Figura 59. Frecuencia relativa (%) de alturas en la asociación *Alfaro williamsii-Colombobalanetum excelsae*

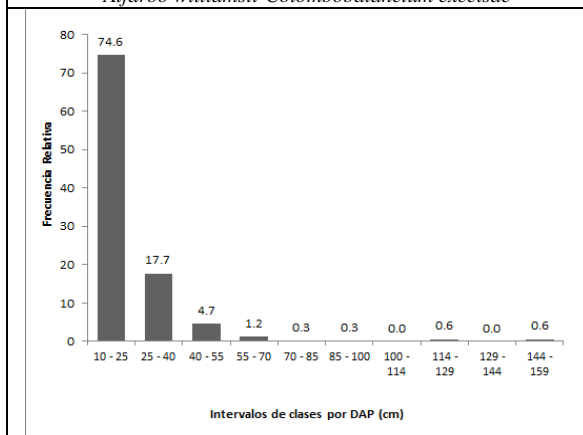


Figura 60. Frecuencia relativa (%) del DAP en la asociación *Alfaro williamsii-Colombobalanetum excelsae*

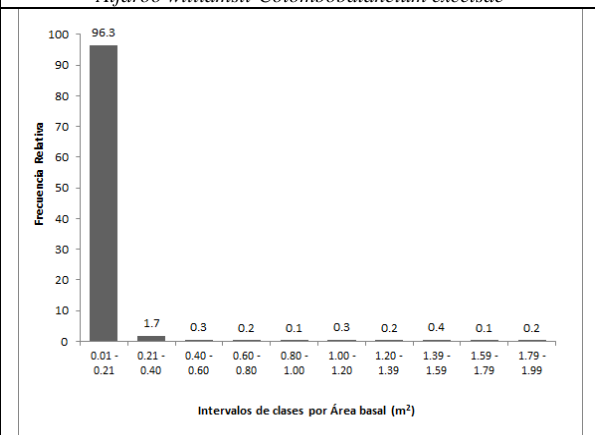


Figura 61. Frecuencia relativa (%) del área basal en la asociación *Alfaro williamsii-Colombobalanetum excelsae*

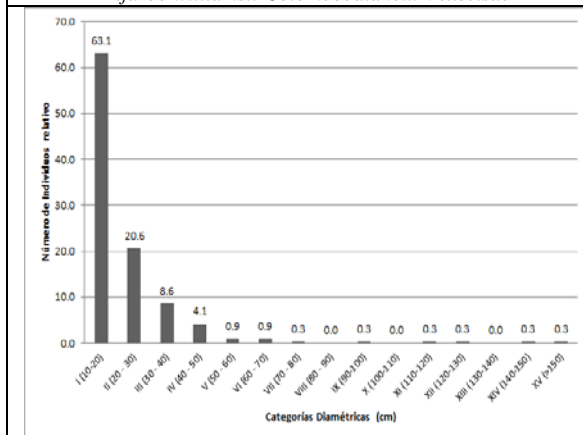


Figura 62. Frecuencia relativa (%) del número de individuos por categoría diamétrica en la asociación *Alfaro williamsii-Colombobalanetum excelsae*

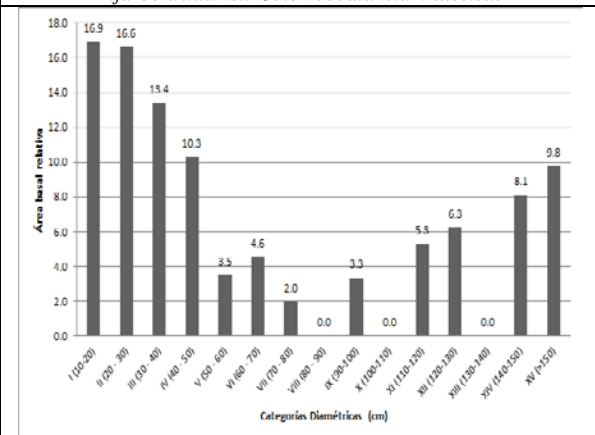


Figura 63. Frecuencia relativa (%) del área basal por categoría diamétrica en la asociación *Alfaro williamsii-Colombobalanetum excelsae*

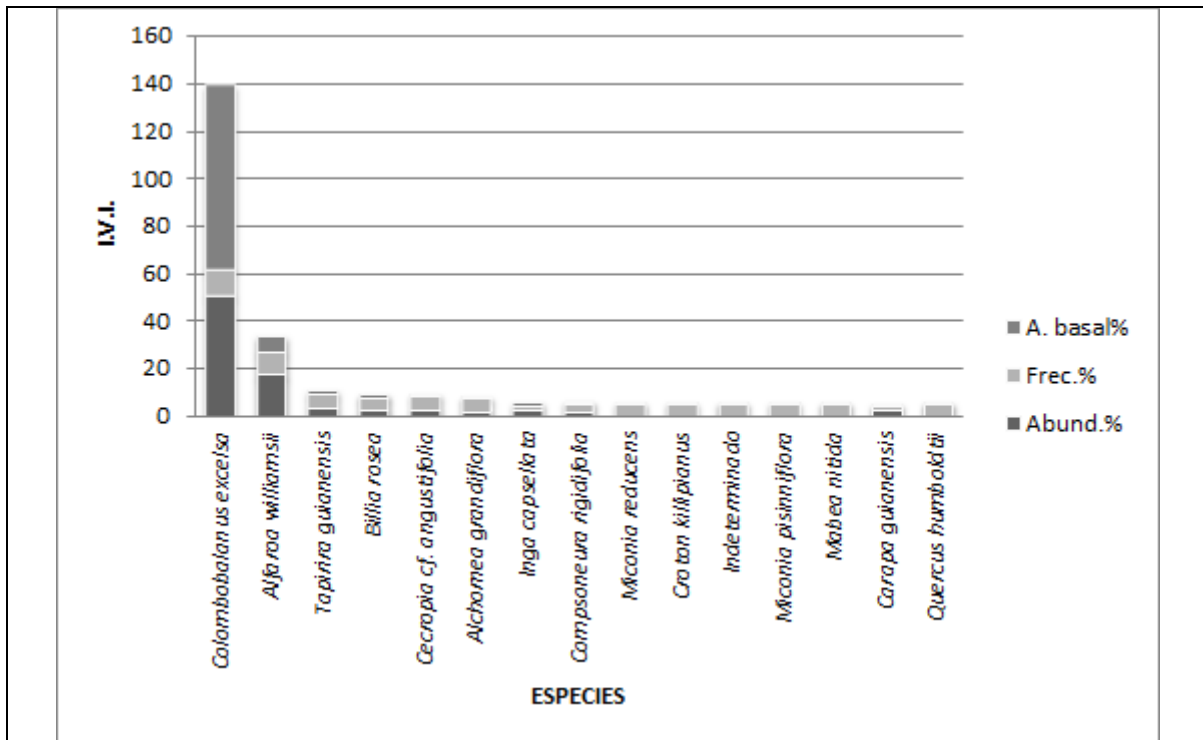


Figura 64. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos arbóreos (> 12m) de la asociación *Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae*

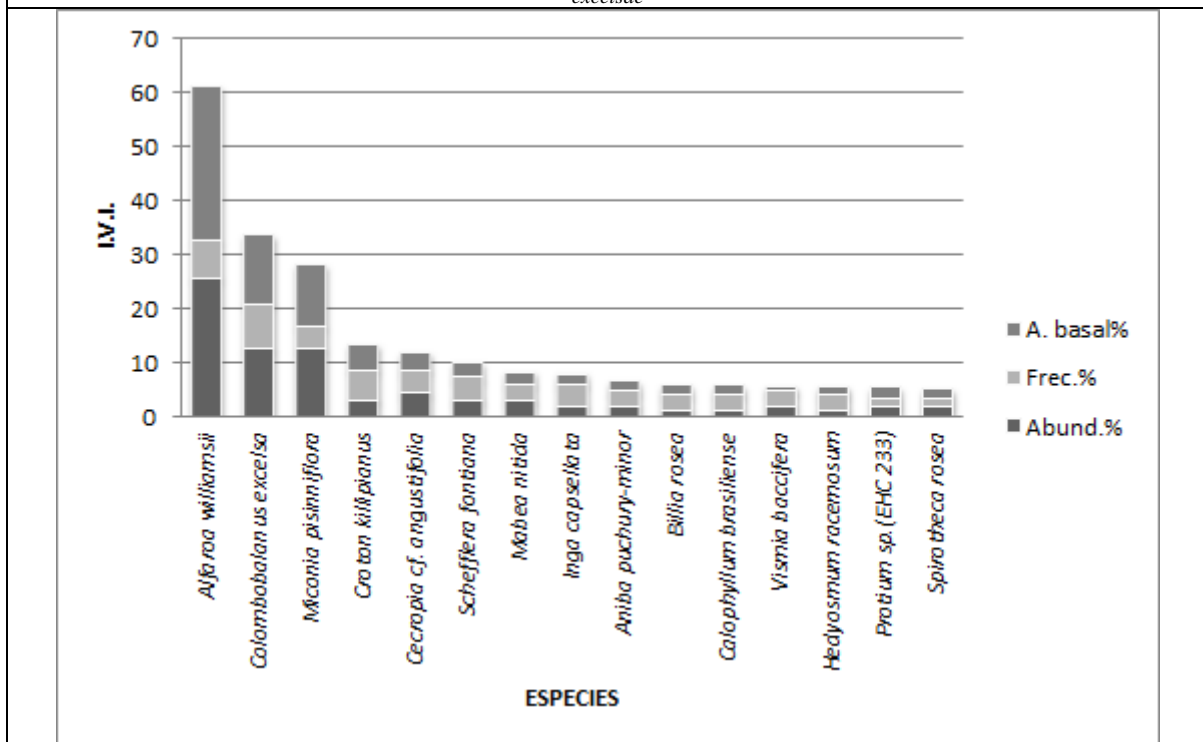


Figura 65. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos de arbolitos y arbustivos (< 12m) de la asociación *Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae*

Tabla 17. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos arbóreos (> 12 m) de la asociación *Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae*

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	90	50.28	100.0	11.32	13.81	77.52	139.12	46.37
<i>Alfaroa williamsii</i>	31	17.32	83.3	9.43	1.24	6.96	33.71	11.24
<i>Tapirira guianensis</i>	6	3.35	50.0	5.66	0.37	2.06	11.07	3.69
<i>Billia rosea</i>	4	2.23	50.0	5.66	0.23	1.27	9.17	3.06
<i>Cecropia cf. angustifolia</i>	5	2.79	50.0	5.66	0.10	0.56	9.02	3.01
<i>Alchornea grandiflora</i>	3	1.68	50.0	5.66	0.14	0.76	8.10	2.70
<i>Inga capsellata</i>	4	2.23	16.7	1.89	0.35	1.95	6.08	2.03
<i>Compsoeura rigidifolia</i>	3	1.68	33.3	3.77	0.05	0.28	5.73	1.91
<i>Miconia reducens</i>	2	1.12	33.3	3.77	0.11	0.62	5.51	1.84
<i>Croton killipianus</i>	2	1.12	33.3	3.77	0.08	0.45	5.34	1.78
<i>Indeterminado</i>	2	1.12	33.3	3.77	0.07	0.41	5.30	1.77
<i>Miconia pisinniflora</i>	2	1.12	33.3	3.77	0.07	0.38	5.28	1.76
<i>Mabea nítida</i>	2	1.12	33.3	3.77	0.06	0.34	5.23	1.74
<i>Carapa guianensis</i>	4	2.23	16.7	1.89	0.20	1.11	5.23	1.74
<i>Quercus humboldtii</i>	2	1.12	33.3	3.77	0.03	0.19	5.08	1.69
<i>Aniba puchury-minor</i>	2	1.12	16.7	1.89	0.09	0.51	3.52	1.17
<i>Calophyllum brasiliense</i>	2	1.12	16.7	1.89	0.08	0.47	3.47	1.16
<i>Ficus cf. mutisii</i>	1	0.56	16.7	1.89	0.17	0.98	3.42	1.14
<i>Spirotheca codazziana</i>	2	1.12	16.7	1.89	0.02	0.14	3.14	1.05
<i>Podocarpus oleifolius</i>	1	0.56	16.7	1.89	0.12	0.65	3.10	1.03
<i>Richeria grandis</i>	1	0.56	16.7	1.89	0.08	0.45	2.89	0.96
<i>Vismia baccifera</i>	1	0.56	16.7	1.89	0.07	0.39	2.83	0.94
<i>Inga aff. villosissima</i>	1	0.56	16.7	1.89	0.07	0.37	2.82	0.94
<i>Clusia schomburgkiana</i>	1	0.56	16.7	1.89	0.06	0.32	2.76	0.92
<i>Guarea kunthiana</i>	1	0.56	16.7	1.89	0.05	0.25	2.70	0.90
<i>Clethra fagifolia</i>	1	0.56	16.7	1.89	0.04	0.25	2.69	0.90
<i>Erythroxylum riverae</i>	1	0.56	16.7	1.89	0.03	0.16	2.60	0.87
<i>Spirotheca rosea</i>	1	0.56	16.7	1.89	0.02	0.12	2.56	0.85
<i>Magnolia virolinensis</i>	1	0.56	16.7	1.89	0.01	0.07	2.52	0.84
TOTAL GENERAL	179	100		100	18	100	300	100

Tabla 18. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos de arbolitos y arbustivo (< 12 m) de asociación *Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae*

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Alfaroo williamsii</i>	41	25.63	83.3	6.94	0.73	28.70	61.27	20.42
<i>Colombobalanus excelsa</i>	20	12.50	100.0	8.33	0.33	12.87	33.70	11.23
<i>Miconia pisinniflora</i>	20	12.50	50.0	4.17	0.29	11.49	28.16	9.39
<i>Croton killipianus</i>	5	3.13	66.7	5.56	0.12	4.64	13.32	4.44
<i>Cecropia cf. angustifolia</i>	7	4.38	50.0	4.17	0.08	3.29	11.83	3.94
<i>Schefflera fontiana</i>	5	3.13	50.0	4.17	0.07	2.65	9.94	3.31
<i>Mabea nítida</i>	5	3.13	33.3	2.78	0.06	2.41	8.31	2.77
<i>Inga capsellata</i>	3	1.88	50.0	4.17	0.05	1.92	7.96	2.65
<i>Aniba puchury-minor</i>	3	1.88	33.3	2.78	0.05	1.83	6.48	2.16
<i>Billia rosea</i>	2	1.25	33.3	2.78	0.05	1.83	5.86	1.95
<i>Calophyllum brasiliense</i>	2	1.25	33.3	2.78	0.04	1.72	5.74	1.91
<i>Vismia baccifera</i>	3	1.88	33.3	2.78	0.03	1.04	5.70	1.90
<i>Hedyosmum racemosum</i>	2	1.25	33.3	2.78	0.04	1.55	5.58	1.86
<i>Protium sp.(EHC 233)</i>	3	1.88	16.7	1.39	0.05	2.15	5.41	1.80
<i>Spirotheca rosea</i>	3	1.88	16.7	1.39	0.05	1.87	5.13	1.71
<i>Tapirira guianensis</i>	2	1.25	33.3	2.78	0.02	0.97	5.00	1.67
<i>Componeura rigidifolia</i>	2	1.25	33.3	2.78	0.02	0.91	4.94	1.65
<i>Inga aff. villosissima</i>	2	1.25	33.3	2.78	0.02	0.69	4.72	1.57
<i>Clusia dixonii</i>	2	1.25	16.7	1.39	0.05	1.84	4.48	1.49
<i>Guarea kunthiana</i>	2	1.25	16.7	1.39	0.03	1.29	3.93	1.31
<i>Inga sp.</i>	2	1.25	16.7	1.39	0.03	1.06	3.70	1.23
<i>Miconia elaeagnoides</i>	2	1.25	16.7	1.39	0.02	0.93	3.57	1.19
<i>Miconia reducens</i>	2	1.25	16.7	1.39	0.02	0.85	3.48	1.16
<i>Eugenia sp.</i>	1	0.63	16.7	1.39	0.03	0.99	3.01	1.00
<i>Viburnum cornifolium</i>	1	0.63	16.7	1.39	0.02	0.94	2.95	0.98
<i>Richeria grandis</i>	1	0.63	16.7	1.39	0.02	0.81	2.82	0.94
<i>Alchornea grandiflora</i>	1	0.63	16.7	1.39	0.02	0.72	2.74	0.91
<i>Quercus humboldtii</i>	1	0.63	16.7	1.39	0.02	0.72	2.73	0.91
<i>Ilex danielis</i>	1	0.63	16.7	1.39	0.02	0.68	2.70	0.90
SUBTOTAL	146	91		81	2.4	93	265	88
Otras 14 especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Ilex laurina</i> hasta <i>Matayba cf. guianensis</i>	14	9		19	0	7	35	12
TOTAL GENERAL	160	100		100	3	100	300	100

Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae ass. nov.

Bosques de *Colombobalanus excelsa* y *Alchornea polyantha*

Typus: ValleCau_Cali_Faral 4

Anéxo 2

Composición florística y Sintaxonomía

Entre las especies características se encuentran a *Colombobalanus excelsa*, *Alchornea polyantha*, *Cyathea* cf. *caracasana*, *Eschweilera* cf. *integrifolia*, *Elaegia utilis*, *Ocotea longifolia*, *Guatteria cargadero*, *Aiphanes* cf. *simplex*, *Otoba lehmannii*, *Mabea montana*, *Schefflera cajambrensis* y *Nectandra purpurea*. Seis levantamientos de 500 m² conforman esta asociación, los cuales en promedio cuentan con 20 especies (entre 17 y 24) y 106 individuos (entre 96 y 119) con DAP \geq 2.5 cm.

Fisionomía y estructura

Vegetación boscosa con una altura promedio del dosel de 21 m y alturas máximas de hasta 38 m. El estrato arbóreo superior (As) con cobertura relativa promedio de 56% esta representado por *Colombobalanus excelsa*. En el estrato arbóreo inferior (Ai) con cobertura relativa promedio de 55% son importantes *Colombobalanus excelsa* 21%, seguido por *Tapirira guianensis* 6%, *Conceveiba pleiostemona* 5%, *Mabea montana* 1%, *Otoba lehmannii* 4%, *Alchornea polyantha* 4%, *Alchornea grandiflora* 1%, *Ocotea longifolia* 1% y *Croton* cf. *calycularis* 1%. En el estrato de arbolitos (Ar) con 23% de cobertura relativa dominan *Colombobalanus excelsa* 5%, *Schefflera cajambrensis* 2%, *Alchornea polyantha* 2%, *Conceveiba pleiostemona* 2% y *Mabea montana* 1%. En el estrato arbustivo (ar) con 11% de cobertura relativa son importantes *Cyathea* cf. *caracasana* 1%, *Colombobalanus excelsa* 1%, *Miconia* sp. 1%, y *Geonoma orbignyana*, *Schefflera cajambrensis*, *Alchornea polyantha* con valores inferiores a 1%. En el estrato herbáceo (H) son comunes *Aiphanes* cf. *simplex*, *Geonoma orbignyana*, *Cyathea* cf. *caracasana* y *Geonoma* sp. (Figura 66).

Se diferenciaron once (11) clases de altura, en donde las clases I (0.7-4.1 m) y II (4.1-7.5 m) agrupan el 67% de los individuos (Figura 67). En la distribución de DAP se establecieron once (11) clases; las clases I (0-14 cm) y II (14-27 cm) agrupan el 91% de los individuos (Figura 68). Para la distribución del área basal se establecieron once (11) clases; la clase I (0.0-0.16 m²) agrupa el 96% de los individuos (Figura 69). A partir del análisis de existencias, se identificaron 16 categorías diamétricas, lo cual evidencia un amplio desarrollo estructural del bosque; la estructura diamétrica

presenta un patrón disetáneo completo con tendencia en J invertida, donde el 87% de los individuos están entre las categorías de latizales (2.5-10 cm) y I (10-20 cm) (Figura 70). La distribución del área basal se concentró en las categorías diamétricas XII (120-130) y XIII (130-140) las cuales agrupan 28% (Figura 71). En promedio se obtuvo para 0.1 Ha 212 individuos con $DAP \geq 2.5$ cm, un área basal total de 7.8 m^2 y 129 m^3 de volumen total de madera.

La especie con mayor I.V.I. (%) en los estratos arbóreos fue *Colombobalanus excelsa* (53%), seguida por *Conceveiba pleiostemona* (6%), *Alchornea polyantha* (6%), *Tapirira guianensis* (5%), *Mabea montana* (4%), *Otoba lehmannii* (4%), *Alchornea grandiflora* (3%), *Elaegia utilis* (2%), *Ocotea longifolia* (2%) y *Guatteria cargadero* (1%) (Figura 72; Tabla 19). Las especies más importantes para los estratos de arbolitos y arbustivo según el I.V.I. (%) fueron *Colombobalanus excelsa* (13%), *Cyathea cf. caracasana* (9%), *Alchornea polyantha* (7%), *Schefflera cajambrensis* (6%), *Conceveiba pleiostemona* (4%) y *Geonoma orbignyana* (3%) (Figura 73; Tabla 20).

Distribución y aspectos de la intervención antropogénica

La vegetación de la alianza reúne los bosques de roble negro (*C. excelsa*) que se distribuyen entre 1740 y 2166 m de altitud, localizados en Departamento de Valle del Cauca: Municipio de Santiago de Calí, veredas El Otoño y La Candelaria sectores Sendero del roble negro, salacuna de Robles y Alto de las iglesias en los alrededores del Parque Nacional Natural Farallones de Calí. El tipo de intervención predominante es la entresaca (83%) aunque existen algunos sectores (17%) sin intervención en las veredas El Otoño y La Candelaria. El grado de intervención es bajo (83%) y nulo (17%). La matriz paisajística donde se encuentra representada esta vegetación es agrícola-forestal (34%), seguida de forestal (33%) y forestal-agrícola (33%). El contraste entre la matriz y la unidad de vegetación es transicional (67%) y nulo (33%).

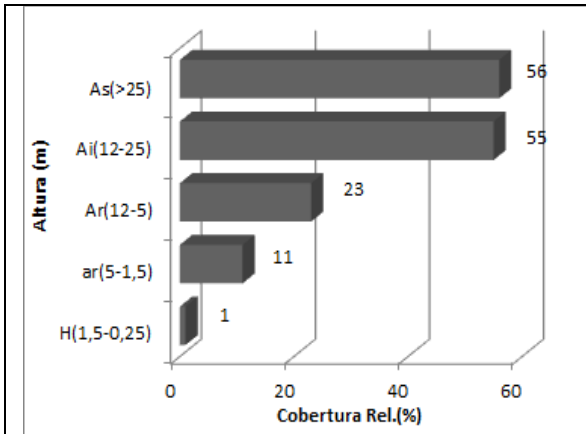


Figura 66. Diagrama estructural de la vegetación de la asociación *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae*

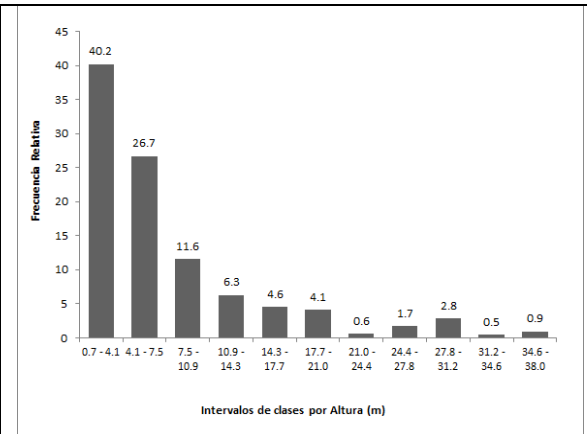


Figura 67. Frecuencia relativa (%) de alturas en la asociación *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae*

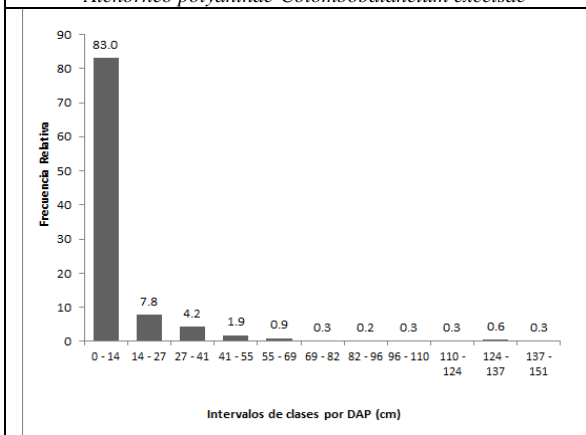


Figura 68. Frecuencia relativa (%) del DAP en la asociación *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae*

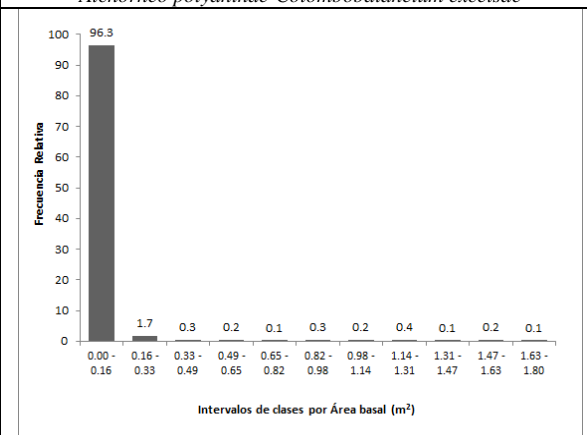


Figura 69. Frecuencia relativa (%) del área basal en la asociación *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae*

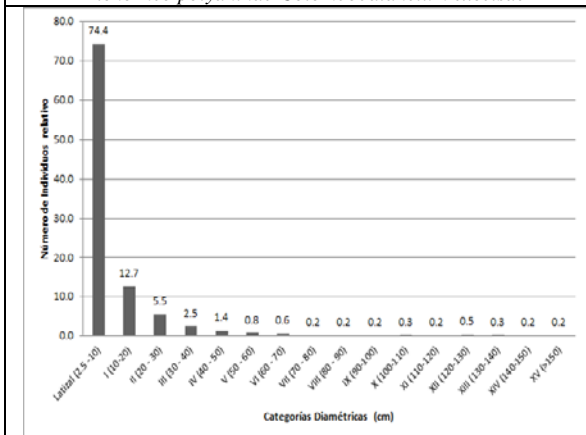


Figura 70. Frecuencia relativa (%) del número de individuos por categoría diamétrica en la asociación *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae*

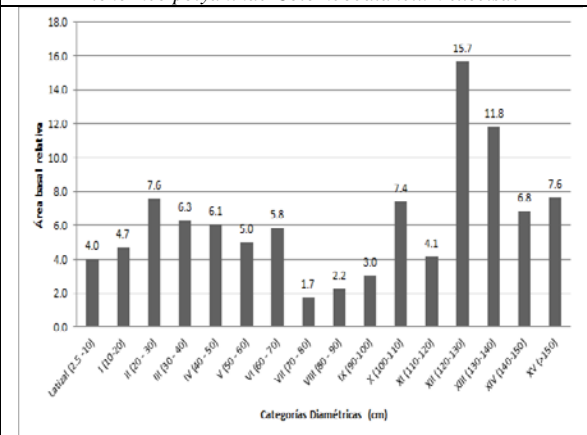


Figura 71. Frecuencia relativa (%) del área basal por categoría diamétrica en la asociación *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae*

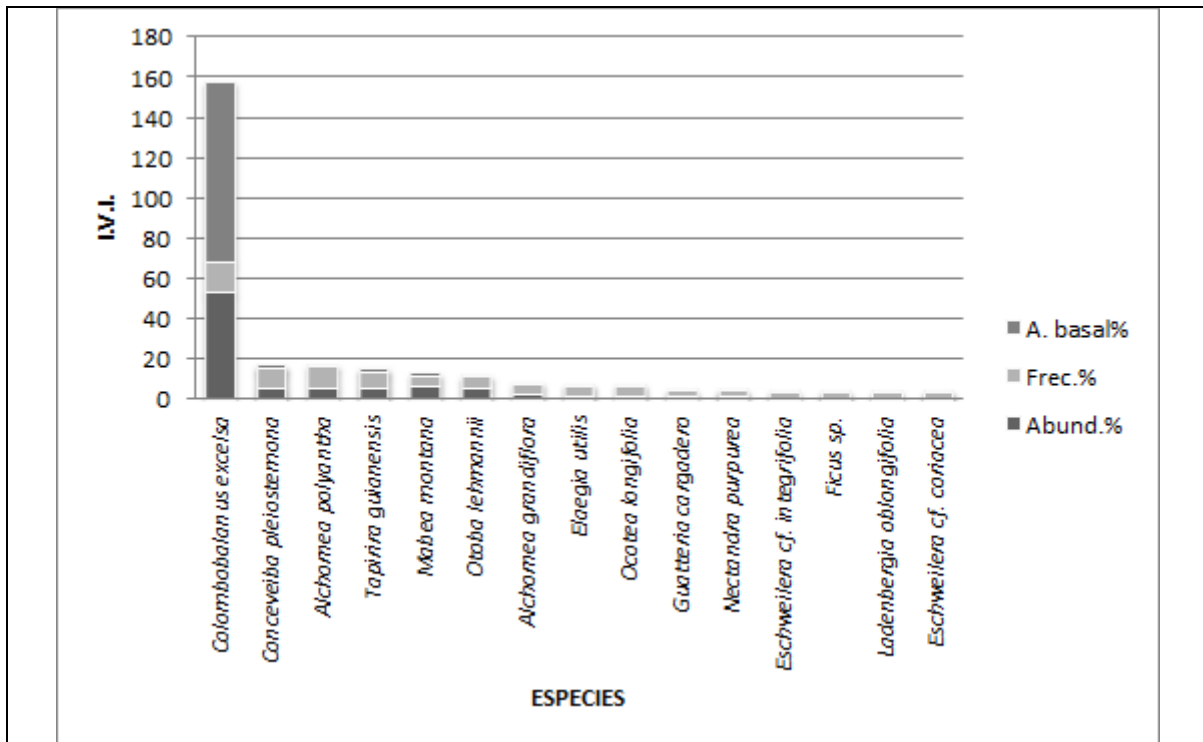


Figura 72. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos arbóreos (> 12m) de la asociación *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae*

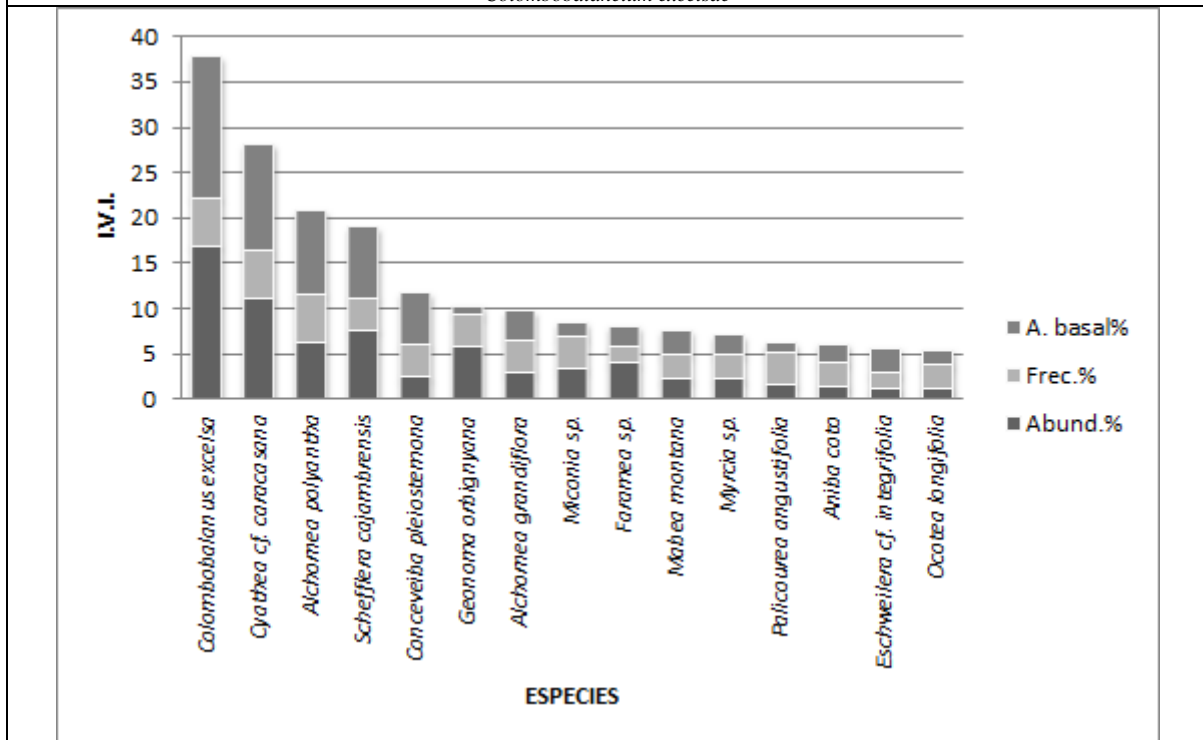


Figura 73. I.V.I. para las especies dominantes en los estratos de arbolitos y arbustivos (< 12m) de la asociación *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae*

Tabla 19. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos arbóreos (> 12 m) de la asociación *Alchornea polyanthae-Colombobalanetum excelsae*

Nombre científico	Abund	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	63	52.94	100.0	15.38	19.81	89.68	158.00	52.67
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	6	5.04	66.7	10.26	0.42	1.88	17.18	5.73
<i>Alchornea polyantha</i>	7	5.88	66.7	10.26	0.20	0.91	17.05	5.68
<i>Tapirira guianensis</i>	7	5.88	50.0	7.69	0.47	2.13	15.71	5.24
<i>Mabea montana</i>	8	6.72	33.3	5.13	0.25	1.12	12.97	4.32
<i>Otoba lehmannii</i>	7	5.88	33.3	5.13	0.20	0.91	11.92	3.97
<i>Alchornea grandiflora</i>	3	2.52	33.3	5.13	0.08	0.35	8.00	2.67
<i>Elaegia utilis</i>	2	1.68	33.3	5.13	0.12	0.56	7.36	2.45
<i>Ocotea longifolia</i>	2	1.68	33.3	5.13	0.08	0.35	7.16	2.39
<i>Guatteria cargadero</i>	2	1.68	16.7	2.56	0.04	0.20	4.44	1.48
<i>Nectandra purpurea</i>	2	1.68	16.7	2.56	0.03	0.13	4.38	1.46
<i>Eschweilera cf. integrifolia</i>	1	0.84	16.7	2.56	0.06	0.29	3.70	1.23
<i>Ficus sp.</i>	1	0.84	16.7	2.56	0.06	0.29	3.70	1.23
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	1	0.84	16.7	2.56	0.06	0.29	3.70	1.23
<i>Eschweilera cf. coriacea</i>	1	0.84	16.7	2.56	0.06	0.26	3.66	1.22
<i>Andira taurotesticulata</i>	1	0.84	16.7	2.56	0.04	0.20	3.61	1.20
<i>Croton cf. calycularis</i>	1	0.84	16.7	2.56	0.04	0.18	3.58	1.19
<i>Miconia sp.</i>	1	0.84	16.7	2.56	0.02	0.09	3.50	1.17
<i>Alfaroa colombiana</i>	1	0.84	16.7	2.56	0.02	0.07	3.48	1.16
<i>Endlicheria sp.</i>	1	0.84	16.7	2.56	0.01	0.06	3.46	1.15
<i>Guatteria goudotiana</i>	1	0.84	16.7	2.56	0.01	0.04	3.45	1.15
TOTAL GENERAL	119	100		100	22	100	300	100

Tabla 20. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estratos de arbolitos y arbustivo (< 12 m) de asociación *Alchornea polyanthae-Colombobalanetum excelsae*

Nombre científico	Abund.	%	Frec Ab	%	A. Basal	%	IVI	%
<i>Colombobalanus excelsa</i>	88	16.99	100.0	5.31	0.22	15.58	37.88	12.63
<i>Cyathea cf. caracasana</i>	58	11.20	100.0	5.31	0.17	11.69	28.20	9.40
<i>Alchornea polyantha</i>	33	6.37	100.0	5.31	0.13	9.22	20.90	6.97
<i>Schefflera cajambrensis</i>	40	7.72	66.7	3.54	0.11	7.82	19.08	6.36
<i>Conceveiba pleiostemona</i>	13	2.51	66.7	3.54	0.08	5.78	11.83	3.94
<i>Geonoma orbignyana</i>	30	5.79	66.7	3.54	0.01	1.04	10.38	3.46
<i>Alchornea grandiflora</i>	16	3.09	66.7	3.54	0.05	3.14	9.77	3.26
<i>Miconia sp.</i>	18	3.47	66.7	3.54	0.02	1.53	8.54	2.85
<i>Faramea sp.</i>	21	4.05	33.3	1.77	0.03	2.29	8.11	2.70
<i>Mabea montana</i>	12	2.32	50.0	2.65	0.04	2.68	7.66	2.55
<i>Myrcia sp.</i>	12	2.32	50.0	2.65	0.03	2.14	7.11	2.37
<i>Palicourea angustifolia</i>	9	1.74	66.7	3.54	0.01	1.02	6.30	2.10

<i>Aniba coto</i>	8	1.54	50.0	2.65	0.03	1.99	6.19	2.06
<i>Eschweilera cf. integrifolia</i>	6	1.16	33.3	1.77	0.04	2.78	5.71	1.90
<i>Ocotea longifolia</i>	6	1.16	50.0	2.65	0.02	1.69	5.50	1.83
<i>Guatteria cargadero</i>	7	1.35	50.0	2.65	0.02	1.44	5.45	1.82
<i>Alchornea coelophylla</i>	7	1.35	33.3	1.77	0.03	2.20	5.32	1.77
<i>Eschweilera integricalyx</i>	12	2.32	16.7	0.88	0.03	1.78	4.98	1.66
<i>Tapirira guianensis</i>	4	0.77	33.3	1.77	0.03	2.44	4.98	1.66
<i>Endlicheria columbiana</i>	9	1.74	33.3	1.77	0.02	1.13	4.64	1.55
<i>Guatteria goudotiana</i>	6	1.16	33.3	1.77	0.02	1.40	4.33	1.44
<i>Aiphanes cf. simplex</i>	13	2.51	33.3	1.77	0.00	0.03	4.31	1.44
<i>Cybianthus occigranatis</i>	9	1.74	33.3	1.77	0.01	0.64	4.15	1.38
<i>Eschweilera sclerophylla</i>	11	2.12	16.7	0.88	0.02	1.09	4.10	1.37
<i>Otoba lehmannii</i>	6	1.16	33.3	1.77	0.01	0.88	3.81	1.27
<i>Miconia caelata</i>	7	1.35	33.3	1.77	0.01	0.63	3.75	1.25
<i>Zygia lehmannii</i>	3	0.58	33.3	1.77	0.02	1.23	3.57	1.19
<i>Casearia arborea</i>	3	0.58	16.7	0.88	0.03	1.78	3.24	1.08
<i>Eschweilera cf. coriacea</i>	3	0.58	33.3	1.77	0.01	0.87	3.22	1.07
SUBTOTAL	470	91		74	1.3	88	253	84
Otras 24 especies con valores de IVI menores a 1%, desde <i>Erythroxyllum macrophyllum</i> hasta <i>Geonoma sp.</i>	48	9		26	0	12	47	16
TOTAL GENERAL	518	100		100	1	100	300	100

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Sintaxonomía

Debido a la ausencia de trabajos de los bosques de *Colombobalanus excelsa* con un enfoque fitosociológico, los resultados obtenidos en la presente investigación se constituyen en la síntesis fitosociológica de los bosques dominados por *Colombobalanus excelsa* para Colombia, los cuales se encuentran clasificados en la Clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae*, el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*, dos Alianzas y cinco asociaciones. El arreglo sintaxonómico es el siguiente:

Clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae* clas. nov. En esta contribución

Orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae* ord. nov. En esta contribución

Alianza *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae* all. nov. En esta contribución

Matudaeo colombiana-Colombobalanetum excelsae ass. nov. En esta contribución

Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae ass. nov. En esta contribución

Alianza no definida

Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae ass. nov. En esta contribución

Orden no definido

Alianza *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae* all. nov. En esta contribución

Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae ass. nov. En esta contribución

Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae ass. nov. En esta contribución

Diversidad y Estructura

En la Tabla 21 se presenta el número promedio de especies y de individuos encontrados en cada unidad fitosociológica. Teniendo en cuenta que el tamaño de los levantamientos y los criterios del inventario fueron diferentes entre las localidades y con el ánimo de hacer comparaciones entre los diferentes sintaxones se determinó el índice de riqueza específica (IRE) (número de especies /área del levantamiento*10²) al igual que el índice de densidad específica (IDE) (número de individuos /área del levantamiento*10²) de acuerdo a la propuesta de Cantillo (2007) y Rangel y Avella (2011).

Al comparar las diferentes alianzas definidas, se tiene que la alianza con mayor riqueza total y con mayor índice de riqueza específica (IRE) tanto para todos los estratos como para los estratos arbóreos es *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae* (18 y 2.8 respectivamente) frente al *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae* (22 y 2.2). El mismo *Tapiriro-Colombobalanion* presenta los mayores valores de densidad e IDE para los estratos arbóreos con 25 individuos y 3.5 de IDE, mientras que los mayores valores de densidad para todos los estratos se registraron en *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae* (151 y 15).

Al nivel de asociaciones, *Podocarpus oleifolius-Colombobalanetum excelsae* es la asociación con mayor riqueza e IRE para todos los estratos (30 y 6 respectivamente), seguida por *Alchornea polyantha-Colombobalanetum excelsae* (20-4) y *Matudaea colombiana-Colombobalanetum excelsae* (22-2.2). Cuando se evalúan los valores de riqueza e IRE para el estrato arbóreo son *Podocarpus oleifolius-Colombobalanetum excelsae* (15-3), *Alchornea polyantha-Colombobalanetum excelsae* (7-1.3) y *Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae* (9-0.9). Las asociaciones que presentan los mayores valores de densidad e IDE para los estratos arbóreos son *Podocarpus oleifolius-Colombobalanetum excelsae* (27-5.4), *Matudaea colombiana-Colombobalanetum excelsae* (42-4.2) y *Alchornea polyantha-Colombobalanetum excelsae* (20-4); los mayores valores de densidad para todos los estratos se registraron en *Alchornea polyantha-Colombobalanetum excelsae* (106-21.2) y *Matudaea colombiana-Colombobalanetum excelsae* (164-16.4). Los menores valores de riqueza y de densidad para todos los estratos se obtuvieron en el *Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae* (15 especies totales en 57 individuos, con IRE de 1.5 y IDE de 5.7); en los estratos arbóreos se registraron los menores valores en *Wettinio anomala-Colombobalanetum excelsae* (7 especies totales en 28 individuos, con IRE de 0.7 y IDE de 2.8).

Respecto a las categorías superiores (Clase y Orden), la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae* obtuvo un promedio de 21 especies en total y nueve (9) especies en los estratos arbóreos, con un IRE de 3 y 1.2 respectivamente, los cuales son valores bajos si los comparamos con los encontrados para la clase *Billio-Quercetea* (25 y 12 respectivamente) con índices de IRE de 2.9 y 3.4, la cual agrupa los bosques dominados por *Quercus humboldtii* en la misma región de vida (subandina) (en esta contribución). Es importante mencionar que por lo general el *Conceveibo-Colombobalanetea* se encuentra en altitudes inferiores a los bosques pertenecientes al *Billio-Quercetea*. Los valores de riqueza total y riqueza en los estratos arbóreos para los robledales de la clase *Myrsino-Quercetea* (12 y 4) son menores a los encontrados para los

bosques dominados por *C. excelsa* quizás debido a que se presentan por lo general en las franjas de vida andina y altoandina en donde la diversidad se reduce considerablemente. El número de individuos encontrados para la clase *Conceveibo-Colombobalanetea* fue de 108, con un IDE de 14.5, valores mayores a los encontrados para el *Billio-Quercetea* (95 y 10.8), inclusive los valores de IDE en el estrato arbóreo fue mayor en el *Conceveibo-Colombobalanetea* (3.7) que en el *Billio-Quercetea* (3.4). De igual manera el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsa* presentó una riqueza total de 24 especies y de nueve (9) especies para los estratos arbóreos, con IRE total de 3.3 y de 1.4 para los estratos arbóreos, valores inferiores si se compara con los órdenes más diversos de los bosques de *Quercus humboldtii* en la región subandina, el *Billio roseae-Quercetalia humboldtii* (24 especies totales y 10 especies arbóreas, con IRE de 5.9 y 2.4 respectivamente) y el *Anibo panurensis-Quercetalia humboldtii* (22 especies totales y 8 especies arbóreas, con IRE de 6.1 y 2.1 respectivamente). Sin embargo, el *Dictiocaryo-Colombobalanetalia* presenta valores superiores de riqueza total y de estratos arbóreos respecto a los otros cuatro órdenes identificados para los bosques de *Quercus humboldtii* (*Myrcio popayanensis-Quercetalia humboldtii*, *Myrsino coriaceae-Quercetalia humboldtii*, *Ocoteo balanocarpae-Quercetalia humboldtii* y *Weinmannio tomentosae-Quercetalia humboldtii*).

Es importante resaltar que a pesar de estar en la región de vida que registró los mayores valores de riqueza florística en los Andes colombianos (Gentry 2001; Cantillo y Rangel 2011; Rangel 2015), los bosques dominados *C. excelsa* (*Conceveibo-Colombobalanetea*) presentan valores relativamente bajos de riqueza; para la región subandina, Cantillo y Rangel (2011), mencionan valores de 5 a 38 especies en individuos con $DAP \geq 10$ cm donde los resultados más bajos corresponden a bosques dominados por *Q. humboldtii*, mientras que en la presente investigación hemos encontrado para los bosques dominados por *C. excelsa* valores de riqueza de especies en los estratos arbóreos desde siete (7) hasta 15 especies con un promedio de nueve (9) especies.

Tabla 21. Aspectos de diversidad y abundancia para todos los estratos y para los estratos arbóreos en cada unidad sintaxonómica de los bosques de roble negro (*C. excelsa*) de Colombia.

Jerarquía	Unidad Sintaxonómica	Símbolo	Región	Rango Altitudinal	Altitud Prom	No spp.	No Ind.	IRE	IDE	No sp. Ar	IRE Ar	No Indiv Ar	IDE Ar
Clase	<i>Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae</i>	C.p-C.e cl.	Colombia	1337 - 2166	1752	21	108	3.0	14.5	9	1.2	28	3.7
Orden	<i>Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae</i>	D.l-C.e ord.	Serranía de San Lucas y Macizo Central	1337 - 1854	1596	24	131	3.3	15.4	9	1.4	31	3.8
Alianza	<i>Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae</i>	T.g-C.e all.	Macizo Central	1740 - 2166	1953	18	81	2.8	13.4	8	1.1	25	3.5
	<i>Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae</i>	W.f-C.e all.	Cordilleras Oriental y Occidental	1337 - 1854	1596	22	151	2.2	15.1	7	0.7	32	3.2
Asociación	<i>Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae</i>	A.p-C.e	Cordillera Occidental	1740 - 2166	1953	20	106	4.0	21.2	7	1.3	20	4.0
	<i>Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae</i>	A.w-C.e	Cordillera Oriental	1800 - 2000	1900	15	57	1.5	5.7	9	0.9	30	3.0
	<i>Matudaeo colombianae-Colombobalanetum excelsae</i>	M.c-C.e	Macizo Central	1337 - 1400	1369	22	164	2.2	16.4	8	0.8	42	4.2
	<i>Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae</i>	P.o-C.e	Serranía San Lucas	1361 - 1638	1500	30	80	6.0	16.0	15	3.0	27	5.4
	<i>Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae</i>	W.a-C.e	Macizo Central	1380 - 1854	1617	21	145	2.1	14.5	7	0.7	28	2.8

Tabla 22. Principales características estructurales para cada unidad sintaxonómica de los bosques de roble negro (*C. excelsa*) de Colombia.

Jerarquía	simbolo	Altitud Prom	Altura Dosel	Max Altura	Sum Cob (%) As+Ai	Cob (%) As	Cob (%) Ai	Sum Cob (%) Ar+ar	Cob (%) Ar	Cob (%) ar	No Ind. / 0.1 ha	A. B. / 0.1 ha	Vol / 0.1 ha	Estructura Diamétrica
Clase	C.p-C.e cl.	1752	20	40	81	30	51	37	26	11	145	7.29	112	Completa, 16 Clases
Orden	D.l-C.e ord.	1596	20	40	70	26	44	41	31	10	153	8.7	134	Completa, 16 Clases
Alianza	T.g-C.e all.	1953	20	40	91	31	60	20	16	4	130	5.6	85.8	Completa, 16 Clases
	W.f-C.e all.	1596	19	38	72	28	44	35	29	6	151	7.3	110	Completa, 16 Clases
Asociación	A.p-C.e	1953	21	38	110	56	55	34	23	11	212	7.8	129	Completa, 16 Clases
	A.w-C.e	1900	18	34	80	18	62	13	13		56	3.4	42.8	Incompleta, 16 Clases
	M.c-C.e	1369	19	35	81	13	68	40	34	6	164	6.3	75.7	Completa, 16 Clases
	P.o-C.e	1500	19	35	61	15	46	71	41	29	160	12	194	Incompleta, 16 Clases
	W.a-C.e	1617	21	40	68	34	34	33	27	5	145	7.8	124	Completa, 16 Clases

Las principales variables estructurales de los sintaxones se presentan en las Tablas 22 y 23. Respecto a la altura promedio del dosel en la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae* y en el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae* se obtuvo un valor de 20 m con alturas máximas de hasta 40 m. La alianza con mayor altura promedio del dosel fue *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae* con 20 m y alturas máxima de 40 m, aunque los valores obtenidos para *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae* son cercanos (19 m y 38 m respectivamente). Las asociaciones donde se presenta la mayor altura promedio del dosel son *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae* y *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae*, aunque en el *Wettinio-Colombobalanetum* se encontraron mayores alturas máximas de 40 m mientras que en el *Alchorneo-Colombobalanetum* la altura máxima fue de 38 m.

La cobertura relativa de los estratos arbóreos (superior e inferior) en la clase la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae* y en el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae* fue de 81% y 70% respectivamente; es importante resaltar el buen desarrollo del estrato Arbóreo superior con valores superiores al 25%. La alianza que presento mayor valor de cobertura relativa de los estratos arbóreos (superior e inferior) fue *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae* con 91%, mientras que *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae* registró 72%. Entre las asociaciones el mayor valor de cobertura relativa en los estratos arbóreos se registró en *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae* (110%) seguido por *Matudaeo colombiana-Colombobalanetum excelsae* (82%), el menor valor se registró en *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae* con 61%.

Respecto al análisis de existencias maderables, en la clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae* se encontraron 145 individuos en 0.1 Ha, los cuales acumulan 7.3 m² de área basal y 112 m³ de volumen total, mientras que en el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae* se registraron 153 individuos, 8.7 m² de área basal y 134 m³ de volumen total. A nivel de alianzas, fue *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae* la que presento las mayores existencias con 151 individuos en 0.1 Ha, 7.3 m² de área basal y 110 m³ de volumen total, mientras que en *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae* se registraron 130 individuos, 5.6 m² de área basal y 85.8 m³. La asociación que presentó las mayores existencias maderables fue *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae* con 160 individuos en 0.1 Ha, 12 m² de área basal y 194 m³ de volumen total, es importante resaltar que a pesar que *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum* registró las mayores existencias maderables actualmente en la región donde actualmente se distribuye el sintaxón (Serranía de San Lucas) se están desarrollando procesos de

extracción selectiva de madera para fines de minería que de no manejarse adecuadamente puede comprometer la producción sostenible de madera y la productividad del ecosistema ya que en la estructura diamétrica se presentan ausencia de individuos en varias categorías. Le siguen en importancia de existencias maderables *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae* (212 individuos, 7.8 m² y 129 m³) y *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae* (145 individuos, 7.8 m² y 124 m³). Los menores valores de existencias se obtuvieron en *Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae* (56 individuos, 3.4 m² y 42.8 m³), donde son claros los efectos de la extracción selectiva intensa al que fueron sometidos estos bosques resultando en una estructura diamétrica incompleta en varias categorías con existencias maderables reducidas casi a la mitad de las máximas encontradas en otros bosques de *Colombobalanus excelsa*.

En general para los bosques de *Colombobalanus excelsa* de Colombia se encontró un promedio de 64 individuos con DAP \geq 10 cm en 0.1 Ha, los cuales acumulan en promedio 7.1 m² de área basal y 111 m³ de volumen total, estos valores se pueden comparar con algunos estudios realizados para otros bosques de montañas tropicales. Cantillo y Rangel (2011), para la región subandina establecieron que el número promedio de individuos con DAP \geq 10 cm varía entre 39 y 199, evidenciando que el número de individuos encontrados para los bosques de *C. excelsa* no es muy alto (64 individuos); sin embargo, los valores promedio de área basal para la región subandina están entre 3.36 m² y 7.83 m² teniendo que el área basal de los bosques de *C. excelsa* están entre los mayores valores promedio encontrados en bosques subandinos (7.1 m²). Para los bosques de *C. excelsa* del corredor Guacharos Purace en promedio se registraron 50 individuos y 4.27 m² por hectárea (Yepes *et al.* 2015), valores menores a los encontrados en el presente estudio, situación que posiblemente se debe a que en algunos sectores del coredor Guacharos-Purace se llevan a cabo procesos de explotación forestal (Botero *et al.* 2010). Así mismo los valores de *C. excelsa* son mucho mayores a los encontrados para otros bosques tropicales de montaña donde se reportan rangos entre 476-879 individuos por hectárea y 35.4 - 46.5 m² de área basal (Blaser 1987; Oosterhoorn y Kappelle 2000; Girardin *et al.* 2010; Culmsee 2010).

El calculo del Índice de Valor de Importancia Relativo (I.V.I %) para los estratos arbóreos permitio identificar que para todos los sintaxones propuestos es *C. excelsa* la especie más importante con valores que oscilan entre 27 y 53% (Tabla 23). para la Clase *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae* se obtuvo un IVI relativo de 47% para *C. excelsa* en donde las variables de abundancia (46%) y área basal (83%) son las que más peso aportan; las especies que le siguen tienen valores de IVI relativo menores a 5%. Una situación similar sucede con el IVI relativo

de *C. excelsa* en el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae* (IVI% de *C. excelsa* 45%) y en las alianzas *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae* (IVI% de *C. excelsa* 50%) y *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae* (IVI% de *C. excelsa* 53%).

Tabla 23. Aspectos relacionados con las especies de mayor I.V.I. en cada unidad sintaxonómica de los bosques de roble negro (*C. excelsa*) de Colombia.

Jerarquía	Símbolo	IVI	IVI <i>C. excelsa</i> Dosele	IVI <i>C. excelsa</i> Sotobosque	Dominancia de <i>C. excelsa</i>
cl.	C.p-C.e cl.	<i>C. excelsa</i> (47%), <i>D. lamarckianum</i> (3%), <i>A. williamsii</i> (2%), <i>W. fascicularis</i> (2%), <i>T. guianensis</i> (2%), <i>C. pleiostemona</i> (2%), <i>M. colombiana</i> (2%),	47	17	Si
ord.	D.l-C.e ord.	<i>C.</i> (45%), <i>D. lamarckianum</i> (5%), <i>W. fascicularis</i> (3%), <i>M. colombiana</i> (3%), <i>T. weddeliana</i> (3%), <i>G. fruticosa</i> (2%), <i>S. rostrata</i> (2%).	45	18	Si
all.	T.g-C.e all.	<i>C. excelsa</i> (50%), <i>A. williamsii</i> (6%), <i>T. guianensis</i> (4%), <i>A. grandiflora</i> (3%), <i>C. pleiostemona</i> (2%), <i>A. polyantha</i> (2%), <i>M. montana</i> (2%)	50	12	Si
	W.f-C.e all.	<i>C. excelsa</i> (53%), <i>D. lamarckianum</i> (6%), <i>W. fascicularis</i> (5%), <i>M. colombiana</i> (4%), <i>T. weddeliana</i> (3%), <i>S. rostrata</i> (2%), <i>A. puchury-minor</i> (2%)	53	21	Si
ass.	A.p-C.e	<i>C. excelsa</i> (53%), <i>C. pleiostemona</i> (6%), <i>A. polyantha</i> (6%), <i>T. guianensis</i> (5%), <i>M. montana</i> (4%), <i>O. lehmannii</i> (4%), <i>A. grandiflora</i> (3%)	53	13	Si
	A.w-C.e	<i>C. excelsa</i> (46%), <i>A. williamsii</i> (11%), <i>T. guianensis</i> (4%), <i>B. rosea</i> (3%), <i>C. cf. angustifolia</i> (3%), <i>A. grandiflora</i> (3%), <i>I. capsellata</i> (2%)	46		Si en dosele no en sotobosque
	M.c-C.e	<i>C. excelsa</i> (51%), <i>M. colombiana</i> (12%), <i>S. rostrata</i> (5%), <i>T. weddeliana</i> (5%), <i>D. lamarckianum</i> (4%), <i>W. fascicularis</i> (4%), <i>G. fruticosa</i> (2%)	51	26	Si
	P.o-C.e	<i>C. excelsa</i> (27%), <i>G. fruticosa</i> (6%), <i>O. novogranatensis</i> (4%), <i>M. lehmannii</i> (4%), <i>D. lamarckianum</i> (4%), <i>Q. humboldtii</i> (4%), <i>B. rosea</i> (3%), <i>P. oleifolius</i> (3%)	27	2.5	Si en dosele no en sotobosque
	W.a-C.e	<i>C. excelsa</i> (53%), <i>D. lamarckianum</i> (7%), <i>W. fascicularis</i> (5%), <i>W. pubescens</i> (2%), <i>T. macrocarpa</i> (2%), <i>A. puchury-minor</i> (2%), <i>S. tachirensis</i> (2%)	53	19	Si

El mayor valor del IVI relativo para *C. excelsa* se encontró en las asociaciones *Alchorneo polyanthae-Colombobalanetum excelsae* y *Wettinio anomalae-Colombobalanetum excelsae* con 53%, mientras que el menor valor se registró para las asociaciones *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae* con 27%. Al analizar las especies con mayor IVI en los estratos de arbolitos y arbustivo (sotobosque) se *C. excelsa* sigue siendo la especie más dominante pero con valores menores oscilando entre 2.5 y 26% e inclusive en la asociación *Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae* no se encontraron individuos de esta especie. En la clase *Conceveibo pleiostemona-Colombobalanetum excelsae* se obtuvo un IVI relativo de 17% para *C. excelsa*, mientras que en el orden *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae* el valor fue de 18%. En la alianza *Wettinio fascicularis-Colombobalanion excelsae* se obtuvo un IVI relativo para *C. excelsa* de 21% mientras que en *Tapiriro guianensis-Colombobalanion excelsae* el valor fue de 12%. La asociación con mayor valor de IVI para *C. excelsa* fue *Matudaeo colombiana-Colombobalanetum excelsae* con 26%, el menor valor se obtuvo en *Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae* con 2.5% de IVI relativo, sin embargo es importante señalar que en la asociación *Alfaroo williamsii-Colombobalanetum excelsae* no se registraron individuos de *C. excelsa*. Estos aspectos de importancia ecológica tanto para los individuos de los estratos mayores (dosele) como para aquellos pertenecientes al sotobosque y a la regeneración de las especies de dosele

deben tenerse en cuenta para la formulación de prescripciones silviculturales y lineamientos de gestión forestal. Es importante mencionar que una de las especies hermanas de *C. excelsa* denominada como *Trigonobalanus doichangensis* presenta comportamientos similares de alta dominancia y conformación de bosques monodominados y co-dominados (Sun *et al.* 2011).

CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo además de generar una propuesta sintaxonómica para los bosques de roble negro (*C. excelsa*), aporta información estructural básica para el manejo, la conservación y la restauración de estos bosques. Hernández *et al.* (1980), Heredia y Alvarez (1981) y Parra *et al.* (2011) habían señalado el carácter dominante de *C. excelsa* y la formación de bosques monotípicos. En el presente trabajo se cuantifica la dominancia de *C. excelsa* y se presentan sus principales especies características y acompañantes en las diferentes localidades donde se establecen los bosques. Estos aspectos son fundamentales para la formulación de prescripciones silviculturales que permitan mejorar el actual manejo forestal y eviten la degradación y consecuente extinción local de la especie.

Es de resaltar el nuevo registro de *C. excelsa* en la Serranía de San Lucas, donde conforman grandes extensiones de bosques de roble negro (*Podocarpus oleifolii-Colombobalanetum excelsae*) los cuales presentaron los mayores valores de diversidad, de área basal y volumen total. Así mismo es de importancia singular reseñar la presencia de *Quercus humboldtii* como especie acompañante en los bosques de roble negro y su posterior sustitución como especie co-dominante y dominante en altitudes mayores. El fenómeno de reemplazamiento altitudinal había sido mencionado en el Parque Nacional Cueva de los Guacharos al sur de Colombia (Hernández *et al.* 1980) y para especies del género *Quercus* en Costa Rica (Kappelle 2006). Es necesario establecer una figura de protección sobre estos ecosistemas con el fin de regular la explotación forestal que actualmente se lleva a cabo para obtener productos que ayudan a la extracción minera de la región.

El análisis estructural realizado para los bosques de roble negro (*C. excelsa*) en Colombia sugieren que a pesar de los bajos valores diversidad de especies, los valores de área basal y volumen total se encuentran entre los mayores encontrados para los bosques andinos del país (Cantillo y Rangel 2011; Yepes *et al.* 2015), lo cual podría tener implicaciones importantes para el desarrollo de proyectos de deforestación y degradación evitada que busquen la conservación de bosques que

almacenen grandes cantidades de carbono forestal. Iniciativas de este tipo se están desarrollando en la localidad del sur del Huila (Yepes *et al.* 2015) y deberían ser ampliadas a las demás localidades.

Los bosques de roble negro (*C. excelsa*) constituyen un caso más de nuestra singular riqueza biológica y de la responsabilidad que tenemos respecto a la conservación del patrimonio natural de la humanidad. Debido a su singular distribución disyunta (anfipacífica) las especies del grupo *Trigonobalanus*, al cual pertenece *C. excelsa*, se consideran de especial interés científico a nivel global, debido a su capacidad de proveer evidencia respecto a la filogenia y fitogeografía de la familia Fagaceae (Manos y Stanford 2001; Sun *et al.* 2011) e inclusive este género está incluido entre las prioridades de investigación mundial para los procesos de domesticación (Sun *et al.* 2011; Kole 2011). Por lo tanto se necesitan acciones urgentes de conservación que reduzcan o eviten las fuertes presiones por deforestación y explotación forestal a las que estas poblaciones han venido siendo sometidas (Heredia y Alvarez 1981; Botero *et al.* 2010; Parra *et al.* 2011; esta publicación).

Los atributos florísticos y estructurales de los bosques de roble negro (*C. excelsa*) en Colombia permiten señalar su importancia ecológica y la prioridad de conservación que deben tener estos bosques para nuestro país. Es recomendable incluir a estos tipos de vegetación boscosa en las estrategias nacionales y regionales de conservación, diseñando sistemas de áreas protegidas que promuevan la conservación efectiva de la diversidad biológica de estos bosques, capital natural invaluable, un ejemplo a seguir es el Plan de conservación para *C. excelsa* realizado por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena en asociación con la Universidad Nacional de Colombia (Botero *et al.* 2010; Parra *et al.* 2013).

Debido a que actualmente estos bosques se encuentran sometidos a procesos de explotación maderera y expansión de la frontera agrícola, es necesario diseñar y promover estrategias de conservación adicionales a la definición de áreas protegidas, como la generación de incentivos privados a la conservación, la restauración ecológica y el manejo forestal sostenible (Primack *et al.* 2001; Folke *et al.* 2002; Fisher *et al.* 2005). Así mismo, en este contexto de zonas con altos valores de conservación afectadas por actividades productivas, la implementación de planes de ordenación forestal sostenible pueden favorecer a la permanencia del recurso forestal en el largo plazo de estos bosques, aportar a la conservación de la diversidad biológica de las regiones y generar y orientar acciones para el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales que habitan en continua interacción con estos bosques.

LITERATURA CITADA

Ariza W., J.L. Toro & A. Lores. 2009. Análisis florístico y estructural de los bosques premontanos en el municipio de Amalfi (Antioquia, Colombia). *Colombia Forestal* 12: 81-102.

Blaser. J. 1987. Standörtliche und waldkundliche Analyse eines Eichen-Wolkenwaldes (*Quercus* spp.) der Montanstufe in Costa Rica. PhD Thesis, Georg-August Universität, Göttingen. 235 p.

Botero, V., M.C. Díez, C.A. Parra, J. Serna, L. Adames y N. Rodríguez. 2010. Plan de conservación para la especie amenazada roble negro-*Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hdz-C. y Henao) Nixon y Crepet, en los ecosistemas de interés del departamento del Huila. Informe de Convenio 210 CAM-Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Medellín. 105 p.

Cantillo-H., E. 2007. La estructura de la vegetación en Colombia: una síntesis para definir modelos de restauración ecológica. Tesis de doctor. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá. 540 p.

Cantillo, E.E. & Rangel-Ch., J.O. 2011. Los patrones de la estructura y de la riqueza de la vegetación boscosa de Colombia-síntesis-. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica XI. Patrones de la estructura y de la riqueza de la vegetación en Colombia*: 435-461. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá D.C.

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. 232 p.

Culmsee, H., C. Leuschner, G. Moser, & R. Pitopang. 2010. Forest aboveground biomass along an elevational transect in Sulawesi, Indonesia, and the role of Fagaceae in tropical montane rain forests. *Journal of Biogeography* 37: 960-974.

Finol, H. 1976. Estudio fitosociológico de las unidades 2 y 3 de la reserva forestal de Carapo, Estado de Barinas. *Acta Bot. Venez.* 10 (1-4): 15-103.

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. 148p.

Folke, C., B. Fikret & J. Colding. 2002. Ecological practices and social mechanisms for building resilience and sustainability. In: Berkes, F. & Folke, C. (eds). *Linking social and ecological systems, Management practices and social mechanics for building resilience*: 414-434. Cambridge University Press.

Gentry, A. 2001. Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas neotropicales. En: M. Kappelle & A. Brown (eds). *Bosques nublados del neotropico*: 85-123. Instituto Nacional de Biodiversidad INBio. Costa Rica.

Girardin A. J., Y. Malhi, M. Mamani, W. Huaraca, L. Durand, K. Feeley, & J.R. Whittaker. 2010. Net primary productivity and its allocation along a tropical forest elevation transect in the Peruvian Andes. *Global Change Biology* 16 (12): 3176-3192.

- Heredia M.D. & H. Alvarez. 1981. Presencia de *Trigonobalanus excelsa* en la cordillera Occidental. *Cespedesia* 10: 37-38.
- Hernandez-C. J., G. Lozano & J. Henao. 1980. Hallazgo del genero *Trigonobalanus* Forman, 1962 (Fagaceae) en el trópico II. *Caldasia* 12 (61): 9-43.
- Johnson, P., S. Shifley & R. Rogers. 2009. The ecology and silviculture of Oaks. Second Edition. Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International. 580 p.
- Kapelle M. 2006. Neotropical montane oak forest: overview and outlook. In: M. Kapelle (ed.). Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. *Ecological Studies* 185: 449-463.
- Kole C. 2011. Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. *Forest Trees*: 145-160. Springer Heidelberg Dordrecht London New York. 166 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido –. Instituto de Silvicultura de la Universidad de Göttingen. 326 pp. GTZ, Eschborn.
- Louman, B., D. Quiros & M. Nilsson. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Serie Técnica-Manual Técnico CATIE No. 46. 265 pp. Turrialba, Costa Rica.
- Lozano, G., J.I. Hernández & S.J.E. Henao. 1979. Hallazgo del género *Trigonobalanus* Forman en el Neotrópico. *Caldasia* 12(60): 517-537.
- Manos P.S. & A.M. Stanford. 2001. The historical biogeography of Fagaceae: tracking the tertiary history of temperate and subtropical forests of the Northern Hemisphere. *Int J Plant Sci* 162:77–93.
- McCune B., J. Mefford. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 4.41 electronic manual. MjM software, Gleneden Beach, Oregon.
- Nixon, K.C. 2006. Global and Neotropical Distribution and Diversity of Oak (Genus *Quercus*) and Oak Forests. In: M. Kapelle (ed.). Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. *Ecological Studies* 185: 3-12.
- Nixon, K.C. & W. Crepet. 1989. Earliest megafossil evidence of Fagaceae: phylogenetic and biogeographic implications. *American Journal of Botany* 76(6): 842-855.
- Oosterhoorn M. & M. Kappelle. 2000. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. *Forest Ecology and Management* 126 (3): 291-307
- Parra A.C., M.C. Díaz & F.H., Moreno. 2011. Regeneración natural del roble negro (*Colombobalanus excelsa*, Fagaceae) en dos poblaciones de la Cordillera Oriental de los Andes, Colombia. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 64(2):6175-6189.
- Parra C.A., M.C. Díez y V. Botero. 2013. Plan de conservación para la especie amenazada roble negro (*Colombobalanus excelsa*), en los ecosistemas de interés del departamento del Huila. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena y Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Neiva, Huila. 70 p.

Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo & F. Massardo. 2001. Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México; 797 pp.

Rangel-Ch., J.O. & G. Lozano. 1986. Un perfil de la vegetación entre la plata (Huila) y el volcán Puracé. *Caldasia* 14 (68-70):503-547.

Rangel-Ch J.O. & C.A. Garzón. 1994. Aspectos de la estructura, de la diversidad y de la dinámica de la vegetación del Parque Regional Natural Ucumarí. En: Rangel-Ch J.O. (ed.). Ucumarí: Un caso típico de la diversidad biótica andina: 85-108. Publicaciones de la CARDER. Pereira.

Rangel-CH., J.O. & A. Velásquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En J.O. Rangel Ch., P. Lowy & M. Aguilar. Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia: 59-87. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Rangel, J.O. & A. Avella. 2011. Oak forests (*Quercus humboldtii*) in the Caribbean region and distribution patterns related with environmental factors in Colombia. *Plant Biosystems* 145: 186-198.

Rangel-CH., J.O. 2015. La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 39(151):176-200.

Sun W., Y. Zhou, C. Han, G. Chen & Y. Zheng. 2011. *Trigonobalanus*. In: C. Kole (ed.). *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Forest Trees*: 145-160. Springer Heidelberg Dordrecht London New York.

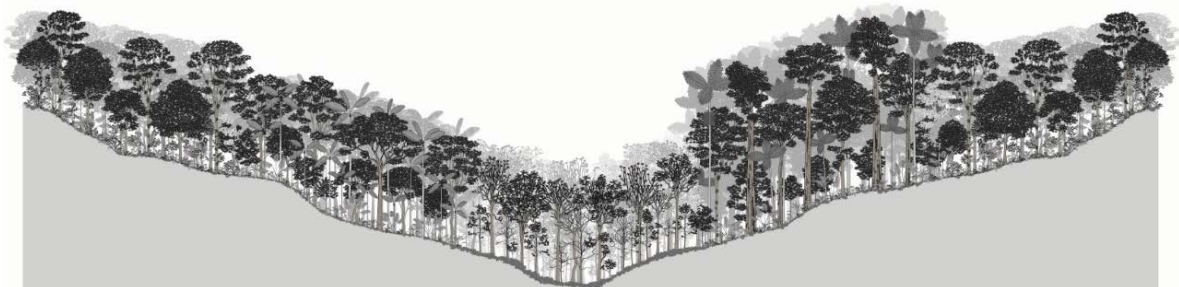
Van der Hammen, T., & A. M. Cleef. 1983. *Trigonobalanus* and the amphi-pacific element in the north Andean forest. *J. Biogeogr.* 10: 437-440.

Yepes A., J. Herrera, J. Phillips, E. Cabrera, G. Galindo, E. Granados, A. Duque, A. Barbosa, C. Olarte & M. Cardona. 2015. Contribución de los bosques tropicales de montaña en el almacenamiento de carbono en Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 63 (1): 69-82.

ANEXO II: TABLA FLORÍSTICA DE LOS BOSQUES DE *Colombobalanus excelsa* EN COLOMBIA

CAPITULO V:

LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LOS BOSQUES DE ROBLE (FAGACEAE) EN COLOMBIA: APROXIMACIÓN INICIAL



LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LOS BOSQUES DE ROBLE (FAGACEAE) EN COLOMBIA: APROXIMACIÓN INICIAL

INTRODUCCIÓN

En Colombia, los robledales son uno de los tipos de bosques más representativos de la región andina, los cuales están dominados por dos especies de fagáceas, *Quercus humboldtii* Bonp. y *Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hern. Cam. & Hena) Nixon & Crepet. *Quercus humboldtii* es la única especie del género que alcanza Suramérica, aunque se encuentra también en el Darien panameño; ha sido registrada en Colombia para 15 departamentos desde los 750 a los 3400 metros (Pulido *et al.* 2006; Rangel y Avella 2011). El género *Quercus* llegó al norte de Suramérica entre los 250.000 y 470.000 años BP a través de la serranía del Darien (Chocó) y luego se dispersó hacia el sur por las cordilleras central y occidental hasta alcanzar el meridiano macizo central (Nariño), en algunos sectores estrechos del valle del Magdalena cruzó hacia la vertiente occidental de la cordillera oriental y se dirigió nuevamente hacia el Norte hasta los departamentos de Santander y Cesar (Van der Hammen y González 1963; Van't Veer & Hooghiemstra 2000; Hooghiemstra 2006; Van der Hammen *et al.* 2008).

Colombobalanus excelsa, es una especie monotípica y endémica (Lozano *et al.* 1979a).), descrita inicialmente bajo el género *Trigonobalanus* (Lozano *et al.* 1979; las relaciones filogenéticas aún son controvertidas y actualmente el roble negro corresponde al género *Colombobalanus* (Nixon y Crepet 1989). Van der Hammen y Cleef (1983) analizaron el patrón de distribución anfipacífica de éste género y plantearon como hipótesis que *Trigonobalanus* estuvo ampliamente distribuido en Norteamérica y desde allí se dispersó hacia Suramérica en el terciario tardío. Nixon y Crepet (1989), acogieron la hipótesis de distribución anfipacífica del género y sugirieron que los actuales representantes del grupo *Trigonolabanus* corresponden a poblaciones aisladas y afectadas por eventos de dispersión y vicarianza. En Colombia, *C. excelsa* tiene un distribución restringida a cinco localidades de los departamentos de Valle del Cauca, Santander, Huila, Antioquia y Bolívar entre 1300 y 1900 m de altitud.

Los trabajos sobre la composición florística de los bosques de robles comenzaron con las observaciones de Cuatrecasas (1934; 1958). Lozano *et al.* (1979b), realizaron un estudio florístico en seis localidades de Colombia y generaron la primera lista sobre la composición florística de los

bosques de robles en Colombia. Durante los últimos 20 años se realizaron aportes regionales y locales sobre la composición florística de los bosques de roble (Cleef *et al.* 2003; Rangel *et al.* 2005; González *et al.* 2007; Rangel *et al.* 2008; Reina *et al.* 2010; Medina *et al.* 2010; Rangel y Avella 2011). Pulido *et al.* (2006), compilaron la información de varios estudios regionales generaron una segunda lista sobre la composición florística de los bosques de roble. En esta contribución se presenta la información de las especies encontradas en el marco de la presente Tesis Doctoral; de igual forma se hace un análisis comparado de las familias más numerosas en géneros y en especies y se realiza una comparación según formas de crecimiento. Los patrones de riqueza se comparan con otros trabajos que se han realizado sobre diversidad florística en robledales de Colombia y Centro América.

METODOLOGÍA

El insumo para la generación de esta lista de especies proviene de las bases de datos utilizadas para el capítulo de *Sintaxonomía de bosques de roble (Q. humboldtii) en Colombia*, y el capítulo de *Los bosques de roble negro (C. excelsa) en Colombia*. Estas bases incluyen la información propia del autor sobre los bosques de roble (*Q. humboldtii* y *C. excelsa*) localizados en: Serranía de San Lucas al sur del departamento de Bolívar; en el Parque Nacional Natural Paramillo, departamento de Córdoba; en la Serranía del Perijá, departamento del Cesar; en la cordillera Oriental, departamentos de Santander, Boyacá, Cundinamarca y Huila; en la cordillera Occidental departamentos de Antioquia, Risaralda y Valle del Cauca; y en el macizo central departamento de Nariño. Además se incluyó la información original de las contribuciones de Lozano y Torres (1965), Van der Hammen *et al.* (2008), Parra *et al.* (2011), Hernández y Rosales (2010) y Hernández *et al.* (2011) para la cordillera Oriental, Cleef *et al.* (2003) para la cordillera Central, Rangel *et al.*, (2005) para la cordillera Occidental, Vidal y Zuñiga (1993), Ospina y Paz (2012) y Rangel y Lozano (1989) para el macizo central. También se incluyeron algunos levantamientos inéditos Van der Hammen en los departamentos de Santander y Boyacá en la cordillera oriental y los levantamientos del proyecto de ordenación forestal sostenible para el altiplano Norte de Antioquia (Toro 2009; Corantioquia y Universidad Nacional 2011).

Los ejemplares botánicos de la mayor parte de los trabajos de campo están depositados en el Herbario Nacional Colombiano (COL), del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, bajo las series Roberto Jaramillo (RJM), Andrés Avella Muñoz

(AAM), René López (RL), David Jimenez Escobar (NDJ), Ana Cristina Estupiñan (ACE), Nicolas Castaño (NCA), Nathalie Rosales Cuervo (NR), Michelle Hernández (MH), Edna Herrera Castillo (EHC) y Cesar Parra (CP). Otros ejemplares se encuentran depositados en los herbarios regionales de la Universidad del Cauca (CAUP), el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (JBB), la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDBC) y la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín MEDEL. Con el apoyo de las bases de datos W3-Tropicos, Taxonomic Name Resolution Service y el Catálogo de Plantas y líquenes de Colombia (Bernal *et al.* 2016) se homologó la información asociada con nombres aceptados de las especies, las abreviaturas de los nombres de los autores de cada taxón y las posibles sinonimias; la organización de las angiospermas se realizó de acuerdo con el sistema de clasificación APG III -Angiosperm Phylogeny Group- (Reveal y Chase 2011; Reveal 2012).

RESULTADOS

Riqueza y diversidad a nivel taxonómico

Se encontraron 796 especies, 308 géneros y 124 familias (Anexo 1), de las cuales 19 (2.5%) son helechos o afines, tres (0.4%) gimnospermas y 774 (97%) angiospermas, que incluyen a 48 (6%) monocotiledóneas y 726 (91%) dicotiledóneas (Anexo 1). Las familias con el mayor número de especies fueron Melastomataceae (60), Rubiaceae (51), Lauraceae (47), Fabaceae (30), Clusiaceae (29), Euphorbiaceae (29) y Ericaceae (26). En las 15 familias más ricas se encontraron 421 especies, que corresponde al 53% de la riqueza total a nivel de especie (Tabla 1). Las familias con mayor número de géneros fueron Rubiaceae (16), Asteraceae (13), Ericaceae (13), Melastomataceae (12), Arecaceae (10), Lauraceae (10) y Euphorbiaceae (9); en las 15 familias más ricas a nivel de géneros se concentra el 43% (134) del total de géneros encontrados (Tabla 1). Los géneros con el mayor número de especies fueron *Miconia* (31), *Clusia* (20), *Inga* (18), *Ficus* (15), *Palicourea* (13), *Anthurium* (12) y *Ocotea* (12). En los quince géneros más ricos se agrupan 197 especies, que corresponde al 25% de la riqueza registrada en estos bosques.

Tabla1. Familias con el mayor número de especies y géneros

Familias	Spp	%	Familias	Géneros	%
Melastomataceae	60	7.5	Rubiaceae	16	5.2
Rubiaceae	51	6.4	Asteraceae	13	4.2
Lauraceae	47	5.9	Ericaceae	13	4.2
Fabaceae	30	3.8	Melastomataceae	12	3.9
Clusiaceae	29	3.6	Arecaceae	10	3.2
Euphorbiaceae	28	3.5	Lauraceae	10	3.2
Ericaceae	27	3.4	Euphorbiaceae	9	2.9
Araliaceae	24	3.0	Fabaceae	9	2.9
Asteraceae	24	3.0	Moraceae	7	2.3
Moraceae	21	2.6	Poaceae	7	2.3
Primulaceae	19	2.4	Orchidaceae	6	1.9
Arecaceae	18	2.3	Primulaceae	6	1.9
Annonaceae	15	1.9	Sapindaceae	6	1.9
Araceae	15	1.9	Clusiaceae	5	1.6
Phyllanthaceae	13	1.6	Meliaceae	5	1.6
Suma de las 15 familias más ricas	421	53	Suma de las 15 familias más ricas	134	43.5
Otras familias (109)	375	47	Otras familias (109)	174	56.5
Total especies	796		Total géneros	308	

Riqueza ponderada (Rangel & Rivera 2004)

Respecto a la riqueza de géneros según familias, se encontraron 68 familias unigenéricas que corresponde al 55% de la riqueza a nivel de familias y 41 familias poseen entre dos a cuatro géneros (paucigenéricas) y representan el 33%, indicando el predominio de familias con pocos géneros (Tabla 2). En la riqueza de especies a nivel de familias también se encontró una dominancia de familias con pocas especies, 39 familias poseen una sola especie (uniespecíficas), las cuales representan el 31% de la riqueza total, 39 familias tienen entre dos a cuatro especies (pauciespecíficas). La riqueza específica a nivel de géneros, permitió identificar que predominan los géneros con pocas especies, 174 tienen una sola especie (uniespecíficos) que corresponde al 57% del total de géneros, 90 tienen entre dos y cuatro especies (pauciespecíficos) y representan el 29%.

Tabla 2. Distribución de la riqueza a nivel de especies por familia, géneros por familia y especies por género.

Variación en el número de taxones	Especies por familia	%	Géneros por familia	%	Especies por Género	%
1	39	31.5	68	54.8	174	56.5
2 a 4	39	31.5	41	33.1	90	29.2
5 a 10	27	21.8	11	8.9	36	11.7
11 a 20	9	7.3	4	3.2	7	2.3
Mayor a 20	10	8.1	0	0	1	0.3
Total	124	100	124	100	308	100
Relación taxones uni/resto de taxones	39/85 = 0.46		68/56 = 1.21		174/134 = 1.3	

Hábito

El hábito dominante para las especies registradas es el de árboles con 530 especies que representan el 67% de la riqueza total, seguido por arbustos con 142 especies (18%). Se encontraron 56 especies de hierbas (7%), 25 palmoides (3%), 23 de epifitas (3%) y 20 trepadoras herbáceas (2%) (Figura 1). Estos resultados están influenciados por el método de muestreo utilizado en este trabajo el cual tuvo énfasis en el componente arbóreo y arbustivo con censos de individuos a partir de DAP ≥ 2.5 cm y en algunos casos a partir de DAP ≥ 10 cm.

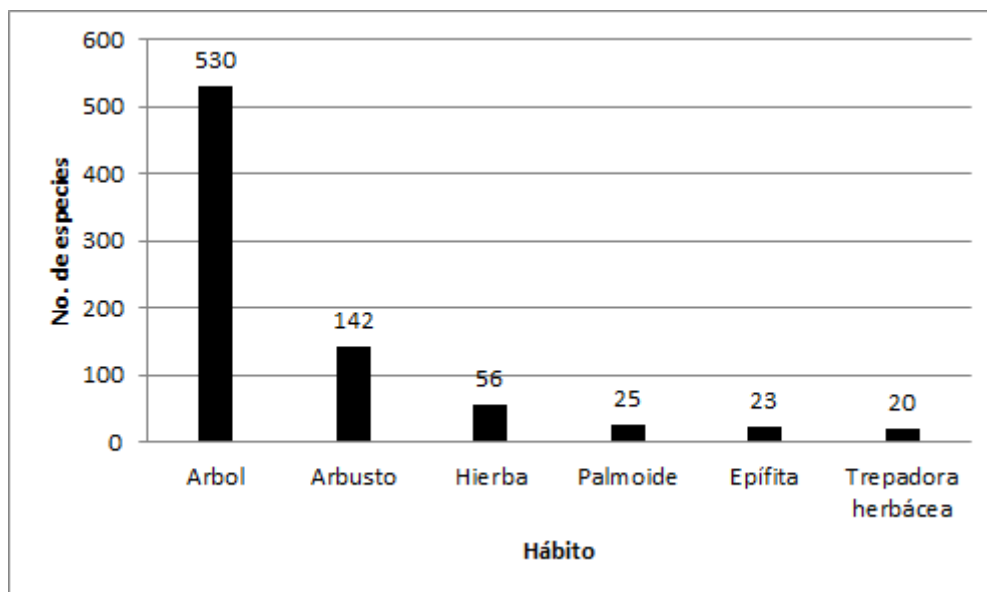


Figura 1. Número de especies por hábito de crecimiento para las especies encontradas en los bosques de robles.

A nivel de árboles las 530 especies se agruparon en 77 familias y 167 géneros. Las familias con mayor número de especies fueron Melastomataceae (53), Lauraceae (47), Clusiaceae (29), Fabaceae (29) y Euphorbiaceae (25). Los géneros con mayor número de especies fueron *Miconia* (31), *Clusia* (20), *Inga* (18), *Ficus* (15), *Ocotea* (12) y *Schefflera* (12). Se encontraron 142 especies de arbustos agrupadas en 27 familias y 61 géneros; las familias con mayor número de especies para esta forma de crecimiento fueron Rubiaceae (28), Ericaceae (26), Asteraceae (17), Solanaceae (11), Myrtaceae (10); entre los géneros más diversos están *Palicourea* (13), *Psychotria* (9), *Viburnum* (8), *Cavendishia* (7) y *Piper* (7). Las 56 especies de hierbas se agruparon en 29 familias y 44 géneros. Las familias con mayor número de especies fueron Poaceae (8), Polypodiaceae (5), Melastomataceae (4), Piperaceae (4) y Gesneriaceae (3) las demás familias tienen entre una y dos especies; el género con más especies fue *Peperomia* con cuatro especies los demás géneros presentaron entre una y dos especies.

En las palmoides se encontraron 25 especies agrupadas en 5 familias, de las cuales las más diversas fueron Arecaceae (18) y Cyatheaceae (5), y 14 géneros de los cuales los más diversos son *Aiphanes* (4), *Cyathea* (4), *Geonoma* (3), *Wettinia* (3) y *Prestoea* (2), los demás géneros presentaron solamente una especie. En las epífitas se registraron 23 especies agrupadas en tres familias y diez géneros. Araceae fue la familia más diversa con doce especies, seguida por Orchidaceae, con seis especies, y Bromeliaceae con cinco especies. *Anthurium* fue el género más diverso con 11 especies, los demás géneros presentaron entre una y dos especies. Las 20 especies de trepadoras herbáceas se agrupan en 12 familias y 15 géneros. La familia con mayor número de especies fue Passifloraceae (6), seguida por Apocynaceae, Asteraceae y Ranunculaceae con dos especies cada una, las demás familias registraron solamente una especie. El género que presentó más de una especie fue pasiflora con seis especies en total.

Riqueza por región de vida

La región de vida que concentra la mayor diversidad fue la subandina con 540 especies, 240 géneros y 101 familias. Le sigue la región andina con 163 especies, 99 géneros y 61 familias. En los robledales del Parque Nacional Paramillo se encontraron para la región tropical 23 especies, 21 géneros y 18 familias. Existen 57 especies, agrupadas en 35 géneros y 25 familias que se distribuyen entre la región andina y subandina; mientras que entre la región Subandina y tropical se distribuyen diez (10) especies de ocho (8) géneros y ocho (8) familias (Tabla 3). Solamente tres (3)

especies, *Quercus humboldtii*, *Billia rosea* y *Ternstroemia macrocarpa*, se encontraron en las tres regiones de vida.

Tabla 3. Riqueza a nivel de familia, géneros y especies por regiones de vida.

Región de vida	Especies	Géneros	Familias
Andina	163	99	61
Subandina	540	240	101
Tropical	23	21	18
Compartidas Andina – Subandina	57	35	25
Compartidas Subandina – Tropical	10	8	8

Cada región de vida presenta características particulares en la distribución de la riqueza de especies y géneros por familias. En la región Andina (mayor a 2600 m de altitud) las familias con mayor riqueza de especies y géneros son Asteraceae (12/10), Melastomataceae (10/4), Rosaceae (8/3), Araliaceae (6/2) y Primulaceae (6/2). Los géneros con más especies son *Miconia* (6 especies), *Clusia* (6), *Schefflera* (4), *Weinmannia* (4), *Berberis* (3), *Brunellia* (3) y *Diplostegium* (3). En la región subandina, entre los 1000 y 2550 m de altitud, las familias más ricas en especies y géneros son Rubiaceae (43/15), Melastomataceae (42/10), Lauraceae (39/10), Fabaceae (27/6) y Euphorbiaceae (22/9); los géneros con más especies son *Miconia* (9 especies), *Inga* (18), *Ficus* (15), *Clusia* (13), *Ocotea* (10), *Palicourea* (10) y *Anthurium* (10). En la región tropical, a altitudes menores de 1000 m, no se presenta una dominancia marcada de familias y solamente Euphorbiaceae (2), Fabaceae (2) y Myristicaceae (2) presentaron más de una especie; a nivel de géneros, sobresale *Alchornea* con tres (3) especies ya que el resto de los géneros solo están representados por una especie.

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

La alta riqueza encontrada en los bosques de robles de Colombia se debe a la gran variabilidad de ambientes en los cuales se encuentran distribuidos que van desde la región tropical en altitudes de 770 m hasta la franja alta de la región andina a altitudes superiores de 3200 m. En este estudio se encontraron 796 especies agrupadas en 304 géneros y 124 familias. A nivel nacional ya se habían realizado trabajos sobre la riqueza de los robledales de Colombia; Lozano *et al.* (1979b), realizaron un estudio florístico en seis localidades de los departamentos de Cundinamarca, Santander, Boyacá, Nariño y Huila, y generaron el primer compendio florístico de los bosques de robles en Colombia, en el cual incluyendo Pteridófitos, Gimnospermas, Monocotiledoneas y Dicotiledoneas registraron

un total de 947 especies de plantas agrupadas en 117 familias. Pulido *et al.* (2006), compilaron y compararon la información florística de diez (10) estudios regionales, incluyendo el trabajo de Lozano *et al.* (1979), y encontraron un total de 577 especies, agrupadas en 332 géneros y 124 familias de plantas vasculares. En la tabla 4 se presenta la información comparada de las trece (13) familias con mayor riqueza de especies y géneros para los dos estudios mencionados y los encontrados en el presente trabajo.

Tabla 4. Familias con mayor número de especies y géneros en bosques de robles de Colombia según diferentes estudios.

Familias (Lozano <i>et al.</i> 1979)	spp.	Gen	Familias (Pulido <i>et al.</i> 2006)	spp.	gen	Familias (Avella <i>et al.</i> 2016)	spp.	gen
Asteraceae	97	32	Asteraceae	50	34	Melastomataceae	60	12
Orchidiaceae	70	23	Orchidaceae	30	19	Rubiaceae	51	16
Solanaceae	47	13	Melastomataceae	29	9	Lauraceae	47	10
Polypodiaceae	45	15	Rubiaceae	27	18	Fabaceae	30	9
Piperaceae	44	2	Rosaceae	20	7	Clusiaceae	29	5
Rubiaceae	37	15	Piperaceae	17	2	Euphorbiaceae	29	9
Melastomataceae	37	13	Ericaceae	15	8	Ericaceae	26	13
Ericaceae	28	14	Solanaceae	14	6	Araliaceae	24	3
Araceae	26	3	Bromeliaceae	14	5	Asteraceae	24	13
Poaceae	23	17	Poaceae	12	10	Moraceae	21	7
Gesneriaceae	21	9	Lauraceae	12	8	Primulaceae	19	6
Euphorbiaceae	20	7	Polypodiaceae	12	3	Arecaceae	18	10
Lauraceae	15	8	Myrsinaceae	11	5	Annonaceae	15	2

El mayor número de especies en los bosques de robles es el realizado por Lozano *et al.* (1979b), con 947 especies registradas; aunque debe aclararse que en este cálculo están incluidas además de las determinaciones a nivel de especie, aquellas de a nivel de género (morfoespecies); le siguen en riqueza total, el presente trabajo con 796 especies y luego se encuentra el trabajo de Pulido *et al.* (2006) con 577 especies. Más allá de comparar la riqueza total encontrada en estos tres estudios es interesante revisar con mayor detalle las familias más diversas en cada uno de éstos. En el trabajo de Lozano *et al.* (1979), las familias más ricas en especies y géneros corresponden a Asteraceae (97 especies /32 géneros), Orchidaceae (70/23), Solanaceae (47/13) y Polypodiaceae (45/15), todas ellas familias de especies principalmente arbustivas y herbáceas terrestres o epífitas; en el trabajo de Pulido *et al.* (2006) fueron también Asteraceae (50 especies/ 34 géneros) y Orchidaceae (30/19) aunque las siguientes dos familias fueron diferentes Melastomataceae (29/9) y Rubiaceae (27/18); el hábito de crecimiento dominante en estas especies fue el de árboles (40%), seguido de arbustos (20%), hierbas (20%), epífitas (9%), enredaderas (6%) y escandentes (2%). En el presente trabajo las familias más diversas fueron Melastomataceae (60 especies /12 géneros), Rubiaceae (51/16),

Lauraceae (47/10) y Fabaceae (30/9) y como se menciona en los resultados el 67% (530) de estas especies corresponden a árboles y arbolitos, 18% a arbustivas y solamente el 12% (99) a hierbas terrestres y epífitas, esto debido principalmente a que la información utilizada en el presente trabajo proviene de levantamientos con énfasis en muestreo de árboles y arbustos, y en pocas ocasiones se recolectó información de hierbas terrestres y epífitas. Es posible entonces compilar, actualizar y comparar la información de estos tres trabajos para generar catalogo florístico que permita tener una visión más completa de la diversidad florística de los bosques de robles de Colombia.

En los capítulos anteriores de este trabajo se identificaron claramente las diferencias florísticas y estructurales entre robledales subandinos y andinos dominados por *Q. humboldtii* y además se caracterizaron los robledales de *C. excelsa* que se establecen en la región subandina, razón por la cual es posible identificar los patrones de riqueza por cada uno de estos tipos de robledales.

Los robledales andinos, que se presentan en altitudes mayores a 2600 m, presentaron un total de 198 especies, de las cuales 138 son exclusivas de esa región de vida y 60 especies se comparten con los robledales subandinos. Los robledales subandinos, que incluyen los robledales de la franja tropical del PNN Paramillo y los robledales de las dos especies de fagáceas, presentaron 658 especies, de las cuales 598 son exclusivas de este tipo de robledales mientras que 60 especies se comparten con los robledales andinos (Figura 2).

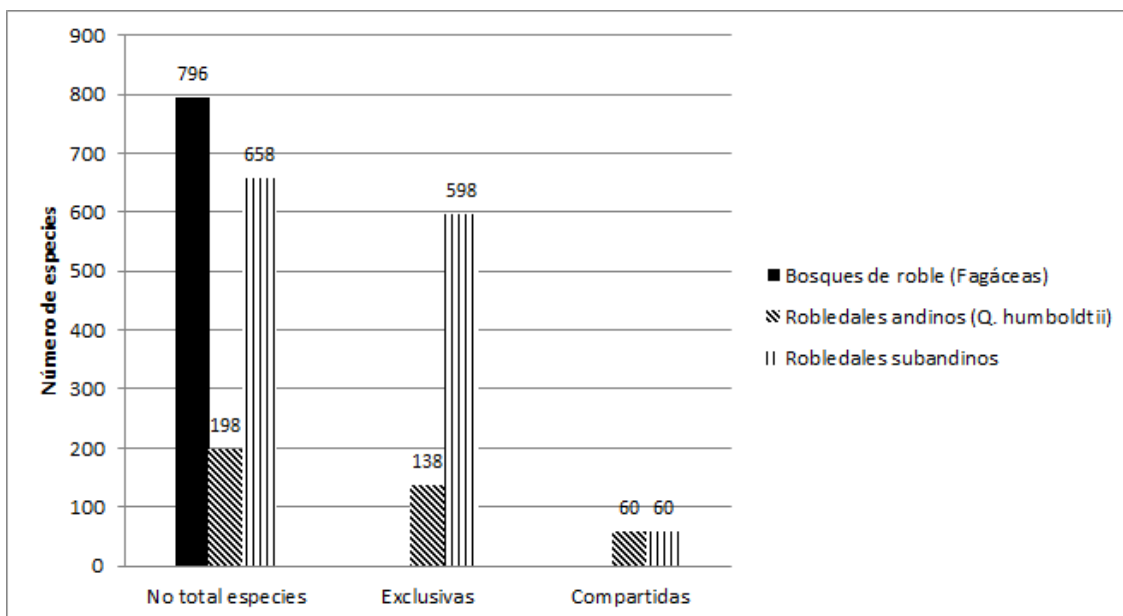


Figura 2. Número de especies totales, exclusivas y compartidas según tipos de robledales.

En los robledales subandinos, los dominados por *C. excelsa* que presentaron una menor riqueza de especies (190 especies), de las cuales 84 (44%) especies son exclusivas y 104 (66%) son compartidas con los robledales subandinos de *Q. humboldtii*; mientras que en los robledales subandinos de *Q. humboldtii* se encontraron 574 especies, de las cuales 468 fueron exclusivas de este tipo de robledal y 106 se comparten con los robledales de *C. excelsa* (Figura 3). Al comparar la riqueza total de los tres grandes tipos de robledales definidos se encuentra que los más diversos son robledales subandinos de *Q. humboldtii*, seguido por los andinos de *Q. humboldtii* y por último los robledales subandinos de *C. excelsa* (Figura 3).

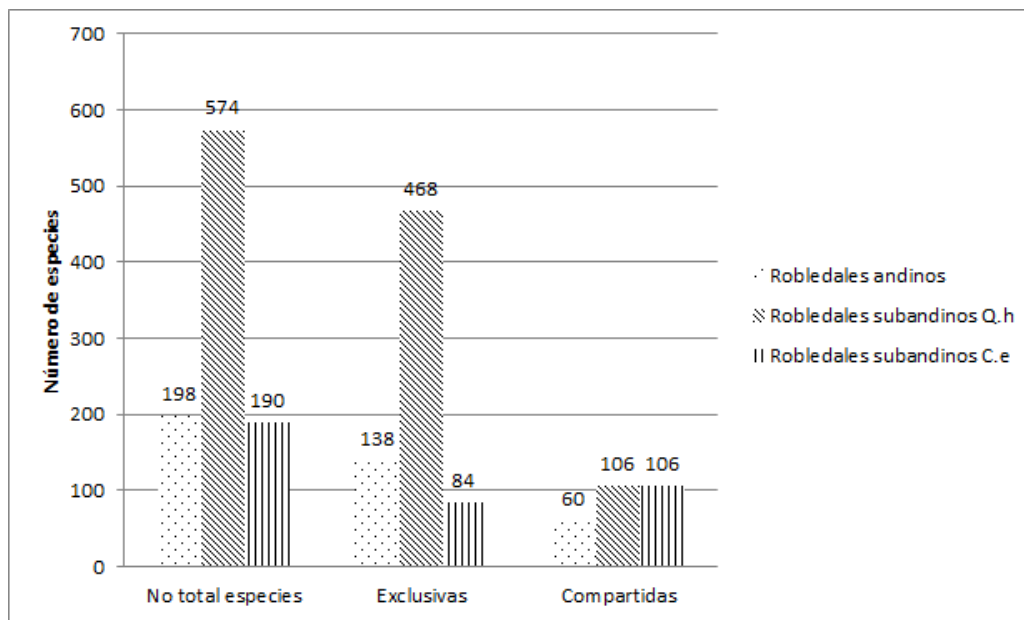


Figura 3. Número de especies totales, exclusivas y compartidas según tipos de robledales.

De acuerdo con Kappelle *et al.* (1992) y Kappelle (1996), los patrones de riqueza de los robledales colombianos presentan una alta similitud con los encontrados para Costa Rica, los cuales comparten alrededor del 75% de los géneros. La riqueza en los robledales en Costa Rica se había estimado para 1995 en alrededor de 477 especies, de 223 géneros y 90 familias (Kappelle y Zamora 1995; Kappelle 1996), aunque durante los últimos años se ha aumentado considerablemente el número de especies encontradas alcanzando aproximadamente 1300, de las cuales más de la mitad son de plantas dicotiledóneas y alrededor de 500 son especies leñosas de árboles, arbustos y lianas trepadoras (Kappelle 2006). Al comparar las familias con mayor riqueza de géneros y especies para los robledales de Costa Rica y Colombia (Tabla 5), efectivamente se encuentra altas similitudes ya que Melastomataceae, Rubiaceae y Lauraceae están entre las más importantes, inclusive con mayor riqueza para los robledales colombianos, al igual que Asteraceae y Piperaceae, si tenemos en cuenta

los datos de riqueza encontrados por Lozano *et al.* (1979b), con 97 especies y 32 géneros en Asteraceae y 44 especies y 2 géneros en Piperaceae.

Tabla 5. Familias con mayor riqueza de especies y géneros en bosques de robles de Colombia según diferentes estudios.

Bosques de Robles en Colombia (Avella <i>et al.</i> 2016)			Bosques de Robles en Costa Rica (Kappelle & Zamora 1995)			Bosques de Robles en Costa Rica (Kappelle 2006)	
Familias	spp.	gen	Familias	spp.	gen	Familias	spp.
Melastomataceae	60	12	Rubiaceae	36	12	Asteraceae	60
Rubiaceae	51	16	Melastomataceae	31	13	Rubiaceae	50
Lauraceae	47	10	Lauraceae	28	8	Piperaceae	40
Fabaceae	30	9	Asteraceae	26	17	Lauraceae	35
Clusiaceae	29	5	Ericaceae	25	11	Melastomataceae	35
Euphorbiaceae	29	9	Myrsinaceae	18	5	Ericaceae	30
Ericaceae	26	13	Araliaceae	16	3	Solanaceae	30
Araliaceae	24	3	Poaceae	16	--	Myrsinaceae	20
Asteraceae	24	13	Solanaceae	16	5	Poaceae	20
Moraceae	21	7	Clusiaceae	15	6	Rosaceae	20
Primulaceae	19	6	Rosaceae	15	3		
Arecaceae	18	10	Loranthaceae	14	6		
Annonaceae	15	2	Euphorbiaceae	9	5		
Araceae	15	4					
Total	796 especies, 308 géneros, 124 familias		Total	477 especies, 223 generos, 90 familias		Total	1300 especies, aprox. 500 especies leñosas de árboles, arbustos, trepadoras y hemiepífitas

Kappelle *et al.* (1992), encontraron que la afinidad florística entre los robledales de Costa Rica y Colombia es mayor la que existe con los robledales mexicanos; los robledales de Costa Rica comparten alrededor del 60% de los géneros encontrados en los bosques mesófilos de Ocuilán (Luna *et al.* 1989) mientras que con los robledales colombianos compartían el 75% de los géneros. Además encontraron que el porcentaje de elementos neotropicales era mayor en los robledales de Costa Rica y Colombia comparados con los mexicanos, lo cual se debe a la posición geográfica de los países y a la influencia que tiene la latitud, en donde la proporción de la flora suramericana disminuye al ir aumentando la latitud (Rzedowski 1996), sumado a la depresión que se presenta en el sur de Nicaragua, la cual separa las principales cadenas montañosas entre Nicaragua y México, mientras que desde la parte norte de los Andes suramericanos hasta la cordillera de Talamanca en Costa Rica existe una conexión casi completa que solamente se interrumpe en la zona del canal de Panamá y en los valles interandinos de Colombia (Kappelle *et al.* 1992; Kappelle 1995).

Sin embargo, Rzedowski (1996), hablando de los bosques mesófilos de montaña que se distribuyen ampliamente por las sierras y montañas de México, asegura que a nivel de composición florística estos bosques presentan fuertes vínculos con la flora suramericana, especialmente con los bosques andinos ya que son los que prevalecen a nivel de composición, aun cuando muchas veces no están dominando en biomasa y generalmente se presentan en los estratos inferiores, mientras que en los estratos arbóreos los elementos boreales tienen una mayor importancia. Es interesante resaltar que entre los 27 géneros de árboles importantes cuantitativamente en biomasa que señala Rzedowski (1996) para este tipo de bosques, 15 géneros se encuentran como especies acompañantes en los bosques de robles de Colombia como *Alfaroa*, *Alnus*, *Clethra*, *Dendropanax*, *Juglands*, *Matudaea*, *Meliosma*, *Oreomunnea*, *Oreopanax*, *Persea*, *Prunus*, *Quercus*, *Styrax*, *Symplocos* y *Ternstroemia*.

LITERATURA CITADA

Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2016. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Vol 1. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Cleef, A.M., Rangel-Ch., J.O. & Salamanca-V., S. 2003. The Andean rain forests of the parque Los Nevados transect, cordillera Central. In: T. Van der Hammen & A. Dos-Santos (eds). Estudios de Ecosistemas Tropicandinos. Ecoandes 5. J. Cramer (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgart.

Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia) & Universidad Nacional de Colombia. 2011. Ordenación Forestal Sostenible de los Bosques Fragmentados del Altiplano Norte del Departamento de Antioquia -Segunda Fase-. Corantioquia, Subdirección de Ecosistemas – Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias agropecuarias, Departamento de Ciencias Forestales. Informe técnico. 142 p.

Cuatrecasas J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Bot. 27. Madrid. 144 p.

Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista Acad. Colomb. Ci. Exact. 10 (40): 221-268. Bogotá.

González-O., Y., G. Tellez & A. Coca-A. 2007. Catálogo preliminar de las plantas vasculares de los bosques del corredor biológico formado entre los Parques Nacionales Naturales Puracé y Cueva de los Guácharos (Huila, Colombia). Colombia Forestal 10(20): 91-118.

Hooghiemstra, H. 2006. Immigration of Oak into Northern South America: a Paleo-Ecological Document. En: M. Kapelle (ed.). Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. Ecological Studies 185. 39 – 50.

Kappelle M., A. M. Cleef & A. Chaverri. 1992. Phytogeography of Talamanca Montane Quercus Forests, Costa Rica. Journal of Biogeography 19 (3): 299-315.

Kappelle M. & N. Zamora. 1995. Changes in woody species richness along an altitudinal gradient in Talamancan montane *Quercus* forests, Costa Rica. En: Churchill S.P., H. Balslev, E. Forero, J.L. Luteyn (eds.). Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests: 135–148. New York Botanical Garden Press.

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, Costa Rica. 319 p.

Kappelle M. 2006. Structure and composition of Costa Rican Montane Oak Forests. En: M. Kappelle (ed.). Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. Ecological Studies 185: 127-139.

Lozano-C. G. & J.H. Torres-R. 1965. Estudio fitosociológico de un bosque de robles *Quercus humboldtii* H. & B. de La Merced, Cundinamarca. Trabajo de grado Botánica. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 210 p.

Lozano-C., G., J.I. Hernández & S.J.E. Henao. 1979a. Hallazgo del género *Trigonobalanus* Forman en el Neotrópico. *Caldasia* 12(60): 517-537.

Lozano-C., G. S. Díaz, & H. Torres. 1979b. Inventario florístico de algunos bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. Informe Final de la primera etapa del proyecto. Colciencias. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. 64 p.

Medina, R. M. Reina, F. Ávila, S. Angel & R. Cortés-B. 2010. Catálogo preliminar de la flora vascular de los bosques subandinos de la Cuchilla del Fara (Santander-Colombia). *Colombia Forestal* 13(1): 55-85.

Nixon, K.C. & W. Crepet. 1989. Earliest megafossil evidence of Fagaceae: phylogenetic and biogeographic implications. *American Journal of Botany* 76(6): 842-855.

Ospina R. & J.P. Paz. 2012. Características florísticas de un bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán (Cauca). *Rev.Bio.Agro* 10 (2): 243-248.

Parra A.C., M.C. Díaz & F.H., Moreno. 2011. Regeneración natural del roble negro (*Colombobalanus excelsa*, Fagaceae) en dos poblaciones de la Cordillera Oriental de los Andes, Colombia. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 64(2):6175-6189.

Pulido M.T., J. Cavelier & S.P. Cortés. 2006. Structure and composition of colombian montane oak forests. En: Kappelle M, (ed.). Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. Ecological Studies 185: 141-151.

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 LF, Drennan R, Uribe C, editores. 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. & O. Rivera-Díaz. 2004. Diversidad y riqueza de espermatófitos en el Chocó biogeográfico. En: J.O. Rasngel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica IV: El Chocó biogeográfico/ Costa Pacífica: 83-104. Instituto de Ciencias naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.

Rangel-Ch J.O., A.M. Cleef, S. Salamanca & Cl. Ariza. 2005. La vegetación de los bosques y selvas del Tatamá. En: T. Van der Hammen, J.O. Rangel-Ch & A.M. Cleef (eds). Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 6: 469-644. La cordillera Occidental, transecto de Tatamá. J. Cramer, (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgaart.

Rangel-Ch., J.O., Cleef, A.M. & Arellano, H. 2008. La vegetación de los bosques y selvas del transecto del Sumapaz. En: T. Van der Hammen, J.O. Rangel-Ch. & A.M. Cleef (eds). Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7. La cordillera Oriental, transecto de Sumapaz: 695-798. J. Cramer, (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgaart.

Rangel, J.O. & A. Avella. 2011. Oak forests (*Quercus humboldtii*) in the Caribbean region and distribution patterns related with environmental factors in Colombia. Plant Biosystems 145: 186-198.

Reina, M., R. Medina, F. Ávila, S. Angel & R. Cortés-B. 2010. Catálogo preliminar de la flora vascular de los bosques subandinos de la Reserva Biológica Cachalú, Santander (Colombia). Colombia Forestal 13(1): 27-54.

Reveal, J.L. & M.W. Chase. 2011. APG III: Bibliographical information and synonymy of magnoliidae. Phytotaxa 19: 71-134.

Reveal J.L. 2012. An outline of a classification scheme for extant flowering plants. Phytoneuron 37: 1-221.

Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña en México. Acta Botanica Mexicana 35:25-44.

Toro, J.L. 2009. Formulación del Plan de ordenación forestal sostenible para los robledales del altiplano norte de Antioquia. En: Parrado-R. & L.M. Cárdenas. Libro de resúmenes II Simposio internacional de bosques de robles y ecosistemas asociados: 26. Fundación natura Colombia – Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.

Van der Hammen T. & E. González. 1963. Historia de clima y vegetación del Pleistoceno superior y del Holoceno de la Sabana de Bogotá. Boletín Geológico 12(1-3): 189-206.

Van der Hammen, T., & A. M. Cleef. 1983. Trigonobalanus and the amphi-pacific element in the north Andean forest. J. Biogeogr. 10: 437-440.

Van der Hammen T., R. Jaramillo-M. & M.T. Murillo. 2008. Oak forests of the Andean forest zone of Colombian Eastern cordillera. En: T. Van der Hammen (ed.). Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7. La cordillera Oriental, transecto de Sumapaz: 595-614. J. Cramer, (BORNTRAEGER) Berlín-Stuttgaart.

Van't Veer R. & H. Hooghiemstra. 2000. Montane forest evolution during the last 650,000 yr in Colombia: a multivariate approach based on pollen record Funza-1. J Quat Sci 15:329–346.

Vidal C. y S. Zuñiga. 1993. Comparación estructural de bosques de *Quercus humboldtii* (Roble) andino y subandino. Región del Chocó biogeográfico, cordillera Occidental, Argelia, Cauca. Concurso Fondo FEN Colombia. Informe técnico. 114 p.

ANEXO 3. Lista de especies encontradas en los bosques de roble (fagáceas) de Colombia. Las localidades y otros datos geográficos serán incluidos en el catálogo florístico en preparación

PTERIDOPHYTA

ASPLENIACEAE

Asplenium auritum Sw.
Asplenium castaneum Schldtl. & Cham.

BLECHNACEAE

Blechnum stipitellatum (Sodirol) C. Chr.

CYATHEACEAE

Alsophila erinacea (H. Karst.) D.S. Conant
Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin
Cyathea divergens Kunze
Cyathea mettenii H.Karst.

Cyathea multiflora Sm.

DENNSTAEDTIACEAE

Pteridium caudatum (L.)

DICKSONIACEAE

Dicksonia sellowiana Hook.

DRYOPTERIDACEAE

Arachniodes denticulata (Sw.) Ching
Polystichum muricatum (L.) Fée

HYMENOPHYLLACEAE

Hymenophyllum polyanthos Sw.

POLYPODIACEAE

Pecluma divaricata (E. Fourn.) Mickel & Beitel
Pleopeltis macrocarpa (Bory ex Willd.) Kaulf.
Serpocaulon fraxinifolium (Jacq.) A.R.Sm.
Serpocaulon levigatum (Cav.) A.R.Sm.
Stenogrammitis myosuroides (Sw.) Labiak

PTERIDACEAE

Pteris muricata Hook.

GIMNOSPERMAE

PODOCARPACEAE

Podocarpus guatemalensis Standl.
Podocarpus magnifolius J.Buchholz & N.E.Gray
Podocarpus oleifolius D.Don

ANGIOSPERMAE

ACTINIDIACEAE

Saurauia brachybotrys Turcz.
Saurauia isoxanthotricha Buscal.
Saurauia ursina Triana & Planch.

ADOXACEAE

Viburnum anabaptista Graebn.
Viburnum glabratum Kunth
Viburnum jamesonii (Oerst.) Killip & A.C. Sm.
Viburnum lasiophyllum Benth.
Viburnum pichinchense Benth.
Viburnum tinoides L.f.
Viburnum toronis Killip & A.C.Sm.
Viburnum triphyllum Benth.

ALSTROEMERIACEAE

Bomarea setacea (Ruiz & Pav.) Herb.

ALZATEACEAE

Alzatea verticillata Ruiz & Pav.

ANACARDIACEAE

Mauria heterophylla Kunth

Mauria simplicifolia Kunth

Tapirira guianensis Aubl.

Toxicodendron striatum (Ruiz & Pav.) Kuntze

ANNONACEAE

Annona cherimola Mill.

Annona cherimolioides Triana & Planch.

Annona duckei Diels

Annona glabra L.

Annona quinduensis Kunth

Annona rensioniana (Standl.) H.Rainer

Guatteria boliviana H.J.P.Winkl.

Guatteria cargadero Triana & Planch.

Guatteria cestrifolia Triana & Planch.

Guatteria crassipes R.E.Fr.

Guatteria goudotiana Triana & Planch.

Guatteria latisepala R.E.Fr.

Guatteria laurifolia (Sw.) Dunal

Guatteria lehmannii R.E.Fr.

Guatteria rufotomentosa R.E.Fr.

APOCYNACEAE

Aspidosperma excelsum Benth.

Aspidosperma spruceanum Benth. ex Müll.Arg.

Ditassa longiloba Benth.

Mesechites citrifolius (Kunth) Woodson

AQUIFOLIACEAE

Ilex danielis Killip & Cuatrec.

Ilex guayusa Loes.

Ilex kunthiana Triana

Ilex laurina Kunth

Ilex myricoides Kunth

Ilex nayana Cuatrec.

Ilex nervosa Triana & Planch.

Ilex obtusata Triana & Planch.

Ilex pernervata Cuatrec.

Ilex sessiliflora Triana & Planch.

ARACEAE

Anthurium aureum Engl.

Anthurium caucanum Engl.

Anthurium crassinervium (Jacq.) Schott

Anthurium cupreum Engl.

Anthurium formosum Schott

Anthurium hygrophilum Engl.

Anthurium longigeniculatum Engl.

Anthurium microspadix Schott

Anthurium nymphaeifolium K.Koch & C.D.Bouché

Anthurium obtusum (Engl.) Grayum

Anthurium urbanii Sodirol

Anthurium watermalense L.H.Bailey & Nash

Monstera adansonii Schott

Philodendron guttiferum Kunth

Stenospermation ellipticum Croat & D.C.Bay

ARALIACEAE

Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.

Dendropanax caucanus (Harms) Harms
Dendropanax macrophyllum Cuatrec.
Oreopanax bogotensis Cuatrec.
Oreopanax ellsworthii Cuatrec.
Oreopanax incisus (Willd. ex Schult.) Decne. & Planch.
Oreopanax palamophyllum Harms
Oreopanax pallidus Cuatrec.
Oreopanax parviflorus Cuatrec.
Oreopanax ruizanus Cuatrec.
Oreopanax tolimanus Harms
Oreopanax trianae Decne. & Planch. ex Harms
Schefflera bejucosa Cuatrec.
Schefflera bogotensis Cuatrec.
Schefflera cajambrensis Cuatrec.
Schefflera elachistocephala Harms
Schefflera heterotricha (Seem.) R.Vig.
Schefflera jahnii (Harms) Steyerl.
Schefflera quinduensis (Kunth) Harms
Schefflera sararensis Cuatrec.
Schefflera sphaerocoma (Benth.) Harms
Schefflera trianae (Planch. & Linden ex Marchal) Harms
Schefflera vasqueziana Harms
Schefflera velutina Cuatrec.
ARECACEAE
Aiphanes concinna H.E.Moore
Aiphanes lindeniana (H.Wendl.) H.Wendl.
Aiphanes linearis Burret
Aiphanes simplex Burret
Ceroxylon vogelianum (Engel) H.Wendl.
Chamaedorea pinnatifrons (Jacq.) Oerst.
Dictyocaryum lamarckianum (Mart.) H.Wendl.
Euterpe precatoria Mart.
Geonoma cuneata H.Wendl. ex Spruce
Geonoma orbignyana Mart.
Geonoma undata Klotzsch
Prestoea acuminata (Willd.) H.E.Moore
Prestoea carderi (W.Bull) Hook.f.
Socratea rostrata Burret
Welfia regia H.Wendl.
Wettinia anomala (Burret) R.Bernal
Wettinia fascicularis (Burret) H.E.Moore & J.Dransf.
Wettinia praemorsa (Willd.) Wess.Boer
ASTERACEAE
Ageratina ampla (Benth.) R.M.King & H.Rob.
Ageratina glyptophlebia (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.
Ageratina popayanensis (Hieron.) R.M.King & H.Rob.
Baccharis bogotensis Kunth
Baccharis brachylaenoides DC.
Baccharis oblongifolia (Ruiz & Pav.) Pers.
Critoniopsis bogotana (Cuatrec.) H.Rob.
Critoniopsis glandulata (Cuatrec.) H.Rob.
Diplostephium jaramilloi Cuatrec.
Diplostephium phyllicoides (Kunth) Wedd.
Diplostephium rosmarinifolium (Benth.) Wedd.
Diplostephium tenuifolium Cuatrec.
Espeletiopsis pleiochasia (Cuatrec.) Cuatrec.
Hebeclinium phoenicticum (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.

Jungia ferruginea L.f.
Lepidaploa karstenii (Sch.Bip.) H.Rob.
Mikania banisteriae DC.
Oligactis volubilis (Kunth) Cass.
Paragynoxys corei (Cuatrec.) Cuatrec.
Paragynoxys neodendroides (Cuatrec.) Cuatrec.
Paragynoxys uribei Cuatrec.
Piptocoma discolor (Kunth) Pruski
Piptocoma macrophylla (Sch.Bip.) Pruski
Verbesina densifolia S.F.Blake
BEGONIACEAE
Begonia foliosa Kunth
Begonia tropaeolifolia A.DC.
BERBERIDACEAE
Berberis glauca Kunth
Berberis goudotii Triana & Planch.
Berberis quinduensis DC.
BETULACEAE
Alnus acuminata Kunth
BIGNONIACEAE
Delostoma integrifolium D.Don
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose
BORAGINACEAE
Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken
Cordia bogotensis Benth.
Cordia colombiana Killip
Cordia nodosa Lam.
Tournefortia fuliginosa Kunth
Varronia spinescens (L.) Borhidi
BROMELIACEAE
Mezobromelia hospitalis (L.B.Sm.) J.R.Grant
Racinaea ropolocarpa (André) M.A.Spencer & L.B.Sm.
Racinaea sanctae-martae (L.B.Sm.) M.A.Spencer & L.B.Sm.
Tillandsia complanata Benth.
Tillandsia fendleri Griseb.
BRUNELLIACEAE
Brunellia acutangula Bonpl.
Brunellia boqueronensis Cuatrec.
Brunellia comocladifolia Bonpl.
Brunellia integrifolia Szyszyl.
Brunellia sibundoya Cuatrec.
BURSERACEAE
Dacryodes occidentalis Cuatrec.
Protium apiculatum Swart
Protium nitidifolium (Cuatrec.) D.C. Daly
Protium tenuifolium (Engl.) Engl.
Protium tovarense Pittier
CALOPHYLLACEAE
Calophyllum brasiliense Cambess.
CAMPANULACEAE
Centropogon cornutus (L.) Druce
CANNABACEAE
Trema micrantha (L.) Blume
CAPRIFOLIACEAE
Valeriana clematitis Kunth
CARDIOPHYLLACEAE
Citronella incarum (J.F.Macbr.) R.A.Howard

Dendrobangia boliviana Rusby
 CARYOPHYLLACEAE
 Stellaria cuspidata Willd. ex Schldl.
 CELASTRACEAE
 Maytenus laevis Reissek
 Maytenus laxiflora Triana & Planch.
 Maytenus macrocarpa (Ruiz & Pav.) Briq.
 CHLORANTHACEAE
 Hedyosmum bonplandianum Kunth
 Hedyosmum colombianum Cuatrec.
 Hedyosmum crenatum Occhioni
 Hedyosmum goudotianum Solms
 Hedyosmum racemosum (Ruiz & Pav.) G.Don
 Hedyosmum scaberrimum Standl.
 Hedyosmum translucidum Cuatrec.
 CHRYSOBALANACEAE
 Hirtella americana L.
 Licania macrocarpa Cuatrec.
 CLETHRACEAE
 Clethra fagifolia Kunth
 Clethra fimbriata Kunth
 Clethra lanata M.Martens & Galeotti
 Clethra revoluta (Ruiz & Pav.) Spreng.
 Purdiaea nutans Planch.
 CLUSIACEAE
 Chrysochlamys colombiana (Cuatrec.) Cuatrec.
 Chrysochlamys dependens Planch. & Triana
 Chrysochlamys nicaraguensis (Oerst., Planch. & Triana)
 Chrysochlamys weberbaueri Engl.
 Clusia alata Planch. & Triana
 Clusia articulata Vesque
 Clusia bracteosa Cuatrec.
 Clusia crenata Cuatrec.
 Clusia cuneifolia Cuatrec.
 Clusia discolor Cuatrec.
 Clusia dixonii Little
 Clusia ducoides Engl.
 Clusia elliptica Kunth
 Clusia eugenioides Planch. & Linden ex Planch. & Triana
 Clusia inesiana Cuatrec.
 Clusia lineata (Benth.) Planch. & Triana
 Clusia loranthacea Planch. & Triana
 Clusia minor L.
 Clusia multiflora Kunth
 Clusia octopetala Cuatrec.
 Clusia penduliflora Engl.
 Clusia rosea Jacq.
 Clusia schomburgkiana (Planch. & Triana) Benth. ex Engl.
 Clusia veneralensis Cuatrec.
 Dystovomita clusiifolia (Maguire) D'Arcy
 Garcinia madruno (Kunth) Hammel
 Tovomita parviflora Cuatrec.
 Tovomita stylosa Hemsl.
 Tovomita weddeliana Planch. & Triana
 COMMELINACEAE
 Tradescantia zanoniana (L.) Sw.
 CUNONIACEAE

Weinmannia auriculata D.Don
 Weinmannia balbisiana Kunth
 Weinmannia magnifolia Cuatrec.
 Weinmannia pinnata L.
 Weinmannia pubescens Kunth
 Weinmannia reticulata Ruiz & Pav.
 Weinmannia rollottii Killip
 Weinmannia sorbifolia Kunth
 Weinmannia tomentosa L.f.
 CYCLANTHACEAE
 Asplundia sarmentosa Galeano & R.Bernal
 Carludovica palmata Ruiz & Pav.
 Cyclanthus bipartitus Poit. ex A.Rich.
 DICHAPETALACEAE
 Tapura colombiana Cuatrec.
 DIOSCOREACEAE
 Dioscorea coriacea Humb. & Bonpl. ex Willd.
 ELAEOCARPACEAE
 Vallea stipularis L.f.
 ERICACEAE
 Bejaria aestuans Mutis ex L.
 Bejaria resinosa L.f.
 Cavendishia angustifolia Mansf.
 Cavendishia axillaris A.C.Sm.
 Cavendishia bracteata (Ruiz & Pav. ex J.St.Hil.) Hoerold
 Cavendishia compacta A.C.Sm.
 Cavendishia guatapeensis Mansf.
 Cavendishia nitens Sleumer
 Cavendishia pubescens (Kunth) Hemsl.
 Diogenesia floribunda (A.C.Sm.) Sleumer
 Disterigma alaternoides (Kunth) Nied.
 Gaultheria anastomosans (L.f.) Kunth
 Gaultheria erecta Vent.
 Macleania rupestris (Kunth) A.C.Sm.
 Monotropa uniflora L.
 Pernettya prostrata (Cav.) DC.
 Psammisia columbiensis Hoerold
 Psammisia falcata (Kunth) Klotzsch
 Psammisia ferruginea A.C. Sm.
 Psammisia graebneriana Hoerold
 Psammisia macrophylla (Kunth) Klotzsch
 Psammisia penduliflora (Dunal) Klotzsch
 Sphyraspermum buxifolium Poepp. & Endl.
 Themistoclesia epiphytica A.C. Sm.
 Thibaudia floribunda Kunth
 Thibaudia rigidiflora A.C.Sm.
 Vaccinium meridionale Sw.
 ERIOCAULACEAE
 Tonina fluviatilis Aubl.
 ERYTHROXYLACEAE
 Erythroxylum citrifolium A.St.-Hil.
 Erythroxylum macrophyllum Cav.
 Erythroxylum riverae Jara & J.D. García-Gonz.
 ESCALLONIACEAE
 Escallonia paniculata (Ruiz & Pav.) Schult.
 Escallonia pendula (Ruiz & Pav.) Pers.
 EUPHORBIACEAE

Acalypha macrostachya Jacq.
Acalypha padifolia Kunth
Adenophaedra grandifolia (Klotzsch) Müll.Arg.
Alchornea coelophylla Pax & K.Hoffm.
Alchornea costaricensis Pax & K.Hoffm.
Alchornea glandulosa Poepp.
Alchornea grandiflora Müll.Arg.
Alchornea integrifolia Pax & K.Hoffm.
Alchornea latifolia Sw.
Alchornea megalophylla Müll.Arg.
Alchornea triplinervia (Spreng.) Müll.Arg.
Aparisthium cordatum (A.Juss.) Baill.
Conceveiba pleiostemona Donn.Sm.
Croton gossypifolius Vahl
Croton hibiscifolius Kunth ex Spreng.
Croton killipianus Croizat
Croton mutisianus Kunth
Croton orinocensis Müll.Arg.
Croton smithianus Croizat
Croton spruceanus Benth.
Mabea montana Müll.Arg.
Mabea nitida Spruce ex Benth.
Mabea occidentalis Benth.
Sapium laurifolium (A.Rich.) Griseb.
Sapium stylare Müll.Arg.
Tetrorchidium bulbipilosum Cuatrec.
Tetrorchidium ochroleucum Cuatrec.
Tetrorchidium rubrivenium Poepp.
FABACEAE
Abarema barbouriana (Standl.) Barneby & J.W.Grimes
Abarema lehmannii (Britton & Killip) Barneby & J.
Abarema racemiflora (Donn.Sm.) Barneby & J.W.Grimes
Andira taurotesticulata R.T. Penn.
Cynometra longifolia Huber
Desmodium axillare (Sw.) DC.
Inga ciliata C.Presl
Inga cinnamomea Benth.
Inga coruscans Willd.
Inga edulis Mart.
Inga gracilior Sprague
Inga ingoides (Rich.) Willd.
Inga lallensis Benth.
Inga mucuna Walp.
Inga multijuga Benth.
Inga nobilis Willd.
Inga ornata Kunth
Inga punctata Willd.
Inga ruiziana G.Don
Inga sapindoides Willd.
Inga setosa G.Don
Inga sierrae Britton & Killip
Inga venusta Standl.
Inga villosissima Benth.
Ormosia colombiana Rudd
Ormosia tovarensis Pittier
Otholobium mexicanum (L.f.) J.W.Grimes
Swartzia colombiana (R.S.Cowan) Torke

Zygia basijuga (Ducke) Barneby & J.W. Grimes
Zygia lehmannii (Harms) Britton & Rose
FAGACEAE
Colombobalanus excelsa (Lozano et al.) Nixon & Crepet
Quercus humboldtii Bonpl.
GENTIANACEAE
Macrocarpa glabra (L. f.) Gilg
Symbolanthus anomalus (Kunth) Gilg
GESNERIACEAE
Besleria formosa C.V.Morton
Besleria solanoides Kunth
Columnea strigosa Benth.
HAMAMELIDACEAE
Matudaea colombiana Lozano
HUMIRIACEAE
Vantanea occidentalis Cuatrec.
HYPERICACEAE
Vismia baccifera (L.) Planch. & Triana
Vismia ferruginea Kunth
Vismia guianensis (Aubl.) Pers.
Vismia lauriformis (Lam.) Choisy
ICACINACEAE
Calatola costaricensis Standl.
JUGLANDACEAE
Alfaroa williamsii Ant.Molina
Juglans neotropica Diels
Oreomunnea munchiquensis Lozano & F. González
LACISTEMATACEAE
Lacistema aggregatum (P.J.Bergius) Rusby
Lozania mutisiana Schult.
LAMIACEAE
Aegiphila bogotensis (Spreng.) Moldenke
Aegiphila novogranatensis Moldenke
Lepechinia bullata (Kunth) Epling
LAURACEAE
Aiouea dubia (Kunth) Mez
Aniba cinnamomiflora C.K.Allen
Aniba coto (Rusby) Kosterm.
Aniba guianensis Aubl.
Aniba panurensis (Meisn.) Mez
Aniba perutilis Hemsl.
Aniba puchury-minor (Mart.) Mez
Aniba robusta (Klotzsch & H.Karst. ex Meisn.) Mez
Beilschmiedia costaricensis (Mez & Pittier) C.K.Allen
Beilschmiedia pendula (Sw.) Hemsl.
Beilschmiedia sulcata (Ruiz & Pav.) Kosterm.
Beilschmiedia tovarensis (Klotzsch & H.Karst. ex Meisn.)
Cinnamomum triplinerve (Ruiz & Pav.) Kosterm.
Endlicheria bracteolata (Meisn.) C.K.Allen
Endlicheria columbiana (Meisn.) Mez
Endlicheria pyriformis (Nees) Mez
Endlicheria rubiflora Mez
Licaria armeniaca (Nees) Kosterm.
Licaria triandra (Sw.) Kosterm.
Nectandra acutifolia (Ruiz & Pav.) Mez
Nectandra cuspidata Nees & Mart.
Nectandra globosa (Aubl.) Mez

Nectandra laurel Klotzsch ex Nees
 Nectandra lineata (Kunth) Rohwer
 Nectandra longifolia (Ruiz & Pav.) Nees
 Nectandra martinicensis Mez
 Nectandra purpurea (Ruiz & Pav.) Mez
 Nectandra reticulata Mez
 Ocotea aciphylla (Nees & Mart.) Mez
 Ocotea balanocarpa (Ruiz & Pav.) Mez
 Ocotea calophylla Mez
 Ocotea insularis (Meisn.) Mez
 Ocotea leucoxydon (Sw.) Laness.
 Ocotea longifolia Kunth
 Ocotea macrophylla Kunth
 Ocotea oblonga (Meisn.) Mez
 Ocotea rufa Mez
 Ocotea sericea Kunth
 Ocotea smithiana O.C. Schmidt
 Ocotea tessmannii O.C. Schmidt
 Persea americana Mill.
 Persea areolatocostae (C.K.Allen) van der Werff
 Persea caerulea (Ruiz & Pav.) Mez
 Persea perseiphylla (C.K.Allen) van der Werff
 Persea rigens C.K.Allen
 Persea subcordata (Ruiz & Pav.) Nees
 Rhodostemonodaphne velutina (Mez) Madriñán

LECYTHIDACEAE

Eschweilera antioquiensis Dugand & H.Daniel
 Eschweilera bogotensis R.Knuth
 Eschweilera caudiculata R.Knuth
 Eschweilera coriacea (DC.) S.A.Mori
 Eschweilera integricalyx S.A.Mori
 Eschweilera integrifolia (Ruiz & Pav. ex Miers) R.Knuth
 Eschweilera microcalyx S.A.Mori
 Eschweilera sclerophylla Cuatrec.
 Eschweilera sessilis A.C.Sm.
 Gustavia superba (Kunth) O.Berg

LINACEAE

Roucheria columbiana Hallier f.

LORANTHACEAE

Gaiadendron punctatum (Ruiz & Pav.) G.Don
 Oryctanthus spicatus (Jacq.) Eichler

MAGNOLIACEAE

Magnolia arcabucoana (Lozano) Govaerts
 Magnolia argyrorhiza (Lozano) Govaerts
 Magnolia cararensis (Lozano) Govaerts
 Magnolia caricifragrans (Lozano) Govaerts
 Magnolia gilbertoi (Lozano) Govaerts
 Magnolia hernandezii (Lozano) Govaerts
 Magnolia polyhyposphylla (Lozano) Govaerts
 Magnolia urraoensis (Lozano) Govaerts
 Magnolia virolinensis (Lozano) Govaerts

MALPIGHIACEAE

Tetrapterys mucronata Cav.

MALVACEAE

Heliocarpus americanus L.
 Spirotheca codazziana Romero
 Spirotheca rosea (Seem.) P.E.Gibbs & W.S.Alverson

MARCGRAVIACEAE

Marcgraviastrum gigantophyllum (Gilg) Bedell ex S. Dressler

MELASTOMATACEAE

Axinaea macrophylla (Naudin) Triana
 Axinaea scutigera Triana
 Blakea andreana Cogn.
 Blakea calyprata Gleason
 Blakea granatensis Naudin
 Blakea orientalis Gleason
 Blakea princeps var. splendida (Linden ex Mast.) Cogn.
 Blakea pyxidanthus Triana
 Blakea quadrangularis Triana
 Blakea stipulacea Wurdack
 Chalybea macrocarpa (Uribe) Morales-P. & Penneys
 Chalybea mutisiana (Uribe) Morales-P. & Penneys
 Clidemia dentata Pav. ex D. Don
 Clidemia discolor (Triana) Cogn.
 Conostegia extinctoria (Bonpl.) D. Don ex DC.
 Graffenrieda cucullata (Triana) L.O. Williams
 Graffenrieda santamartensis Wurdack
 Graffenrieda uribei Wurdack
 Meriania brachycera (Naudin) Humberto Mend. &
 Meriania haemantha (Planch. & Lindl.) Humberto Mend. &
 Meriania longifolia (Naudin) Cogn.
 Meriania macrophylla (Benth.) Triana
 Meriania nobilis Triana
 Meriania quintuplinervis Naudin
 Miconia asperrima Triana
 Miconia brachygyna Gleason
 Miconia capitellata Cogn.
 Miconia carassana Cogn.
 Miconia caudata (Bonpl.) DC.
 Miconia centrosdesma Naudin
 Miconia cordifolia Wurdack
 Miconia cundinamarcensis Wurdack
 Miconia divergens Triana
 Miconia dodecandra Cogn.
 Miconia dolichopoda Naudin
 Miconia elaeoides Naudin
 Miconia eremita L. Uribe
 Miconia floribunda (Bonpl.) DC.
 Miconia lehmannii Cogn.
 Miconia ligustrina (Sm.) Triana
 Miconia myrtillifolia Naudin
 Miconia nodosa Cogn.
 Miconia orescia L.Uribe
 Miconia poecilantha L.Uribe
 Miconia prasina (Sw.) DC.
 Miconia reducens Triana
 Miconia resima Naudin.
 Miconia rubiginosa (Bonpl.) DC.
 Miconia rufescens (Aubl.) DC.
 Miconia salicifolia (Bonpl. ex Naudin) Naudin
 Miconia smaragdina Naudin
 Miconia spicellata Bonpl. ex Naudin
 Miconia theizans (Bonpl.) Cogn.
 Miconia trinervia (Sw.) D. Don ex Loudon

Miconia turgida Gleason
Monochaetum myrtoideum Naudin
Tessmannianthus calcaratus (Gleason) Wurdack
Tibouchina lepidota (Bonpl.) Baill.
Tococa platyphylla Benth.
Tococa symphyandra (Triana) Cogn.
MELIACEAE
Carapa guianensis Aubl.
Cedrela montana Moritz ex Turcz.
Guarea corrugata Cuatrec.
Guarea glabra Vahl
Guarea guidonia (L.) Sleumer
Guarea kunthiana A.Juss.
Guarea pubescens (Rich.) A.Juss.
Ruagea glabra Triana & Planch.
Ruagea pubescens H.Karst.
Trichilia hirta L.
MENISPERMACEAE
Anomospermum reticulatum (Mart.) Eichler
Cissampelos pareira L.
MONIMIACEAE
Mollinedia killipii J.F.Macbr.
Mollinedia tomentosa (Benth.) Tul.
MORACEAE
Brosimum utile (Kunth) Oken
Castilla elastica Cerv.
Ficus americana Aubl.
Ficus americana subsp. *andicola* (Standl.) C.C.Berg
Ficus citrifolia Mill.
Ficus crocata (Miq.) Mart. ex Miq.
Ficus cuatrecasasiana Dugand
Ficus gigantosyce Dugand
Ficus hartwegii Miq.
Ficus insipida Willd.
Ficus mutisii Dugand
Ficus paraensis (Miq.) Miq.
Ficus pertusa L.f.
Ficus tequendamae Dugand
Ficus tonduzii Standl.
Ficus velutina Humb. & Bonpl. ex Willd.
Ficus yoponensis Desv.
Helicostylis towarensis (Klotzsch & H.Karst.) C.C.Berg
Morus insignis Bureau
Perebea guianensis Aubl.
Pseudolmedia rigida (Klotzsch & H.Karst.) Cuatrec.
MYRICACEAE
Morella parvifolia (Benth.) Parra-Os.
Morella pubescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur
MYRISTICACEAE
Compsoeura rigidifolia W.A.Rodrigues
Iryanthera hostmannii (Benth.) Warb.
Otoba acuminata (Standl.) A.H. Gentry
Otoba lehmannii (A.C. Sm.) A.H. Gentry
Otoba novogranatensis Moldenke
Virola elongata (Benth.) Warb.
Virola macrocarpa A.C. Sm.
Virola sebifera Aubl.

MYRTACEAE
Eugenia biflora (L.) DC.
Myrcia coumete (Aubl.) DC.
Myrcia cucullata O. Berg
Myrcia lucida McVaugh
Myrcia popayanensis Hieron.
Myrcia splendens (Sw.) DC.
Myrcianthes leucoxylla (Ortega) McVaugh
Myrcianthes orthostemon (O.Berg) Grifo
Myrcianthes rhopaloides (Kunth) McVaugh
Myrciaria floribunda (H.West ex Willd.) O.Berg
NYCTAGINACEAE
Guapira costaricana (Standl.) Woodson
OCHNACEAE
Elvasia canescens (Tiegh.) Gilg
Lacunaria crenata (Tul.) A.C.Sm.
Lacunaria jenmanii (Oliv.) Ducke
Rhytidanthera splendida (Planch.) Tiegh.
OLACACEAE
Heisteria acuminata (Humb. & Bonpl.) Engl.
ONAGRACEAE
Fuchsia boliviana Carrière
ORCHIDACEAE
Acianthera sicaria (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase
Epidendrum fimbriatum Kunth
Fernandezia sanguinea (Lindl.) Garay & Dunst.
Gomphichis cundinamarcae Renz
Maxillaria jenischiana (Rchb.f.) C.Schweinf.
Oncidium ornithocephalum Lindl.
Oncidium ornithorhynchum Kunth
OXALIDACEAE
Oxalis integra R. Knuth
Oxalis scandens Kunth
PAPAVERACEAE
Bocconia frutescens L.
PASSIFLORACEAE
Passiflora adulterina L. f.
Passiflora alnifolia Kunth
Passiflora arborea Spreng.
Passiflora biflora Lam.
Passiflora macrophylla Mast.
Passiflora misera Kunth
PENTAPHYLACACEAE
Freziera arbutifolia Planch. & Triana
Freziera candicans Tul.
Freziera canescens Humb. & Bonpl.
Freziera reticulata Humb. & Bonpl.
Freziera tomentosa (Ruiz & Pav.) Tul.
Ternstroemia camelliifolia Linden & Planch.
Ternstroemia macrocarpa Triana & Planch.
Ternstroemia meridionalis Mutis ex L.f.
Ternstroemia tepezapote Cham. & Schltdl.
PHYLLANTHACEAE
Hieronyma alchorneoides Allemão
Hieronyma antioquiensis Cuatrec.
Hieronyma duquei Cuatrec.
Hieronyma fendleri Briq.

Hieronyma huilensis Cuatrec.
Hieronyma macrocarpa Müll.Arg.
Hieronyma oblonga (Tul.) Müll.Arg.
Hieronyma rufa P. Franco R.
Hieronyma scabrida (Tul.) Müll.Arg.
Phyllanthus anisobolus Müll.Arg.
Phyllanthus popayanensis Pax
Phyllanthus symphoricarpoides Kunth
Richeria grandis Vahl
 PHYLLOMACEAE
Phyllonoma ruscifolia Willd. ex Schult.
 PHYTOLACCACEAE
Phytolacca rugosa A.Braun & C.D.Bouché
Phytolacca sanguinea H.Walter
 PICRAMNIACEAE
Picramnia gracilis Tul.
Picramnia sphaerocarpa Planch.
 PIPERACEAE
Peperomia dendrophila Schldt.
Peperomia peltoides Kunth
Peperomia putumayoensis Trel. & Yunck.
Peperomia rotundata Kunth
Piper arboreum Aubl.
Piper artanthe C.DC.
Piper bogotense C.DC.
Piper calceolarium C.DC.
Piper crassinervium Kunth
Piper marginatum Jacq.
Piper obliquum Ruiz & Pav.
 PLANTAGINACEAE
Sibthorpia repens (Mutis ex L.) Kuntze
 POACEAE
Chusquea albilanata L.G.Clark & Londoño
Chusquea scandens Kunth
Lasiacis ligulata Hitchc. & Chase
Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs
Paspalum bonplandianum Flüggé
Pseudechinolaena polystachya (Humb., Bonpl. & Kunth)
Rhipidocladum geminatum (McClure) McClure
Zeugites americanus Willd.
 POLYGALACEAE
Monnina aestuans (L.f.) DC.
Monnina polystachya Ruiz & Pav.
 POLYGONACEAE
Muehlenbeckia tamnifolia (Kunth) Meisn.
 PRIMULACEAE
Ardisia foetida Willd. ex Roem. & Schult.
Ardisia sapida Cuatrec.
Clavija ornata D.Don
Cybianthus cuatrecasii Pipoly
Cybianthus iteoides (Benth.) G.Agostini
Cybianthus magnus (Mez) Pipoly
Cybianthus marginatus (Benth.) Pipoly
Cybianthus occigranatis (Cuatrec.) G.Agostini
Cybianthus pastensis (Mez) G.Agostini
Cybianthus venezuelanus Mez
Geissanthus andinus Mez

Geissanthus betancurii Pipoly
Geissanthus bogotensis Mez
Geissanthus mezeianus (Mez) G.Agostini
Myrsine coriacea (Sw.) Roem. & Schult.
Myrsine dependens (Ruiz & Pav.) Spreng.
Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze
Myrsine latifolia (Ruiz & Pav.) Spreng.
Parathesis panamensis Lundell
 PROTEACEAE
Panopsis lozanoi L.E.Gut.
Panopsis metcalfii Killip & Cuatrec.
Panopsis mucronata Cuatrec.
Panopsis polystachya (Kunth) Kuntze
Panopsis rubescens (Pohl) Pittier
Panopsis suaveolens (Klotzsch) Pittier
Roupala monosperma (Ruiz & Pav.) I.M.Johnst.
Roupala montana Aubl.
Roupala nitida Rudge
Roupala pachypoda Cuatrec.
Roupala pseudocordata Pittier
 PUTRANJIVACEAE
Drypetes variabilis Uittien
 RANUNCULACEAE
Clematis haenkeana C.Presl
Thalictrum podocarpum Kunth
 RHAMNACEAE
Rhamnus goudotiana Triana & Planch.
Rhamnus granulosa (Ruiz & Pav.) M.C.Johnst.
Rhamnus sphaerosperma Sw.
 RHIZOPHORACEAE
Sterigmapetalum colombianum Monach.
Sterigmapetalum tachirensis Steyererm. & Liesner
 ROSACEAE
Hesperomeles glabrata (Kunth) M.Roem.
Hesperomeles goudotiana (Decne.) Killip
Hesperomeles obtusifolia (Pers.) Lindl.
Prunus buxifolia Koehne
Prunus falcata Cuatrec.
Prunus guanaiensis Rusby
Prunus integrifolia (C.Presl) Walp.
Prunus moritziana Koehne
Prunus opaca (Benth.) Walp.
Rubus acanthophyllos Focke
Rubus bogotensis Kunth
Rubus robustus C.Presl.
 RUBIACEAE
Agouticarpa williamsii (Standl.) C.H.Perss.
Amaioua corymbosa Kunth
Arachnothryx colombiana (Rusby) Steyererm.
Chiococca alba (L.) Hitchc.
Cinchona lancifolia Mutis
Cinchona pubescens Vahl
Coussarea grandifolia Rusby
Coussarea macrocalyx Standl.
Coussarea paniculata (Vahl) Standl.
Elaeagia mariae Wedd.
Elaeagia myriantha (Standl.) C.M.Taylor & Hammel

Elaeagia pastoensis L.E.Mora
Elaeagia utilis (Goudot) Wedd.
Faramea capillipes Müll.Arg.
Faramea flavicans (Roem. & Schult.) Standl.
Faramea multiflora A.Rich.
Faramea oblongifolia Standl.
Faramea occidentalis (L.) A.Rich.
Galium hypocarpium (L.) Endl. ex Griseb.
Gonzalagunia cornifolia (Kunth) Standl.
Hillia macrophylla Standl.
Hillia parasitica Jacq.
Hippotis brevipes Spruce ex K.Schum.
Ladenbergia macrocarpa (Vahl) Klotzsch
Ladenbergia moritziana Klotzsch
Ladenbergia muzonensis (Goudot) Standl.
Ladenbergia oblongifolia (Humb. ex Mutis) L.Andersson
Ladenbergia obovata L.Andersson
Palicourea anacardifolia (Humb. & Bonpl. ex Roem. &
Palicourea angustifolia Kunth
Palicourea apicata Kunth
Palicourea demissa Standl.
Palicourea guianensis Aubl.
Palicourea heterochroma K.Schum. & K.Krause
Palicourea ovalis Standl.
Palicourea perquadrangularis Wernham
Palicourea pyramidalis Standl.
Palicourea stellata C.M.Taylor
Palicourea thyrsoflora (Ruiz & Pav.) DC.
Palicourea triphylla DC.
Palicourea tunjaensis C.M.Taylor
Posoqueria coriacea M.Martens & Galeotti
Psychotria acuminata Benth.
Psychotria aschersoniana K.Schum. & K.Krause
Psychotria aubletiana Steyerl.
Psychotria boqueronensis Wernham
Psychotria cuatrecasii (Standl. & Steyerl.) C.M.Taylor
Psychotria cuspidata Schult.
Psychotria erythrocephala (K.Schum. & K.Krause) Standl.
Psychotria fortuita Standl.
Psychotria poeppigiana Müll.Arg.
RUTACEAE
Zanthoxylum melanostictum Schldtl. & Cham.
SABIACEAE
Meliosma caucana Cuatrec. & Idrobo
Meliosma cundinamarcensis Cuatrec. & Idrobo
Meliosma glossophylla Cuatrec.
SALICACEAE
Abatia parviflora Ruiz & Pav.
Casearia arborea (Rich.) Urb.
Casearia mariquitensis Kunth
Hasseltia floribunda Kunth
Xylosma spiculifera (Tul.) Triana & Planch.
SAPINDACEAE
Allophylus goudotii (Triana & Planch.) Radlk.
Billia rosea (Planch. & Linden) C.U.Ulloa & M.Jørg.
Cupania americana L.
Cupania scrobiculata Rich.

Dodonaea viscosa (L.) Jacq.
Matayba arborescens (Aubl.) Radlk.
Matayba guianensis Aubl.
Paullinia selenoptera Radlk.
SAPOTACEAE
Chrysophyllum lucentifolium Cronquist
Micropholis crotonoides (Pierre) Pierre
Micropholis guyanensis (A.DC.) Pierre
Pouteria baehiana Monach.
Pouteria buenaventurensis (Aubrév.) Pilz
Pouteria guianensis Aubl.
Pouteria lucuma (Ruiz & Pav.) Kuntze
Pouteria multiflora (A.DC.) Eyma
Pouteria subrotata Cronquist
Pouteria torta (Mart.) Radlk.
SCROPHULARIACEAE
Buddleja americana L.
SIPARUNACEAE
Siparuna echinata (Kunth) A. DC.
Siparuna gesnerioides (Kunth) A.DC.
Siparuna laurifolia (Kunth) A. DC.
Siparuna mutisii (Kunth) A. DC.
SOLANACEAE
Acnistus arborescens (L.) Schldtl.
Cestrum buxifolium Kunth
Cestrum cuneifolium Francey
Cestrum mutisii Willd. ex Roem. & Schult.
Cestrum schlehtendahlia G.Don
Solanum anceps Ruiz & Pav.
Solanum anisophyllum Van Heurck & Müll. Arg.
Solanum deflexiflorum Bitter
Solanum evolvulifolium Greenm.
Solanum juglandifolium Dunal
Solanum oblongifolium Dunal
STAPHYLEACEAE
Turpinia occidentalis (Sw.) G.Don
STYRACACEAE
Styrax cordatus (Ruiz & Pav.) A.DC.
Styrax davillifolius Perkins
Styrax pentlandianus J. Rémy
Styrax peruvianus Zahlbr.
Styrax trichocalyx Perkins
SYMPLOCACEAE
Symplocos cundinamarcensis B. Ståhl
Symplocos mucronata Humb. & Bonpl.
Symplocos quindiuensis Brand
Symplocos sararensis Cuatrec.
Symplocos serrulata Humb. & Bonpl.
Symplocos theiformis (L. f.) Oken
TAPISCIACEAE
Huerta glandulosa Ruiz & Pav.
THEACEAE
Gordonia fruticosa (Schrad.) H.Keng
Gordonia robusta (Kobuski) H.Keng
THYMELAEACEAE
Daphnopsis caracasana Meisn.
Schoenobiblus peruvianus Standl.

URTICACEAE

Cecropia angustifolia Trécul

Cecropia peltata L.

Cecropia telealba Cuatrec.

Pilea salentana Killip

Pourouma bicolor Mart.

VERBENACEAE

Citharexylum subflavescens S.F.Blake

Citharexylum sulcatum Moldenke

Duranta mutisii L.f.

Duranta sprucei Briq.

Lippia hirsuta L.f.

VIOLACEAE

Viola scandens Humb. & Bonpl. ex Schult.

VOCHYSIACEAE

Vochysia megalantha Stafleu

WINTERACEAE

Drimys granadensis L.f.

CAPÍTULO VI:

CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LOS BOSQUES DE ROBLES (*Quercus humboldti* Bonpl.) EN COLOMBIA: Estudio de caso en el corredor de Conservación Guantiva - La Rusia - Iguaque (Departamentos de Santander y Boyacá, Colombia)

Primera publicación: Avella, A., N. Rodríguez & O. Rangel. 2013. Lineamientos para la conservación y uso sostenible de los bosques de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) del sector central del corredor de conservación Guantiva-La Rusia- Iguaque (Departamento de Santander y Boyacá). En: N. Rodríguez (ed.). Desarrollo y Ambiente: Contribuciones teóricas y metodológicas: 289-333. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales IDEA. Bogotá.

Segunda publicación: Avella A. & J.O. Rangel. 2014. Oak forests types of *Quercus humboldtii* in the Guantiva-La Rusia-Iguaque corridor (Santander-Boyacá, Colombia): their conservation and sustainable use. Colombia Forestal 17(1): 100-116.

Tercera publicación: Avella, A., S. Torres, L.M. Cárdenas & A. Royo. 2015. Restoration of Oak Forests (*Quercus humboldtii*) in the Colombian Andes: A Case Study of Landscape-Scale Ecological Restoration Initiatives in the Guacha River Watershed. En: J.A. Stanturf (ed.). Restoration of Boreal and Temperate Forests, Second edition: 429-444. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, Florida.



**CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LOS BOSQUES DE ROBLES (*Quercus
humboldtii* Bonpl.) EN COLOMBIA: Estudio de caso en el corredor de
Conservación Guantiva - La Rusia - Iguaque (Departamentos de Santander y
Boyacá, Colombia)**

INTRODUCCIÓN

En Colombia, los bosques de roble (*Quercus humboldtii*) se encuentran distribuidos a lo largo de las tres cordilleras de los andes desde los 750 m hasta los 3.450 m de altura y en los macizos aislados del Caribe colombiano. Lastimosamente, esta singularidad en distribución geográfica se encuentra altamente amenazada debido a que alrededor del 40% del territorio ha sido transformado por el aumento demográfico y el cambio de uso del suelo (Etter *et al.* 2006), sumado a que en la región andina, la tasa de deforestación ha afectado y transformado al menos el 60% de su área original en ecosistemas naturales (Gentry 1993; Andrade 1993; Rangel 2000). La amplia distribución de *Q. humboldtii* en el territorio colombiano la ha convertido en una especie muy importante a nivel socioeconómico, e inclusive debido a la intensiva explotación forestal realizada durante décadas, su aprovechamiento comercial ha sido sometido varias veces al establecimiento de vedas de carácter nacional y regional. Actualmente está catalogada como especie amenazada (Cárdenas & Salinas 2007); en el año 2006, el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), decidió establecer definitivamente en todo el territorio nacional la veda para el aprovechamiento forestal de *Quercus humboldtii* (Resolución 096 de 2006). Esta resolución también consideró el uso sostenible como un mecanismo para la conservación de la especie, para lo cual designó a las autoridades ambientales regionales, a realizar estudios técnicos que evalúen las posibilidades de restauración, manejo y su uso sostenible de los bienes y servicios ambientales que pueden generar esta especie.

Los estudios de vegetación han permitido identificar varios tipos de bosques de roble, los cuales tienen considerables diferencias en aspectos de la estructura y la composición florística. Es necesario tomar estas condiciones particulares para formular planes de manejo y estrategias de protección, restauración y uso sostenible que consideren la heterogeneidad ecológica de los robledales, la importancia de *Q. humboldtii* en cada rodal y la influencia que podría tener un cambio en sus poblaciones sobre el estado y salud del ecosistema forestal (Avella y Cárdenas 2010). Sin embargo, de acuerdo con Orozco (1996), en Colombia los temas técnicos, y más aún los científicos, no son relevantes para la mayoría de los usuarios y administradores de los recursos forestales,

pareciera que no se considera de utilidad e importancia los efectos adversos de intervenir el la cobertura vegetal del ecosistema sin ningún principio de sostenibilidad. Este es el caso de algunos territorios cuyos bosques de roble han sido aprovechados en el pasado sin tener en cuenta aspectos como composición florística, estructura y dinámica del bosque, crecimientos de las especies manejadas, aplicación de sistemas impacto reducido, lo cual ha generado sistemas de baja productividad y de alto impacto ambiental.

En un paisaje representativo de los Andes colombianos, la fundación Natura, una organización de la sociedad civil, apoyada por las comunidades locales y varias instituciones nacionales e internacionales, ha implementado durante más de diez años una propuesta de conservación regional en el sector norte de la cordillera oriental (departamentos de Boyacá y Santander), denominada como el corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque (GRI). La configuración actual en este paisaje es producto de la presión sobre los ecosistemas por una demanda de bienes y servicios que responde a un patrón general de dependencia de las comunidades campesinas sobre los recursos naturales. En este territorio, se combina el paisaje rural de las montañas andinas con la singularidad de los enclaves secos, los páramos y las selvas dominadas por roble (*Q. humboldtii*) que según Armenteras *et al.* (2003) y Solano *et al.* (2005) es una de las áreas de bosques de roble más extensa del país. De acuerdo con Avella y Cárdenas (2010), en los sistemas de producción rural de esta región, históricamente y hasta la actualidad, existen actividades que demandan madera de los bosques de roble, como combustible energético, elaboración de cercas, postes y tutores de los cultivos. Debido a esto, en el diseño de estrategias de conservación 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.

A partir del trabajo realizado en el marco de los estudios de maestría y doctorado, el autor ha tenido la oportunidad de participar en algunos proyectos de conservación de bosques de roble en esta región. Los principales resultados y aportes metodológicos de estos trabajos han sido recientemente publicados en libros y revistas científicas (Avella *et al.* 2013; Avella y Rangel 2014; Avella *et al.* 2015) y constituyen el presente capítulo de conservación el cual tiene como objetivo dar a conocer un ejemplo de la articulación del conocimiento y la investigación científica con las iniciativas de gestión y conservación integral de diferentes actores locales e institucionales. En este capítulo se presentan tres secciones, la primera corresponde al marco conceptual y de referencia respecto a la conservación y gestión de bosques naturales los principales enfoques de ordenación y gestión

forestal. La segunda plantea los principales interrogantes que se pretendieron abordar desde el inicio de los proyectos de conservación y expone la relación que existe entre las publicaciones. La tercera parte la constituyen las tres publicaciones científicas.

Conservación y gestión de bosques naturales en América latina

De acuerdo con Gradwohl y Greenberg (1989) y Primack *et al.* (2001), es imprescindible complementar los esfuerzos de conservación que se llevan a cabo en las áreas protegidas, junto con iniciativas en las áreas contiguas. Aproximadamente más del 90% del planeta permanece fuera de las áreas protegidas y algunas de éstas áreas conservan parte de su biota original, ya que las especies nativas pueden continuar viviendo en áreas que aunque están sujetas a actividades productivas aún mantienen las estructuras y funciones básicas de sus ecosistemas. La protección de los ecosistemas, donde los seres humanos son componentes integrales, constituye uno de los desafíos fundamentales para la conservación biológica en Latinoamérica, cuyo objetivo central es promover aproximaciones teóricas y prácticas que satisfagan las necesidades de ambos: los seres humanos y los sistemas ecológicos donde habitamos (Gudnyas 1998).

Con el fin de plantear una vía realista para conciliar las necesidades de la conservación con aquellas necesidades económicas y de subsistencia, cada vez más apremiantes en nuestro continente, Primack *et al.* (2001), señalan que el diseño e implementación del manejo ecosistémico permite introducir complejidades adicionales propias de este nivel de organización biológica, incorporar factores sociales en las políticas y diseño del manejo, e incluir la restauración y el uso sostenible de los recursos naturales como un componente fundamental dentro de una estrategia de conservación y manejo ecosistémico. La incorporación del sistema social dentro del manejo de los ecosistemas ha derivado a que algunos ecólogos teóricos, basados en la relación hombre-naturaleza, propongan el concepto de sistema socio-ecológico (socio-ecological system), el cual incluye entidades físicas, bióticas y culturales inter-dependientes, que tiene propiedades emergentes resultado de la interacción de dichas dimensiones biofísicas y sociales (Walker *et al.* 2004; Walker y Salt 2006; Chapin *et al.* 2009).

En la gestión y conservación de bosques, Sheil *et al.* (2004) plantean que son numerosos los conceptos que se tienen sobre ordenación y manejo forestal, los cuales han evolucionado desde prácticas enfocadas únicamente a la extracción de madera, hasta unas más sostenibles que incluyen los diferentes bienes y servicios que los bosques ofrecen. Actualmente, existen dos grandes

enfoques de gestión forestal, ambos generados a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) celebrada en Río de Janeiro (Brasil) en 1992. El primero corresponde al paradigma del Manejo Forestal Sostenible y su principal propuesta de aplicación a través de criterios e indicadores; el segundo es el denominado Enfoque Ecosistémico y sus principios rectores.

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 generalmente 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. Actualmente los principales objetivos de manejo de bosques en América Latina son: la conservación de la biodiversidad, las cuencas hidrográficas y la producción maderera, y 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. Castañeda (2000), sostiene el concepto de ordenación forestal sostenible se utiliza para comprender las dimensiones económicas, ambientales, sociales y culturales de los bosques, de conformidad con los principios forestales acordados en CNUMAD. Según Wijewardana *et al.* (1997), a partir del trabajo presentado por la OIMT en la CNUMAD, 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.

A nivel mundial, una de las definiciones de ordenación forestal más aceptadas es la de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales -OIMT- (2005), entendido 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. De acuerdo con Lammerts & Blom (1997), la generación de una herramienta para fomentar y evaluar la OFS debe realizarse con base en un sistema jerárquico de Principios, Criterios e Indicadores que tenga un carácter sistemático y logre abarcar todas las dimensiones de la ordenación forestal y que evite la redundancia o el número excesivo de acciones.

Según Lammerts & Bloom (1997), los principios son leyes o reglas que sirven como base para el razonamiento y la acción; tienen carácter de objetivo o de una actitud con respecto a la función del bosque o un aspecto relevante del sistema social que interactúa con el ecosistema. Según OIMT (2005), los criterios son aspectos que se consideran importantes respecto de los cuales se puede evaluar la ordenación forestal sostenible; cada criterio puede ser caracterizado mediante uno o más indicadores relacionados. Los criterios describen las condiciones que se deben satisfacer para cumplir con la ordenación forestal sostenible, en las propuestas de manejo forestal sostenible, los criterios se refieren a definiciones temáticas, pero su verdadero significado y alcance se define en el texto explicativo que los acompaña.

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, durante los últimos años, en la aparición de nueve iniciativas distintas que se adelantan en al menos 140 países, las cuales están fuertemente relacionadas entre sí desde el punto de vista conceptual ya que la sostenibilidad se define prácticamente en los mismos términos. De acuerdo con las conclusiones de la Cumbre Internacional sobre los C&I (FAO 2004), comparten siete áreas temáticas generales: 1) Extensión de los recursos forestales; 2) Diversidad biológica; 3) Salud y vitalidad forestal; 4) Funciones productivas de los recursos forestales; 5) Funciones protectoras de los recursos forestales; 6) Funciones socioeconómicas; 7) Marco jurídico, político e institucional.

Por otra parte, 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 (CDB 2004). Esta propuesta 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 2006). Según Andrade (2007), este marco 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 (Tabla1).

Tabla 1. Principios del Enfoque ecosistémico

<i>1. La elección de los objetivos de la gestión de los recursos de tierras, hídricos y vivos debe quedar en manos de la sociedad.</i>
<i>2. La gestión de los recursos naturales debe estar descentralizada al nivel apropiado más bajo.</i>
<i>3. Los administradores de ecosistemas deben tener en cuenta los efectos (reales o posibles) de sus actividades en los ecosistemas adyacentes y en otros ecosistemas.</i>
<i>4. Dados los posibles beneficios derivados de su gestión, es necesario comprender y gestionar el ecosistema en un contexto económico. Este tipo de programa de gestión de ecosistemas debería:</i> <i>i. Disminuir las distorsiones del mercado que repercuten negativamente en la diversidad biológica;</i> <i>ii. Orientar los incentivos para promover la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica; y</i> <i>iii. Procurar, en la medida de lo posible, incorporar los costos y los beneficios en el ecosistema de que se trate.</i>
<i>5. Con el fin de mantener los servicios de los ecosistemas, la conservación de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas debería ser un objetivo prioritario del enfoque ecosistémico.</i>
<i>6. Los ecosistemas se deben gestionar dentro de los límites de su funcionamiento.</i>
<i>7. El enfoque ecosistémico debe aplicarse a las escalas especiales y temporales apropiadas.</i>
<i>8. Teniendo en cuenta las diversas escalas temporales y los efectos retardados que caracterizan a los procesos de los ecosistemas, se deberían establecer objetivos a largo plazo en la gestión de los ecosistemas.</i>
<i>9. En la gestión debe reconocerse que el cambio es inevitable.</i>
<i>10. En el enfoque ecosistémico se debe procurar el equilibrio apropiado entre la conservación y la utilización de la diversidad biológica, y su integración.</i>
<i>11. En el enfoque ecosistémico deberían tenerse en cuenta todas las formas de información pertinente, incluidos los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades científicas, indígenas y locales.</i>
<i>12. En el enfoque ecosistémico deben intervenir todos los sectores de la sociedad y las disciplinas científicas pertinentes.</i>

Fuente: SCDB, 2004. Modificado por el autor.

De acuerdo con la Secretaria del Convenio de Diversidad Biológica SCDB (2004), la ordenación sostenible de los bosques puede considerarse como un medio para aplicar el enfoque ecosistémico, y aunque 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, dan la debida consideración a las cuestiones sociales, ecológicas y de gobernabilidad. Sin embargo, a pesar de los aspectos compartidos, 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 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 sistemas agropecuarios, ordenación de cuencas hidrográficas y restauración ecológica.

Estructura y alcance del capítulo y las publicaciones asociadas en el marco de la conservación de bosques de robles en Colombia

A partir del marcon de referencia presentado anteriormente, se plantean los siguientes interrogantes en torno a la conservacion de los bosques de robles en Colombia:

1. ¿Que enfoque de gestión forestal y cuales criterios y pautas de acción son necesarias para orientar procesos de conservación, restauración y uso sostenible de los bosques de roble en territorios rurales donde predominan los paisajes transformados, las propiedades privadas y son escasas las figuras de áreas protegidas, como es el caso del corredor de conservación GRI?
2. ¿Como utilizar el conocimiento científico sobre composición florística y aspectos de la estructura de los bosques de roble para formular prescripciones silviculturales orientadas a mejorar las actuales prácticas de manejo forestal de estos bosques?
3. Como incorporar el conocimiento local y las necesidades de las comunidades campesinas a la formulación de estrategias de conservación?

Con las siguientes tres contribuciones se plantean varias respuestas a estos interrogantes y además se espera aportar en la construcción de una estrategia integral de los bosques de roble de Colombia. En la primera contribución, Avella *et al.* (2013), basados en el diagnóstico regional, la definición de los tipos de bosques de roble, la inclusión de visiones y prácticas de las comunidades locales y la integración de enfoques de gestión forestal, formularon un conjunto de lineamientos para la conservación y el uso sostenible de los bosques de roble del sector central del corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque. En la segunda y tercera contribución se abordan con mayor profundidad las estrategias relacionadas con el uso sostenible y la restauración ecológica. Avella y Rangel (2014), proponen acciones sobre manejo forestal de los bosques de roble a partir de la composición florística, aspectos de la estructura y el estado de conservación de los diferentes tipos. Avella *et al.* (2015), trata un estudio de caso de restauración ecológica en una cuenca hidrográfica del corredor de conservación GRI donde se lleva a cabo una estrategia de restauración que involucra aspectos de los sistemas productivos de las comunidades locales y también aspectos de la conservación y recuperación de los ecosistemas.

LITERATURA CITADA

Andrade, G. I. 1993. Biodiversidad y conservación en Colombia. En: S. Cárdenas y H. Correa (eds). Nuestra Diversidad Biológica: 23-42. Fundación Alejandro Escobar, colección María Restrepo Ángel. CEREC, Bogotá.

Andrade, A. 2007. Aplicación del enfoque ecosistémico en Latinoamérica. CEM –UICN. Bogotá, Colombia. 89 p.

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. & M. Cárdenas. 2010. Conservación y Uso Sostenible de los Bosques de Roble en el Corredor de Conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. *Colombia Forestal* 13(1): 5 – 26.

Avella, A., N. Rodríguez & O. Rangel. 2013. Lineamientos para la conservación y uso sostenible de los bosques de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) del sector central del corredor de conservación Guantiva-La Rusia- Iguaque (Departamento de Santander y Boyacá). En: N. Rodríguez (ed.). Desarrollo y Ambiente: Contribuciones teóricas y metodológicas: 289-333. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales IDEA. Bogotá.

Avella A. & J.O. Rangel. 2014. Oak forests types of *Quercus humboldtii* in the Guantiva-La Rusia-Iguaque corridor (Santander-Boyacá, Colombia): their conservation and sustainable use. *Colombia Forestal* 17(1): 100-116.

Avella, A., S. Torres, L.M. Cárdenas & A. Royo. 2015. Restoration of Oak Forests (*Quercus humboldtii*) in the Colombian Andes: A Case Study of Landscape-Scale Ecological Restoration Initiatives in the Guacha River Watershed. En: J.A. Stanturf (ed.). Restoration of Boreal and Temperate Forests, Second edition: 429-444. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, Florida.

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. 232 p. Colombia.

Castañeda, F. 2000. Criterios e indicadores de la ordenación forestal sostenible: procesos internacionales, situación actual y perspectivas. *Unasyuva*, 51 (203): 34-40.

Chapin, S., G. Kofinas, C. Folke. 2009. Principles of Ecosystem Stewardship. Resilience-Based Natural Resource management in a Changing World. Springer science. 404 p.

Etter, A., C. MacAlpine, D. Pullar & H. Possingham. 2006. Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management* 79: 74–87.

Gentry, A. 1993. Vistazo general a los ecosistemas nublados andinos y la flora de Carpanta. En: G. I. Andrade (ed.). Carpanta: Selva nublada y páramo: 67-80. Fundación Natura Colombia. Santafé de Bogotá.

Gradwohl, J. & R. Greenberg. 1988. Saving the tropical forests. Island Press. Washintown, D.C. 214 p.

Gudynas, E. 1998. “Ética y ciencia en la práctica de la conservación”. Ambiente y Desarrollo XIV (1): 60-67.

Lammerts van Bueren E.M. & E. Blom. 1997. Heirarchical framework for the formulation of sustainable forest management standards. Netherlands: Veeman Drukkers. 108 p.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT-. 2006. Resolución Número 096 del 20 de Enero de 2006. Bogotá.

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. 317 p.

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. 110 p.

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 N° 15. 40 p. Japón.

Primack, R. R. Rozzi. P. Feinsinger., R. Dirzo. & F. Massardo. 2001. Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. Mexico. 797 p.

Rangel-Ch., J.O. 2000. La Megadiversidad Biológica de Colombia: ¿Realidad o Ilusión?. En: J. Aguirre (Ed.) Memorias del Primer Congreso Colombiano de Botánica (Versión en CD-Rom) Bogotá.

Secretaria del Convenio de Diversidad Biológica –SCDB-. 2004. Enfoque por Ecosistemas, (Directrices del CDB). Secretaria del Convenio de Diversidad Biológica. Holanda. 50 p.

Sheil, D., R. Nasi, and 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. 2006. El enfoque ecosistémico: cinco pasos para su implementación. Andrade A. (Traducción). UICN. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 30 p.

Solano, C., C. Roa & Z. Calle (eds.) 2005. Estrategia de Desarrollo Sostenible del Corredor de Conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque. Fundación Natura. Bogotá. 92 p.

Walker, B., C.S. Holling, S. Carpenter and A. Kinzig. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9 (2): 5. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>.

Walker, B. & D. Salt. 2006. *Resilience Thinking. Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Island Press. Washington DC. 192 p.

Wijewardana, D., Caswell, S., & Lerche, C. 1997. Aparición de los criterios e indicadores. En: *Criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible*. XI Congreso Forestal Mundial: 13-22. Antalya, Turquía. Volumen 6. FAO. Roma.

PRIMERA CONTRIBUCIÓN:

Lineamientos para la conservación y uso sostenible de los bosques de roble (*Quercus humboldtii* Bomp.) del sector central del corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque (Departamentos de Santander y Boyacá)

Andrés Avella-M., Nohra León Rodríguez y Orlando Rangel-Ch.

Transcripción de la publicación:

Avella, A., N. Rodríguez & O. Rangel. 2013. Lineamientos para la conservación y uso sostenible de los bosques de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) del sector central del corredor de conservación Guantiva-La Rusia- Iguaque (Departamento de Santander y Boyacá). En: N. Rodríguez (ed.). Desarrollo y Ambiente: Contribuciones teóricas y metodológicas: 289-333. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales IDEA. Bogotá.

RESUMEN

Los bosques de roble, dominados por *Quercus humboldtii*, constituyen el esqueleto de varios tipos de ecosistemas andinos representativos del ambiente montañoso colombiano. A partir de un diagnóstico regional, la definición de los tipos de bosques de roble, la inclusión de visiones y prácticas de las comunidades locales y la integración de enfoques de gestión ecosistémica, se formuló un conjunto de lineamientos para la conservación y el uso sostenible de los bosques de roble del sector central del corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque (Boyacá y Santander). Se identificaron y caracterizaron, siete tipos de bosques de roble los cuales se agrupan bajo la gran formación de *Q. humboldtii* y *Billia rosea*; así mismo se presentan las semejanzas que existen con otros bosques de roble descritos para Colombia. Los lineamientos propuestos se estructuraron a partir de siete criterios: marco jurídico, político e institucional; conservación de la diversidad biológica; integridad ecológica; conservación de suelos y recursos hídricos; sostenibilidad de la oferta de productos maderables y no maderables; incorporación de visiones, usos y prácticas de manejo desde la perspectiva cultural; e incorporación de propuestas socioeconómicas para el mejoramiento de la calidad de vida. De esta manera, se hace un aporte al diseño de estrategias de conservación integrales, que además de actividades de protección y rehabilitación contemplen el uso sostenible como un componente fundamental.

Palabras clave: Conservación; uso sostenible; bosques de roble; manejo ecosistémico;

ABSTRACT

Oak forests dominated by *Quercus humboldtii* constitute the backbone of various types of Andean ecosystems that are representative of the Colombian mountainous environment. Based on a regional diagnosis, the definition of different types of oak forests, the inclusion of the visions and practices of local communities and the integration of ecosystemic management approaches, a set of guidelines were formulated for the conservation and sustainable use of oak forests of the Central sector of the conservation corridor denominated Guantiva-La Russia-Iguaque (Boyacá and Santander). Seven types of oak forests were identified and characterized, which are grouped under the great formation of *Q. humboldtii* and *Billia rosea*; similarities with other oak forests that have been described for Colombia have also been found. The proposed guidelines were structured under seven criteria: the legal, political and institutional framework; the conservation of biological diversity; the ecological integrity; the conservation of soils and water resources; the sustainability of the supply of wooden and non-wooden products; the incorporation of visions, uses and management practices from a cultural perspective; and the incorporation of socio-economic proposals for improving the quality of life. In this manner, a contribution is made to the design of integral conservation strategies which in addition to including protection and rehabilitation activities contemplate the sustainable use as a key component.

Keywords: Conservation; sustainable use; oak forest; management ecosystem;

INTRODUCCIÓN

Considerable extensión del territorio colombiano ha sido transformado debido a actividades humanas que han producido cambios fuertes en el uso del suelo; según Etter *et al.* (2006) alrededor del 45% y según Rangel (2000, 2006) cerca al 32%. En la región cordillerana o andina, para algunos autores, actualmente se mantienen menos del 10% de la extensión original de los bosques andinos y probablemente menos del 5% de los bosques altoandinos (Gentry, 1993; Andrade, 1993; Rodríguez *et al.*, 2004); aunque datos más conservadores sobre la caracterización florística de los bosques sitúan la cifra de deforestación en 60% (Rangel, 2009). Entre los bosques más representativos de la región andina se encuentran los robledales, bosques dominados por *Quercus humboldtii*, un elemento florístico originario de la región templada holártica, que se distribuye en las tres cordilleras, desde 750 m hasta los 3.450 m (Lozano & Torres, 1974; Rangel & Lozano,

1896; Rangel & Lozano, 1989; Devia & Arenas, 2000; Rangel *et al.*, 2005; Rangel *et al.*, 2008; Cardenas & Salinas, 2007; Rangel & Avella, en imprenta).

Los robledales además de su alta riqueza florística cumplen importantes servicios ecosistémicos; la distribución amplia del roble en la región Andina la convierte en una de las especies más importantes tanto a nivel biológico como socioeconómico para ser utilizada en programas de restauración, manejo y uso sostenible de bienes y provisión de servicios ambientales (MAVDT, 2006). Debido a las potencialidades del recurso forestal y a su explotación inadecuada (Devia & Arenas, 2000; Moncada, 2008) el aprovechamiento de los bosques de roble ha sido sometido varias veces al establecimiento de vedas de carácter nacional y regional. El Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial 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 del roble (*Q. humboldtii*); sin embargo, dentro de la misma resolución se considera el uso sostenible de la especie como un mecanismo fundamental para su conservación, razón por la cual se le asigna a las autoridades ambientales regionales la responsabilidad de realizar estudios técnicos que evalúen las posibilidades de uso sostenible de dicha especie.

En los Departamentos de Santander y Boyacá, al interior del corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque “GRF”, se encuentran remanentes de bosques de roble de considerable extensión (Solano *et al.* 2005). Debido a las posibilidades de uso planteadas en la resolución 096/2006, se planean diferentes propuestas para estos bosques, que van desde la declaratoria de áreas protegidas, el mejoramiento de los procesos de aprovechamiento forestal doméstico realizado por las comunidades locales, hasta grandes proyectos de aprovechamiento forestal.

En esta contribución se genera nueva información sobre la caracterización biológica de los robledales; la historia de utilización y las visiones y prácticas de uso que tienen los principales actores de la región, se ensamblaron con el componente biótico-ecológico para diseñar un conjunto de lineamientos para la conservación y el uso sostenible de estos bosques en el sector central del corredor de conservación GRI. La propuesta se enmarca en el conjunto de criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible de la Organización Internacional de Maderas Tropicales OIMT (1993; 2002; 2005), en los lineamientos de la implementación del Enfoque Ecosistémico en Colombia (Rangel, 2002) y en las directrices del Enfoque Ecosistémico (SCDB 2004).

ÁREA DE ESTUDIO

El corredor de conservación Guantiva- La Rusia- Iguaque, se localiza en la vertiente Occidental de la cordillera Oriental en los departamentos de Boyacá y Santander. Es una de las áreas de bosques de roble más extensa del país con aproximadamente 171.293 ha (Solano *et al.*, 2005), los cuales influyen en la economía hídrica de las cuencas de los ríos Suárez y Chicamocha que abastecen de agua potable gran parte de la población de los departamentos de Santander y Boyacá, entre ellos importantes ciudades como Duitama, San Gil, Charalá. La presente investigación se desarrolló en el sector central del corredor de conservación con un área total de 157.000 ha, en donde se encuentran aproximadamente 57.000 ha de bosques de roble de los municipios de Encino, Charalá, Oiba, Gambita, Coromoro y Suaita en el departamento de Santander, y Paípa, Sotaquira, Duitama en el departamento de Boyacá.

Los municipios con mayor extensión de bosques en el área de estudio son Gambita con 15.357 ha (26%), Encino con 12.325 ha (21%) y Charalá con 12.203 ha (20%); el Municipio de Santa Rosa de Viterbo alcanza a tener una pequeña extensión de bosques dentro del área de estudio, pero debido a su mínima extensión (2.8 ha) no se tuvo en cuenta en el diagnóstico (Tabla 1). En la zona de estudio, de acuerdo con el mapa de coberturas (Melo 2008) el 36% del área corresponde a bosques naturales, seguido por una miscelánea de pastos y cultivos (22%) y de pastos (18%); los bosques secundarios ocupan un 3.4% y la vegetación de páramo aprox. 5% (Tabla 2).

Tabla 1. Área de los municipios y extensión de bosques que conforman el área de estudio.

Departamento	Municipio	Área del municipio en el sector central (ha)	%	Área de Bosques (ha)	%
Santander	Gambita	33870.5	22	15357.1	26
Santander	Encino	31267.5	20	12325.3	21
Santander	Charala	21959.7	14	12202.8	20
Boyacá	Paípa	15477.4	10	5037.7	8
Santander	Oiba	11428.2	7	3705.3	6
Santander	Suaita	8914.3	6	3547.3	6
Boyacá	Duitama	17604.7	11	2713.5	5
Santander	Coromoro	8987.6	6	2699.5	5
Boyacá	Sotaquira	6362.6	4	1957.1	3
Boyacá	Santa rosa de Viterbo	1174.9	1	2.8	0
TOTAL		157047	100	59548	100

Tabla 2. Tipos de coberturas en el sector central del corredor GRI

COBERTURAS	AREA (HAS)	%
Bosques naturales	57.028,59	36,31
Mosaico de pastos y cultivos	34.197,94	21,78
Pastos	28.554,07	18,18
Arbustales y matorrales	9.205,20	5,86
Vegetación de páramo	7.659,54	4,88
Rastrojos	5.351,66	3,41
Bosques secundarios	5.288,87	3,37
Áreas desprovistas de vegetación	3.913,63	2,49
Mosaico de pastos y cultivos con espacios naturales	3.859,56	2,46
Cultivos de papa	143,96	0,09
Cuerpos de agua	96,47	0,06
Bosques plantados	23,22	0,01
Nubes y sombras	1.134,2	0,72
Áreas urbanas	590,61	0,38
TOTAL	157.047,50	100,00

Fuente: Melo A., 2008.

Geología

En la zona de estudio se encuentran rocas sedimentarias generalmente plegadas, de edades jurásicas y cretácicas, razón por la cual está caracterizada y limitada por fallas de diferente tipo. En Boyacá se presentan fallas inversas y/o de cabalgamiento como la falla de Boyacá y fallas normales como las fallas de Tutuzá, Otengá, Fómata, Topan y Dugua (IGAC, 2005); en el departamento de Santander, específicamente en el Bloque Floresta, se encuentran fallas inversas y de cabalgamiento entre las que figuran las fallas de Soápaga y Bucaramanga – Santa Marta y Sistema de fallas Riachuelo – Curití que incluyen pequeños pliegues de dirección predominante hacia el SW-NE (CAS-CONIF, 2007).

La falla de Riachuelo – Curita es de tipo inverso, se localiza en el sector suroccidental de Santander y se extiende por más de 55 Km en dirección Norte-noreste desde los alrededores de Virolín al Sur hasta el Occidente de Mogotes pasando por Encino y Charalá. La falla de Encino es de tipo normal, alcanza cerca de 25 Km en total y atraviesa el Municipio de Encino con dirección Norte-noreste pasando cerca del casco urbano, y alcanza a cubrir parte del municipio de Coromoro. La Falla de Suarez se extiende por 120 km desde Barbosa al sur, hasta la Falla de Bucaramanga-Santa Marta 5 km al norte de la capital santandereana; su trazo tiene una dirección Norte-noreste con inclinación

al occidente y sigue el curso de los ríos Suárez y Río de Oro. Es una falla inversa de ángulo alto, con una componente vertical importante. Afecta capas de la Formación Girón, y rocas jurásicas y cretácicas de las formaciones Jordán, Girón, Los Santos (Tambor), Rosa Blanca, Paja y cerca de su terminación en la Falla Bucaramanga-Santa Marta.

De acuerdo con Melo (2008), en la zona de estudio existen doce (12) tipos de geoformas: crestones homoclinales, escarpes, crestas homoclinales abruptas, lomas, espinazos, cuestras, vallecitos, artesas glaciares, morrenas frontales, barras homoclinales y filas y vigas. En la Tabla 3 se describen sus principales características y la extensión que ocupan en el sector central del corredor de robles.

Tabla 3. Geoformas presentes en el área de estudio.

COD.	GEOFORMA	AREA (ha)	%
Ch	Crestones homoclinales	63.212,12	40,25
Ec	Escarpes	29.944,22	19,07
Lo	Lomas	20.412,29	13,00
Ca	Crestas homoclinales abruptas	11.918,48	7,59
Gc	Glacis	8.448,96	5,38
Cu	Cuestras	7.781,40	4,95
Ez	Espinazos	7.062,65	4,50
Vo	Vallecitos	4.068,43	2,59
Ag	Artesas glaciares	2.682,31	1,71
Mf	Morrenas frontales	623,10	0,40
Bh	Barras homoclinales	565,23	0,36
Fv	Filas y vigas	309,78	0,20
	Cuerpos de agua	20,28	0,01
TOTAL		157.050	100

Fuente: Melo A., 2008.

Clima

Para la caracterización climática de las regiones de vida subandina y andina (Cuatrecasas, 1958; Rangel *et al.* 1989) se utilizaron los registros de estaciones pertenecientes al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM- (Tabla 4). La clasificación climática y el balance hídrico se realizaron según Thornthwaite.

Tabla 4. Ubicación de las estaciones climatológicas.

Estación	Dpto.	Mpio.	Latitud	Longitud	Altitud	Región de vida	Precipitación promedio anual (mm)	Precipitación promedio mensual (mm)	T°C promedio anual
Coromoro	Santander	Coromoro	6°18'N	73°2'W	1520	Subandina	2687.2	223.9	--
Encino	Santander	Encino	6°09'N	73°6'W	1814	Subandina	3276	273.0	--
Gambita	Santander	Gambita	5°57'N	73°21'W	1900	Subandina	2452.9	204.4	--
Charalá	Santander	Charala	6°17'N	73°10' W	1350	Subandina	2648	220.6	21.1
Surbatá Bonza	Boyacá	Duitama	5°49'N	73°04' W	2485	Andina	815	67.9	14.3
UTPC	Boyacá	Tunja	5°34'N	73°22' W	2690	Andina	638.2	53.2	13
La Palma	Santander	Gambita	5°52'N	73°23' W	2110	Andina	2545.8	212.2	--
Palermo	Boyacá	Paipa	5°55'N	73°12' W	2200	Andina	1467.5	122.3	--
La Sierra	Boyacá	Duitama	5°58' N	73°10' W	2700	Andina	1913.7	159.5	12.2

- **Precipitación**

El monto anual promedio en la región de vida subandina es de 2.766 mm y el promedio mensual es de 230.5 mm, con régimen de distribución de lluvias de tipo bimodal-tetraestacional. Para la región andina el promedio anual es de 1975.6 mm y el mensual de 159.5 mm, con régimen de distribución de lluvias de tipo bimodal-tetraestacional.

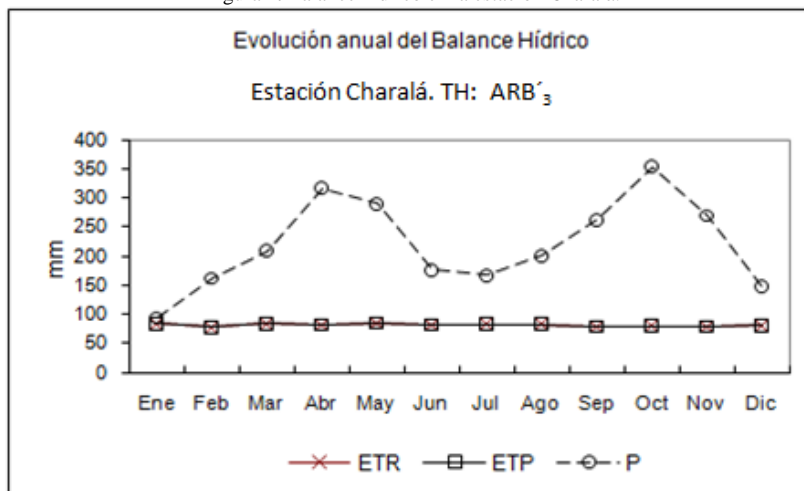
- **Temperatura**

La región de vida subandina se encuentra representada en la marcha del meteoro de la estación Charalá (altitud 1350 m) con una temperatura media de 21.1°C; el mayor valor se obtuvo en febrero (21.5°C) y el menor en julio y octubre (20.9°C). Para la región andina el promedio mensual de 13.2°C. Los periodos de mayor temperatura son marzo y mayo, y las épocas de menor valor están el periodo de junio-agosto. Para la estación La Sierra se registró un promedio anual de 12.16°C; el mayor valor se obtuvo en mayo (12.5°C) y el menor en diciembre y enero (11.9°C).

- **Balance hídrico**

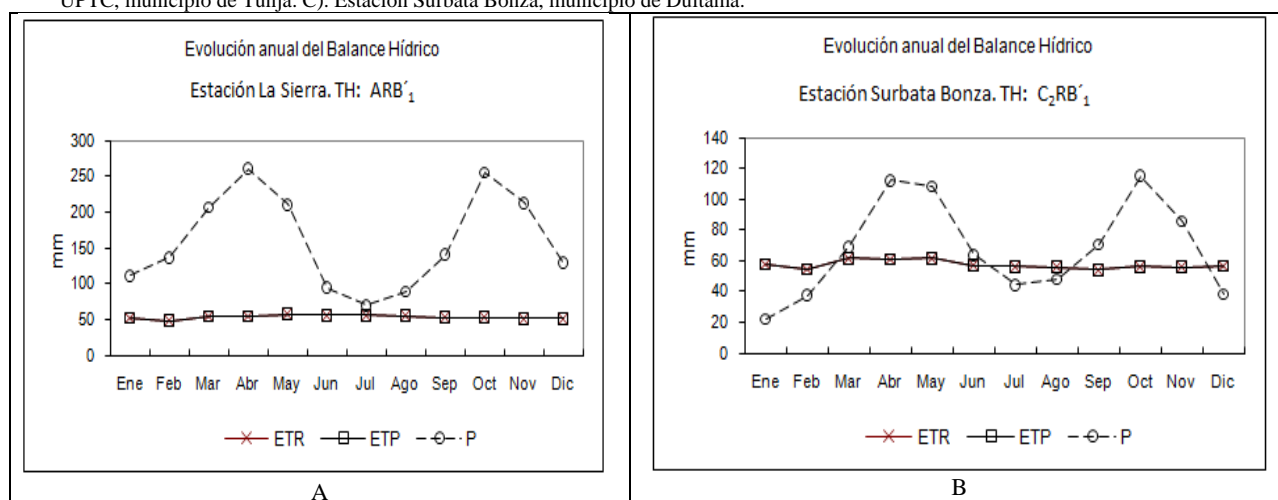
Para la región de vida subandina la ETP presenta un monto anual de 974.2 mm, el mayor valor (83.6 mm) se registró en enero finalizando la época seca. No hay déficit de agua. El total de exceso de agua es de 1673.5 mm, el mes con mayor exceso es octubre con 273.2 mm. El tipo de clima es superhúmedo ArB₃ según Thornthwaite (Figura 1).

Figura 1. Balance hídrico en la estación Charalá.



En la región de vida andina, las estaciones Surbata-Bonza y La Sierra, presentan condiciones de temperatura mesotermiales con ninguna o poca deficiencia de agua y con baja concentración de calor. En la estación La Sierra, el tipo de clima es superhúmedo ArB₁ según Thornthwaite; la ETP presenta un monto anual de 640.1 mm, el mayor valor (57.3 mm) se registró en mayo finalizando la época húmeda. No hay déficit de agua. El total de exceso de agua es de 1273.7 mm, el mes con mayor exceso es abril con 206.1 mm (Figura 7). En la estación Surbata Bonza, el tipo de clima es semihúmedo, C₁rB₁; la ETP presenta un monto anual de 687.6 mm, el mayor valor (61.5 mm) se registró en marzo y mayo durante el primer periodo de la época húmeda. Los valores de ETP de los periodos secos se encuentran por encima de los de precipitación, lo cual reduce el almacenamiento del agua durante el año, alcanzando un valor de 127.6 mm (Figura 2).

Figura 2. Balances hídricos de las estaciones de la región de vida andina. A) Estación La Sierra, municipio de Duitama B) Estación UPTC, municipio de Tunja. C). Estación Surbata Bonza, municipio de Duitama.



ASPECTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y CULTURALES

De acuerdo con los datos del Censo del 2005 (DANE, 2005), la población total que habita en los municipios del área de estudio es de 192.773 habitantes de los cuales el 75% pertenece al departamento de Boyacá y el 25% al departamento de Santander. Según la distribución por sexo, el 49% son hombres y el 51% mujeres; y el número de personas por hogar en promedio es de 3.8 (Tabla 8). De la población total del área de estudio, el 64% (123.509) se ubican en los cascos urbanos y el 36% (69.264) habitan en el sector rural (Figura 8), esta concentración se debe a los valores señalados para los municipios de Duitama y Paipa.

Tabla 4. Distribución de la población en los municipios pertenecientes al sector central del corredor de conservación GRI

Municipios	Población Total	Población Cabecera	%	Población Rural	%
DUITAMA	107406	93,003	87	14,403	13
PAIPA	27766	15,428	56	12,338	44
CHARALA	11422	6,028	53	5,394	47
OIBA	10983	4,607	42	6,376	58
SUAITA	10975	1,969	18	9,006	82
SOTAQUIRA	8966	721	8	8,245	92
COROMORO	7376	913	12	6,463	88
GAMBITA	5168	429	8	4,739	92
ENCINO	2711	411	15	2,300	85
TOTAL	192,773	123,509	64	69,264	36
TOTAL SIN DUITAMA	85,367	30,506	36	54,861	64
PROMEDIO	21,419	13,723	33	7,696	67
PROMEDIO SIN DUITAMA	10,671	3,813	27	6,858	73

Fuente: DANE 2005. Modificado por el Autor.

Las tasas de crecimiento poblacional promedio para el área de estudio, durante el periodo 1993 – 2005, fueron de 0.72%; los municipios con mayor crecimiento poblacional son Oiba (2%), Paipa (1.9%), Coromoro (1.1%) y Duitama (1%), mientras que Sotaquirá (-0.9%) y Charalá (-0.6%) presentaron disminución en la población. De acuerdo con Solano *et al.*, (2005), esta tendencia de concentración urbana en unos pocos municipios del corredor, es también expresión de la dinámica de migración rural-urbana característica de la región, como consecuencia de las difíciles condiciones que tienen los municipios con economías principalmente rurales. La población económicamente activa es 88.702 habitantes, de los cuales Duitama aporta 53.209 (60%) mientras que en los municipios de Encino, Gambita se cuenta solamente con 1.362 y 1.577 (2% y 2%) personas respectivamente.

Para toda la región, la tasa de alfabetismo promedio es del 87%, y para el sector rural es de 85%. Duitama presenta la mayor tasa de alfabetismo en el sector rural (90%), mientras que Gambita registró la menor (78%). En cuanto al acceso a servicios básicos domiciliarios en el sector central del corredor se tiene que el servicio con mayor acceso al que tienen la población es el de la energía eléctrica (90%), seguido por el de acueducto (70%), mientras que los servicios de alcantarillado (38%) y telefónico (20%) son a los que menos acceso se tiene. En el área de estudio existe una alta tendencia al fraccionamiento de la tierra, representada en una marcada tradición minifundista (predios entre 1 a 5 ha) y microfundista (predios \leq de 1 ha); generalmente todos los bosques son de propiedad privada y sus dueños son ganaderos pequeños y medianos que en su mayoría han dejado bosques en las zonas más escarpadas y empinadas (Solano *et al.* 2005).

La principal actividad económica en el sector rural es la agrícola y pecuaria, del total de viviendas rurales el 83% presentan actividades agropecuarias asociadas, de las cuales el 90% es la actividad ganadera y el 73% agrícola. De acuerdo con Solano *et al.* (2005), el sector agrícola en la zona se caracteriza por una explotación de tipo tradicional, principalmente en zonas de ladera, intensiva en mano de obra, con un uso indiscriminado de agroquímicos, baja rotación de cultivos y dependiente de las épocas de lluvia.

LOS BOSQUES DE ROBLE DEL CORREDOR DE CONSERVACIÓN GUANTIVA- LA RUSIA-IGUAQUE

Los bosques de roble en Colombia son formaciones vegetales dominadas por *Quercus humboldtii*, que tienen una importancia alta para la conservación de la diversidad biológica ya que ofrecen una variedad de hábitats esenciales para numerosas especies de plantas y animales; además, estos bosques mantienen una abundante oferta alimenticia de frutos y semillas para aves y mamíferos (Lozano y Torres 1974; Rangel *et al.* 1989; Devia y Arenas 2000; Hooghiemstra *et al.* 2002). Entre las familias de plantas más ricas en los robledales aparecen Melastomataceae, Rubiaceae, Clusiaceae, Lauraceae, Orchidaceae.

Los bosques de roble de la región de estudio se definen bajo la gran formación de bosques de *Q. humboldtii* y *Billia rosea* (Rangel & Avella, en imprenta), en la cual es posible agrupar con una estructura jerárquica siete tipos de bosques, a saber: los bosques de *Q. humboldtii* y *Ocotea calophylla* que se presentan en la franja altoandina, la gran formación de bosques de *Q. humboldtii* y *Alchornea grandiflora*, típica en la región andina la cual incluye dos tipos de bosques, los de *Q.*

humboldtii y *Blakea cuatrecasii*, y los de *Q. humboldtii* y *Cyathea multiflora*; este tipo de bosques a su vez contiene a los bosques de *Q. humboldtii* y *Daphnopsis caracasana* y a los bosques de *Q. humboldtii* y *Pouteria baehniiana*; finalmente los bosques de *Virola macrocarpa* y *Q. humboldtii* que se presentan en la región de vida subandina (Figura 9). Los principales aspectos florísticos y estructurales de cada tipo de bosques se resumen en la Tabla 5.

Figura 3. Estructura jerárquica de los tipos de bosques de roble presentes en el sector central del corredor de conservación GRI. Fuente: Elaboración propia

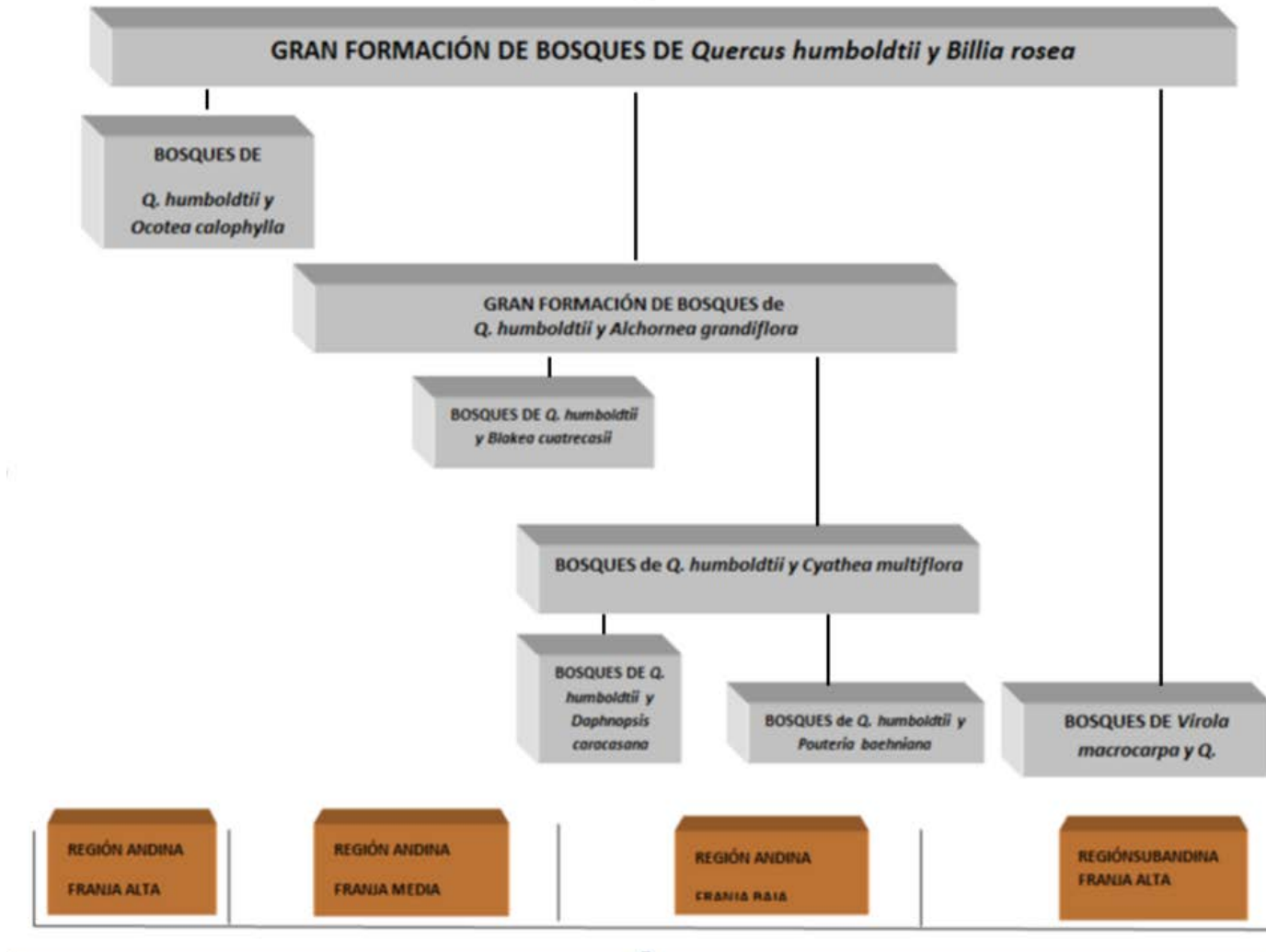


Tabla 5. Principales aspectos florísticos y estructurales de los bosques de roble del sector central del corredor de conservación GRI.

GRUPO	Estratos	Estratos con mayor cobertura	Altura prom. dosel (m)	Altura Max. (m)	No. de Ind.	No. especies arbóreas	Área basal (m ²)	Especies dominantes según I.V.I (%) e I.P.F (%)	Región de vida
<i>Gran formación de Bosques de Q. humboldtii y Billia rosea</i>	Presenta todos los estratos	Ai 50%, Ar 42%	17	30	75	19	3.7	<i>Q. humboldtii</i> (23; 32), <i>Compsoeura rigidifolia</i> (3; 3), <i>V. macrocarpa</i> (3; 3), <i>Clusia schomburgkiana</i> (2; 3), <i>C. cf. bracteosa</i> (2; 3), <i>Hyeronima huilensis</i> (2; 3).	Subandina Andina Altoandina Límite altitudinal: 1820 – 3250 m
<i>Bosques de Q. humboldtii y Ocotea calophylla</i>	No presenta estrato arbóreo superior	Ai 86%, Ar 38%	17	24	83	12	4.6	<i>Q. humboldtii</i> (48; 70), <i>Ocotea calophylla</i> (4; 3) y <i>Brunellia sp.</i> (3; 4).	Altoandina (80%) Andina (20%) Límite altitudinal: 2316 - 3250 m
<i>Gran formación de Bosques de Q. humboldtii y Alchornea grandiflora</i>	Presenta todos los estratos	Ai 40%, Ar 48%	16	30	68	17	3.2	<i>Q. humboldtii</i> (20; 27), <i>C. cf. bracteosa</i> (4; 5), <i>Hyeronima huilensis</i> (4; 4), <i>C. schomburgkiana</i> (4; 4), <i>Ladenbergia macrocarpa</i> (4; 4) y <i>Alchornea grandiflora</i> (4; 4).	Andina (85%) Subandina (15%) Límite altitudinal: 1800 - 2600 m
<i>Bosques de Q. humboldtii y Blakea cuatrecasii.</i>	No presenta estrato arbóreo superior	Ai 24%, Ar 10%	13	20	41	10	1.4	<i>Q. humboldtii</i> (42; 59), <i>Blakea cuatrecasii</i> (9; 8), <i>C. alata</i> (7; 6) y <i>C. inesiana</i> (7; 6).	Andina 2000 m
<i>Bosques de Q. humboldtii y Cyathea multiflora</i>	Presenta todos los estratos	Ai 56%, Ar 58%	17	30	79	20	4.0	<i>Q. humboldtii</i> (16; 22), <i>Ladenbergia macrocarpa</i> (4; 5), <i>C. cf. bracteosa</i> (4; 5), <i>Palicourea sp.</i> (EHC 366) (4; 4), <i>H. huilensis</i> (4; 5), <i>A. grandiflora</i> (4; 3).	Andina (75%) Subandina (25%) Límite altitudinal: 1800 - 2600
<i>Bosques de Q. humboldtii y Daphnopsis caracasana</i>	Presenta todos los estratos	Ai 48%, Ar 50%	13	20	75	18	4.1	<i>Q. humboldtii</i> (8; 10), <i>Clethra fagifolia</i> (8; 9), <i>Cyathea cf. multiflora</i> (7; 8), <i>C. discolor</i> (5; 5), <i>A. grandiflora</i> (5; 5), <i>C. multiflora</i> (4; 4)	Andina Límite altitudinal: 2200 - 2600
<i>Bosques de Q. humboldtii y Pouteria baehniana</i>	Presenta todos los estratos	Ai 57%, Ar 60%	17	30	80	20	3.9	<i>Q. humboldtii</i> (18; 24), <i>C. cf. bracteosa</i> (5; 6), <i>Ladenbergia macrocarpa</i> (4; 5), <i>Palicourea sp.</i> (EHC 366) (4; 5), <i>H. huilensis</i> (4; 4), <i>A. grandiflora</i> (4; 4)	Andina (70%) Subandina (30%) Límite altitudinal:1800 - 2180
<i>Bosques de Virola macrocarpa y Q. humboldtii</i>	Presenta todos los estratos	Ai 52%, Ar 27%	20	30	94	33	3.2	<i>V. macrocarpa</i> (11; 14), <i>C. rigidifolia</i> (11; 9), <i>Q. humboldtii</i> (6; 8), <i>Faramea flavicans</i> (4; 4) y <i>Sterigmatachirensis tachirensis</i> (3; 4)	Subandina Límite altitudinal: 1800 - 1920

Las diferentes combinaciones florísticas de bosques de *Quercus humboldtii* han sido caracterizadas en las tres cordilleras de Colombia por Rangel y Lozano (1989), Rangel *et al.* (2005; 2008; 2009), Van der Hammen (2008) y en el sur del Departamento de Córdoba por Rangel & Avella (en imprenta). Al comparar las unidades de bosques identificadas en el corredor de conservación con estas se encuentran similitudes relevantes.

Los bosques dominados por *Q. humboldtii* y *B. cuatrecasii*, junto con los bosques de *Q. humboldtii* y *D. caracasana* muestran similitud florístico-estructural con dos asociaciones vegetales dominadas por *Q. humboldtii*: *Hedyosmo-Quercetum humboldtii* y *Alfaroo-Quercetum humboldtii* encontrados por Rangel y Lozano (1989), en el Valle de La Plata (La Argentina, Huila) entre 2200 y 2600 m. La gran formación de bosques de *Q. humboldtii* y *A. grandiflora* había sido ya registrada para la cordillera oriental por Van der Hammen (2008) y Rangel *et al.* (2008).

Los bosques dominados por *Q. humboldtii* y *P. baehnia* presentan similitudes florísticas a nivel de género con la asociación Pouterio lucumae – Quercetum humboldtii del macizo de Tatamá en la cordillera Occidental (Rangel *et al.* 2005). Los robledales subandinos de *Virola macrocarpa* y *Q. humboldtii* presentan similitudes florísticas a nivel de género con los bosques de *Quercus humboldtii* y *Wettinia praemorsa* presentes en el municipio de Gonzalez, Cesar (Rangel *et al.* 2009), en el municipio de Tierralta, Córdoba (Rangel & Avella, 2011) y en el Choco biogeográfico en los sectores del macizo de Tatamá (Rangel *et al.* 2005).

VISIONES, PROPUESTAS Y PRÁCTICAS DE USO Y CONSERVACIÓN DE LOS PRINCIPALES ACTORES DE LA REGIÓN Y LAS COMUNIDADES LOCALES

Se realizaron entrevistas semi-estructuradas a líderes comunitarios y a funcionarios de instituciones gubernamentales siguiendo las propuestas de Ostrom (2000) y Munda (2004), en lo relativo al análisis institucional las cuales han sido aplicadas en trabajos de gestión forestal y ambiental (Ostrom, 1999; Vargas, 2003; 2005). El análisis institucional se realizó a través de tres fases, cada una de las cuales se realiza en secuencia cronológica: el análisis histórico, un análisis legislativo y el análisis de actores.

ANÁLISIS HISTÓRICO

De acuerdo con Raymond (1997) y Solano (2006), los pobladores precolombinos de la región pertenecían a dos grupos indígenas, los Chibchas asentados en las actuales zonas altas del departamento de Boyacá y el grupo Guane que se encontraban en partes del actual Santander. La región se caracterizaba por ser una zona de paso para el intercambio comercial y cultural entre los Guanes y los Chibchas.

En la región, durante siglos la ocupación de los suelos fue reducida debido a la baja densidad poblacional y al alejamiento de los centros de consumo (Raymond 1997). Pérez (1862), señala que “*se hallan junto a los pueblos, tierras cultivadas y bosques vírgenes que abrigan un suelo fértil y aún no tocado*”. Esta situación se mantuvo hasta la década de los 60 del siglo XX cuando fueron talados gran parte de los bosques de las montañas que atraviesa la carretera a Duitama y se establecieron los potreros de Virolin y Cañaverales.

La comisión corográfica (Ancizar, 1953) en su viaje a la región de Charalá, presenta la región como productora de algodón, maíz, turmas, yucas, platanos, frutas, una producción panelera importante y llama la atención sobre la presencia en las montañas de diversas maderas valiosas particularmente de cedros. Según Solano (2006), otro aspecto que se destaca de la región es que fue permanente escenario de guerras. Luego de la Guerra de los Mil Días, una gran cantidad del territorio fue adjudicada a los altos oficiales del ejército vencedor. Hacia el costado del municipio de Encino, las tierras fueron entregadas al general Santos mientras que hacia Charalá fueron entregadas al general Torres, quien inició la construcción del Camino de Torres, que comunica a Charalá con Duitama, carretera que se constituyó en la principal vía de comunicación entre el centro del país y el Santander. La ganadería extensiva ha tenido un papel importante en la configuración del paisaje de la región. Durante la mayor parte de su historia, la ganadería de la región ha tenido un vínculo especial con los llanos orientales, de donde recibía ganado flaco que engordaba para su consumo o que volvía a vender a otros pueblos de Santander. Este ganado venía arriado en grande, y medianas manadas, las cuales provenían de las regiones de Pozo azul y Labranza Grande en el piedemonte llanero.

La reducida utilización agrícola de los suelos puede deberse, al menos parcialmente, a que una importante proporción del territorio consta de tierras del subpáramo y de terrenos quebrados que no brindan las mejores oportunidades al desarrollo agrícola, e influye en el aislamiento de la región desde el punto de vista de vías de comunicación (Raymond 1997). Las principales causas de la tala del bosque de roble a principios del siglo XX fueron la ocupación de tierras altas a causa del

desplazamiento que origino la violencia política, los altos índices de pobreza, la expansión de la frontera agrícola y la adecuación de tierras por parte de terratenientes, los procesos de herencia familiar y la construcción de carreteras (Bello 2006).

A principios del siglo XX el roble no tenía un gran valor de uso para la comunidad. Se habla de un primer momento cuando se adecuaban grandes terrenos para la construcción de carreteras, donde el roble se tumbaba, se quemaba y no se aprovechaba para nada. La demanda por el roble como recurso maderable comienza en la primera mitad del siglo por parte de empresas de depósitos de construcción que necesitaban palancas para minas de carbón de Paz del Río y polines para los ferrocarriles nacionales (Bello 2006). Devia y Arenas (2000) y Solano (2006), señalaron que los principales usos de los bosques de roble que configuraron en mayor o menor grado su estado actual fueron: el fortalecimiento de la ganadería extensiva, lo cual aceleró la deforestación de las laderas tanto en clima frío como en templado; la extracción selectiva de maderas finas como el cedro (*Cedrela sp.*), el punte o comino (*Aniba perutilis*) y el pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*) que se comercializaron principalmente en Tunja, Duitama y Bogotá; también se requirió una gran cantidad de madera de roble para la construcción de polines y palancas de minería principalmente por parte de la empresa Acerías Paz del Río; la fabricación de carbón con lo cual se modificó considerablemente el paisaje en los municipios de Boyacá principalmente en Paípa, Ráquira y Arcabuco.

Además se presento una alta demanda de madera de roble para la construcción de la línea férrea por parte de la empresa Ferrocarriles de Colombia. Se calcula que para la construcción del ferrocarril desde Zipaquirá hasta Chiquinquirá (105km) se utilizaron 9252 toneladas de carbón, 665 toneladas de leña, 12.232 toneladas de madera aserrada, 3.419 toneladas de maderas rollizas y 464 toneladas de otros productos forestales para lo cual fue necesario derribar al menos 100.000 árboles de las mejores maderas que se encontraban en los bosques de la región (Franco, 2007). Desafortunadamente las ganancias de estas explotaciones no se reflejaron en el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades, sino que beneficiaron a los grandes comerciantes y empresarios (Bello 2006).

PERSPECTIVA HISTÓRICA DE LA LEGISLACIÓN

En el proceso histórico de la ordenación forestal se pueden distinguir tres fases, cada una de las cuales generó una legislación específica para viabilizar sus objetivos de gestión: la ordenación “clásica” que perduró hasta 1970 y se basó principalmente en el conocimiento de las existencias maderables con fines de comercialización; la ordenación de la década de los 80 fundamentada en el conocimiento de la

oferta de recursos y en la elaboración de planes de manejo, y en la actualidad cuando se ha orientado modelos de desarrollo económico que incluyan la conservación de los recursos forestales, la biodiversidad y la participación comunitaria (Ministerio del Medio Ambiente *et al.* 2002).

La legislación forestal expedida en el siglo pasado estuvo basada en concesiones y permisos, bajo los cuales el Estado avaló la explotación indiscriminada de los bosques en beneficio de unos pocos; esta situación de degradación y casi extinción de las poblaciones de varias especies maderables fue uno de los motivos para que el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables INDERENA promulgara una serie de vedas al aprovechamiento forestal dentro de las cuales se encuentra la resolución 0316 del año de 1974, en la cual se establece la veda indefinida para toda clase de uso o aprovechamiento de las poblaciones silvestres de Roble (*Quercus humboldtii*) en todo el territorio nacional, a excepción de los departamentos de Antioquia, Cauca y Nariño, donde autorizó el aprovechamiento que no implicara la obtención de carbón, leña o pulpa (Orozco 1996, Acero 2000, Vargas 2003).

Posteriormente, con la Resolución 1408 del 21 de noviembre de 1975, el INDERENA levantó la veda del roble en los municipios de Ospina Pérez, Cabrera, Pandi y San Bernardo, en el departamento de Cundinamarca, con la condición que la especie fuese aprovechada de acuerdo con un plan de manejo adecuado. Otras Corporaciones como la Corporación Autónoma Regional para la Meseta de Bucaramanga CDMB (Resolución 1986 de 1984) y la Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA (Acuerdo 10 de 1983), establecieron algunas restricciones en cuanto al aprovechamiento de la especie. La Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS, por medio de la resolución 810 de 1996, vedó por tiempo indefinido el aprovechamiento del roble. La Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER, por medio de la Resolución 177 de 1997, establece que la especie no podrá ser objeto de aprovechamiento, excepto para realizar investigaciones o cuando se trate de plantaciones o rodales debidamente registrados. La Corporación Autónoma Regional de Uraba CORPOURABA, por medio de la Resolución 76395 de 1995, prohibió el aprovechamiento de la especie y vetó su explotación bajo cualquier modalidad. En el año 2000, la Corporación Autónoma Regional de Antioquia CORANTIOQUIA, por medio de la Resolución 3183, restringió en todo el territorio de su jurisdicción el uso y aprovechamiento de la especie.

En 2006, el MAVDT teniendo en cuenta los procesos de deforestación que han sucedido en las áreas excluidas de la veda, estableció, por medio de la resolución 0096 de 2006, la veda para el aprovechamiento forestal del roble (*Q. humboldtii*) en todo el territorio nacional y por tiempo indefinido. Sin embargo, el texto de la resolución se considera el uso sostenible de la especie como un

mecanismo fundamental para su conservación, por tal razón se le asigna a las autoridades ambientales regionales la responsabilidad de realizar estudios técnicos que evalúen las posibilidades de uso sostenible de dicha especie tomando en consideración su amplia distribución, los servicios ecosistémicos que presta y las potencialidades con respecto a la restauración, manejo y uso sostenible de dichos bosques.

LOS ACTORES RELACIONADOS CON EL CONOCIMIENTO, EL USO SOSTENIBLE Y LA PRESERVACIÓN DE LOS ROBLEDALES DEL SECTOR CENTRAL DEL CORREDOR DE CONSERVACIÓN GUANTIVA-LA RUSIA-IGUAQUE

La recolección de información primaria y secundaria sobre las visiones, propuestas y prácticas de uso que los actores locales tienen sobre los bosques de roble fue útil para identificar puntos en común y posibilidades de trabajo conjunto que concentren, viabilicen y generen efectos integrados en los proyectos que se realicen a futuro. Los principales actores involucrados con el conocimiento, uso sostenible y preservación de los robledales de la región se agruparon en cinco categorías: i) organizaciones estatales de carácter nacional, ii) organizaciones estatales de carácter regional y local, iii) organizaciones no gubernamentales de orden regional y local, iv) el sector académico y v) las poblaciones locales y las organizaciones comunitarias.

Organizaciones estatales de carácter nacional. *Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, Instituto Alexander von Humboldt IAvH, Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN.*

Tienen influencia en el corredor de una manera indirecta. El MAVDT a través de la Resolución 096/2006 estableció la veda del Roble (*Q. humboldtii*) a nivel nacional y asignó la responsabilidad a las corporaciones de hacer estudios técnicos para evaluar las posibilidades de uso sostenible de dicha especie. La percepción del ministerio respecto a los bosques de roble es que son ecosistemas con una alta importancia ecológica y social en los Andes colombianos, que su conservación debe ser prioritaria pero que igualmente deben desarrollarse estrategias de uso sostenible para mejorar la calidad de vida de las comunidades locales y lograr la efectiva conservación de estos ecosistemas. El IAvH y la UAESPNN son instituciones de orden nacional que realmente no han tenido presencia en la región, solamente es posible identificarlos a través de las directrices que generan. La UAESPNN influye indirectamente a través de sus documentos de políticas y gestión sobre las áreas naturales protegidas; vale la pena mencionar que en sus documentos, esta institución ha acogido el concepto de

conservación desde un enfoque amplio que incluye además de la preservación y la restauración, el uso sostenible (UAESPNN, 2001; Camargo, 2004), la verdadera influencia en la región es ejercida por el Santuario de Flora y Fauna Guanenta Alto Río Fonce.

Organizaciones estatales de carácter regional y local. *Gobernación de Santander, Gobernación de Boyacá, Corporación Autónoma de Santander CAS, Corporación Autónoma de Boyacá CORPOBOYACÁ, Santuario de Flora y Fauna Guanenta Alto Río Fonce, Alcaldías.*

Tienen la mayor influencia en el corredor porque son los responsables de la gestión y protección de los ecosistemas y sus recursos naturales. Las gobernaciones de Santander y Boyacá cumplen con sus responsabilidades en gestión ambiental principalmente a través de la cofinanciación de propuestas presentadas por las corporaciones autónomas aunque también desarrollan pequeños proyectos ambientales que en algunos casos tienen que ver con la conservación de los bosques de roble.

Las corporaciones autónomas son las entidades estatales que actualmente avalan las propuestas de ordenamiento territorial en la región. Con respecto a los bosques de roble, estas instituciones a pesar de identificarlos como ecosistemas estratégicos en sus planes de gestión ambiental, el balance no ha sido favorable. A partir del análisis de las entrevistas realizadas a los funcionarios de estas instituciones y a las comunidades locales, se encontró que las estrategias y acciones de conservación que llevan a cabo estas instituciones se fundamentan en la exclusión del uso, aún el sostenible, que quizás se debe a que el cambio en los paradigmas de la conservación requiere de más tiempo para consolidarse en dichas instituciones, aún más cuando por problemas financieros no cuentan con el capital humano suficiente para abordar estrategias integrales de conservación y uso sostenible.

En el análisis de los lineamientos de gestión ambiental sobre los bosques de roble liderados por las corporaciones autónomas con jurisdicción en la región, es necesario referirse a tres diferentes aspectos: el primero tiene que ver con los requerimientos que establece la Res 096/2006 a las corporaciones, el segundo se relaciona con la formulación del plan general de ordenación forestal, que establece la vocación y aptitud para los bosques naturales de la región y el tercero es el establecimiento de áreas protegidas que promueven la conservación de la diversidad biológica. El estudio de zonificación al cual se refiere la Res 096 ha sido adelantado solamente por la CAS (2006) (contrato de consultoría No. CAS-ROBLES-JAGR-00395-06-02), en el cual a partir de la evaluación biofísica y socioeconómica se determinó que aproximadamente 25.600 ha de robledales tienen aptitud forestal productora, pero debido al proceso de concertación realizado únicamente con funcionarios de la corporación y cuyo objetivo era “*buscar y sustentar la preservación estricta de los bosques de roble*

en el corredor de conservación” se concluyó que no existían áreas susceptibles de aprovechamiento forestal persistente de impacto reducido debido a que en todos los esquemas de ordenamiento ambiental de los municipios, los bosques naturales, entre ellos los robledales, son objetos de conservación y protección.

La otra autoridad ambiental que tiene que ver con los bosques de roble del corredor es CORPOBOYACÁ, que hasta la fecha no ha realizado el ejercicio de zonificación para determinar áreas de bosques de roble susceptibles de aprovechamiento forestal. Los planes de ordenación forestal de las dos corporaciones actualmente están siendo formulados. Por último, es importante mencionar que la CAS, mediante la Resolución 095 del 2008, declaró el “*Distrito de Manejo Integrado DMI Guantiva La Rusia*” el cual incluye gran parte de los bosques de roble del corredor en su jurisdicción, iniciativa que fue respaldada por los alcaldes de los municipios en donde tiene influencia el DMI y por la gobernación de Santander. Realmente es una apuesta interesante de la corporación; sin embargo en los documentos técnicos para la definición del DMI Guantiva La Rusia, los bosques de roble están declarados como áreas de preservación estricta con lo cual no se permite el uso bajo ninguna modalidad.

El otro actor importante en la gestión ambiental de la región es el Santuario de Flora y Fauna Guanentá-Alto Río Fonce, que pertenece al Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, tiene una extensión de 10.429 ha y fue declarado como tal en 1993. Durante 17 años de funcionamiento el Santuario ha centrado su gestión en el marco de la Política de Conservación orientada a la investigación, educación ambiental y control y vigilancia. En los dos últimos años, en el marco de la política de participación social en la conservación (UAESPNN, 2001), se ha iniciado el desarrollo de la estrategia “Sistemas Sostenibles para la Conservación” en la zona de amortiguación del área protegida, lo cual le ha permitido a las autoridades del parque relacionarse mejor con las comunidades locales. No obstante las buenas intenciones, el equipo del parque ha reconocido lo complejo que ha sido responder a las exigencias en acompañamiento y apoyo técnico, físico y logístico de las comunidades, debido a la carencia de recursos financieros y humanos.

Organizaciones no gubernamentales (ONG) de orden regional y local. *Fundación Natura, Fundación ECOAN, Fundación CIPAV, Fundación San Isidro.*

La mayoría de estas organizaciones tienen carácter ambiental y buscan promover la conservación de la diversidad biológica y su uso sostenible en diferentes lugares y ecosistemas de la región; solamente la fundación San Isidro tiene un mayor énfasis en las propuestas de desarrollo rural integrado. En lo que respecta a los bosques de roble, la Fundación Natura es la que más ha participado en el desarrollo de

proyectos de conservación en estos ecosistemas. Al haber adoptado los nuevos paradigmas de la conservación biológica y los planteamientos de la Política Nacional de Biodiversidad, las organizaciones ambientalistas no gubernamentales han comenzado a incluir dentro de sus estrategias de trabajo, además de las que tienen que ver directamente con la conservación de los ecosistemas y sus especies asociadas, el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales, lo cual se constituye en la oportunidad de trabajar en conjunto con otras organizaciones no gubernamentales de carácter social cuyo énfasis son el desarrollo comunitario, el desarrollo rural, el fortalecimiento institucional y de esta manera aunar esfuerzos y trabajar por un desarrollo humano integral y la conservación de los ecosistemas naturales de la región.

Universidades y expertos académicos. *Universidad Javeriana, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC.*

El enfoque de sus investigaciones ha sido principalmente de carácter básico en las áreas de botánica, zoología, ecología, fisiología; son contados los trabajos que se han orientado a la aplicación de los resultados. Durante los últimos ocho años las universidades Nacional, Distrital, UPTC y Javeriana en alianza estratégica con la Fundación Natura han desarrollado más de 40 investigaciones en temas que aportan información relevante al uso, conservación y restauración de los robledales (ver Avella y Cardenas 2010). Igualmente las universidades Javeriana y Distrital han apoyado la realización del primer y segundo simposio internacional de roble y ecosistemas asociados los cuales han generado un espacio de intercambio de visiones y propuestas con respecto a la gestión efectiva de estos bosques (Solano y Vargas 2006; Parrado y Cárdenas 2009).

Al considerar las áreas con robledales como prioritarias en la gestión ambiental, es necesario continuar con la investigación en aspectos básicos del ecosistema para conocer adecuadamente su funcionamiento, pero al mismo tiempo, estos actores reconocen la importancia de avanzar en dos áreas estratégicas: la restauración ecológica y el diseño de prácticas silviculturales que permita el uso sostenible de los bosques a través del aprovechamiento de productos maderables y no maderables. Se trata finalmente de formular una estrategia de conservación y uso sostenible de los bienes y servicios generados por los bosques de roble.

Comunidades locales y organizaciones comunitarias

A partir de las entrevistas realizadas a integrantes de las comunidades locales en las veredas, corregimientos y pueblos de Virolin y El Palmar (Charala), El Palmar y El Taladro (Gambita), Encino,

La Cabuya, Patios Altos, Patios Bajos, Canadá y Avendaños (Encino), El Carmen (Duitama), El Venado, Peña Amarilla y Palermo (Paipa) y de los trabajos desarrollados por Ocaña & Linares (2005), Díaz (2008), Moncada (2008) y Escobar (2009), se pudo establecer que los robledales son ecosistemas con alta importancia cultural y social para estas comunidades campesinas; sus usos directos se relacionan con el aprovechamiento doméstico para el suministro de leña y madera (cercas y otros materiales) que la unidad familiar requiere. Se estima que una familia campesina utiliza aproximadamente entre 5 a 8 Tn/año (aprox. 13 m³/año) para el abastecimiento de leña como combustible, y entre 3-10m³ para el cercado y mantenimiento de la finca, los cuales provienen en mayor parte de especies nativas, entre las cuales además del roble (*Q. humboldtii*) se encuentran Aliso (*Alnus acuminata*), Amarillo (*Nectandra* spp., *Ocotea calophylla*), Patavaca (*Clethra fimbriata*), Encenillos (*Weinmannia pubescens*, *W. tomentosa*), Cucharos (*Myrsine guianensis*), Gaques (*Clusia multiflora*, *C. schomburgkiana*), Tunos (*Miconia* sp. *Blakea cuatrecasii*, *Centronia* sp.), Canelo (*Aniba robusta*, *Aniba perutilis*) y en algunos casos de especies exóticas como Acacias, Eucaliptos y Pinos (Díaz 2008; Avella y Cárdenas 2010).

Sin embargo, no solamente son los usos directos los relevantes. Entre los usos indirectos de los bosques de roble valorados por las comunidades se encuentran la protección del recurso hídrico, de la fauna silvestre y de los suelos productivos; y entre los valores de existencia es importante resaltar que para todas las comunidades locales, el roble y los robledales son los principales símbolos que caracterizan a la región y que desde hace mucho tiempo han estado ligados a su propia historia familiar.

En el tema de propuestas y prácticas de uso es importante resaltar dos aspectos que las comunidades han expresado durante las entrevistas y en los trabajos mencionados: actualmente en las fincas existen actividades que demandan madera, específicamente para el combustible energético (leña) y el cercado y mantenimiento de infraestructura física de la finca (postes, tutores de los cultivos, madera para construcción, cabos de herramientas). La sustitución de la madera por el gas para combustible, las cercas plásticas, cercas metálicas y otros productos para el mantenimiento de la finca, en la actualidad no son una alternativa económicamente viable para las comunidades locales puesto que exigirían una mayor inversión de recursos, los cuales actualmente ya de por sí son escasos e insuficientes para cubrir sus necesidades básicas. Por lo anterior los habitantes consideran que debe permitirse el uso doméstico y controlado del bosque, acompañando de programas de educación y capacitación para hacer sostenible esta actividad, mientras se destinan subsidios económicos que les permita la transición hacia el uso de otras fuentes de combustible.

Igualmente, es posible identificar al interior de las comunidades locales una percepción de escasez y pérdida de la riqueza los bosques de roble en la región, lo cual puede ayudar a viabilizar futuras iniciativas de educación ambiental, conservación y restauración de estos bosques. Es importante resaltar que las comunidades locales han desarrollado un importante conocimiento tradicional con respecto al manejo de los bosques de roble, identificando especies para diferentes usos, diseñando y realizando diferentes métodos de propagación, establecimiento, manejo y aprovechamiento para cada especie, lo cual puede ser un aporte significativo al diseño de modelos alternativos y sustentables para la conservación y el manejo de los bosques de roble.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CRITERIOS, LINEAMIENTOS Y ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL USO SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES DE ROBLE DEL SECTOR CENTRAL DEL CORREDOR DE CONSERVACIÓN

La formulación de los lineamientos se enmarcó en una estructura jerárquica, como lo recomiendan Lammerts y Bloom (1997), Prabhu *et al.* (1999) y, Herrera y Chaverri (2006), a partir de los principios del Enfoque Ecosistémico (SCDB, 2004), la propuesta de criterios e indicadores para la implementación del enfoque ecosistémico (Rangel *et al.* 2002) y la propuesta de C&I para la Ordenación Forestal Sostenible de la OIMT (2002; 2005) y del Centro de Investigación Forestal Internacional CIFOR (Pacheco *et al.*, 2004) las cuales ha venido siendo utilizadas y adaptadas a los ecosistemas forestales del país por el Ministerio de Ambiente desde hace más de 15 años (Orozco *et al.*, 1996; Min ambiente *et al.* 2002). Igualmente, con el ánimo de fortalecer los aspectos sociales, económicos y culturales se incluyeron las recomendaciones sugeridas por Leff (2002, 2008), Elizalde (2006), Escobar (1998; 1999).

Lammerts y Bloom (1997), sostienen que la formulación de pautas para la acción o lineamientos es apropiada en casos donde el esquema jerárquico se utiliza para apoyar y promover la ordenación forestal sostenible y no para evaluar la calidad actual de los bosques y el manejo. La función de estas pautas es traducir los criterios e indicadores en una guía práctica de acciones con el fin de cumplir con los requisitos de los criterios e indicadores.

La Secretaria del Convenio de Diversidad Biológica SCDB (2004), sostiene que a fin de lograr una mayor armonía entre la ordenación sostenible de los bosques y el enfoque ecosistémico, existe la necesidad de que la primera fortalezca una integración intersectorial, mientras que el enfoque ecosistémico debe considerar las lecciones aprendidas de la aplicación de las herramientas y los planteamientos de la ordenación sostenible de los bosques, como criterios e indicadores en su esfuerzo por avanzar hacia un enfoque orientado hacia la obtención de resultados.

De esta manera fue posible aproximarse a una visión integral y sistémica que facilitará el alcance de los objetivos de conservación y uso sostenible que se tienen para los bosques de roble. Se trata de integrar enfoques de gestión sobre ecosistemas forestales y diseñar una herramienta ideal para mejorar la ordenación forestal sostenible, lograr la conservación de los bosques naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales que viven en estrecha relación con ellos. A continuación se formulan siete criterios, se plantean los lineamientos para la acción y en algunos casos se hacen reflexiones sobre el área temática específica.

CRITERIO 1: MARCO JURÍDICO, POLÍTICO E INSTITUCIONAL QUE PROMUEVA EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

Abarca los factores institucionales necesarios para asegurar la ordenación forestal sostenible incluyendo las estructuras jurídico-normativas e institucionales a través de las cuales es posible conocer el grado de compromiso político del país con respecto a la ordenación forestal sostenible. En el caso específico del corredor de conservación, el marco jurídico-normativo y de gobernabilidad con respecto a la ordenación forestal que debe tenerse en cuenta es: Constitución Política de 1991, Política Nacional de Biodiversidad, Decreto Ley de Aprovechamiento Forestal 1791 de 1996, Política Nacional de Bosques, Plan Nacional de Desarrollo Forestal, Política Nacional de Investigación Ambiental y principalmente la Resolución 096 de 2006 del MAVDT, por medio de la cual se establece la veda nacional del roble (*Quercus humboldtii*).

Principios del Enfoque Ecosistémico en los que se enmarca: *Principios 1; 2; 3; 8; 10; 12.*

Lineamientos y acciones

- Socialización y aplicación de las disposiciones de la Resolución 096 del 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT. Algunas ideas que se deben desarrollar en el marco de este lineamiento son:
 - Apoyo y acompañamiento a las corporaciones autónomas por parte del ministerio del medio ambiente y los grupos de investigación de las principales universidades.
 - Fortalecimiento de la capacidad técnica de las autoridades ambientales locales.
 - Fortalecimiento de la capacidad organizativa y técnica de las instituciones locales (ONG locales, Juntas de Acción Veredal, entre otros.)
- Elaboración de un estudio sobre tenencia y tamaño de la tierra en el corredor GRI.

CRITERIO 2: CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LOS BOSQUES DE ROBLE

La diversidad biológica es la variabilidad de organismos incluidos en los ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos. Este criterio se relaciona con la conservación y el mantenimiento de la diversidad biológica, incluyendo los ecosistemas, las especies y la diversidad genética. Igualmente se deben incluir las medidas para la conservación de la biodiversidad en sectores apropiados para la producción forestal.

Principios del Enfoque Ecosistémico en los que se enmarca: *Principios 3; 5; 6; 12.*

Lineamientos y acciones

- Definición y espacialización de los diferentes tipos de ecosistemas con bosques de roble en el corredor
- Definición y reglamentación del Sistema Regional de Áreas Protegidas en el corredor
- Identificación y protección de especies de flora y fauna endémicas ó con grado medio-alto de amenaza asociadas a los bosques de roble del corredor. Establecimiento de un programa de investigación a largo plazo con énfasis en el conocimiento biológico integral de estas especies.
- Continuar con los estudios sobre diversidad genética de los bosques de roble del corredor
- Implementar medidas de protección a la diversidad biológica en áreas aptas para la producción y en sectores modificados por aprovechamiento forestal.

CRITERIO 3: MANTENIMIENTO DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA

Según Kattan y Naranjo (2008), la integridad ecológica es sinónimo de la salud de los ecosistemas, entendiendo que un ecosistema saludable es estable, sostenible y activo cuando mantiene su organización y autonomía y muestra la capacidad de retornar a sus condiciones originales luego de ser perturbado. La condición sana en el funcionamiento de los ecosistemas forestales, puede afectarse por diversas actividades humanas como las invasiones, la extracción ilegal, los incendios y contaminación inducidos por el hombre, el pastoreo de ganado, la minería, la caza ilegal, así como fenómenos naturales tales como incendios, ataques de insectos, enfermedades, severos vientos y lluvias, inundaciones y sequías.

Las actividades que principalmente afectaron el estado de los bosques de roble fueron: la explotación de madera por parte de las empresas Ferrocarriles de Colombia y Acerías Paz del Río para la construcción y mantenimiento de ferrovías y la elaboración de palancas para minas, la extracción selectiva de madera rolliza y en bloque, la fabricación de carbón, la realización de cabos para herramientas, la demanda de leña y madera para consumo doméstico y la ampliación de la frontera agropecuaria.

Actualmente, los factores que están causando una mayor alteración y degradación de los bosques de roble son la ampliación de la frontera agropecuaria, en especial la apertura de nuevos potreros, mediante un proceso gradual y casi imperceptible, y las demandas de madera y leña para consumo de las comunidades locales, las cuales se estiman por familia entre 5 a 8 Tn/año para suplir los requerimientos energéticos (leña) y maderables de su finca. Es importante también señalar que debido a las posibilidades de uso que plantea la Resolución 096/2006, la explotación maderera de tipo comercial realizada sin ningún criterio de sostenibilidad se puede convertir en una amenaza de gran impacto para dichos bosques.

Principios del Enfoque Ecosistémico en los que se enmarca: *Principios 3; 5; 6; 8.*

Lineamientos y acciones

- Realizar un estudio de fragmentación en los bosques de roble del corredor y al mismo tiempo establecer el grado de conectividad funcional entre los bosques de roble y otros representantes de ecosistemas naturales adyacentes.
- Diseñar y establecer un sistema de monitoreo del funcionamiento en áreas conservadas representativas de los ecosistemas naturales del corredor.
- Diseñar una estrategia de restauración ecológica en áreas altamente transformadas en el corredor de conservación.

CRITERIO 4: CONSERVACIÓN DE SUELOS Y RECURSOS HÍDRICOS

Se relaciona con el mantenimiento de la productividad y la calidad de los recursos de suelo y agua en los bosques, los cuales influyen en su “estado de salud“. Igualmente tiene que ver con el mantenimiento de la calidad del agua y el caudal de los cauces en las partes bajas y en la reducción de inundaciones y procesos de sedimentación. En la ordenación forestal existe 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 (FAO 2004).

Principios del Enfoque Ecosistémico en los que se enmarca: *Principios 3; 5; 6; 8; 10.*

Lineamientos y acciones

- Adelantar la formulación e implementación de los planes de ordenación de cuencas hidrográficas en el corredor, con el fin de proteger los ecosistemas naturales que se encuentran en las áreas de captación y regulación de las cuencas. Entre las acciones que se podrían desarrollar en el marco del presente lineamiento son:
 - Protección y recuperación de las márgenes de protección de las fuentes hídricas y los cuerpos de agua.
 - Fomento e implementación de sistemas agroforestales y silvopastoriles que protejan el suelo y las márgenes hídricas.

CRITERIO 5: SOSTENIBILIDAD DE LA OFERTA DE PRODUCTOS MADERABLES Y NO MADERABLES DE LOS BOSQUES DE ROBLE

Este criterio se relaciona con la ordenación del bosque para la producción de madera y de productos forestales no maderables. La producción sólo podrá ser sostenible en el largo plazo, si es viable desde el punto de vista económico, es ecológicamente racional y es socialmente aceptable. Un bosque productor puede cumplir también funciones ambientales importantes como el almacenamiento de carbono y la conservación de las especies asociadas de fauna y flora. Estas funciones del bosque deben salvaguardarse mediante la aplicación de prácticas racionales de ordenación y manejo que mantengan el potencial de los recursos forestales para producir una serie completa de beneficios para la sociedad. Este criterio aborda tres niveles a saber: primero la evaluación de recursos, la cual se realiza con el fin de asegurar la producción sostenible de bienes y servicios forestales para la sociedad, segundo los procedimientos de planificación y control, los cuales deben ser sólidos y eficaces, y como último nivel debe considerar los lineamientos silviculturales y directrices de aprovechamiento forestal.

Principios del Enfoque Ecosistémico en los que se enmarca: *Principios 1; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12.*

Lineamientos y acciones

Además de los lineamientos generales establecidos por la resolución 096/2006 de MAVDT, y a partir de los trabajos realizados en la región, es posible ofrecer algunas orientaciones generales que deben tenerse en cuenta cuando se planea un proceso de manejo ordenación forestal sostenible de los bosques de roble del corredor de conservación, entre los que se encuentran:

- Necesidad de un enfoque integral e interdisciplinario para la zonificación forestal, al mismo tiempo es fundamental la participación interinstitucional y de las comunidades locales en los procesos de ordenamiento territorial en el corredor.
- Formulación e implementación de un plan de mejoramiento de procesos de planificación y control de aprovechamientos forestales.
- Fortalecimiento de la capacidad técnica de las instituciones locales con el fin de mejorar los procesos de aprovechamiento domestico.
- Considerar la oferta de servicios ecosistémicos, diferente a la explotación de madera.
- Análisis de experiencias de manejo sostenible de robledales
- Uso integral, diversificado y eficiente del bosque
- Conocimiento de la capacidad de regeneración natural de los bosques de roble en diversas condiciones ecológicas e investigación en producción de material vegetal y manejo de regeneración natural.
- Determinación de las existencias maderables en los bosques de roble del corredor
- Determinación del crecimiento diamétrico y volumétrico de los bosques de roble del corredor al menos dentro de dos años consecutivos.
- Realización de estudios pilotos de aprovechamiento forestal maderable y no maderable con el fin de determinar la cantidad optima de aprovechamiento y los procedimientos para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos negativos del aprovechamiento forestal

CRITERIO 6: INCORPORACIÓN DE VISIONES, USOS Y PRÁCTICAS DE MANEJO DE LOS BOSQUES DE ROBLE DESDE LA PERSPECTIVA CULTURAL

Se han generado unos conocimientos locales en aspectos relacionados con el manejo y conservación de los robledales que autores como Bello (2007), Solano *et al.*, (2005) y Baptiste (2006), han denominado “cultura del roble”. Si tomamos en cuenta el escaso desarrollo del conocimiento científico y técnico en los aspectos de manejo de robledales y de alternativas aceptables socialmente para la conservación de éstos, este conocimiento generado por las comunidades campesinas podría aportar considerablemente al diseño de opciones de manejo alternativo que logren efectivamente la conservación y el uso sostenible de los robledales en la región. De acuerdo con Rangel *et al.* (2002), la incorporación de este criterio debe generar procesos futuros en los cuales las comunidades e instituciones locales reconozcan y valoren sus particularidades culturales como formas de adaptación a los ecosistemas y como herramientas sociales a partir de las cuales es posible construir una relación más sostenible con su entorno. Igualmente, este criterio debe evaluar las respuestas institucionales y comunitarias frente a la conservación de los bosques de roble, en el marco cultural particular.

Principios del Enfoque Ecosistémico en los que se enmarca: *Principios 1; 3; 11; 12.*

Lineamientos y acciones

- Estudios socio-ecosistémicos que determinen el grado de dependencia de las comunidades locales a los servicios ecosistémicos de los bosques de roble en el corredor.
- Elaboración de estudios socio-ecosistémicos sobre las causas principales así como la intensidad y magnitud de la deforestación y degradación de los bosques de roble en el corredor.
- Elaboración de acuerdos de manejo compartido con las comunidades locales para la conservación y el uso sostenible de los bosques de roble.

CRITERIO 7: PROPUESTAS SOCIOECONÓMICAS PARA ALCANZAR LA SOSTENIBILIDAD DE LOS BOSQUES DE ROBLES Y EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA

Este criterio aborda los aspectos económicos y sociales relacionados con los bosques de roble. Un bosque correctamente manejado es un recurso natural renovable que produce múltiples beneficios, principalmente aquellos productos y servicios para satisfacer las necesidades de las comunidades que viven en sus alrededores. Así mismo, contribuye al bienestar de la población y mejora su calidad de vida ofreciendo oportunidades de empleo, recreación y ecoturismo.

La formulación de los lineamientos correspondientes a este criterio se realiza en el marco de la propuesta de Max-Neef (1994), quien agrupa en dos las necesidades humanas y sus satisfactores. En el primer grupo figuran las necesidades de ser, tener, hacer y estar. En el segundo grupo las necesidades de subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, ocio, creación, identidad y libertad. Las necesidades identificadas tienen una jerarquía similar, es decir, no hay ninguna necesidad de menor categoría que otras. Todas conforman un sistema y consecuentemente están profundamente imbricadas unas con otras, constituyendo lo que podríamos llamar la naturaleza humana (Elizalde 2006).

La visión cultural predominante ha terminado imponiéndonos concepciones de la realidad donde tendemos a desvalorizar nuestros propios recursos y riquezas, situación que genera empobrecimiento al imponer culturalmente escalas de valores, deseos y consumo ajenos a la historia e identidad local que nos configura como sociedad. Abordar las necesidades humanas bajo el marco del desarrollo a escala humana permite encontrar nuevos caminos y alternativas hacia la sostenibilidad donde sea posible la conservación de los ecosistemas, pero al mismo tiempo se garantice la calidad de vida de las comunidades que viven en continua interacción con la naturaleza (Elizalde 2006). Bajo este marco teórico es posible pensar que la calidad de vida de los pobladores locales puede mejorarse a partir de la realización de procesos de desarrollo propios sujetos a las condiciones, restricciones y ventajas que brinda el medio social y natural, para satisfacer las necesidades y realizar sus potencialidades. De esta manera, es posible re-pensar el concepto de calidad de vida en territorios con altos valores de diversidad biológica, a partir de la articulación de la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales con la conservación y sostenibilidad de los ecosistemas naturales.

Principios del Enfoque Ecosistémico en los que se enmarca: *Principios 3; 4; 8; 10; 11; 12.*

Lineamientos y acciones

- Implementación de un programa de educación para la sostenibilidad que aborde aspectos ambientales, éticos, técnicos y de calidad de vida.
- Valoración integral de los servicios ecosistémicos prestados por los bosques de roble
- Promover la acción comunitaria para solicitar incentivos económicos a las comunidades locales que conserven los bosques de roble.
- Diseño de un programa ecoturístico y de turismo rural en el corredor de conservación

- Creación de un programa de fuentes semilleras y de material vegetal de especies forestales de los bosques de roble.
- Promover la implementación de prácticas y tecnologías para el uso eficiente de leña
- Apoyo a la reconversión de la producción agropecuaria a sistemas de producción sostenible con especial énfasis en ganadería lechera, piscicultura y producción de alimentos.
- Diseño y establecimiento de un programa de viveros comunitarios

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La demanda del recurso maderable proveniente de los bosques de roble comenzó en la primera mitad del siglo XX, amparada en una serie de normas legislativas que permitieron la explotación indiscriminada de los bosques. Las principales actividades que configuraron el estado actual de los bosques de roble del corredor fueron: i) la construcción de la línea férrea; ii) la construcción de polines y palancas de mina; iii) la extracción selectiva de maderas finas como el cedro, el comino y el pino colombiano (especies de los géneros *Cedrela*, *Ocotoea*, *Aniba* y *Podocarpus*); iv) la fabricación artesanal de carbón, v) y el fortalecimiento de la ganadería extensiva lo cual aceleró la deforestación. Actualmente de las 57.000 ha de bosques de roble que existen en el sector central del corredor de conservación, aproximadamente 7.426 ha (13%) se encuentran bajo una categoría de protección estricta. La mayoría de los bosques son de propiedad privada, y en la región se presenta una alta tendencia al fraccionamiento de la tierra, representada en una marcada tradición minifundista y microfundista (Solano *et al.*, 2005).

En la región, los robledales tienen alta importancia cultural y social para las comunidades campesinas. Los usos directos del bosque tienen que ver con el aprovechamiento doméstico para el suministro de leña y madera que la unidad familiar requiere. Una familia campesina utiliza entre 5 a 8 Tn/año (aprox. 13 m³/año), los cuales provienen en mayor parte de especies nativas asociadas a los bosques de roble. Sin embargo, a pesar de lo estratégicos que son estos bosques de robles para las instituciones y comunidades campesinas, su degradación y deforestación aún continua. La existencia de valiosos ecosistemas desde el punto de vista biológico, está asociada a comunidades campesinas propietarias del 87% de los territorios con bosques de roble, con los cuales tienen estrecha relación, demandan varios de sus servicios ecosistémicos y tienen una serie de prácticas para su uso y aprovechamiento. Por lo tanto, es necesario diseñar estrategias de conservación integrales que contemplen además de las actividades de protección y rehabilitación, el uso sostenible como un componente fundamental para la

consolidación de procesos de conservación de la diversidad biológica y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades asociadas.

Esta estrategia de conservación deberá basarse en la generación de acuerdos de gestión compartida con las comunidades locales, contando con el apoyo decidido de las entidades gubernamentales, las universidades e institutos de investigación y las ONG locales. Esta “coalición” de actores puede ayudar a la conservación integral de los bosques de roble y al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales.

Es necesario hacer énfasis en que los criterios, lineamientos y acciones propuestos, en ningún momento se pueden considerar como imposiciones o exigencias técnicas y académicas, por el contrario se formularon apoyados en el diagnóstico y sobretodo en las visiones y propuestas de uso y conservación identificadas en la región. Por lo tanto, con su implementación se busca la potencialización de varias iniciativas locales y regionales.

Se reconocen varias dimensiones en los ecosistemas de robledales, desde los aspectos de oferta de recursos naturales, relación con otros ecosistemas, servicios ecosistémicos, protección de la biodiversidad, importancia socio-cultural y patrimonio natural. Una visión como esta puede aportar elementos técnicos y metodológicos al nuevo enfoque de ordenación forestal que se debe emplear para los diferentes bosques de roble de Colombia.

LITERATURA CITADA

Acero, E. 2000. Árboles, Gentes y Costumbres. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 387 pp. Bogotá.

Ancizar, M. 1853. Peregrinación de Alpha por las Provincias del Norte de la Nueva Granada en 1850 y 1851. 94 pp. Echeverría Hermanos. Bogotá.

Andrade, G. I. 1993. Biodiversidad y conservación en Colombia. En: S. Cárdenas y H. D. Correa. (eds). Nuestra Diversidad Biológica: 23-42. Fundación Alejandro Escobar, colección María Restrepo Ángel. CEREC, Bogotá.

Avella, A. & Cárdenas, L. 2010. Conservación y uso sostenible de los bosques de roble. Estudio de caso en el Corredor de Conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. Colombia Forestal 13 (1): 5-30.

Baptiste, L.G. 2006. Hacia una política nacional de manejo del robledal. En: C. Solano y N. Vargas (eds). Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados. Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana. 287 – 291 pp. Bogotá.

Bello, R. 2006. Expresiones culturales alrededor del roble en el corredor Guantiva-La Rusia-Iguaque. En: C. Solano y N. Vargas (eds). Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados. Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana. 225-234 pp. Bogotá.

Bello, R. 2007. Expresiones culturales alrededor del roble, corredor Guantiva – La Rusia – Iguaque. Documento de trabajo interno. 50 pp. Fundación Natura.

Camargo, G. 2004. Lineamientos técnicos para la conservación y la restauración en el Sistema de Áreas Protegidas. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 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. 232 pp. Bogotá, Colombia.

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. CAS-ROBLES-JAGR-00395-06-02.

Corporación Autónoma Regional de Santander -CAS- & Corporación Nacional de Investigaciones y Fomento Forestal -CONIF- 2007. Documento para la concertación y declaración de un área protegida de carácter regional sobre el corredor Guantiva – La Rusia, en los ecosistemas de Páramo y Bosque de Roble. 277 pp. Comunicación interna CAS.

Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista Acad. Colomb. Ci. Exact. 10 (40): 221-268. Bogotá.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE-. 2005. Censo General 2005 - Información Básica. República de Colombia.

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: F. Cárdenas (ed.). Desarrollo Sostenible en los Andes de Colombia. (Provincias de Norte, Gutiérrez y Valderrama). 63-77 pp. Boyacá, Colombia. IDEADE– Universidad Javeriana.

Díaz, M. 2008. Evaluación del uso actual de especies forestales asociadas a bosque de roble 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. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Elizalde, A. 2006. Desarrollo humano y ética para la sustentabilidad. Universidad de Antioquia – PNUMA – Universidad Bolivariana de Chile. 166 pp. Medellín.

Escobar, A. 1998. Whose Knowledge, Whose Nature? Biodiversity Conservation and Social Movements Political Ecology. Journal of Political Ecology. Vol 5. Pag 53-82.

Escobar, A. 1999. Comunidades negras de Colombia: en defensa de biodiversidad, territorio y cultura. Biodiversidad 22 (15). Disponible en: www.grain.org/biodiversidad_files/biodiv223.pdf

Escobar, V. 2009. Procesos de organización social para la conservación del bosque de robles y sus ecosistemas asociados en Paipa y Duitama en el período comprendido entre 2004 a 2008. Tesis de grado de Trabajo Social. Universidad Externado de Colombia Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Bogotá.

Etter, A., C. MacAlpine, D. Pullar & H. Possingham. 2006. Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management* 79. 74-87.

Franco, R. 2007. Elementos para una historia ambiental de la región de la laguna de Fúquene en Cundinamarca y Boyacá. En: Franco, L. & Andrade, G. (eds.). Fúquene, Cucunuba y Palacio, Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino: 61-102 Fundación Humedales, Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt. Bogotá.

Gentry, A. 1993. Vistazo general a los ecosistemas nublados andinos y la flora de Carpanta. Páginas 67-80. En: Andrade G. I. (Ed.), Carpanta: Selva nublada y páramo. Fundación Natura Colombia. Edit. Presencia, Santafé de Bogotá.

Herrera, B. & A. Chaverri. 2006. Criteria and indicators for sustainable management of Central American Montane Oak Forests. En: M. Kapelle (ed.) Ecology and conservation of Neotropical montan oak forests. *Ecological studies* vol. 185: 421-432. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Hooghiemstra, H., T., van der Hammen, & A.M., Cleef. 2002. Paleoecología de la flora boscosa. En: M. Guariguata. & G. Kattan (compiladores). Ecología y conservación de bosques neotropicales. 43-58. Editorial tecnológica de Costa Rica. Costa Rica.

Kattan, G. & L. Naranjo. 2008. Regiones biodiversas, herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas. WCS Colombia, Fundación Ecoandina, WWF Colombia. 224 pp. Santiago de Calí, Colombia.

Lammerts van Bueren E.M. & E. Blom. 1997. Heirarchical framework for the formulation of sustainable forest management standards. 108 pp. Netherlands: Veeman Drukkers.

Leff, E., A. Argueta, E., Boege & C. Porto Gonçalves. 2002. Más allá del desarrollo sostenible: la construcción de una racionalidad ambiental para la sustentabilidad: una visión desde América Latina. En: E. Leff (comp.). La transición hacia el desarrollo sustentable: perspectivas de América Latina y el Caribe: 477 -576. Instituto Nacional de Ecología. México.

Leff, E. 2008. Discursos sustentables. 272 pp. Ed. Siglo XXI, México.

Lozano, G. & J.H. Torres 1974. Aspectos generales sobre la distribución, sistemática fitosociológica y clasificación ecológica de los bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. *Ecología Tropical* 1 (2):45-79.

Max- Neef, M. 1994. Desarrollo a escala humana: conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones. Icaria Editorial. 147 pp. Barcelona.

Melo, A. 2008. Zonificación de los bosques de roble: una herramienta para la planificación del Ecosistema. En: L. Cárdenas (compilador). Informe de gestión 2008 proyecto “Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y el manejo forestal en Colombia”. Documento interno. 83 pp. Fundación Natura.

Ministerio del Medio Ambiente, Asociación Colombiana de Reforestadores & OIMT. 2002. Guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales. Proyecto: Aplicación y evaluación de criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales PD 8/97 REV 2 (F). 182 pp. Gente Nueva. Bogotá.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT-. 2006. Resolución Número 096 del 20 de Enero de 2006. 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: L. Cárdenas (compilador). Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y manejo forestal en Colombia: II Informe. Subdirección de Conservación e investigación. Documento interno. 115 pp. Fundación Natura Colombia.

Munda, G. 2004. Métodos y procesos multicriterios para la evaluación social de las políticas públicas. Revista iberoamericana de Economía Ecológica. Vol 1: 31-45. Ecuador.

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 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. 26 pp. 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. Serie OIMT de políticas forestales N° 13. 88 pp. 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 N° 15. 40 pp. Japón.

Orozco, J. M. 1996. Diagnóstico de los sistemas de permisos y concesiones forestales y propuesta de criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales. 375 pp. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá.

Ostrom E. 1999. Self-Governance and Forest Resources. Center for International Forestry Research. Occasional Paper No. 20. 15 pp. Jakarta, Indonesia.

Ostrom, E. 2000. El gobierno de los bienes comunes; la evolución de las instituciones de acción colectiva. Universidad Nacional Autónoma de México. 395 pp. Centro Regional de Investigaciones multidisciplinarias. Fondo de Cultura económica. México.

Pacheco, D., K. Andersson & M. Hoskins. 2004. Desafíos y oportunidades de ordenación de bosques comunales en América del Sur. International Forestry Resources and Institutions (IFRI) Research Programme, Indiana University, EE.UU. En: B. Vinceti, W. Amaral y B. Meilleur (eds). 2004.

Desafíos de la ordenación de los recursos genéticos silvícolas para contribuir a la subsistencia, ejemplos de Argentina y Brasil: 33-56. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia.

Parra A., y L. Cárdenas. 2009. II Simposio internacional de bosques de robles y ecosistemas asociados. Construyendo estrategias para su conservación y uso sostenible. 80 pp. Fundación Natura y Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Pérez, F. 1862. Geografía física y política de los Estados Unidos de Colombia. Tomo I. Imprenta de la Nación. Bogotá.

Prabhu, R., C.J.P. Colfer, and R. G. Dudley. 1999. Guidelines for Developing, Testing and Selecting Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management, a C&I Developer's Reference. Center for International Forestry Research (CIFOR). The Criteria & Indicators Toolbox Series No. 1. 186 pp. Jakarta, Indonesia.

Raymond, P. 1997. Hacienda Tradicional y Aparcería. Universidad Industrial de Santander. Ediciones UIS. 360 pp. Bucaramanga.

Rangel-Ch., J.O. & G. Lozano. 1986. Un perfil de la vegetación entre la plata (Huila) y el volcán Puracé. *Caldasia* 14 (68-70):53-547.

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: L.F. Herrera, 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. 1989. La vegetación de las zonas regiones de vida subandina y ecuatorial del transecto Parque de los Nevados (Cordillera Central Colombiana). *Perez-Arbelaezia Volumen 2* No. 8. 329 – 381.

Rangel-Ch., J.O., M.A. Orjuela, H. Zambrano, & G. Andrade. 2002. Generación de una propuesta de criterios e indicadores para implementar el enfoque ecosistémico en Colombia. En: Proyecto "Generación de una propuesta metodológica y operativa que permita la adopción del enfoque ecosistémico en Colombia. 66 pp. Convenio 052-013/01 MAVDT-SECAB-Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Rangel-Ch., J.O., A.M. Cleef, S. Salamanca & C.L. Ariza. 2005. La vegetación de los bosques y selvas del Tatamá. En: T. Van der Hammen, J.O. Rangel-Ch. & A.M. Cleef (eds). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 6. La cordillera Occidental, transecto de Tatamá: 469-644*. J. Cramer, (Borntraeger) Berlín-Stuttgaart.

Rangel-Ch., J.O., A.M. Cleef & H. Arellano. 2008. La vegetación de los bosques y selvas del Transecto Sumapaz. En: T. Van der Hammen (ed.) 2008. *Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7. La cordillera Oriental colombiana, transecto Sumapaz: 695-798*. J. Cramer, Berlín-Stuttgaart.

Rangel, O., A. Avella & H. Garay. 2009. Caracterización florística y estructural de los relictos boscosos del sur del departamento del Cesar. En: O. Rangel (ed.). *Colombia Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la Serranía del Perijá*. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia – CORPOCESAR. Bogotá

Rangel, O. & A. Avella. En imprenta. Oak forests (*Quercus humboldtii*) in the caribbean region and distribution patterns related with environmental factors in Colombia.

Rodríguez, N., A. Rincón., D. Armenteras., H. Mendoza., A. Umaña., N. Arango & M. Baptiste. 2005. Corredor Nororiental de robles: indicadores de estado de la biodiversidad, factores antrópicos asociados y áreas prioritarias de conservación. Instituto de investigaciones Alexander von Humboldt. 85 pp. Serie: Indicadores de seguimiento y evaluación de la política de biodiversidad. Bogotá.

Secretaria del Convenio de Diversidad Biológica –SCDB-. 2004. Enfoque por Ecosistemas, (Directrices del CDB). 50 pp. Secretaria del Convenio de Diversidad Biológica. Holanda.

Solano, C. 2006. Reserva Biológica Cachalú: 10 años de investigación en bosques de roble. En: C. Solano y N. Vargas (eds.). Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados: 11-23. Fundación Natura – Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Solano, C., C. Roa & Z. Calle. 2005. Estrategia de Desarrollo Sostenible del Corredor de Conservación Guantiva - La Rusia - Iguaque. 87 pp. Fundación Natura. Bogotá.

Solano y N. Vargas (eds.). 2006. Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados. 291 pp. Fundación Natura – Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN. 2001. Política de participación social en la conservación. Litocamargo. Bogotá.

Van der Hammen, T. 2008. Zonal ecosystems of the western and eastern flanks of the Eastern cordillera of the Colombian Andes (Sumapaz Transect) En: T. Van der Hammen (ed.) 2008. Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7. La cordillera Oriental colombiana, transecto Sumapaz: 961-1009. J. Cramer, Berlín-Stuttgart.

Vargas, O.L. 2003. Desarrollo de evaluaciones multicriterio sociales en el catival, zonas Los Mangos y Domingodo. Crónica forestal y del medio ambiente. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 18:5-24.

Vargas, O.L. 2005. La evaluación multicriterio social y su aporte a la conservación de bosques. Revista de la Facultad nacional de Agronomía. Universidad Nacional de Medellín. 58. (1). 2665-2684.

SEGUNDA CONTRIBUCIÓN:

Tipos de bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en el corredor Guantiva-La Rusia-Iguaque (Santander-Boyacá, Colombia): su conservación y uso sostenible

Andrés Avella Muñoz y J. Orlando Rangel Ch.

Traducción de la publicación:

Avella A. & J.O. Rangel. 2014. Oak forests types of *Quercus humboldtii* in the Guantiva-La Rusia-Iguaque corridor (Santander-Boyacá, Colombia): their conservation and sustainable use. *Colombia Forestal* 17(1): 100-116.

ABSTRACT

Characterizations of oak forests according to their floristic composition and structure and the identification of the main use requirements of local communities were performed. This permitted recommendations for the sustainable use and preservation of these forest types in the Guantiva-La Rusia-Iguaque conservation corridor (Santander-Boyacá, Colombia). The oak forests correspond to the *Quercus humboldtii* - *Billia rosea* major forest formation, which can be categorized into a hierarchical structure of seven forest types. The *Q. humboldtii* - *Ocotea calophylla* forests present in the high Andean fringe (>2200-3200 m.a.s.l); the *Q. humboldtii* - *Alchornea grandiflora* forests, common in the Andean region include two types of forests, *Q. humboldtii* - *Blakea cuatrecasii*, and *Q. humboldtii* - *Cyathea multiflora* forests; furthermore, these types of forests comprise the *Q. humboldtii* - *Daphnopsis caracasana* and *Q. humboldtii* - *Pouteria baehniiana* forests. The final forest type is the *Virola macrocarpa* - *Q. humboldtii* forests present in the sub-Andean life zone. According to interviews with members of local communities oak forests are considered the main components of ecosystems of high cultural and social value. The interviews identified two principle uses of oaks, for fuel and for land tenure and property maintenance (fence posts, stakes for crops, timber and tool handles). According to ecological characterization and conservation status assessments the *Virola macrocarpa* - *Q. humboldtii*, *Q. humboldtii* - *Pouteria baehniiana* and *Q. humboldtii* - *Daphnopsis caracasana* forests can be used by the community with technical prescriptions. The *Q. humboldtii* - *Blakea cuatrecasii* and *Q. humboldtii* - *Ocotea calophylla* forests should not be used under any circumstance and should be subject to strict strategies for their protection and ecological restoration. The future of oak forests is uncertain unless appropriate strategies based on the generation of co-management agreements with local communities for sustainable use and conservation are proposed and implemented.

Keywords: oak forest, management tropical forests, Oak-conservation; sustainable use

RESUMEN

Los bosques de robles en el corredor Guantiva-La Rusia-Iguaque corresponden a la formación mayor de *Quercus humboldtii* y *Billia rosea*, los cuales se clasificaron en una estructura jerárquica de siete tipos: Bosques de *Q. humboldtii* y *Ocotea calophylla* (franja altoandina > 3200 m), la gran formación de *Q. humboldtii* y *Alchornea grandiflora*, en la región andina con el robledal de *Q. humboldtii* - *Blakea cuatrecasii* y el de *Q. humboldtii* - *Cyathea multiflora*. En la parte baja de la región andina se diferenciaron los bosques de *Q. humboldtii* y *Daphnopsis caracasana* y los de *Q. humboldtii* y *Pouteria baehniiana*. Los bosques de *Virola macrocarpa* y *Q. humboldtii* están presentes en la zona de vida sub-andina. Los robledales son considerados ecosistemas de alto valor cultural y social con dos prácticas principales de uso: como fuente de combustible y en el mantenimiento de las fincas (postes, estacas, madera). Según la caracterización florística y estructural, los bosques de *Virola macrocarpa* - *Q. humboldtii*, los de *Q. humboldtii* - *Pouteria baehniiana* y los de *Q. humboldtii* - *Daphnopsis caracasana* podrían ser utilizados por la comunidad, bajo prescripciones técnicas. Los bosques de *Q. humboldtii* - *Blakea cuatrecasii* y de *Q. humboldtii* - *Ocotea calophylla* no se deben usar, bajo ninguna condición, y deben ser objeto de un programa de protección estricta y restauración ecológica. Se deben implementar estrategias de conservación basadas en la generación de acuerdos de co-manejo entre las comunidades locales y las instituciones ambientales que faciliten su conservación bajo esquemas de uso sostenible.

Palabras clave: bosques de robles; manejo bosques tropicales, Robles– conservación; uso sostenible

INTRODUCCION

La presencia de bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en Colombia ilustra el límite sur de la distribución geográfica de este importante linaje de origen Holártico. Su aparición en Colombia es muy reciente (300.000 años BP) y su dominio ecológico es marcado en los tres ramales de la cordillera de los Andes y en los macizos aislados en la región Caribe colombiana entre 700 y 3500 m de altitud ([Cuatrecasas, 1958](#); [Lozano & Torres, 1974](#); [Rangel & Lozano, 1986](#); [Rangel et al., 2005, 2008, 2009](#); [Van der Hammen, 2008](#); [Rangel & Avella, 2011](#)). En Colombia, alrededor del 45% del territorio ha sido transformado debido al aumento demográfico y al cambio en el uso del suelo (Márquez, 2000; Etter et al., 2006); por tal razón, actualmente se mantienen menos del 10% de los bosques andinos y probablemente menos del 5% de los bosques altoandinos (Gentry, 1993). Sin embargo, una caracterización florística más prudente, los bosques de roble se han reducido en un 60% (Rangel 2000; 2005). Sin embargo, estimaciones más prudentes sostienen que los bosques andinos se han reducido en un 60% (Rangel 2000; 2005).

La legislación forestal expedida en el siglo pasado estuvo basada en concesiones y permisos, bajo los cuales el Estado avaló la explotación indiscriminada de los bosques en beneficio de unos pocos; esta situación de degradación y casi extinción de las poblaciones de varias especies maderables fue uno de los motivos para que el Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables INDERENA promulgara una serie de vedas al aprovechamiento forestal dentro de las cuales se encuentra la resolución 0316 del año de 1974, en la cual se establece la veda indefinida para toda clase de uso o aprovechamiento de las poblaciones silvestres de Roble (*Q. humboldtii*) en todo el territorio nacional, a excepción de los departamentos de Antioquia, Cauca y Nariño, donde autorizó el aprovechamiento que no implicara la obtención de carbón, leña o pulpa. En la última década, el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial estableció de nuevo, a través de la Resolución 0096 en 2006, la prohibición indefinida del aprovechamiento forestal de roble (*Q. humboldtii*) en todo el país.

Sin embargo, la resolución se considera el uso sostenible de la especie como un mecanismo fundamental para su conservación, y se le asigna a las autoridades ambientales regionales la responsabilidad de realizar estudios técnicos que evalúen las posibilidades de uso sostenible de dicha especie tomando en consideración su amplia distribución, los servicios ecosistémicos que presta y las potencialidades con respecto a la restauración, manejo y uso sostenible de dichos bosques. Los robledales además de su alta riqueza florística cumplen importantes servicios ecosistémicos; la distribución amplia del roble en la región Andina la convierte en una de las especies más importantes tanto a nivel biológico como socioeconómico para ser utilizada en programas de restauración, manejo

y uso sostenible de bienes y provisión de servicios ambientales ([MAVDT, 2006](#)). Con posterioridad a la Resolución 096, se propusieron varios usos alternativos de la tierra, incluyendo la declaración de áreas protegidas, la mejora de procesos de aprovechamiento forestal por las comunidades locales y la formulación de grandes proyectos de explotación forestal.

En los Departamentos de Santander y Boyacá, al interior del corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque “GRI”, se encuentran remanentes de bosques de roble de considerable extensión ([Solano *et al.* 2005](#)). A partir de una caracterización de la composición florística, aspectos de la estructura y el estado de conservación, el presente estudio propone una clasificación de los tipos de bosques de roble en el corredor de conservación GRI. Esta clasificación junto con la información de las prácticas de conocimiento y uso tradicional de las comunidades locales puede ser la base para la definición de un programa de manejo forestal sostenible. Finalmente consideramos que las estrategias propuestas para la conservación de los bosques de roble deben tener en cuenta no sólo el conocimiento científico, sino también los conocimientos tradicionales, los intereses y las necesidades básicas de las comunidades locales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El corredor de conservación Guantiva- La Rusia- Iguaque, se localiza en la vertiente Occidental de la cordillera Oriental en los departamentos de Boyacá y Santander. Es una de las áreas de bosques de roble más extensa del país con aproximadamente 171.293 ha ([Solano *et al.* 2005](#)), los cuales influyen en la economía hídrica de las cuencas de los ríos Suárez y Chicamocha que abastecen de agua potable gran parte de la población de los departamentos de Santander y Boyacá, entre ellos importantes ciudades como Duitama, San Gil, Charalá. La presente investigación se desarrolló en el sector central del corredor de conservación con un área total de 157.000 ha, en donde se encuentran aproximadamente 57.000 ha de bosques de roble de los municipios de Encino, Charalá, Oiba, Gambita, Coromoro y Suaita en el departamento de Santander, y Paípa, Sotaquirá, Duitama en el departamento de Boyacá.

La población total que habita en los municipios del área de estudio es de 192.773 habitantes, de los cuales el 64% habitan en los cascos urbanos y el 36% lo hacen en las áreas rurales ([DANE, 2005](#)). La fragmentación del hábitat es extensa, causada por el pequeño tamaño de la tierra, caracterizada por minifundios (1-5 ha) y microfundios (<1 ha). En general, la mayor parte de las tierras forestales son de

propiedad privada, de pequeños ganaderos que en su mayoría han dejado los bosques en las zonas más escarpadas y empinadas de sus propiedades ([Solano et al. 2005](#)). La principal actividad económica en el sector rural es la agrícola y pecuaria. el sector agrícola en la zona se caracteriza por una explotación de tipo tradicional, principalmente en zonas de ladera, intensiva en mano de obra, con un uso indiscriminado de agroquímicos, baja rotación de cultivos y dependiente de las épocas de lluvia ([Solano et al. 2005](#)). Actualmente, el 36% del área corresponde a bosques naturales, el 22% a pastos y cultivos, en pastos limpios se tiene un 18%, mientras que los bosques secundarios 3.4% y la vegetación de páramo 5% ([Melo, 2008](#)). A lo largo del gradiente altitudinal (1800-3200 m) se presentan los climas secos, subhúmedos y húmedos. Los bosques generalmente se establecen en terrenos con pendientes mayores al 50%.

Algunos hechos históricos relevantes respecto al uso de los bosques de roble en esta región señalan por ejemplo que en la época prehispánica fue usada como una región de intercambio asentamiento e comercial entre pueblos pertenecientes a las culturas Guane y Chibcha ([Raymond, 1997](#); [Solano, 2006](#)). La comisión corográfica clasificó la región como un área dominada ([Ancizar, 1853](#)), productora de algodón, maíz, turmas, yucas, platanos, frutas, una producción panelera importante y llama la atención sobre la presencia en las montañas de diversas maderas valiosas particularmente de cedros. Las principales causas de la tala del bosque de roble a principios del siglo XX fueron la ocupación de tierras altas a causa del desplazamiento que originó la violencia política, los altos índices de pobreza, la expansión de la frontera agrícola y la adecuación de tierras por parte de terratenientes, los procesos de herencia familiar y la construcción de carreteras ([Bello, 2006](#)).

A principios del siglo XX el roble no tenía un gran valor de uso para la comunidad. La demanda por el roble como recurso maderable comienza en la primera mitad del siglo por parte de empresas de depósitos de construcción que necesitaban palancas para minas de carbón de Paz del Río y polines para los ferrocarriles nacionales ([Bello, 2006](#)). [Solano \(2006\)](#) and [Avella & Cárdenas \(2010\)](#) señalaron que los principales usos de los bosques de roble que configuraron en mayor o menor grado su estado actual fueron: el fortalecimiento de la ganadería extensiva; la extracción selectiva de maderas finas como el cedro (*Cedrela* sp.), el punte o comino (*Aniba perutilis*) y el pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*); la gran cantidad de madera de roble demandada para la construcción de polines y palancas de minería, al igual que la fabricación de carbón en Paípa, Ráquira y Arcabuco. Se calcula que para la construcción del ferrocarril desde Zipaquirá hasta Chiquinquirá (105 km) se utilizaron 9.252 toneladas de carbón, 665 toneladas de leña, 12.232 toneladas de madera aserrada, 3.419 toneladas de maderas rollizas y 464 toneladas de otros productos forestales para lo cual fue

necesario derribar al menos 100.000 árboles de las mejores maderas que se encontraban en los bosques de la región ([Franco, 2007](#)).

METODOLOGÍA

La investigación consta de dos fases: i) la definición de los diferentes tipos de bosques de robles, ii) y las opiniones de las comunidades locales respecto a los bosques de roble y sus usos asociados. La caracterización de la vegetación en Colombia es una conjunción del enfoque florístico de la escuela sigmatista clásica (Braun-Blanquet, 1979), aproximación seguida por botánicos y biólogos en inventarios exhaustivos de todas las especies presentes, y el enfoque estructural de las escuelas forestales (Cantillo *et al.* 2005; Cantillo 2007) que confiere mayor atención al inventario de las especies en los estratos altos (árboles y arbolitos). Se incluyó la información de 54 levantamientos de 1.000 m² cada uno, en un gradiente altitudinal entre 1800 y 3200 m. donde se censaron todos los individuos con DAP \geq 10 cm y se estimaron las variables altura total, altura de fuste, cobertura. Para cada individuo se calculó su área basal (BA= $(\pi/4) \times \text{DAP}^2$) y la cobertura relativa por estratos según Rangel y Velázquez (1997) (**r**): rasante (<0.3 m); (**h**): herbáceo (0.3-1.49 m); (**ar**): arbustivo (1.5-4.9 m); (**A**): subarbóreo o de arbolitos (5-11.9 m); (**Ai**): arbóreo inferior (12-25 m) y (**As**): arbóreo superior (>25 m), aplicaciones detalladas del procedimiento en campo son explicadas en las contribuciones del proyecto ECOANDES ([Cleef *et al.*, 1984](#); Rangel *et al.*, 2003; [Rangel *et al.*, 2005](#)). Se estimó la altura promedio del dosel de acuerdo con la propuesta de Duivenvoorde & Lips (1993).

A través del método cuantitativo TWINSpan del programa PC-ORD® ([McCune & Mefford, 1997](#)), se construyeron tablas globales de vegetación, que fueron luego trabajadas de manera manual hasta obtener una diferenciación aceptable y acorde con las características observadas en el campo (Rangel & Velasquez, 1997). El IPF (Índice de Importancia Fisionómico) se calculó a partir de la sumatoria de la cobertura (%), la densidad (%) y la dominancia (%) (Rangel y Garzón, 1994), así como el IVI, Índice de Valor de Importancia ([Finol, 1976](#)), que corresponde a la sumatoria de la densidad (%), la dominancia (%) y la frecuencia (%) de las especies presentes en el los estratos arbóreo superior (As), arbóreo inferior (Ai) y arbolitos (Ar).

La nomenclatura de los diferentes tipos de robles es basado en sus especies dominantes (Whittaker, 1980), a partir de sus altos valores de cobertura relativa, área basal, IVI e IPF. Las tablas de composición florística incluyen valores de área basal (m²). Los ejemplares botánicos fueron

determinados y posteriormente depositados en el Herbario de la Universidad Distrital de Bogotá (UDBC) bajo las series AAM Andrés Avella (AAM), Edna Herrera Castillo (EHC), Ruth Medina Lozano (RML) y Sonia Patricia Angel (SPA). La clasificación fitosociológica de estos bosques se realizará más adelante. Además, se realizaron entrevistas sobre el conocimiento, la conservación y prácticas de explotación con algunos miembros de las comunidades locales reconocidos como experto siguiendo las recomendaciones propuestas [Díaz \(2008\)](#) and [Jimenez et al. \(2011\)](#) acerca de hacer las entrevistas con preguntas espontáneas que surgen en el curso de la conversación, las cuales facilitan la comunicación y la comprensión de los temas.

RESULTADOS

Bosques de roble en el corredor de conservación Guantiva- La Rusia-Iguaque

Los bosques de roble en la region corresponden a la gran formación de bosques dominados por *Quercus humboldtii* y *Billia rosea*, los cuales pueden ser categorizados en una estructura jerarquica de siete tipos como se presentan en la Figura 1.

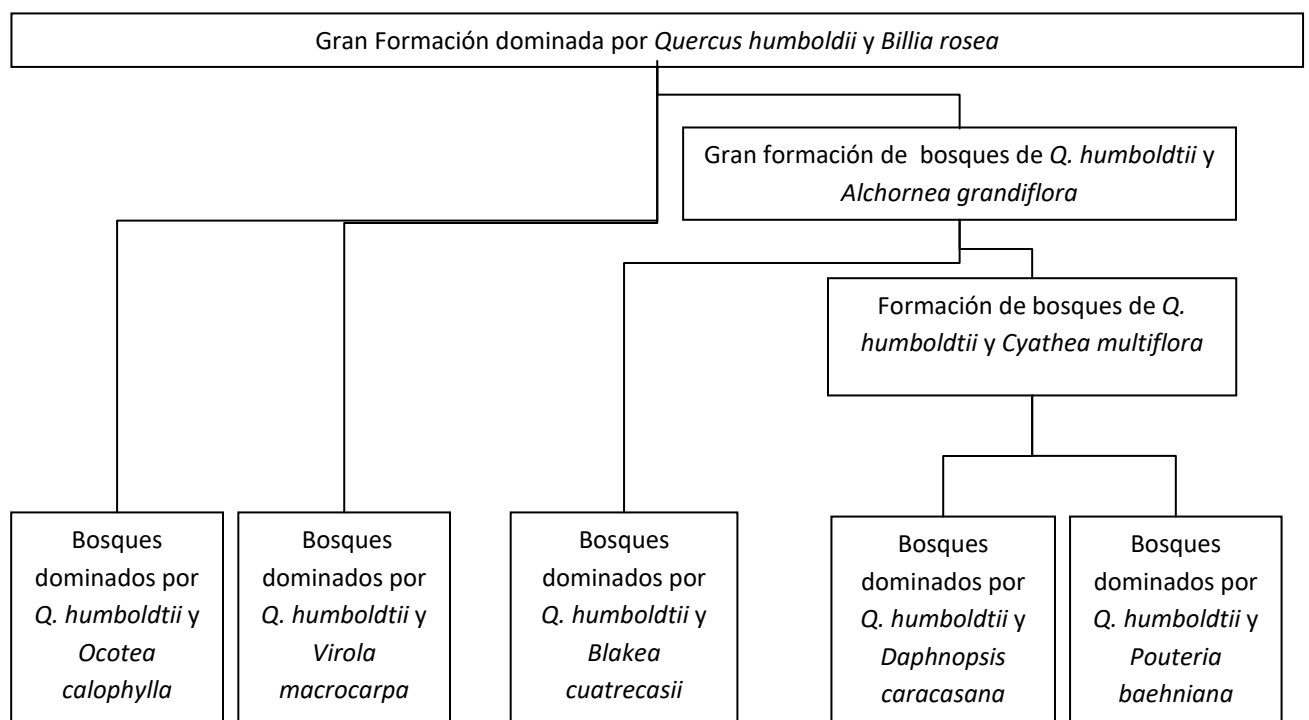


Figure 1. Diagrama jerarquico de los diferentes tipos de bosques de robles en el corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque

Gran formación dominado por *Quercus humboldtii* y *Billia rosea*

Tabla 1 y 2

Composición florística y estructura: las especies dominantes son *Quercus humboldtii*, *Billia rosea*, *Compsoeura rigidifolia* y *Clethra fagifolia*. Son bosques con elementos que alcanzan hasta 30 m, con una altura promedio del dosel de 17 m. En el estrato arbóreo superior con los menores valores de cobertura relativa (1%) aparecen *Q. humboldtii*, *Virola macrocarpa*, *Aniba perutilis* y *Sterigmatalum tachirensis*. El estrato arbóreo inferior presenta los mayores valores de cobertura relativa (50%) dominado ampliamente *Q. humboldtii* (22%), acompañado por *Virola macrocarpa* (2%), *Billia rosea* (2%), *Compsoeura rigidifolia* (1%) y *Clusia* cf. *bracteosa* (1%). En el estrato de arbolitos con una cobertura relativa de 42% domina *Quercus humboldtii* (8%), seguida por *Clusia schomburgkiana* (3%), *Ladenbergia macrocarpa* (2%) y *Clusia* cf. *bracteosa* (2%). El estrato arbustivo con 3% de cobertura relativo lo dominan *Cyathea* cf. *multiflora*, *Quercus humboldtii*, *Palicourea* sp. (EHC 366), *Ladenbergia macrocarpa*, *Clusia discolor*. El cálculo de los índices estructurales IVI e IPF relativo permite identificar a *Quercus humboldtii* (23% y 32%), como la especie más importante y dominante en estos bosques, seguida por *Compsoeura rigidifolia* (3% y 3%), *Virola macrocarpa* (3% y 3%), *Clusia schomburgkiana* (2% y 3%), *Clusia* cf. *bracteosa* (2% y 3%), *Hyeronima huilensis* (2% y 2%). En promedio se presentan en 0.1 Ha, 75 individuos, 19 especies y un área basal de 3.7 m².

Distribución geográfica: La vegetación se establece en las regiones de vida subandina y andina, incluyendo la franja altoandina, entre los 1820 y 3250 m, en paisajes de crestas abruptas, crestones homoclinales, cuestas y lomos con relieves moderadamente escarpados y pendientes entre 50 % y 75%, hasta valles y glaciares en relieves planos con pendientes menores a 25%. El material parental proviene de rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones limoarcillosas y presenta suelos moderadamente profundos.

Estado de conservación: La intervención humana es desde baja a moderada debido a que los relictos de estos bosques se encuentran en zonas con fuertes pendientes. Por el contrario, los relictos ubicados en terrenos con menores pendientes presentan un mayor grado de intervención antrópica y por ende un menor grado de conservación como por ejemplo los encontrados en el corregimiento de Palermo (Duitama).

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Ocotea calophylla*

Tabla 1

Composición florística y estructura: las especies dominantes son *Q. humboldtii*, *Clusia multiflora*, *Weinmannia tomentosa*, y *Ocotea calophylla*. Son bosques altos con elementos que alcanzan hasta 24 m y una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo inferior presenta los mayores valores de cobertura relativa (86%) en donde domina *Q. humboldtii* (69%), seguida por *Ocotea calophylla* (3%), *Brunellia* sp. (3%) y *Miconia* sp. (AAM 983) (3%). En el estrato de arbolitos, con una cobertura relativa de 38% domina *Q. humboldtii* (21%), las otras especies que tienen los mayores valores son *Clusia multiflora*, *Weinmannia tomentosa*, *Brunellia* sp. y *Eschweilera* cf. *antioquiensis* todas con 2%. El estrato arbustivo con 3% de cobertura relativa lo dominan *Q. humboldtii* (2%) y *Cyathea* cf. *multiflora* (1%). El cálculo de los índices estructurales IVI e IPF relativo permite identificar a *Quercus humboldtii* (48% y 70%), como la especie más importante y dominante en estos bosques, seguida por *Ocotea calophylla* (4% y 3%) y *Brunellia* sp. (3% y 4%). En promedio se presentan en 0.1 Ha, 83 individuos, 12 especies y un área basal total de 4.6 m².

Distribución geográfica: La vegetación se establece entre 2316 y 3250 m, el 80% de los levantamientos se encuentran en la franja altoandina. El relieve es de ligeramente a moderadamente escarpado y pendientes entre 50 % y 75%. El material parental proviene de rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones limoarcillosas y presenta suelos moderadamente profundos.

Estado de conservación: Debido a su localización en la parte superior de las montañas (alta franja andina), este tipo de bosques de roble presenta un bajo grado de intervención humana y por ende un buen estado de conservación.

Bosques de *Virola macrocarpa* y *Quercus humboldtii*

Tabla 1

Composición florística y estructura: las especies dominantes son *Q. humboldtii*, *Billia rosea*, *Vismia* cf. *baccifera*, *Elaeagia mariae*, *Sterigmapetalum tachirensis* and *Virola macrocarpa*. Son bosques altos con elementos que alcanzan hasta 30 m y una altura promedio del dosel de 20m. El estrato arbóreo superior presenta valores de cobertura relativa de 4%, en el cual aparecen *Q. humboldtii* (2%), *Virola macrocarpa* (1%), *Aniba perutilis* (1%) y *Sterigmapetalum tachirensis* (1%). El estrato arbóreo inferior presenta los mayores valores de cobertura relativa (52%), especialmente por *V. macrocarpa* (9%), *Q. humboldtii* (6%), *Componeura rigidifolia* (4%), *Eschweilera sessilis* (2%), *Billia rosea*

(2%), *Croton mutisianus* (2%) y *S. tachirensis* (2%). En el estrato de arbolitos con una cobertura relativa de 27% sobresalen *C. rigidifolia* (3%), *V. macrocarpa* (2%), *C. schomburgkiana* (2%), *Faramea flavicans* (2%) y *S. tachirensis* (1%), mientras que el menor valor lo presenta el estrato arbustivo con 1% de cobertura relativa representado por *Cyathea sp.* (RL 12833), *Ladenbergia moritziana* y *Palicourea demissa*. El cálculo de los índices estructurales IVI e IPF relativo permite identificar a *V. macrocarpa* (11% y 14%), *C. rigidifolia* (11% y 9%), *Q. humboldtii* (6% y 8%), *F. flavicans* (4% y 4%), *S. tachirensis* (3% y 4%) y *B. rosea* (3% y 3%) como las especies más importantes para estos bosques. En promedio se presentan en 0.1 Ha, 94 individuos, 33 especies y un área basal total de 3.2 m².

Distribución geográfica: La vegetación se establece en la región subandina franja alta, entre los 1850 y 1900 m, en paisajes donde predominan las lomas en relieve fuertemente inclinado a fuertemente quebrado y pendientes entre 12 y 50%. El material parental proviene de rocas sedimentarias clásticas mixtas y presenta suelos superficiales.

Estado de conservación: Estos bosques de roble presentan un bajo grado de intervención humana lo que significa un buen estado de conservación, esta situación se debe principalmente a que se encuentran dentro de la reserva Estación Biológica Cachalú. Sin embargo, en el paisaje regional este tipo de bosques de roble han sido los más afectados por la deforestación para el establecimiento de cultivos de café, por tal razón son muy pocos los relictos de estos bosques que presentan un buen estado de conservación.

Tabla 1. Composición florística de los bosques de roble dominados por *Q. humboldtii* y *Ocotea calophylla*, y los bosques dominados por *Virola macrocarpa* y *Q. humboldtii* en el corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque.

Levantamientos	LEV-37	LEV-36	LEV-38	LEV-51	LEV-52	LEV-53	LEV-54	LEV-32	LEV-21	LEV-41	LEV-42	LEV-43	LEV-44	LEV-45	LEV-46	LEV-47	LEV-48	LEV-49	LEV-50
Altitud	3220	3257	2767	3155	3105	3093	2811	2316	1912	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Municipio	Duitama	Duitama	Duitama	Encino	Encino	Encino	Encino	Gambita	Charalá	Encino	Encino	Encino	Encino	Encino	Encino	Encino	Encino	Encino	Encino
Sector	El Carmen	El Carmen	El Carmen	Canada	Patios Altos	Patios Altos	Patios Altos	El Palmar	Virolin	Cachalú	Cachalú	Cachalú	Cachalú	Cachalú	Cachalú	Cachalú	Cachalú	Cachalú	Cachalú
VALORES DE ÁREA BASAL (m²)																			
Gran formación dominado por <i>Quercus humboldtii</i> y <i>Billia rosea</i>																			
<i>Quercus humboldtii</i>	4.41	3.08	5.63	4.73	2.23	1.53	3.04	5.81	0.13	0.01	0.70	0.43			2.18	0.35		0.43	0.40
<i>Billia rosea</i>							0.04	0.69		0.14	0.14	0.06	0.09	0.11	0.03	0.26	0.03	0.12	0.16
<i>Compsonera rigidifolia</i>									0.44	0.11	0.39	0.16	0.22	0.19	0.22	0.23	0.37	0.38	0.20
<i>Clethra fagifolia</i>								0.07		0.01				0.02	0.06	0.03		0.04	
<i>Vismia cf. baccifera</i>									0.05		0.06			0.01	0.07				0.07
<i>Sloanea brevispina</i>								0.28				0.01	0.01			0.07	0.04		
<i>Ilex laurina</i>															0.02	0.02	0.16		
<i>Alchornea glandulosa</i>																		0.01	0.01
Bosques dominados por <i>Quercus humboldtii</i> y <i>Ocotea calophylla</i>																			
<i>Clusia multiflora</i>	0.04		0.04	0.02	0.08		0.03	0.04											
<i>Weinmannia tomentosa</i>			0.04	0.21	0.02	0.04		0.02											
<i>Ocotea calophylla</i>		0.95		0.07		0.36													0.02
<i>Myrsine guianensis</i>	0.03	0.03	0.03																0.05
<i>Centronia brachycera</i>	0.04	0.43	0.04																
<i>Drimys granadensis</i>		0.06	0.02	0.01															
<i>Schefflera velutina</i>				0.25	0.27	0.01													
<i>Oreopanax bogotensis</i>	0.05	0.02																	0.40
<i>Schefflera cf. heterotricha</i>				0.02	0.09														
<i>Ilex sessiliflora</i>				0.05	0.01														
<i>Miconia aff. ligustrina</i>						0.02	0.04												
<i>Cyathea cf. multiflora</i>	0.05																		0.40
<i>Miconia sp. (AAM 983)</i>	0.24																		0.77
<i>Blakea caliptrata</i>	0.08																		0.10
<i>Miconia aff. dolichopoda</i>						0.01													
Bosques dominados por <i>Quercus humboldtii</i> y <i>Virola macrocarpa</i>																			
<i>Elaeagia mariae</i>								0.50	0.03	0.12	0.05	0.02	0.06	0.11	0.03	0.02	0.03	0.01	0.09
<i>Sterigmapetalum tachirensis</i>									0.21	0.03	0.05	0.21	0.25	0.23	0.35	0.05	0.01	0.12	0.02
<i>Virola macrocarpa</i>									0.08	0.88	0.32	0.68	0.61	0.26	0.41	0.23	18335.30	0.34	0.54
<i>Faramea flavicans</i>									0.08	0.20	0.11	0.08	0.15	0.04	0.05	0.02	0.02	0.08	0.13
<i>Eschweilera sessilis</i>									0.32	0.10	0.04	0.06	0.23	0.07	0.20			0.21	0.01
<i>Aniba cf. cinnamomiflora</i>											0.02	0.12	0.32	0.20	0.05	0.15	0.03	0.17	0.01
<i>Clusia cf. cruciata</i>												0.02	0.08	0.02	0.03	0.04	0.01	0.03	1.00
<i>Rhodostemonodaphne cf. velutina</i>												0.01	0.04	0.01	0.08	0.04	0.18	0.28	0.04
<i>Helicostylis tovarensis</i>									0.14	0.08	0.01	0.01	0.07	0.01					0.09
<i>Magnolia virolinensis</i>										0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.05	0.05			0.04
<i>Aniba perutilis</i>										0.49	0.19	0.06	0.31	0.02		0.04	0.02		
<i>Micropholis crotonoides</i>											0.04	0.07	0.09	0.07	0.08				0.04
<i>Myrsine pellucida</i>											0.02	0.05	0.03		0.08	0.01	0.01	0.02	
<i>Vochysia megalophylla</i>											0.04		0.02	0.04	0.09	0.02	0.10	0.04	
<i>Richeria grandis</i>											0.01	0.01			0.02	0.01		0.07	
<i>Clusia schomburgkiana</i>										0.35	0.10			0.02				0.02	
<i>Alchornea grandiflora</i>										0.09								0.06	0.13
<i>Hyeronima huilensis</i>																		0.29	0.22
<i>Podocarpus oleifolius</i>															0.07	0.01	0.08		

Otras especies presentes: *Aegiphila novogranatensis* (LEV-38/0.04); *Aiouea dubia* (LEV-32/0.03; LEV-47/0.01); *Alibertia* sp. (RL 12992) (LEV-50/0.01); *Aniba* cf. *panurensis* (LEV-46/0.16; LEV-47/0.01; LEV-49/0.04; LEV-50/0.06); *Aniba* cf. *robusta* (LEV-32/0.07); *Aniba robusta* (LEV-48/0.01; LEV-17/0.06); *Aquifoliaceae* sp. (LEV-51/0.04); *Asteraceae* sp. (LCB 174) (LEV-54/0.04); *Beilschmiedia costaricensis* (LEV-41/0.14); *Brunellia* sp. (LCB 184) (LEV-54/0.02); *Byrsonima* cf. *nemoralis* (LEV-47/0.02; LEV-48/0.01; LEV-50/0.03); *Byrsonima* sp. (RL 12950) (LEV-47/0.01); *Calophyllum brasiliense* (LEV-48/0.06); *Cecropia angustifolia* (LEV-43/0.10; LEV-47/0.01); *Ceroxylon vogelianum* (LEV-33/0.03); *Clethra lanata* (LEV-36/0.08; LEV-41/0.01); *Cybianthus* aff. *magnus* (LEV-52/0.01); *Cybianthus* sp. (LCB 103) (LEV-53/0.01); *Cybianthus* sp. (LCB 131) (LEV-54/0.06); *Dendropanax* sp. (AAM 911) (LEV-32/0.06); *Eschweilera* cf. *antioquensis* (LEV-32/0.22); *Ficus andicola* (LEV-46/0.01); *Ficus* sp. (RL 12952) (LEV-47/0.01); *Geissanthus* sp. (RML 401) (LEV-21/0.08); *Graffenrieda uribei* (LEV-41/0.01); *Guatteria* aff. *recurvisepala* (LEV-49/0.01); *Guettarda crispiflora* (LEV-49/0.04); *Hyeronima* cf. *macrocarpa* (LEV-54/0.01); *Hyeronima macrocarpa* (LEV-44/0.01); *Ilex* sp. (LCB 57) (LEV-52/0.02); *Inga setosa* (LEV-44/0.03; LEV-48/0.02); *Inga* sp. (RML 395) (LEV-21/0.11); *Ladenbergia macrocarpa* (LEV-54/0.01; LEV-21/0.04); *Magnolia arcuata* (LEV-32/0.04); *Magnolia* cf. *argyrotrichum* (LEV-54/0.01); *Meliosma meridensis* (LEV-43/0.01; LEV-44/0.03); *Miconia dolichopoda* (LEV-53/0.01; LEV-54/0.01; LEV-3/0.01); *Miconia* sp. (RL 12864) (LEV-43/0.08); *Miconia* sp. (RL 12867) (LEV-43/0.01; LEV-44/0.03); *Miconia* sp. (RL 12919) (LEV-46/0.01; LEV-47/0.02; LEV-50/0.01); *Myrcia cucullata* (LEV-52/0.03); *Nectandra* sp. (LCB 137) (LEV-54/0.04); *Persea* sp. (RL 12988) (LEV-50/0.05); *Piper daniel-gonzalezii* (LEV-41/0.01); *Prunus* sp. (AAM 920) (LEV-32/0.09); *Rhodostemonodaphne* sp. (RL 12910) (LEV-44/0.11); *Satyrta* sp. (EHC 243) (LEV-17/0.01); *Solanaceae* sp. (LCB 49) (LEV-51/0.01); *Symplocos serrulata* (LEV-32/0.05); *Tetrorchidium rubrivenium* (LEV-43/0.01; LEV-39/0.05); *Weinmannia* aff. *rollotii* (LEV-52/0.06)

Tabla 2. Composición florística de los bosques de roble dominados por *Quercus humboldtii* and *Blackea cuatrecasii*, los dominados por *Q. humboldtii* and *Daphnopsis caracasana*, y los dominados por *Q. humboldtii* and *Pouteria baehiana* en el corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque.

Levantamientos	LEV-22	LEV-23	LEV-24	LEV-25	LEV-26	LEV-27	LEV-28	LEV-29	LEV-30	LEV-31	LEV-33	LEV-34	LEV-35	LEV-39	LEV-7	LEV-8	LEV-10	LEV-9	LEV-14	LEV-11	LEV-15	LEV-16	LEV-13	LEV-12	LEV-20	LEV-17	LEV-18	LEV-19	LEV-3	LEV-6	LEV-4	LEV-5	LEV-1			
Altitud	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2210	2308	2234	2618	2042	2050	2166	2151	2128	2100	2178	2178	2100	1920	1900	2100	2178	2161	1821	1955	1863	1873	2166			
Municipio	Encino	Encino	Encino	Encino	Encino	Encino	Encino	Encino	Encino	Encino	Charalá	Gambit a	Gambit a	Gambit a	Charalá	Charalá	Charalá	Charalá	Charalá	Charalá	Charalá	Charalá	Oba	Charalá	Charalá	Charalá	Charalá	Charalá	Charalá	Charalá	Charalá	Charalá	Charalá			
Sector	Cachahu	Cachahu	Cachahu	Cachahu	Cachahu	Cachahu	Cachahu	Cachahu	Cachahu	Cachahu	El Palmar	El Palmar	El Palmar	El Palmar	Viroñin	Viroñin	Viroñin	Viroñin	Viroñin	Viroñin	Viroñin	El Palmar	Viroñin	Viroñin	Viroñin	Viroñin	Viroñin	Viroñin	Viroñin	Viroñin	Viroñin	Viroñin	Viroñin			
VALORES DE ÁREA BASAL (m²)																																				
Gran formación de Bosques <i>Quercus humboldtii</i> y <i>Billia rosea</i>																																				
<i>Quercus humboldtii</i>	0.34	1.17	0.49	0.99	1.03	0.92	1.24	1.21	0.85	1.32	1.43	0.81	0.02		0.31	0.25	1.95	0.63	2.33		0.13	0.13	2.94	3.08	1.11	1.67	1.30	1.20	1.05	2.55	2.75	2.35	0.01			
<i>Ilex laurina</i>	0.03	0.05		0.01		0.01	0.04	0.07	0.03		0.07	0.01	0.14		0.04				0.02	0.05		0.15	0.01	0.12	0.03	0.10	0.02		0.01		0.01	0.11				
<i>Billia rosea</i>		0.02													0.22	0.22	0.04		0.08	0.01	0.03		0.22			0.13	0.33	0.40					0.02			
<i>Clethra fagifolia</i>		0.02									0.06		0.20	0.44	0.05	0.07	0.03				0.04	0.04	0.01		0.01		0.05						0.04			
<i>Compsonera rigidifolia</i>															0.11	0.17		0.20	0.05	0.58				0.04	0.46			0.04	0.05	0.15	0.02	0.04	0.04			
<i>Vismia cf. baccifera</i>															0.16						0.15						0.09		0.01		0.05	0.15	0.02	0.04		
<i>Alchornea glandulosa</i>																					0.09	0.06	0.14	0.33							0.02			0.01		
<i>Sloanea brevispina</i>																						0.05					0.05							0.01		
<i>Ocotea sp. (RML 400)</i>																					0.52			0.04	0.22											
Formación de Bosques de <i>Quercus humboldtii</i> y <i>Alchornea grandiflora</i>																																				
<i>Hyeronima huilensis</i>	0.12	0.01	0.07	0.02	0.06		0.02			0.01	0.19			0.08		0.11	0.01	0.04	0.01	0.02	0.15	0.49	0.14	0.11	0.00	0.01	1.19	0.19	0.28	0.12	0.05	0.06				
<i>Clusia cf. bracteosa</i>	0.27	0.01	0.05	0.04	0.06	0.04	0.03	0.03	0.01	0.06					0.07	0.12	0.08	0.04	0.20	0.27	0.74	0.21	0.64			0.12	0.32	0.10	0.03	0.44						
<i>Alchornea grandiflora</i>	0.10			0.05	0.03	0.01				0.03	0.49	0.47	0.07		0.02				0.17	0.05	0.02		0.30			0.18	0.53	0.83		0.05		0.02	0.02			
<i>Clusia schomburgkiana</i>	0.03	0.14	0.08	0.12	0.04	0.08	0.03	0.01	0.01	0.01														0.14	0.42			0.43	0.07	0.37	0.32	0.06				
<i>Clusia discolor</i>	0.10	0.04					0.03	0.02	0.01		0.06	0.03	0.33			0.10	0.01	0.09			0.09	0.22	0.04			0.61	0.04	0.07								
Bosques dominados por <i>Quercus humboldtii</i> y <i>Blakea cuatrecasii</i>																																				
<i>Blakea cuatrecasii</i>	0.04	0.08	0.19	0.08	0.07	0.07	0.01	0.18	0.02	0.20																										
<i>Clusia inesiana</i>			0.05	0.02	0.07	0.05	0.09	0.03																												
<i>Eugenia sp. (SPA 39)</i>	0.01	0.04	0.03	0.04																																
<i>Blakea quadrangularis</i>								0.02		0.05																										
Formación de bosques dominados por <i>Quercus humboldtii</i> y <i>Cyathea multiflora</i>																																				
<i>Ladenbergia macrocarpa</i>															0.23		0.16	0.23	0.05	0.06	0.08	0.06	0.19	0.16	0.17		0.27	0.72	0.08	0.15	0.10	0.04	0.05			
<i>Cyathea cf. multiflora</i>															0.03	0.07	0.56					0.02	0.01	0.01		0.03		0.08	0.03							
<i>Myrsine sp. (EHC 313)</i>																		0.20							0.01	0.02	0.04				0.29	0.17	0.05			
<i>Podocarpus oleifolius</i>		0.04																																		
<i>Inga sp. (RML 395)</i>																	0.01		0.12	0.02			0.04		0.15	0.17										
Bosques dominados por <i>Quercus humboldtii</i> y <i>Daphnopsis caracasana</i>																																				
<i>Ficus andicola</i>																																				
<i>Miconia sp. (AAM 983)</i>																																				
<i>Hedyosmum racemosum</i>																																				
<i>Daphnopsis caracasana</i>																																				
<i>Clusia multiflora</i>																																				
<i>Tibouchina lepidota</i>																																				
<i>Guatteria laurifolia</i>																																				
<i>Myrcia sp. (AAM 909)</i>																																				
<i>Escallonia floribunda</i>																																				
<i>Clusia sp. (AAM 922)</i>																																				
<i>Blakea caliptrata</i>																																				
Bosques dominados por <i>Quercus humboldtii</i> y <i>Pouteria baehiana</i>																																				

Palicourea sp. (EHC 366)
Miconia cf. *smaragdina*
Pouteria baehiana
Myrcia popayanensis
Spirotheca codazziana
Miconia sp. (EHC 374)
Schefflera aff. *jahnii*
Eugenia sp. (RML 441)
Cecropia sp.
Myrcianthes sp. (EHC 316)
Myrsine coriacea
Annona duckei

0.05

0.08	0.06	0.06	0.09	0.06		0.76		0.22			0.35	0.15	0.16		0.02	0.01
0.03	0.07		0.09	0.30	0.31	0.25	0.24	0.14		0.04					0.02	
0.36	0.26	0.22	0.36					0.05			0.10	0.07	0.30	0.03		0.04
	0.01	0.03	0.01	0.02	0.15	0.02	0.01		0.04					0.01		
	0.03	0.01		0.05				0.21	0.18					0.14	0.01	0.02
	0.07	0.15		0.03					0.16	0.12	0.37	0.04				0.02
	0.31	0.03	0.05		0.02	0.33	0.18									0.01
			0.02							0.03		0.04	0.07	0.04		
0.03	0.07			0.14		0.04					0.01					0.07
			0.01		0.01						0.09	0.06				
					0.04	0.01	0.01									

Otras especies presentes: *Alibertia* sp. 1 (LEV-26/0.01); *Aniba* sp. (RML 448) (LEV-18/0.01); *Annona laurina* (LEV-7/0.01); *Bejaria aestuans* (LEV-22/0.01); *Bejaria resinosa* (LEV-35/0.02); *Byrsonima* sp. (RML 474) (LEV-8/0.01; LEV-16/0.01); *Centronia brachycera* (LEV-39/0.18); *Colombobalanus excelsa* (LEV-1/4.21); *Conceveiba pleiostemona* (LEV-42/0.14; LEV-9/0.03; LEV-5/0.06); *Dendropanax macrophyllum* (LEV-33/0.06); *Drimys granadensis* (LEV-33/0.09); *Erythroxylum* sp. (RML 496) (LEV-14/0.01); *Euterpe precetonia* (LEV-14/0.01); *Faramea flavicans* (LEV-7/0.03); *Ficus* sp. (AAM 997) (LEV-39/0.02); *Ficus* sp. (SPA 29) (LEV-23/0.04); *Inga* sp. (EHC 321) (LEV-8/0.04; LEV-4/0.02); *Inga* sp. (LEV-32/0.15; LEV-34/0.15; LEV-35/0.10); *Matayba* cf. *guianensis* (LEV-1/0.01); *Maytenus* cf. *macrocarpa* (LEV-13/0.01); *Meriania quintuplinervia* (LEV-39/0.19); *Miconia* sp. (LEV-32/0.31; LEV-33/0.04); *Myrsine guianensis* (LEV-33/0.08); *Ocotea aciphylla* (LEV-33/0.03); *Ocotea* sp. (LEV-33/0.03); *Paragynoxys uribei* (LEV-25/0.01); *Persea* sp. (OCH 35) (LEV-7/0.01); *Purdiaea nutans* (LEV-33/0.20); *Richeria grandis* (LEV-33/0.02; LEV-7/0.38; LEV-8/0.05; LEV-1/0.02); *Roupala* sp. (LEV-6/0.05); *Schefflera sphaerocoma* (LEV-9/0.26); *Styrax peruvianus* (LEV-6/0.02); *Symplocos cundinamarcaensis* (LEV-34/0.02); *Symplocos* sp. (AAM 925) (LEV-33/0.03); *Ternstroemia* cf. *meridionalis* (LEV-13/0.01; LEV-18/0.42); *Ternstroemia* sp. (SPA 27) (LEV-23/0.03); *Turpinia heterophylla* (LEV-15/0.02); *Turpinia occidentalis* (LEV-39/0.02); *Virola macrocarpa* (LEV-7/0.01; LEV-12/0.03); *Vismia* sp. (LEV-32/0.40; LEV-34/0.01; LEV-35/0.09); *Weinmannia* cf. *pinnata* (LEV-9/0.07)

Gran Formación de bosques de *Q. humboldtii* y *Alchornea grandiflora*

Tabla 2

Composición florística y Estructura: las especies dominantes son *Q. humboldtii*, *Ilex laurina*, *Hyeronima huilensis*, *Clusia* cf. *bracteosa* y *Alchornea grandiflora*. Son bosques con elementos que alcanzan hasta 30 m y una altura promedio del dosel de 16 m. El estrato arbóreo superior con los menores valores de cobertura relativa (1%) está representado por *Q. humboldtii*, *Colombobalanus excelsa* y *Alfaroa williamsii*. En el estrato arbóreo inferior, con una cobertura relativa de 40% domina *Q. humboldtii* (16%), seguida por *Clusia* cf. *bracteosa* (2%), *Alzatea verticillata* (2%), *B. rosea* (1%) y *Alchornea grandiflora* (1%). El estrato de arbolitos presenta los mayores valores de cobertura relativa (48%) en donde dominan *Q. humboldtii* (8%), *C. schomburgkiana* (4%), *Clusia* cf. *bracteosa* (3%) y *Ladenbergia macrocarpa* (3%). El estrato arbustivo con 3% de cobertura relativo lo dominan *Cyathea* cf. *multiflora*, *Palicourea* sp. (EHC 366), *Quercus humboldtii* y *Ladenbergia macrocarpa*. Los valores de los índices estructurales IVI e IPF relativo permite identificar a *Quercus humboldtii* (20% y 27%), como la especie más importante y dominante en estos bosques, seguida por *Clusia* cf. *bracteosa* (4% y 5%), *Hyeronima huilensis* (4% y 4%), *Clusia schomburgkiana* (4% y 4%), *Ladenbergia macrocarpa* (4% y 4%) y *Alchornea grandiflora* (4% y 4%). En promedio se presentan en 0.1 Ha, 68 individuos, 17 especies y un área basal de 3.2 m².

Distribución geográfica: La vegetación se establece entre 1820 y 2600 m, generalmente en la región andina (en el 85% de los levantamientos) aunque es posible encontrar algunos relictos de esta vegetación en la región subandino (15% de los levantamientos). Generalmente se establece en crestos homoclinales con un relieve moderadamente escarpado y pendientes entre 50% y 75%, y también en cuevas y espinazos. El material parental proviene de rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones limoarcillosas y presenta suelos moderadamente profundos.

Estado de conservación: Estos tipos de bosques de roble presentan de medio a alto grado de intervención humana lo cual implica un estado intermedio de conservación. En términos generales, en esta región es donde las comunidades locales realizan un uso de manera más intensiva de los bosques de roble. La degradación de los estratos arbóreos y arbolitos es alta en todas las localidades donde se presenta este tipo de vegetación, al igual que una alta fragmentación de los bosques con poco grado de conectividad; solamente en algunos sectores asilados de vías y carreteras es donde todavía se presentan relictos en buen estado de conservación.

Bosques de *Quercus humboldtii* y *Blakea cuatrecasii*

Unidad perteneciente a la Gran formación de Bosques de *Q. humboldtii* y *A. grandiflora*.

Tabla 2

Composición florística y estructura: Las especies dominantes son *Q. humboldtii*, *Blakea cuatrecasii*, y *Clusia inesiana*. Son bosques con elementos que alcanzan hasta 20 m y una altura promedio del dosel de 13 m. En el estrato arbóreo inferior con una cobertura relativa de 10% domina *Quercus humboldtii* (7%), seguida por *Clusia alata* (1%), *Clusia inesiana* (1%) y *Hyeronima huilensis* (1%). El estrato de arbolitos presenta los mayores valores de cobertura relativa (24%) en donde dominan *Quercus humboldtii* (13%), *Blakea granatensis* (3%), *Clusia alata* (2%) y *Clusia inesiana* (2%). El estrato arbustivo con 3% de cobertura relativo lo dominan *Cyathea cf. multiflora*, *Palicourea sp. (EHC 366)*, *Quercus humboldtii* y *Ladenbergia macrocarpa*. El estrato arbustivo con 3% de cobertura relativo lo dominan *Clusia discolor*, *Quercus humboldtii* y *Clusia schomburgkiana*. El cálculo de los índices estructurales IVI e IPF relativo permite identificar a *Quercus humboldtii* (42% y 59%), como la especie más importante y dominante en estos bosques, seguida por *Blakea cuatrecasii* (9% y 8%), *Clusia alata* (7% y 6%) y *Clusia inesiana* (7% y 6%). En promedio se presentan en 0.1 Ha, 41 individuos, 10 especies y un área basal de 1.4 m².

Distribución geográfica: La vegetación se establece a los 2000 m en la región subandina franja alta, en crestones homoclinales con un relieve moderadamente escarpado y pendientes entre 50 % y 75%, con suelos pobremente desarrollados, de escasa profundidad efectiva (< 30cm) y con abundante presencia de grandes rocas.

Estado de conservación: Existen importantes relictos de este tipo de bosques de roble en la región, los cuales han sido afectados por la tala selectiva y en algunos casos deforestación. En la Estación Biológica Cachalú este tipo de bosques de roble presenta un bajo grado de intervención humana y un buen estado de conservación,

Formación de bosques dominados por *Q. humboldtii* y *Cyathea multiflora*

Unidad perteneciente a la Gran formación de Bosques de *Q. humboldtii* y *A. grandiflora*.

Tabla 2

Composición florística y estructura: Las especies dominantes son *Q. humboldtii*, *Ilex laurina*, *Billia rosea*, *Hyeronima huilensis*, *Ladenbergia macrocarpa*, and *Cyathea* cf. *multiflora*. El estrato arbóreo superior (As) con bajos valores de cobertura es representado por *Q. humboldtii* (3%), *B. rosea* (1%), *H. huilensis* (1%), and *Podocarpus oleifolius* (1%). En el estrato arbóreo inferior (Ai), *Q. humboldtii* domina con 21%, seguido por *Clusia* cf. *bracteosa* (3%), *B. rosea* (2%), *Alchornea grandiflora* (2%), y *L. macrocarpa* (2%). En el estrato de arbolitos (Ar), *Q. humboldtii* domina con 5%, *L. macrocarpa* (4%), *Clusia discolor* (4%), y *Cyathea* cf. *multiflora* (3%). Las especies dominantes en el estrato arbustivo son *Cyathea* cf. *multiflora* con 3%, seguido por *Q. humboldtii* (2%), *L. macrocarpa* (2%), and *C. discolor* (1%). Las especies con los mayores valores de IVI (%) e IPF (%) son *Q. humboldtii* (16-22%), *L. macrocarpa* (4-5%), *C. discolor* (4-5%), *Clusia* cf. *bracteosa* (4-5%), *H. huilensis* (4-5%) y *A. grandiflora* (4-3%). En promedio se presentan en 0.1 Ha, 79 individuos, 20 especies y un área basal de 3.96 m².

Distribución geográfica: La vegetación se establece en la región subandina franja alta, entre 1820 y 2200 msnm, aunque el levantamiento (LEV-39) se localiza a los 2300 m. Generalmente en crestones homoclinales con un relieve moderadamente escarpado y pendientes entre 50 % y 75%, también se presenta en cuestras, espinazos y vallecitos. El material parental proviene de rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones limoarcillosas y presenta suelos moderadamente profundos.

Estado de conservación: Estos tipos de bosques de roble presentan de medio a alto grado de intervención humana lo cual implica un estado intermedio de conservación. En términos generales, en esta región es donde las comunidades locales realizan un uso de manera más intensiva de los bosques de roble afectándolos con tala selectiva y en pocos casos con procesos de deforestación. El estado de conservación es medio.

Bosques de *Q. humboldtii* y *Daphnopsis caracasana*

Unidad perteneciente a los Bosques de *Q. humboldtii* y *Cyathea multiflora*.

Tabla 2

Composición florística y estructura: Las especies dominantes son *Q. humboldtii*, *Billia rosea*, *Alchornea grandiflora*, *Daphnopsis caracasana*, and *Clusia multiflora*. Son bosques con elementos que alcanzan hasta 20 m y una altura promedio del dosel de 13 m. El estrato arbóreo inferior con una cobertura relativa de 48% domina *Quercus humboldtii* (11%), seguida por, *Daphnopsis caracasana* (4%), *Oreopanax floribundum* (4%) y *Clethra fagifolia* (4%). En el estrato de arbolitos presenta los mayores valores de cobertura relativa (50%) y es dominado por *Ladenbergia macrocarpa* (5%), *Meriania quintuplinervia* (4%), *Ilex laurina* (4%), *Clethra fagifolia* (3%) y *Centronia brachycera* (3%). El estrato arbustivo con 11% de cobertura relativa lo dominan *Cyathea cf. multiflora* (5%), *Clusia discolor* (2%), *Clethra fagifolia* (2%) y *Daphnopsis caracasana* (1%). El cálculo de los índices estructurales IVI e IPF relativo permite identificar a *Quercus humboldtii* (8% y 10%), *Clethra fagifolia* (8% y 9%), *Cyathea cf. multiflora* (7% y 8%), *Clusia discolor* (5% y 5%), *Alchornea grandiflora* (5% y 5%) y *Clusia multiflora* (4% y 4%), como las especies más importantes y dominantes en estos. En promedio se encontraron para 0.1 Ha, 75 individuos, 18 especies y un área basal de 4.1 m².

Distribución geográfica: La vegetación se establece entre 2200 y 2600 msnm en la región andina, sobre espinazos y crestas abruptas con un relieve moderadamente escarpado y pendientes entre 50% y 75%. Existen diferencias en los suelos en función de los diferentes materiales que conforman el paisaje, con predominio de aquellos derivados de las rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones limoarcillosas y con suelos moderadamente profundos.

Estado de conservación: Las comunidades locales utilizaron intensivamente estos bosques de roble en el siglo pasado, por lo que es posible encontrar grandes extensiones de estos bosques con evidencia de tala selectiva y deforestación. Actualmente no se realiza extracciones de madera y los ecosistemas se están recuperando por lo que presentan un estado intermedio de conservación.

Bosques dominados por *Quercus humboldtii* y *Pouteria baehniana*

Unidad perteneciente los Bosques de *Q. humboldtii* y *Cyathea multiflora*.

Tabla 2

Composición florística y estructura: Las especies dominantes son *Q. humboldtii*, *Ilex laurina*, *Pouteria baehniana*, *Spirotheca codazziana*, y *Ladenbergia macrocarpa*. Son bosques con elementos que alcanzan hasta 30 m y una altura promedio del dosel de 17 m. El estrato arbóreo superior con los menores valores de cobertura relativa (1%) está representado por *Q. humboldtii*, *Colombobalanus excelsa* y *Alfaroa williamsii*. En el estrato arbóreo inferior con una cobertura relativa de 57% domina ampliamente *Quercus humboldtii* (22%), seguida por *Clusia* cf. *bracteosa* (3%), *Alzatea verticillata* (3%), *Billia rosea* (2%) y *Alchornea grandiflora* (2%). El estrato de arbolitos presenta los mayores valores de cobertura relativa (60%) y es dominado por *Quercus humboldtii* (6%), *Clusia schomburgkiana* (5%), *Clusia* cf. *bracteosa* (4%), *Palicourea* sp. (EHC 366) (4%), *Ladenbergia macrocarpa* (4%), *Miconia* cf. *smaragdina* (4%). El estrato arbustivo con 3% de cobertura relativo lo dominan *Palicourea* sp. (EHC 366), *Quercus humboldtii*, *Ladenbergia macrocarpa* y *Schefflera* aff. *jahnii*. El cálculo de los índices estructurales IVI e IPF relativo permite identificar a *Quercus humboldtii* (18% y 24%), como la especie más importante y dominante en estos bosques, seguida por *Clusia* cf. *bracteosa* (5% y 6%), *Ladenbergia macrocarpa* (4% y 5%), *Palicourea* sp. (EHC 366) (4% y 5%), *Hyeronima huilensis* (4% y 4%), *Alchornea grandiflora* (4% y 4%). En promedio se presentan en 0.1 Ha, 80 individuos, 20 especies y un área basal de 3.9 m².

Distribución geográfica: La vegetación se establece entre 1820 y 2180 msnm, en la región subandina franja alta, generalmente en crestones homoclinales con un relieve moderadamente escarpado y pendientes entre 50 % y 75%, también se presenta en cuestas. El material parental proviene de rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones limoarcillosas y presenta suelos moderadamente profundos.

Estado de conservación: Estos bosques de roble han sido muy afectados por el establecimiento de cultivos de café, y actualmente solamente existen algunos pocos remanentes sin intervención humana, el estado de conservación es intermedio.

Conocimiento de los bosques de robles por las comunidades locales: prácticas de conservación y aprovechamiento

De acuerdo a las entrevistas con los miembros de las comunidades locales, los bosques de roble se consideran ecosistemas de alto valor cultural y social. Sus valores de uso directo están relacionados con el suministro doméstico de leña y madera requeridos por la unidad familiar. Una familia campesina utiliza entre 5 a 8 tn/año de madera para leña (aproximadamente 10 m³/año) y entre 5 a 8 m³ de madera para cercas y mantenimiento de la finca ([Aristizabal, 2010](#); [Avella & Cardenas, 2010](#)). La mayor parte de esta madera se obtiene de especies nativas, no sólo de roble (*Q. humboldtii*) sino también de aliso (*Alnus acuminata*), amarillo (*Nectandra* spp., *Ocotea calophylla*), patavaca (*Clethra fimbriata*), encenillos (*Weinmannia pubescens*, *W. tomentosa*), cucharos (*Myrsine guianensis*, *M. coriacea*), gaques (*Clusia multiflora*, *C. schomburgkiana*), canelo (*Aniba robusta*, *Aniba perutilis*), tunos (*Miconia* spp. *Blakea cuatrecasii*, *Centronia brachycera*) y en algunos casos, se utilizan especies introducidas de los géneros *Acacia*, *Eucalyptus* y *Pinus*. Sin embargo, no sólo los valores de uso directo son relevantes. La protección de las cuencas hidrográficas y de la fauna silvestre, así como la prevención de la erosión del suelo son algunos de los valores de uso indirecto de los bosques de roble reconocidos por las comunidades locales. En cuanto a los valores de uso pasivo, los robles y la madera de roble han estado relacionados con las historias de familias campesinas durante mucho tiempo y son unos de los principales símbolos que caracterizan a la región.

Con ayuda de las entrevistas se identificó que el principal uso para los robledales es el de servir como fuente de leña y madera para el mantenimiento de las unidades productivas (postes para aislamiento, tutores para cultivo, cabos de herramienta). En la actualidad, la sustitución de la leña y los productos maderables por los combustibles de hidrocarburos, postes plásticos o metálicos y el uso de otros materiales de construcción para el mantenimiento de la finca no es una opción económicamente viable en una zona donde los recursos para suplir las necesidades básicas son limitados. Por tal razón, la mayoría de los miembros de la comunidad consideran que se debe permitir el uso doméstico regulado de los bosques de robles y al mismo tiempo generar programas educativos y de capacitación, y la implementación de incentivos económicos que ayuden a la transición hacia fuentes energéticas alternativas. Estos programas son necesarios para alcanzar un criterio de sostenibilidad en el uso de los bosques de robles.

Las comunidades locales también han notado la pérdida de biodiversidad en los bosques de roble, por lo tanto, iniciativas que busquen la restauración y recuperación de estos bosques tienen una alta probabilidad de ser apoyados por ellos. De acuerdo con [Avella & Cárdenas \(2010\)](#), no debe desconocerse que las comunidades locales han desarrollado un importante conocimiento tradicional con respecto a métodos de propagación, manejo y aprovechamiento de especies nativas, como la recolección de árboles sobre-maduros, el desarrollo de técnicas de fomento y manejo de regeneración natural, y la identificación y selección de especies potenciales para productos maderables y no maderables. Estos conocimientos y prácticas pueden aportar de una manera significativa al diseño de los modelos alternativos de manejo y conservación. Algunas de las acciones alternativas que sugieren las comunidades locales con respecto a la gestión y conservación son:

- Incluir dentro de los estudios de caso la zonificación forestal la participación activa de las comunidades locales.
- Desarrollar e implementar planes de manejo forestal para optimizar los procesos de regulación, planificación y explotación.
- Adelantar estudios piloto para establecer los procedimientos adecuados para prevenir, regular, mitigar y compensar los impactos negativos de la explotación forestal en las áreas seleccionadas para uso sostenible.
- Fortalecer la capacidad técnica de las comunidades e instituciones locales para mejorar las prácticas de aprovechamiento doméstico.
- Adelantar acuerdos de gestión compartida con las comunidades locales para la conservación y el uso sostenible de los bosques de roble.
- Promover la asignación de incentivos financieros contemplados en la legislación ambiental del país para las comunidades locales reconocimiento sus esfuerzos para preservar los bosques de roble.
- Desarrollar paquetes tecnológicos para el uso eficiente de la leña.
- Fomentar sistemas agroforestales y silvopastoriles para diversificar los sistemas de producción y al mismo tiempo proteger los suelos y las fuentes de agua.

DISCUSIÓN

Los valores de los parámetros estructurales de número de individuos, número de especies arbóreas y área basal (Tabla 3) pueden servir como indicadores de estado de conservación y la posibilidad de un manejo sostenible para varios tipos de bosques de roble. Con el fin de comparar entre los diferentes parámetros se calcularon los valores promedio de cada variable. Los resultados revelan valores bajos de cobertura para el estrato arbóreo superior (> 25 m), lo que indica que la mayor parte de los bosques de roble han sido intervenidos para extraer las especies valiosas. La comparación de parámetros también indica que los bosques de *Q. humboldtii* - *V. macrocarpa* y *Q. humboldtii* - *Pouteria baehniiana*, los cuales tienen individuos mayores o iguales a 20 m de altura y al mismo tiempo un número de individuos y de especies superior al promedio ($X = 75$ individuos y $X = 19$ especies) podrían ser utilizados por los campesinos mediante la implementación de prácticas silviculturales sostenibles. Las prácticas silviculturales permitirían a las comunidades locales un cierto grado de uso maderable en este tipo de bosques, pero al mismo tiempo garantizar su protección y recuperación luego de haber sido afectados por el establecimiento de cultivos de café. Este enfoque también ayudará a la recuperación de especies en peligro de extinción que han sido afectados por la tala selectiva como *Aniba perutilis*, *Cedrela montana* y *Podocarpus oleifolius*.

Los bosques de *Q. humboldtii* – *Daphnopsis caracasana* presentaron altos valores de área basal, número de individuos y número de especies. A pesar del uso intensivo al que fueron sometidos estos fuertes en el siglo pasado, su extensión actual y estado de conservación son argumentos válidos para su incorporación en programas de manejo forestal sostenible. Los bosques de *Q. humboldtii* - *Ocotea calophylla*, localizados en la franja altoandina, sobresalen por su altos valores de área basal y su relativa homogeneidad florística. Sin embargo, debido a su localización generalmente se encuentran regulando el ciclo hidrológico en las partes altas de las cuencas hidrográficas, además se debe tener en cuenta que hoy en día, existe una clara tendencia en la ordenación forestal para favorecer el establecimiento de políticas de protección rigurosas con el fin de preservar los recursos hídricos (Castañeda, 2000). Por estas razones, no sugerimos el desarrollo de programas de manejo forestal en este tipo de bosque de roble. Los bosques de *Q. humboldtii* - *Blakea cuatrecasii* no deben estar sometidos a un uso maderable, debido a que tienen valores bajos de individuos, especies y área basal.

En la actualidad, de las aproximadamente 180.000 ha de bosques de roble que existieron en la zona central del corredor de conservación, todavía se cuentan con 57.000 ha (30%). La mayoría de los

bosques son de propiedad privada, tras una fuerte tendencia a la fragmentación de la tierra causada por una marcada tradición de pequeños propietarios. Los bosques de roble son de gran importancia social y cultural para las comunidades campesinas de la región. El uso de estos bosques está directamente relacionado con la necesidad de leña y madera para usos domésticos, el consumo promedio de madera por familia está entre 15 y 20 m³ por año ([Avella & Cardenas, 2010](#)), una cantidad que proviene principalmente de especies nativas asociadas a bosques de roble. Sin embargo, a pesar de la importancia de estos bosques para las comunidades y las instituciones locales, su degradación y deforestación continúan. Estos valiosos ecosistemas (desde un punto de vista biológico) se presentan principalmente (87%) en territorios privados de comunidades campesinas. Estas comunidades tienen una fuerte relación con los bosques de roble, se benefician de algunos de sus servicios ecosistémicos (madera y leña) e implementan una serie de prácticas para su aprovechamiento y uso. Adicionalmente relictos en buen estado de conservación también ofrecen importantes servicios como el almacenamiento de carbono y la preservación de la fauna y la flora. Estas funciones sólo se pueden preservar mediante la aplicación de prácticas de manejo silviculturales como el manejo de árboles semilleros, el establecimiento de por lo menos un diámetro mínimo de corta, la retención estructural a escala de rodal, el manejo de la regeneración natural, el mantenimiento de la conectividad a nivel del paisaje, la aplicación de los regímenes de perturbaciones naturales para orientar las prácticas de manejo forestal, y la aplicación de técnicas para reducir el impacto del aprovechamiento. La implementación de estas prácticas ayudaría a mantener la provisión de madera y otros servicios ecosistémicos, y de esta manera continuar beneficiando a las comunidades locales.

En la region se ha generado conocimiento local sobre el manejo y la conservación de los bosques de roble ([Avella & Cardenas, 2010](#)), tales como el aprovechamiento de arboles sobremaduros, tecnicas de fomento y manejo de la regeneración natural, el desarrollo de los protocolos de germinación y manejo de especies nativas y la identificación y selección de especies con potencial maderable y no maderable. Considerando el escaso desarrollo del conocimiento científico y técnico sobre el manejo de bosques de roble, este conocimiento tradicional de las comunidades locales podrian generar importantes contribuciones para el diseño de alternativas de manejo que aporten efectivamente a la conservación de los bosques de roble en la región.

Tabla 3. Aspectos florísticos y estructurales de los bosques de roble en el sector central del corredor de conservación GRI.

Formación	Cobertura relativa de los estratos	Altura promedio del dosel (m)	Altura máx. (m)	No. de Ind. X = 75	No. de especies arbóreas X = 19	Área basal (m ²) X = 3.4	Especies dominantes de acuerdo al IVI (%) e IPF (%)	Región Natural
<i>Q. humboldtii</i> - <i>Ocotea calophylla</i>	Ai 86%, Ar 38%	17	24	83	12	4.6	<i>Q. humboldtii</i> (48; 70), <i>Ocotea calophylla</i> (4; 3), <i>Clusia multiflora</i> (3; 3), y <i>Weinmannia tomentosa</i> (3; 4).	Altoandina (80%) y Andina (20%) Rango altitudinal: 2316 - 3250 m
<i>Q. humboldtii</i> - <i>Virola macrocarpa</i>	Ai 52%, Ar 27%	20	30	94	33	3.2	<i>Q. humboldtii</i> (6; 8), <i>Virola macrocarpa</i> (11; 14), <i>Compsoneura rigidifolia</i> (11; 9), <i>Sterigmatopetalum tachirensis</i> (3; 4), <i>Faramea flavicans</i> (4; 4), y <i>Billia rosea</i> (3; 3).	Subandina Rango altitudinal: 1850 - 1950
<i>Q. humboldtii</i> - <i>Blakea cuatrecasii</i>	Ai 24%, Ar 10%	13	20	41	10	1.4	<i>Q. humboldtii</i> (42; 59), <i>Blakea cuatrecasii</i> (9; 8), <i>Clusia schomburgkiana</i> (7; 6), y <i>Clusia inesiana</i> (7; 6).	Subandina Rango altitudinal: 2000 m
<i>Q. humboldtii</i> - <i>Daphnopsis caracasana</i>	Ai 48%, Ar 50%	13	20	75	18	4.1	<i>Q. humboldtii</i> (8; 10), <i>Clethra fagifolia</i> (8; 9), <i>Cyathea multiflora</i> (7; 8), <i>Clusia discolor</i> (5; 5), <i>Alchornea grandiflora</i> (5; 5) y <i>Clusia multiflora</i> (4; 4).	Andina Rango altitudinal: 2210 - 2600
<i>Q. humboldtii</i> - <i>Pouteria baehniana</i>	Ai 57%, Ar 60%	17	30	80	20	3.9	<i>Quercus humboldtii</i> (18; 24), <i>Clusia bracteosa</i> (5; 6), <i>Ladenbergia macrocarpa</i> (4; 5), <i>Hyeronima huilensis</i> (4; 4), y <i>Alchornea grandiflora</i> (4; 4).	Andina (70%) Subandina (30%) Rango altitudinal: 1800 - 2180

CONCLUSIONES

En el corredor de conservación Guantiva - La Rusia - Iguaque los bosques de roble crecen un gradiente altitudinal continuo desde la region subandina a los 1900 m hasta límites con la region paramuna a los 3200 m, los cuales pueden ser clasificados en una estructura jerarquica de siete tipos de bosque: los bosques de *Q. humboldtii* - *Ocotea calophylla*, presentes generalmente en la franja altoandina (> 2800 - 3200 m) aunque existen algunas localidades en la franja media (2316); la gran formación de bosques de *Q. humboldtii* - *Alchornea grandiflora*, que son comunes en la región andina e incluyen los tipos de bosques de *Q. humboldtii* - *Blakea cuatrecasii*, los de *Q. humboldtii* - *Cyathea multiflora*, los de *Q. humboldtii* - *Daphnopsis caracasana* y los *Q. humboldtii* - *Pouteria baehniiana*. Los bosques de *Virola macrocarpa* - *Q. humboldtii* estan presentes en la región subandina.

De acuerdo a la caracterización florística y fisonómica, los bosques de roble con altos valores de área basal, número de individuos, número de especies y una altura promedio del dosel como los encontrados en los bosques de *Virola macrocarpa* - *Q. humboldtii*, los de *Q. humboldtii* - *Pouteria baehniiana* y los de *Q. humboldtii* - *Daphnopsis caracasana*, podrían ser utilizados por las comunidades locales a través de la implementación de prescripciones silviculturales como el manejo de árboles semilleros, el establecimiento de diámetros mínimos de corta, el aprovechamiento de árboles sobremaduros con técnicas de impacto reducido, la retención estructural a nivel del rodal, el manejo de la regeneración natural y el mantenimiento de la conectividad a nivel de paisaje; estrategias y técnicas que permitirán garantizar una sostenibilidad en el suministro de productos maderables y al mismo tiempo aportar a la conservación de estos bosques. Los bosques de roble con bajos valores de área basal y riqueza florística, tales como *Q. humboldtii* - *Blakea cuatrecasii* y aquellos bosques que proporcionan importantes servicios de regulación hídrica como los bosques *Q. humboldtii* - *Ocotea calophylla* no deben utilizarse bajo ninguna circunstancia y deben ser objeto de estrategias estrictas para la protección, restauración y recuperación de su biodiversidad y servicios ecosistémicos.

Debido a los valores sociales y culturales que los bosques de roble representan para las comunidades locales, y el conocimiento e interés en el manejo forestal expresado por las propias comunidades, sería prudente considerar una estrategia de uso controlado para satisfacer las demandas domésticas de leña y madera basada en modelos silviculturales de extracción sostenible. Por lo tanto, es necesario diseñar estrategias integrales de conservación que contemplen no sólo la

protección y restauración de la diversidad biológica, el mantenimiento de la integridad ecológica y la protección del suelo y del agua, sino que también incluyan un componente importante de acciones que promueven la sostenibilidad de la oferta de productos maderables y no maderables. Así mismo, las estrategias de conservación podrían partir de la generación de acuerdos de gestión compartida entre las instituciones ambientales y las comunidades, y de esta manera favorecería la conservación integral de los bosques de roble y la mejora de la calidad de vida de las comunidades locales. Diversas dimensiones se reconocen en la gestión y la conservación de los bosques de roble, incluyendo los servicios ecosistémicos, los vínculos con los ecosistemas adyacentes, la protección de la biodiversidad, el valor sociocultural y el patrimonio natural relacionado con su gestión y manejo. Tales perspectivas proporcionan elementos técnicos y metodológicos para un nuevo enfoque de gestión forestal que se podrían implementar en los bosques de roble de Colombia siguiendo las recomendaciones del enfoque por ecosistemas ([Rangel et al., 2002](#); [SCDB, 2004](#)).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al programa de desarrollo sostenible de la Fundación John D. and Catherine T. MacArthur. A la Universidad Nacional de Colombia, la Fundación Neotropical y la Fundación Natura por el apoyo al proyecto de investigación “*Evaluación de la dinámica del carbono en los bosques de roble (Fagáceas) de la Cordillera Oriental de Colombia*”. También agradecemos a Bruce Young y Carmen Josse por su amable cooperación en la traducción del manuscrito.

LITERATURA CITADA

Ancízar, M. 1853. Peregrinación de Alpha por las provincias del norte de la Nueva Granada en 1850 y 1851. Bogotá: Echeverría Hermanos.

Aristizábal, J. 2010. Estufas mejoradas y bancos de leña: una alternativa de autoabastecimiento energético a nivel de finca para comunidades dependientes de los bosques de roble de la cordillera oriental. *Colombia Forestal*, 13 (2): 245-256.

Avella, A. & Cárdenas, L. 2010. Conservación y uso sostenible de los bosques de roble. Estudio de caso en el Corredor de Conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. *Colombia Forestal* 13 (1): 5-30.

Bello, R. 2006. Expresiones culturales alrededor del roble en el corredor Guantiva-La Rusia-Iguaque. En C. Solano, & N. Vargas (eds.). *Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados*: 225-234. Bogotá: Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana.

Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: Ediciones H. Blume. 820 p.

Cantillo-H., E. 2007. La estructura de la vegetación en Colombia: una síntesis para definir modelos de restauración ecológica. Tesis de doctor. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá. 540 p.

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. 97 p.

Cantillo, E., & Rangel, J.O. 2011. La Estructura y el patrón de la riqueza de la vegetación del Parque Nacional Natural Los Nevados. En J.O. Rangel (ed.). Colombia diversidad biótica XI. Patrones de la estructura y de la riqueza de la vegetación en Colombia (pp. 69-125). Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales.

Castañeda, F. 2000. Criterios e indicadores de la ordenación forestal sostenible: procesos internacionales, situación actual y perspectivas. Unasylva 203.

Cleef, A.M., Rangel, J.O., & Van der Hammen, T. 1984. La vegetación de las selvas del Transecto Buritaca. En T. Van der Hammen, & P. Ruiz (eds.). Estudios de ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 2. La Sierra Nevada de Santa Marta Colombia Transecto Buritaca-La Cumbre (pp. 695-798). Berlín-Stuttgart: J. Cramer.

Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 10 (40): 221-268.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). 2005. Censo General 2005 - Información Básica. República de Colombia.

Duivenvoorden, J.F. & J.M. Lips. 1993. Ecología del paisaje del medio Caquetá. Estudios de la Amazonía colombiana. Tropenbos. Bogotá D.C. 301 p.

Díaz, M. 2008. Evaluación del uso actual de especies forestales asociadas a bosque de roble en las veredas Patios Altos, Patios Bajos y Canadá, Municipio de Encino-Santander (Trabajo de grado, Biología). Tunja: Escuela de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Escobar, V. 2009) Procesos de organización social para la conservación del bosque de robles y sus ecosistemas asociados en Paipa y Duitama en el período comprendido entre 2004 a 2008 (Trabajo de grado, Trabajo Social). Bogotá: Universidad Externado de Colombia, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas.

Finol, H. 1976. Métodos de regeneración natural de algunos tipos de bosques venezolanos. Revista Forestal Venezolana 26: 17-44.

Franco, R. 2007. Elementos para una historia ambiental de la región de la laguna de Fúquene en Cundinamarca y Boyacá. En L. Franco, & G.I. Andrade (eds.). Fúquene, Cucunuba y Palacio, Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino: 61-102. Bogotá: Fundación Humedales, Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt.

Gentry, A. 1993. Vistazo general a los ecosistemas nublados andinos y la flora de Carpanta. En G.I. Andrade (ed.). Carpanta: Selva nublada y páramo: 67-80. Santafé de Bogotá: Fundación Natura Colombia, Edit. Presencia.

Jiménez-E. N.D., Albuquerque, U. & Rangel, J.O. 2011. Huertos familiares en la Bahía de Cispatá, Córdoba, Colombia. *Bonplandia*, 20 (2): 309-328.

Lozano, G., & Torres, J.H. 1974. Aspectos generales sobre la distribución, sistemática fitosociológica y clasificación ecológica de los bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. *Ecología Tropical* 1 (2): 45-79.

McCune, B., & Mefford, J. 1997. Multyvariate analysis of ecological data, vers 3.16 manual electrónico. MjM software, Gleneden Beach, Oregon. 300 p.

Melo, A. 2008. Zonificación de los bosques de roble: una herramienta para la planificación del Ecosistema. Informe de gestión 2009 en el marco del proyecto “Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y el manejo forestal en Colombia”. Bogotá: Fundación Natura 45p.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). 2006. Resolución 096 del 20 de enero de 2006. Bogotá.

Rangel, J.O., & Lozano, G. 1986. Un perfil de la vegetación entre la plata (Huila) y el volcán Puracé. *Caldasia*, 14 (68-70): 53-547.

Rangel, J.O., & Garzón, C A. 1994. Aspectos de la estructura, de la diversidad y de la dinámica de la vegetación del Parque Regional Natural Ucumarí. En J.O. Rangel (ed.). Ucumarí: Un caso típico de la diversidad biótica andina: 85-108. Pereira: Publicaciones de la Carder.

Rangel, J.O. 2000. La megadiversidad biológica de Colombia: ¿Realidad o ilusión? En J. Aguirre (ed). *Memorias del Primer Congreso Colombiano de Botánica (Versión en CD-Rom)* Bogotá.

Rangel, J.O., Orjuela, M.A., Zambrano, H., & Andrade, A. 2002. Generación de una propuesta de criterios e indicadores para implementar el enfoque ecosistémico en Colombia. En Proyecto “Generación de una propuesta metodológica y operativa que permita la adopción del enfoque ecosistémico en Colombia”. Convenio 052-013/01 MAVDT-SECAB-Universidad Nacional de Colombia. Bogotá 66 p.

Rangel, J.O., Cleef, A.M., Salamanca, S., & Ariza, C.L. 2005. La vegetación de los bosques y selvas del Tatamá. En T. Van der Hammen, J.O. Rangel, & A.M. Cleef (eds.). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 6. La cordillera Occidental, transecto de Tatamá: 469-644.* Berlín-Stuttgart: J. Cramer, Borntraeger.

Rangel, J.O. 2005. La biodiversidad de Colombia. *Palimpsestos* 5: 292-304.

Rangel, J.O., Cleef, A.M., & Arellano, H. 2008. La vegetación de los bosques y selvas del Transecto Sumapaz. En T. Van der Hammen (ed.). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7. La cordillera Oriental colombiana, transecto Sumapaz: 695-798.* Berlín-Stuttgart: J. Cramer.

Rangel, J.O., Avella, A., & Garay, H. 2009. Caracterización florística y estructural de los relictos boscosos del sur del departamento del Cesar. En J.O. Rangel (eds.). *Colombia diversidad biótica*

VIII. Media y baja montaña de la serranía del Perijá: 365-392. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Corpocesar.

Rangel, J.O., & Avella, A. 2011. Oak forests (*Quercus humboldtii*) in the caribbean region and distribution patterns related with environmental factors in Colombia. *Plant Biosystems*, 145, 186-198.

Raymond, P. 1997. Hacienda tradicional y aparcería. Bucaramanga: Ediciones UIS. 360 p.

Secretaría del Convenio de Diversidad Biológica (SCDB). 2004. Enfoque por ecosistemas (directrices del CDB). Holanda: Secretaria del Convenio de Diversidad Biológica 51 p.

Solano, C., Roa, C., & Calle, Z. 2005. Estrategia de desarrollo sostenible del corredor de Conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque. Bogotá: Fundación Natura 87 p.

Solano, C. 2006. Reserva biológica Cachalú: 10 años de investigación en bosques de roble. En C. Solano, & N. Vargas (eds.). *Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados*: 11-23. Bogotá: Fundación Natura, Pontificia Universidad Javeriana.

Whittaker, R.H. 1980. Dominance-Types. En: R.H. Whittaker (ed.). *Classification of plants communities*: 65-81. Boston, London. Dr W. Junk.

Van der Hammen, T. 2008. Zonal ecosystems of the western and eastern flanks of the Eastern cordillera of the Colombian Andes (Sumapaz Transect) En: T. Van der Hammen (ed.). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes 7. La cordillera Oriental colombiana, transecto Sumapaz*: 961-1009. Berlín-Stuttgart: J. Cramer.

TERCERA CONTRIBUCIÓN:

Restauración de bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en los Andes Colombianos: Estudio de caso restauración ecológica del paisaje en la cuenca del Río Guacha

Avella, A., S. Torres, L.M. Cárdenas & A. A. Royo

Traducción de la publicación:

Avella, A., S. Torres, L.M. Cárdenas & A. Royo. 2015. Restoration of Oak Forests (*Quercus humboldtii*) in the Colombian Andes: A Case Study of Landscape-Scale Ecological Restoration Initiatives in the Guacha River Watershed. En: J.A. Stanturf (ed.). Restoration of Boreal and Temperate Forests, Second edition: 429-444. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, Florida.

INTRODUCCIÓN

Los bosques de roble de Colombia están caracterizados por la dominancia de dos especies de Fagacea, *Quercus humboldtii* y *Colombobalanus excelsa*. Ambas constituyen el esqueleto de varios tipos de ecosistemas boscosos representativos del ambiente montañoso tropical. Sin embargo, en esta región el uso histórico y actual de los ecosistemas ha generado alta fragmentación del paisaje, pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos, y el reemplazo de los bosques originales por sistemas agropecuarios hasta el punto que para algunos autores solamente queda entre el 40% y el 10% de su extensión original (Gentry, 1993; Rangel, 2000; Etter *et al.*, 2006). De acuerdo con Aronson & Andel (2006), la restauración ecológica es una prioridad en este tipo de paisajes en donde la mayoría de las comunidades viven y dependen directamente del uso de la tierra y ejercen una fuerte intervención a los ecosistemas, pero todavía se es posible encontrar una enorme diversidad de flora y fauna.

La Fundación Natura, una organización de la sociedad civil, apoyada por la Fundación MacArthur y por varias instituciones nacionales ha desarrollado durante más de diez años una propuesta de conservación regional en el sector norte de la cordillera oriental de los andes, conocida como el corredor de conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque (GRI). La configuración actual en este paisaje es producto de la presión sobre los ecosistemas por una demanda de bienes y servicios que responde a un patrón general de dependencia de las comunidades campesinas sobre los recursos naturales para subsistir. A partir del reconocimiento de las interrelaciones existentes entre los sistemas

socioeconómicos y los sistemas ecológicos (sistemas socio-ecológicos) de este territorio, se busca hacer del mosaico de usos del suelo una oportunidad para la conservación de la biodiversidad y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales.

En un paisaje representativo del sector central del corredor de conservación GRI, la Fundación Natura implementó una estrategia de restauración a escala del paisaje enfocada en i) proteger los ecosistemas naturales y mejorar en el largo plazo su integridad ecológica, ii) aportar al mejoramiento de la productividad de los sistemas agropecuarios y iii) garantizar el flujo de servicios ecosistémicos para las comunidades locales. Es importante tener en cuenta que en terrenos privados en donde se ha comprometido el funcionamiento de los ecosistemas y donde gran parte de la biodiversidad nativa se encuentra amenazada, es fundamental incluir las necesidades de las comunidades locales y orientar las estrategias de conservación con una visión pragmática buscando vínculos entre la restauración de ecosistemas, la protección y uso sostenible de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (Aronson *et al.* 2007; Wright *et al.*, 2009; Walker *et al.* 2002).

La primera parte del presente artículo resume las generalidades biológicas de los bosques de robles en Colombia, así como también la importancia sociocultural de estos ecosistemas para las comunidades rurales. Luego se presenta una descripción del área de estudio y un breve resumen de los criterios bajo los cuales se enmarcan las acciones de conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor de conservación GRI. La tercera parte presenta la experiencia de restauración ecológica para bosques de roble dominados por *Quercus humboldtii* en un sector del corredor de conservación y finalmente se plantean unas consideraciones respecto a la necesidad de desarrollar propuestas más integrales cuando se aborden temas de conservación y restauración ecológica en la región andina colombiana.

GENERALIDADES DE LOS BOSQUES DE ROBLES EN COLOMBIA

De acuerdo con Kapelle (2006), los bosques de robles (*Quercus* spp.) de las tierras altas en los trópicos del continente americano se distribuyen desde México central (meridiano 23^o30' N), a travesando Centroamérica y alcanzando su distribución más austral al norte de los Andes, en las cordilleras de Colombia (meridiano 1^o N), conformando en este país una singularidad biogeográfica para Suramérica. De acuerdo a registros palinológicos, el género *Quercus* llegó al norte de Suramérica entre los últimos 250.000 y 470.000 años BP (Van der Hammen y González 1963; Hooghiemstra 2006), teniendo como punto de entrada a la serranía del Darien (Departamento

del Choco), siguiendo por las cordilleras central y occidental hacia el sur hasta alcanzar el meridiano 1⁰N y en algunos sectores estrechos del valle del Magdalena cruzó hasta alcanzar la vertiente occidental de la cordillera oriental y se dirigió nuevamente hacia el Norte hasta los 8⁰N (Van der Hammen *et al.*, 2008).

Quercus humboldtii se encuentra distribuido a lo largo de las tres cordilleras de los andes desde los 750 m hasta los 3.450 m de altura. (Cuatrecasas 1958; Lozano & Torres 1974; Pulido *et al.*, 2006; Cantillo & Rangel 2011) y en algunos macizos aislados del Caribe colombiano (Rangel *et al.*, 2009; Rangel & Avella 2011). Lastimosamente, esta singularidad ecosistémica se encuentra altamente amenazada debido a que alrededor del 40% del territorio ha sido transformado por el aumento demográfico y el cambio de uso del suelo (Etter *et al.*, 2006), y en la región andina, la tasa de deforestación han sido de al menos el 60% de sus ecosistemas naturales (Gentry 1993; Andrade 1993; Rangel 2000). *Colombobalanus excelsa* es una especie endémica de los Andes colombianos con una extensión cercana a los 1100 km², cuyas poblaciones se han registrado en algunos sectores de relictos de bosques en los departamentos de Huila, Valle del Cauca, Antioquia y Santander (Cárdenas y Salinas, 2006).

Los robledales andinos se consideran refugios de varias especies de plantas amenazadas con un alto valor de importancia para la conservación a nivel nacional, regional y local entre las que se destacan *Aniba perutilis*, *Podocarpus oleifolius*, *Sterigmapetalum tachiriensis*, *Matudaea colombiana*, especies pertenecientes a los géneros Nectandra, Ocotea, Persea de la familia Lauraceae, especies de Magnoliaceae (*M. viroliniensis*, *M. arcabucoana*, *M. caricifragans*), encenillos (*Weinmannia* spp.), cedros (*Cedrela montana*, *Junglands neotropica*) y palmas como *Geonoma orbignyana*, *Ceroxylum quinduense*, *C. vogelianum*, *C. parvifrons* (Avella & Cárdenas, 2010). Los bosques de roble albergan al menos 29 especies de aves amenazadas a nivel mundial, incluyendo especies endémicas tales como la perdiz collaraja (*Odontophorus strophium*), el arrierito antioqueño (*Lipaugus weberi*), y la esmeraldita patiblanca de Munchique (*Eriocnemis mirabilis*). Dos especies raras de loros, el loro multicolor (*Hapalopsittaca amazonina*) y loro corniazul (*Hapalopsittaca fuertesi*) en peligro crítico, parecen estar restringidas a los bosques de roble de montaña de Colombia en los que dependen en gran medida de las bellotas de *Q. humboldtii* como el caso del loro corniazul que se pensaba que estaba en extinción hasta su redescubrimiento en la primera parte de este siglo (Statterfield y Capper 2000; Renjifo 2002). Otras cinco especies de loros amenazados están asociados con los bosques de roble de los Andes incluyendo el Perico aliamarillo (*Pyrrhura calliptera*), el loro cadillero (*Bolborhynchus ferrugineifrons*), el Perico Paramuno (*Leptosittaca*

branickii), el Loro Orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*) y la cotorrita alpina (*Touit stictopectus*) (Hilty y Brown 1996; Stotz *et al.* 1996).

Así mismo, los robledales tienen alta importancia cultural y social al ser usados por las comunidades campesinas. Los usos directos del bosque tienen que ver con el aprovechamiento doméstico para el suministro de leña y madera que la unidad familiar requiere. Una familia campesina utiliza aproximadamente 6.2 Tn/año (aprox. 13 m³/año), los cuales provienen en mayor parte de especies nativas asociadas a los bosques de roble (Aristizábal 2010). En total, se calcula que estos aprovechamientos domésticos alcanzan entre 8-16 millones de metros cúbicos por año (Aristizabal 2010, Diaz 2010), los usos indirectos están asociados principalmente a los servicios ambientales de regulación y protección hídrica (Botero *et al.* 2009). Adicionalmente, algunas de las comunidades usan el roble y otras especies asociadas para obtener productos maderables que comercian informalmente y obtener ingresos que complementan sus medios de vida. Esta actividad se justifica aún más cuando se analiza la baja productividad de las tierras para actividades agrícolas y pecuarias y las pésimas condiciones de las vías de acceso para poder comercializar productos perecederos. Entre los servicios ecosistémicos que prestan los bosques de robles a nivel nacional, se destacan los de regulación y oferta hídrica, protección de suelos, prevención de desastres naturales y oferta maderable y no maderable.

ÁREA DE ESTUDIO

En la vertiente occidental de la Cordillera Oriental colombiana, entre los departamentos de Boyacá y Santander, se encuentra un territorio que combina el paisaje rural de las montañas andinas con la singularidad de los enclaves secos, los páramos y las selvas dominadas por el roble (*Quercus humboldtii*) que según Solano *et al.* (2005) es el área de bosques de roble más extensa del país. Desde hace diez años La Fundación Natura propuso el Corredor de Conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque (GRI), con un área de 1'073.000 Ha, entre los 350 y 4100 m de altitud, abarcando 67 municipios, 38 pertenecientes al departamento de Boyacá, 26 a Santander y 3 a Cundinamarca. El Corredor se estructura por la distribución espacial continua de los ecosistemas de páramo y bosques andinos, donde interactúan hábitats naturales y transformados, dominados en su eje central por los macizos montañosos Guantiva, La Rusia e Iguaque.

La experiencia de restauración ecológica a escala de paisaje se llevó a cabo en el sector central del corredor GRI, en la cuenca del río Guacha, ubicada entre los municipios de Encino (Santander) y Belén, Duitama y Santa Rosa de Viterbo (Boyacá) (Figura 1), tiene un área de 27.545 ha y abarca un rango altitudinal entre 1.650-4.250 metros. Hacen parte de la cuenca las subcuencas del río Guacha (14.877 Ha), del río Minas (10.025 Ha) y de la quebrada La Lejía (2.625 Ha). El paisaje es montañoso con geformas de crestones homoclinales, crestas homoclinales abruptas de tipo estructural y filas y vigas del tipo fluvio erosional.

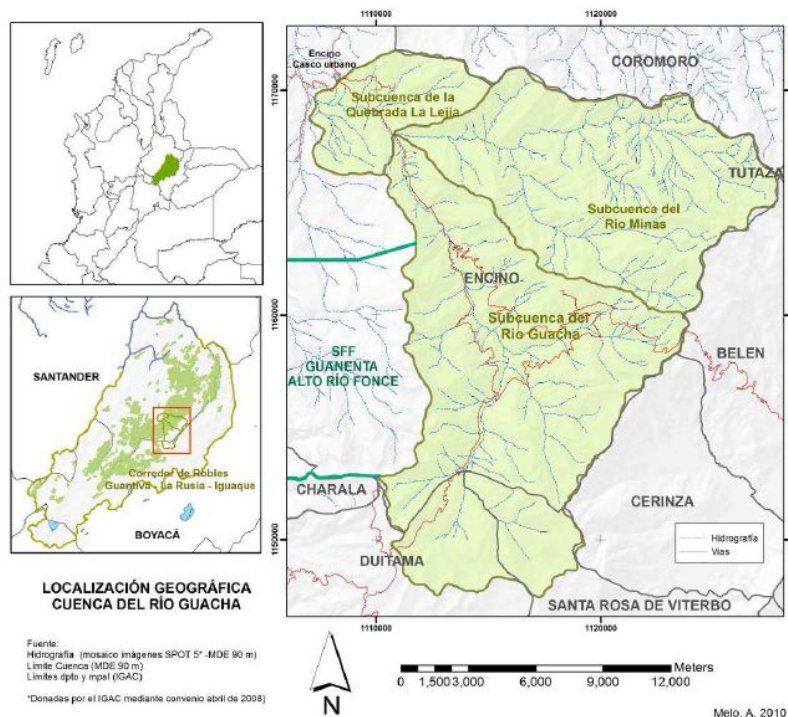


Figura 1. Localización Geográfica Cuenca del Río Guacha. Melo (2010).

METODOLOGÍA

Con base en los planteamientos de Aronson & Andel (2006), Reynolds & Hessburg (2005), Rodríguez *et al* (2011) y OIMT (2002), el plan de restauración ecológica se realizó en cuatro fases: diagnóstico, planificación, implementación y monitoreo. La fase diagnóstico se realizó a partir de caracterizaciones florísticas y estructurales que buscaban conocer el estado actual de los ecosistemas en función de los procesos sociales que ocurren a nivel de paisaje e identificar las barreras ecológicas y sociales a la regeneración natural de los bosques. En la fase de planificación, se realizó un análisis del estado de conservación de los ecosistemas actuales que permitió definir las

unidades de manejo y los ecosistemas de referencia; con esta información se planificaron las estrategias de restauración con base en los intereses de la comunidad local y en los atributos ecológicos de los ecosistemas de referencia. En la tercera fase las estrategias de restauración ecológica se implementaron cumpliendo con los acuerdos voluntarios de conservación-producción firmados por la Fundación Natura y los propietarios de las fincas. En la fase cuatro se estableció un sistema de monitoreo con el objetivo de evaluar los cambios en los patrones de composición, estructura y función. Finalmente se presenta una síntesis de la evaluación al proceso de restauración realizada por las comunidades locales y los propietarios vinculados a los acuerdos de conservación producción.

RESULTADOS

Los resultados presentados en esta publicación incluyen los dos primeros años de desarrollo de la estrategia de restauración, se presentan en cuatro partes Diagnóstico (Fase I) y planeación (Fase II) que fueron desarrollados durante el primer año, e implementación (Fase III) y monitoreo (Fase IV) que fueron desarrollados durante el segundo año. Adicionalmente se resumen los principales aportes de la evaluación de la estrategia de restauración, realizada por las comunidades locales.

5.1. Diagnóstico regional

La cuenca del río Guacha comprende varios tipos de ecosistemas entre bosques subandinos, andinos y páramos. Las coberturas boscosas ocupan el 22% del área total de la cuenca (6.318 ha) y los páramos ocupan el 39% del área total de la cuenca (10.745 ha). Más del 50% corresponde a coberturas naturales las cuales ocupan el 68% del área la cuenca (18.704 Ha), mientras que las coberturas transformadas (pastos, mosaicos, bosques plantados, tierras desnudas y degradadas) ocupan el 30% (8.399 Ha) (Melo, 2010). Sin embargo, algunas de las coberturas naturales como arbustales y vegetación secundaria corresponden a estados sucesionales de los ecosistemas originales debido de procesos de intervención - abandono - regeneración después de intensas perturbaciones antrópicas. Se cataloga como un paisaje fragmentado, ya que solo el 42% del área está cubierta por bosques con una conectividad baja (Melo, 2010).

De manera general se presentan dos tipos de fragmentos de bosque. El primero corresponde a grandes fragmentos (≥ 50 Ha), ubicados en las partes altas de la cuenca en zonas de fisiografía abruptas (pendientes $\geq 60^\circ$) y con bajos niveles de intervención antrópica. El segundo tipo corresponde a relictos boscosos de pequeña extensión (< 5 Ha) sometidos a frecuentes intervenciones antrópicas por leñateo y pastoreo, localizados en zonas con menor pendiente y suelos con mayor potencial agronómico (Avella & García 2011). En el área de estudio es posible diferenciar tres franjas altitudinales: i) Alta (2800-3400m), ii) Media (2.200-2800m) y iii) Baja (1.800 -2.200m). De acuerdo con Avella (2010b), el ecosistema original de la cuenca entre los 1.650 y 3400 m altitud eran diferentes formaciones de bosques de roble, mientras que a altitudes mayores se encontraban comunidades vegetales del Páramo. Actualmente por procesos antrópicos, el paisaje se encuentra conformado por un mosaico de áreas dedicadas a sistemas productivos, relictos de bosques conservados y degradados, arbustales en diferente grado sucesional y páramos. A partir de los trabajos realizados por Devia & Arenas (2000) y Avella & Cárdenas (2010) se puede identificar que la configuración del paisaje actual es producto dos procesos del modelo de desarrollo socioeconómico de la región: i) sobreexplotación de los bosques por demanda de maderas finas y para construcción de la línea férrea ii) expansión de la frontera agrícola la cual originó pérdida de fragmentos importantes de bosque natural.

Las principales barreras a la regeneración que se encontraron en la región son ausencia de conectividad, pastoreo y agricultura, ausencia de propágulos, presencia de especies invasoras exóticas, ausencia de micrositios de establecimiento, ausencia de fauna dispersora y polinizadores, y ausencia de bancos de semillas. Estas barreras ecológicas han impedido los procesos de regeneración natural especialmente en los bosques naturales y las áreas forestales degradadas. Aunque los bosques conservados no presentan barreras ecológicas a nivel de ecosistema, la ausencia de conectividad a nivel de paisaje puede comprometer los flujos genéticos entre parches que son vitales para el funcionamiento en el largo plazo

5.2. Planificación de la estrategia de restauración

Se definieron tres unidades de manejo en función del estado de conservación de los ecosistemas evaluados teniendo en cuenta cinco criterios a nivel de estructura, composición y función del ecosistema: i) número de estratos, ii) porcentaje de cobertura del dosel, iii) presencia de especies típicas de bosques conservados, iv) grado de intervención antrópica y v) tamaño del fragmento.

- *Unidad de manejo 1; Bosques Conservados (BC):* Son relictos boscosos de más de 50 Ha, con cuatro a cinco estratos y una dominancia marcada del estrato arbóreo. Contienen especies típicas de estados sucesionales avanzados como *Quercus humboldtii*, *Billia rosea*, *Ocotea calophylla*, *Nectandra sp*, *Podocarpus oleifolius*, *Compsonaura rigidifolia*, *Virola macrocarpa*, *Aniba perutilis* y *Sterigmapetalum tachirensis*. La intervención antrópica es baja y no ha afectado los mecanismos de regeneración y mantenimiento del ecosistema. Presenta una estructura diamétrica con más de VI categorías. A nivel de paisaje la principal barrera que afectan su dinámica es la baja conectividad con otros parches conservados. Son bosques poco afectados por actividades de caza, recolección, extracción maderable y tala de árboles. Representan hábitats de buena calidad que aseguran los flujos en el paisaje y dinamizan la regeneración natural al interior de los fragmentos adyacentes.
- *Unidad de manejo 2; Bosques Degradados (BD):* Son relictos boscosos de menos de 10 Ha, en donde la cobertura de los estratos arbóreos es menor que en los bosques conservados y el estrato arbustivo se encuentra muy degradado. Es evidente la ausencia de algunas especies típicas de estados sucesionales avanzados como *Ocotea calophylla*, *Nectandra sp*. y *Billia rosea*. La estructura diamétrica es irregular con excesos o déficits de individuos en algunas categorías. Presenta barreras a la regeneración natural debido al pastoreo, ausencia de propágulos y a nivel de paisaje ausencia de conectividad y presencia de especies exóticas invasoras como *Pteridium aquilinum* y *Pennisetum clandestinum* en las zonas circundantes. Estos bosques se han visto afectados por la explotación insostenible de productos forestales alterando su estructura, procesos y funciones afectando de esta manera la capacidad del ecosistema para recuperarse de la explotación en el corto y mediano plazo.
- *Unidad de manejo 3; Áreas forestales degradadas (AFD):* Ecosistemas donde el nivel de degradación ha superado el umbral de resiliencia que impide retornar al ecosistema original. Corresponden a zonas donde los bosques originales fueron reemplazados por sistemas productivos y por tal razón la sucesión se encuentra detenida con coberturas de pastizales o herbazales de especies pioneras y heliófilas. Son hábitats inadecuados para el establecimiento de especies típicas de bosques. Presenta barreras a la regeneración natural debido al pastoreo y la agricultura, ausencia de propágulos y bancos de semillas, presencia de especies exóticas invasoras, ausencia de micrositios para el establecimiento de especies típicas de bosque, ausencia de fauna dispersora y de polinizadores, ausencia de hábitat para

fauna nativa y ausencia de conectividad con parches que puedan ayudarle a activar los procesos de regeneración natural.

Respecto al sistema ecológico de referencia, en paisajes modificados es posible definirlo como un grupo de escenarios establecidos para las trayectorias deseadas de los ecosistemas bajo manejo, más que ecosistemas estáticos y estrictos que deben ser copiados o emulados (Rodríguez *et al.* 2009). En la región, los bosques conservados (**BC**) se definieron como los ecosistemas de referencia para orientar los objetivos del proceso de restauración ecológica en los bosques degradados (BD), debido a que estos bosques son relictos fuente de material vegetal para iniciar, acelerar y dinamizar los procesos de regeneración en zonas degradadas, representan hábitats de buena calidad, fuente de alimento y refugio para la fauna e importantes prestadores de bienes y servicios ecosistémicos para las comunidades locales. Para guiar a los objetivos de restauración en BD, hemos considerado atributos que incluyen la densidad de árboles y tamaño, riqueza de especies nativas, y la restauración en alguna medida de servicios de productividad de los ecosistemas necesarios para satisfacer las necesidades de consumo de madera a largo plazo de las comunidades locales. Para orientar los objetivos en las áreas forestales degradadas (AFD) se toman en cuenta sólo algunos atributos de estructura y función de estos ecosistemas de referencia.

La estrategia de restauración ecológica para la cuenca tiene el objetivo de recuperar y conservar los ecosistemas boscosos a la vez que suple la demanda de los servicios ecosistémicos para las comunidades locales como regulación hídrica, protección de suelos, provisión de madera, leña y productos forestales no maderables. Teniendo en cuenta que la principal actividad que ha causado la pérdida de los bosques de la región ha sido la ganadería extensiva, la estrategia de RE considera en las AFD el establecimiento de sistemas silvopastoriles para mejorar la productividad de los sistemas pecuarios ya existentes y evitar su ampliación. Otro proceso que ha contribuido a la degradación de los bosques es el consumo de leña y madera como fuente energética para cocción y calefacción de alimentos. Por estas razones, la estrategia de RE se enfoca a reducir la dependencia de los bosques naturales como fuente de abastecimiento de leña mediante el establecimiento de bancos multipropósito en las AFD que garanticen la autosuficiencia energética de la unidad familiar en el mediano y largo plazo. En la figura 2 se presentan las estrategias definidas para cada unidad de manejo y el ecosistema que se espera que se desarrolle con la implementación de las actividades de restauración.

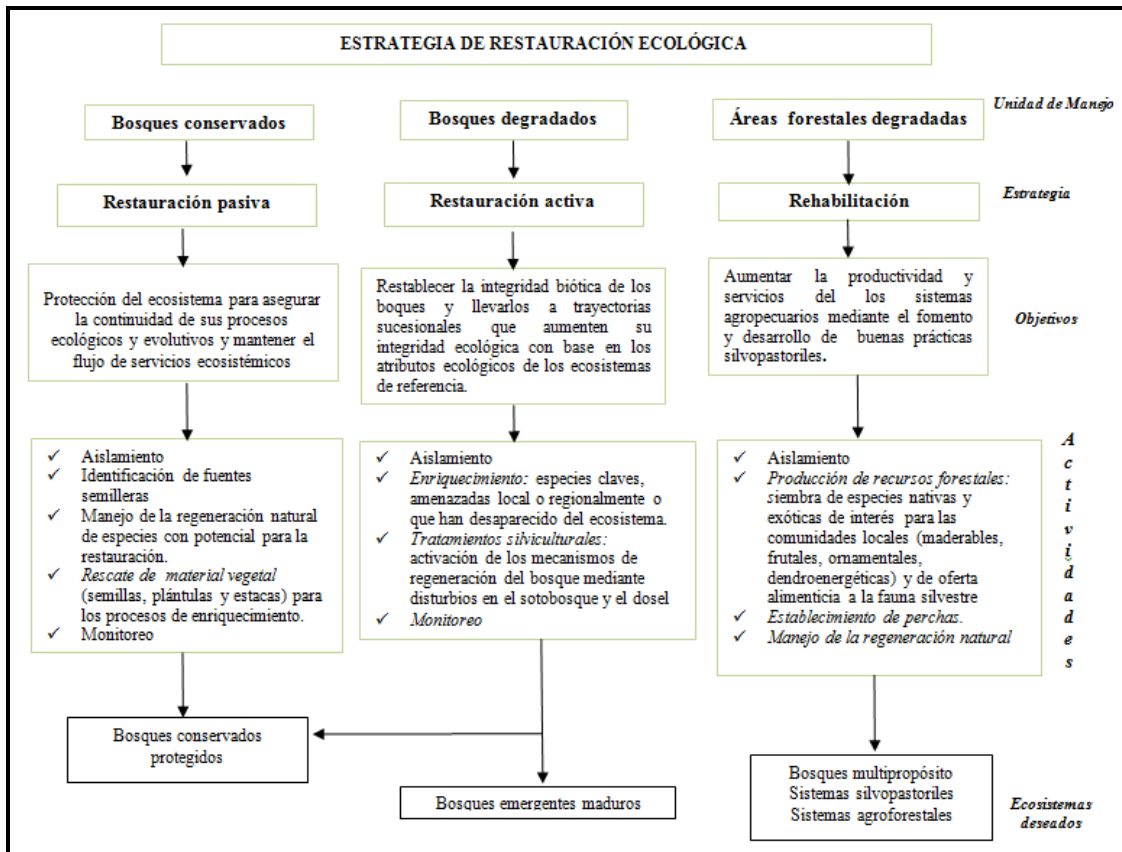


Figura 2. Estrategia de restauración ecológica para cada unidad de manejo.

5.3. Implementación de la estrategia

El objetivo de manejo para los bosques conservados (**BC**) es asegurar la protección del ecosistema para la continuidad de sus procesos ecológicos y el flujo de servicios ecosistémicos. Se han conservado 3.433 Ha de bosque mediante acuerdos privados de conservación-producción. 125 ha 50 Ha en la franja alta (altitud mayor a 2800 m), 207 Ha en la franja media (entre los 2200 y 2800) y 1.300 Ha en la franja baja (altitudes menores a 2200). En cuanto al patrón de uso de la tierra a nivel de predio, la mayoría de los propietarios dedican un porcentaje importante del predio a sistemas productivos y un porcentaje menor a la conservación del bosque, con fines de protección del recurso hídrico y de provisión de madera (Avella, 2010). En la franja alta la mayoría de las fincas tienen un área entre 30-50 Ha, la mayoría tienen un porcentaje bajo de bosques (<30%) y por lo general los propietarios han dedicado la mayoría del predio a sistemas ganaderos, mientras que algunas fincas presentan relictos boscosos de un tamaño importante (> 20 Ha). En la franja media, la mayoría de las fincas presentan un área de 7-20 Ha con aproximadamente entre el 30% al 20% en relictos boscosos con diferente grado de conservación. En la franja baja, se encuentra la Reserva

Biológica Cachalú que tiene 1.200 Ha, donde el 70% corresponde a bosque natural y no se tienen zonas destinadas a sistemas agropecuarios.

Los relictos boscosos conservados (CB) fueron aislados para evitar el pastoreo que es una de las barreras que ha impedido la regeneración natural. El manejo en los CB está dirigido exclusivamente al mejoramiento fisionómico de los individuos de aquellas especies de importancia ecológica que sean fuentes semilleras o de plántulas que se requieran para iniciar los procesos de restauración ecológica. Orientados por los resultados del diagnóstico silvicultural propuestos por Avella & García (2011), se realizaron podas de formación y crecimiento en los arbolito y arbóreo inferior en individuos de *Quercus humboldtii*, *Myrsine guianensis*, *Viburnum tinoides*, *Weinmannia tomentosa*, *Podocarpus oleifolius* y *Callophylum brasilense*.

En los bosques degradados (BD), el objetivo fue llevarlos a trayectorias sucesionales que aumenten su integridad ecológica con base en las características funcionales, estructurales y bióticas de los bosques de referencia (BC). Se aislaron los bosques para evitar el pastoreo y las actividades de extracción de recursos forestales. Se comprometieron 34 Ha de bosques degradados en acuerdos de conservación, 18 Ha en la franja alta y 16 Ha en la franja media.

Los fragmentos de bosques degradados (BD) a menudo carecían de una adecuada regeneración avanzada en forma de árboles jóvenes o categorías de tamaño; de hecho, la estructura y composición de especies del sotobosque estaba muy afectada por el pastoreo. Por lo tanto, los tratamientos silvícolas fueron diseñados para mejorar la regeneración natural, fomentar el crecimiento y el desarrollo de la regeneración existente de especies clave, promover el establecimiento de sotobosque denso y diverso, y mantener un mínimo un 70% de cobertura del dosel. Como tratamiento complementario se realizaron podas de formación tanto en el estrato superior como el estrato medio de las especie con mayor importancia ecológica entre las que se encuentran *Q. humboldtii*, *M. guianensis*, *W. tomentosa*, *Schefflera fontiana*, *P. oleifolius*, *F. andicola*, *C. brasilense*, and *Dacryodes* sp. Los objetivos del tratamiento fueron reducir la densidad de árboles en un 10% a 20% y con ello aumentar la disponibilidad de luz en el sotobosque, mejorar la forma del árbol y estimular su crecimiento y producción de semillas.

Se establecieron tres viveros comunitarios en los cuales se han producido más de 128.000 plántulas de 41 especies (35 nativas y seis (6) exóticas). Las plántulas se utilizaron en las estrategias de trasplante de las unidades de restauración (BD) cuando la cantidad de la regeneración natural era

inadecuada y en las unidades de rehabilitación (AFD) para la estrategia de bosques multipropósitos. Las plántulas rescatadas del bosque natural presentaron una respuesta diferencial frente al trasplante en el vivero. Las plántulas de *Weinmannia tomentosa* de 5-15 cm se adaptaron muy bien a las nuevas condiciones con una mortalidad inferior al 20%, sin embargo las plántulas de mayor tamaño sufrieron stress y mortalidad en más de un 80%. Las plántulas de *Clusia multiflora*, *Alfaroa williamsii* y *Albizia carbonaria* transplantadas de un tamaño entre 2.5-5cm respondieron exitosamente a las condiciones de vivero con un 80-98% de sobrevivencia. La propagación de *Schefflera fontiana*, *Cordia alliodora* y *Tabebuia chrysantha* a partir de semillas fue exitosa ya que presentaron un porcentaje de germinación de 80% aproximadamente, mientras que *Spiroteca codazziana* tuvo un porcentaje germinación del 30%. En un sector de los bosques conservados (BC) de la franja baja se transplantaron 120 individuos de 23 especies como parte de una estrategia de ampliación de borde de bosque para controlar la invasión de *Pteridium aquilinum*. En los bosques degradados (BD) se sembraron en nueve (9) fincas 599 individuos de *Billia rosea*, *Cedrela montana*, *Ceroxylon vogelianum*, *Clusia multiflora*., *Croton smithianus*, *Ficus andicola*, *Hedyosmun bonplandianum*, *Morella parvifolia*, *Myrsine guianensis*, *Tecoma stans* y *Viburnum tinoides*.

A diferencia del enfoque de restauración ecológica, la rehabilitación de áreas forestales degradadas (AFD) no hace énfasis en el restablecimiento de la integridad biótica en términos de composición de especies y estructura de la comunidad biológica del ecosistema original y se implementa en ecosistemas donde el nivel de degradación es tan alto que es poco probable retornar al ecosistema original (SER, 2004). Tal es el caso de las áreas forestales degradadas AFD de la Cuenca del Río Guacha donde se encuentran ubicados sistemas pecuarios de las comunidades locales. Las comunidades de la zona de estudio necesitan leña para combustible energético y madera para el cercado y mantenimiento de infraestructura física de la finca como postes, tutores de los cultivos, madera para construcción y cabos de herramientas. Los objetivos para esta unidad de manejo fueron recuperar la productividad y los servicios ecosistémicos y disminuir la presión de uso sobre los bosques naturales mediante la producción de recursos forestales que permitan satisfacer en el largo plazo de los requerimientos de madera para autoconsumo de las comunidades. Para lograr estos objetivos se establecieron plantaciones forestales (bosques multipropósito) y sistemas silvopastoriles.

Las plantaciones forestales fueron establecidas en 60 fincas donde cada propietario aisló entre 0.25 y 0.5 Ha de sus predios dedicado a la ganadería para hacer una reconversión a un sistema de boques

multipropósitos. En total se establecieron 20 Ha de bosques multipropósitos. Las especies que se plantaron fue en común acuerdo entre el equipo técnico y los propietarios del predio que identificaron aquellas especies con potencial e interés para uso forestal en el mediano y largo plazo. En algunos casos los bosques multipropósito se establecieron en bordes de relictos boscosos y márgenes hídricas para aumentar la cobertura forestal del predio y también incluir especies que ofrecen algunos beneficios al sistema productivo. En total se sembraron 24.000 individuos de 20 especies *nativas* entre las que sobresalen *Clusia multiflora*, *Ficus andina*, *Viburnum tinoides*, *Billia rosea*, *Cedrela montana*, *Ceroxylon vogelianum*, *Cordia alliodora*, *Croton smithianus*, *Hedyosmun bonplandianum*, *Lafoensia speciosa*, *Morella parvifolia*, *Myrsine guianensis*, *Pittosporum undulatum*, *Tecoma stans*, y cinco especies exóticas: *Acacia melanoxylum*, *Alnus jorullensis*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, *Pinus patula*.

El sistema de reconversión ganadera se implementó en 130 Ha con el fin de contribuir a mejorar la productividad de los sistemas agropecuarios mediante el fomento y desarrollo de buenas prácticas agrícolas. Estos sistemas mejoran la productividad de las fincas, aumentan servicios ecosistémicos como conservación de la biodiversidad, captura de carbono, conservación de suelos y protección de recursos hídricos. El proyecto apuntó al desarrollo de un modelo de ganadería sostenible a través de bancos de forraje con *Sambucus peruviana* y *Titonia diversifolia* por su alta producción de biomasa, alto valor nutricional para el ganado y gran capacidad de adaptación a las condiciones climáticas de la zona de estudio. También se plantaron *Alnus acuminata*, *Trichantera gigantea*, *Morus alba*, *Prunus serotina*, *Solanum quitoense*, *Pyrus communis*, *Cyphomandra betacea* y *Rubus glaucus* (Zapata & Díaz, 2012).

5.4 Monitoreo de la estrategia de restauración ecológica

Se diseñó un sistema de monitoreo para analizar la dinámica natural y la respuesta de los bosques a las estrategias de restauración ecológica implementadas. Se establecieron 100 parcelas permanentes de monitoreo: 39 en los bosques conservados (BC), 11 de 0.1 Ha, 14 de 25 m² y 14 de 4m²; en los bosques degradados (BD) se establecieron 38 parcelas, 8 de 0.1 Ha, 15 de 25 m² y 15 de 4m²; en los bosques multipropósito se establecieron 23 parcelas de 25 m² en las áreas forestales degradadas (AFD). Debido a que la estrategia de restauración implementada y sus parcelas permanentes de monitoreo se encuentran en sus etapas iniciales, no podemos evaluar si nuestras actividades de restauración han permitido la mejora de la integridad ecológica de las unidades de bosques degradados (BD) y las áreas forestales AFD en comparación con los bosques conservados. Sin

embargo, se presentan los resultados preliminares teniendo en cuenta que el proceso de monitoreo proporciona información de referencia importante que en el futuro nos permitirá evaluar el éxito en la mejora de los valores ecológicos y socioeconómicos de la región.

En los bosques conservados (BC) se realizó el seguimiento a la dinámica de crecimiento tanto de la regeneración natural (individuos con $DAP < 10\text{cm}$) como a los fustales (individuos con $DAP \geq 10\text{cm}$). En las parcelas de regeneración se realizó el seguimiento a 40 especies, de las cuales cinco (5) presentaron un incremento anual en diámetro superior a 0.5cm de DAP: *Schefflera sphaerocoma* (1.9cm), *C. schomburgkiana* (0.92 cm), *Ocotea sp* (0.69 cm), *Paragynoxys urebei* (0.55 cm) y *Clusia multiflora* (0.51 cm); *Quercus humboldtii* presentó un incremento de 0.16 cm/año. Dentro de las especies con incrementos anuales inferiores a 0,1 cm fueron *Toxicodendron striatum*, *Myrsine guianensis*, *Piper sp.*, *Wettinia praemorsa*, *Billia rosea*, *Myrcia sp.* y *Graffenrieda santamartensis*. Las especies que presentaron una sobrevivencia del 100% fueron *Befaria resinosa*, *Billia rosea*, *Clusia schomburgkiana*, *Graffenrieda santamartensis*, *Matayba elegans*, *Meliosma glossophylla* y *Paragynoxys uribei* (Figura 3).

En cuanto al crecimiento de fustales ($DAP \geq 10\text{cm}$), en la Tabla 1 se presenta el incremento medio anual para 40 especies presentes en los bosques de roble. Se realizó la medición de 2095 individuos presentes dentro del sistema de parcelas Permanentes de Monitoreo que la Fundación Natura ha adelantado en colaboración con la Universidad Distrital. *Quercus humboldtii* es la especie que presenta la mayor cantidad de individuos con un total de 760, seguido por *Virola macrocarpa* con 156 individuos y *Compsonera rigidifolia* con 106 individuos; *Myrsine guianensis* fue la especie presentó la menor cantidad de individuos (11).

En la Figura 4 se presentan las diez especies con mayor incremento medio anual del diámetro en los bosques de robles. *Croton mutisianus* presentó el mayor incremento diamétrico con un incremento promedio de 0.38 ± 0.26 cm/año. *Quercus humboldtii* fue la segunda especie con mayor incremento diamétrico con un incremento de 0.3 ± 0.2 cm/año. Entre estas diez especies de mayor incremento diamétrico *Vochysia megalantha* y *Clethra fagifolia* presentaron los menores valores de IMA (0.23 ± 0.2 cm/año y 0.24 ± 0.2 cm/año respectivamente). Estas diez especies presentan un IMA entre 0.38 y 0.22 cm/año un crecimiento similar a otros estudios como el de Silva *et al.* (1995) quienes encuentran que el incremento diamétrico para un bosque húmedo tropical de Brasil está entre 0.4 cm/año para especies de importancia maderable y 0.3 cm/año para el resto de las especies; López *et al.* (2012) estudiaron el incremento diamétrico en bosque seco tropical, donde este incremento varía

de 0.43-0.56 cm/año y de 0.51-1.06 cm/año en dos diferentes provincias; estos valores son mayores comparados con los incrementos diamétricos en bosques de roble. Para bosques de roble en Colombia, León & Giraldo (2000), encuentran que el incremento diamétrico anual es de 0.12-0.21 cm, el cual presenta un rango cercano al obtenido en esta investigación, mientras que el IMA reportado por Becerra (1989) de 0.58 cm/año es mucho mayor quizás debido a que los resultados corresponden a bosques de segundo crecimiento (de 16 años de edad) resultado de diferentes intervenciones silviculturales.

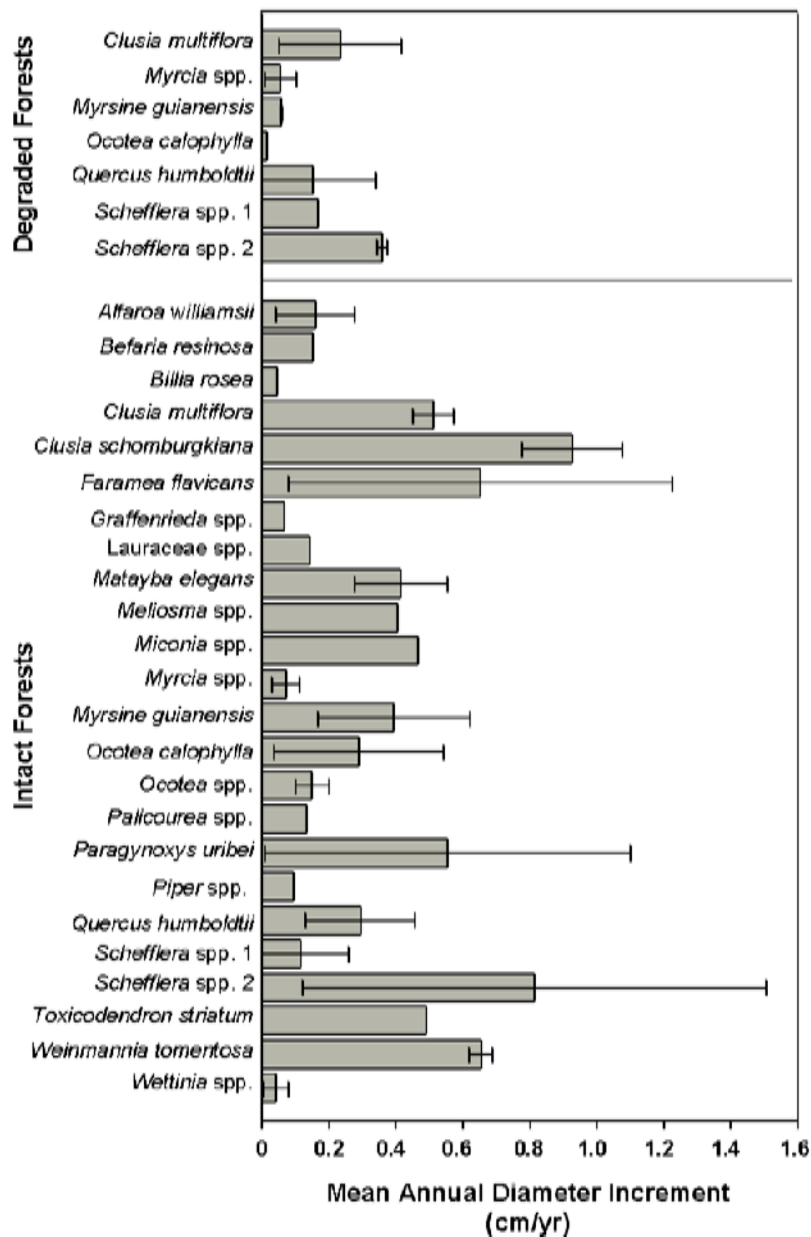


Figure 3. Incremento medio anual del diámetro en las plántulas las parcelas de regeneración de bosques conservados (BC) y bosques degradados (BD).

Tabla 1. Incremento Medio Anual (IMA) para 40 especies presentes en los bosques de roble. Datos para individuos con DAP \geq 10 cm.

Especie	# Individuos monitoreados	IMA (cm/año)
<i>Croton mutisianus</i>	48	0,377
<i>Quercus humboldtii</i>	760	0,299
<i>Hedyosmum racemosum</i>	18	0,285
<i>Clusia inesiana</i>	64	0,263
<i>Vismia baccifera</i>	16	0,261
<i>Alchornea grandiflora</i>	24	0,252
<i>Hieronyma huilensis</i>	25	0,248
<i>Schefflera heterotricha</i>	12	0,247
<i>Clethra fagifolia</i>	20	0,242
<i>Vochysia megalantha</i>	14	0,229
<i>Billia rosea</i>	51	0,229
<i>Alfaroa williamsii</i>	87	0,227
<i>Weinmannia pubescens</i>	14	0,219
<i>Clusia discolor</i>	33	0,21
<i>Myrsine guianensis</i>	11	0,208
<i>Clusia schomburgkiana</i>	92	0,206
<i>Sterigmatalum tachirensis</i>	27	0,198
<i>Virola macrocarpa</i>	156	0,195
<i>Clusia alata</i>	36	0,192
<i>Viburnum toronis</i>	14	0,19
<i>Inga venusta</i>	27	0,189
<i>Elaeagia mariae</i>	36	0,184
<i>Rhodostemonodaphne velutina</i>	25	0,17
<i>Coussarea macrocalyx</i>	14	0,162
<i>Compsoeura rigidifolia</i>	106	0,148
<i>Blakea cuatrecasii</i>	56	0,145
<i>Myrsine coriacea</i>	35	0,144
<i>Helicostylis tovarensis</i>	20	0,143
<i>Aniba cinnamomiflora</i>	31	0,135
<i>Aspidosperma spruceanum</i>	13	0,133
<i>Faramea flavicans</i>	51	0,132
<i>Micropholis crotonoides</i>	23	0,131
<i>Ocotea</i> sp3 (RL 12926)	12	0,12
<i>Ilex laurina</i>	31	0,118
<i>Ocotea</i> sp10 (RL 12809)	13	0,108
<i>Magnolia virolinensis</i>	12	0,108
<i>Aniba perutilis</i>	18	0,104
<i>Gordonia robusta</i>	13	0,092
<i>Eschweilera sessilis</i>	24	0,076
<i>Ficus americana</i>	13	0,033

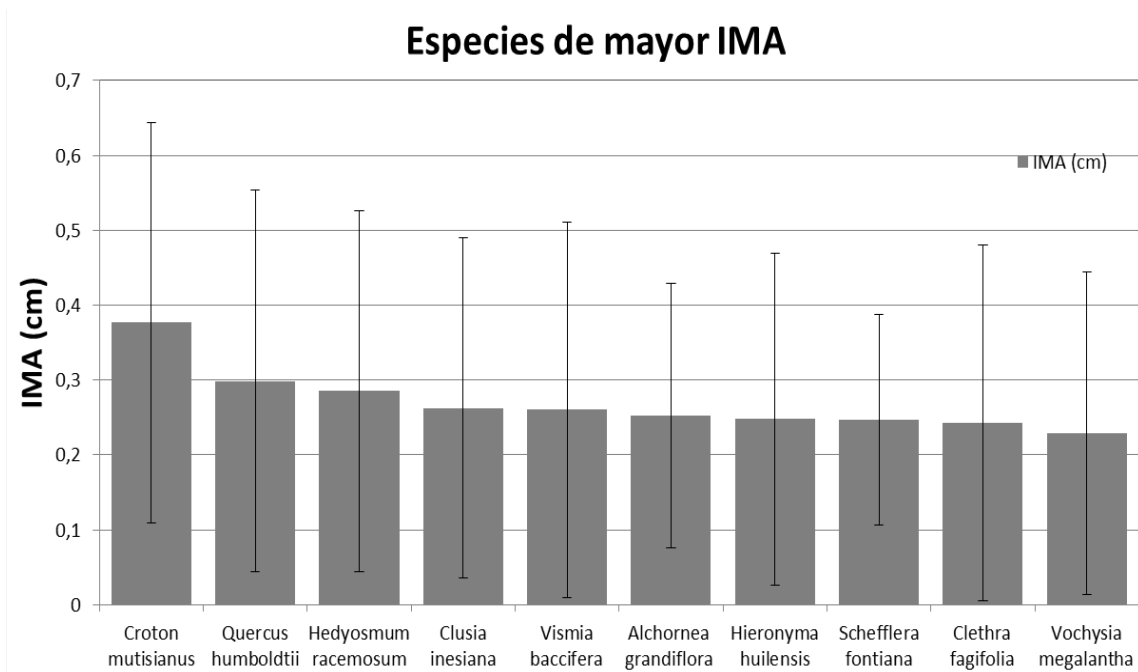


Figura 4. Especies con mayor Incremento medio anual en el bosque Andino.

Se analizó como caso especial el incremento medio anual de *Q. humboldtii* de manera diferenciada para las diferentes franjas andinas, la franja baja (1800-2200 m), la media (2200-2800 msnm) y la alta (mayor a 2800m) (Figura). En la franja media fue donde registraron los mayores crecimientos con valores de 0.32 ± 0.26 cm/año, seguida de la franja baja con valores de 0.3 ± 0.27 cm/año y el menor crecimiento lo registra la franja alta con valores de 0.29 ± 0.24 cm/año (Figura 5). Los valores más atípicos se encuentran en la franja baja, donde sus crecimientos llegan a ser superiores a 1.0 cm/año.

El análisis en cada una de las franjas de *Q. humboldtii* según las clases diamétricas permitió identificar que en la franja alta los individuos monitoreados se encuentran agrupados en nueve clases diamétricas (Figura 6). Las clases diamétricas con mayor IMA son VIII (70-80 cm) y VI (50-60 cm) con valores respectivos de 0.46 ± 0.16 cm/año y 0.4 ± 0.3 cm/año. Las clases diamétricas con menor IMA son I (0-10 cm) y VII (60-70 cm) con valores de 0.27 ± 0.24 cm/año y 0.29 ± 0.2 cm/año. Los valores atípicos máximos son 1.96, 1.27 y 0.96 cm/año los cuales corresponden a individuos que se encuentran en las clases diamétricas II (10-20 cm) y III (20-30 cm). En la franja media las clases diamétricas con mayor IMA fueron VIII (70-80 cm) y VII (60-70 cm) con valores respectivos de 1.18 ± 1.0 cm/año y 0.56 ± 0.5 cm/año (Figura 7). Las clases diamétricas con menor IMA fueron II (10-20 cm) y VI (50-60 cm) con valores de 0.20 ± 0.12 cm/año y 0.3 ± 0.18 cm/año. En la franja baja las clases diamétricas con mayor IMA fueron VIII (70-80 cm) y VI (50-60 cm) con

valores de 0.52 cm/año y $0.48 \pm 0,4$ cm/año respectivamente (Figura 8). Las clases diamétricas con menor IMA fueron III (20-30 cm) y VII (60-70 cm) con valores de 0.25 ± 0.22 cm/año y 0.27 ± 0.16 cm/año.

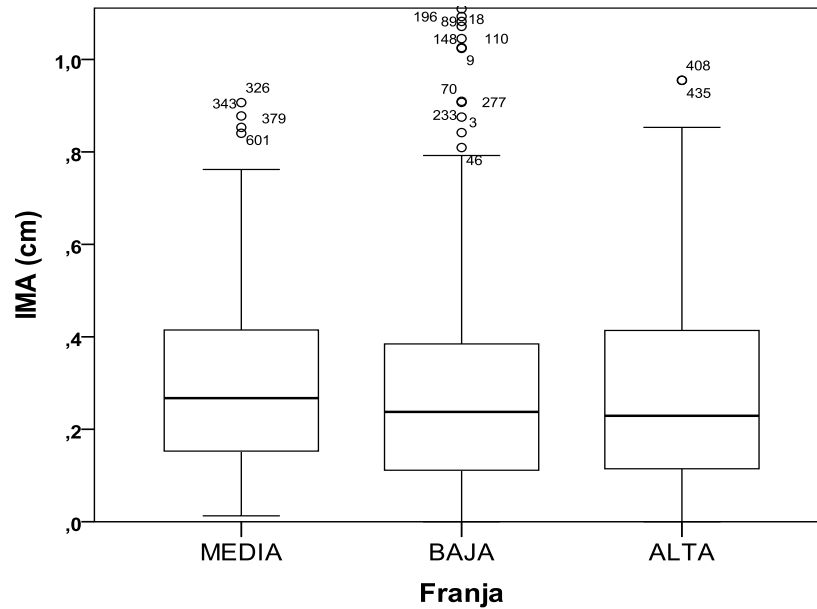


Figura 5. Incremento medio anual (IMA) para las diferentes franjas altitudinales en *Quercus humboldtii*

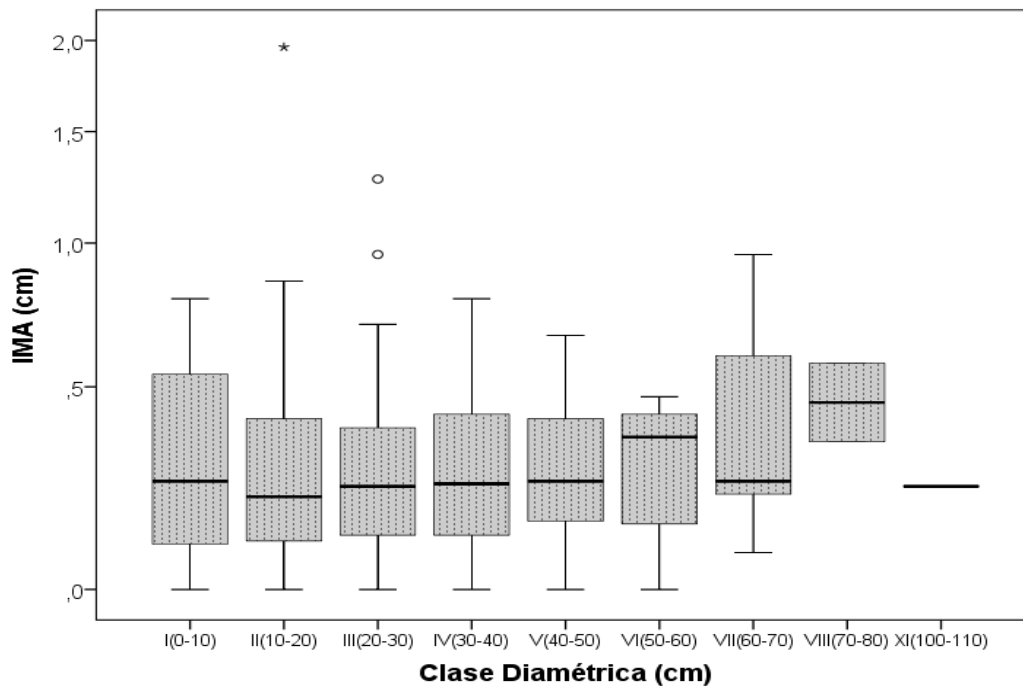


Figura 6. Comportamiento del IMA (cm) para las diferentes clases diamétricas en *Quercus humboldtii* en la franja alta (2800-3400 m de altitud).

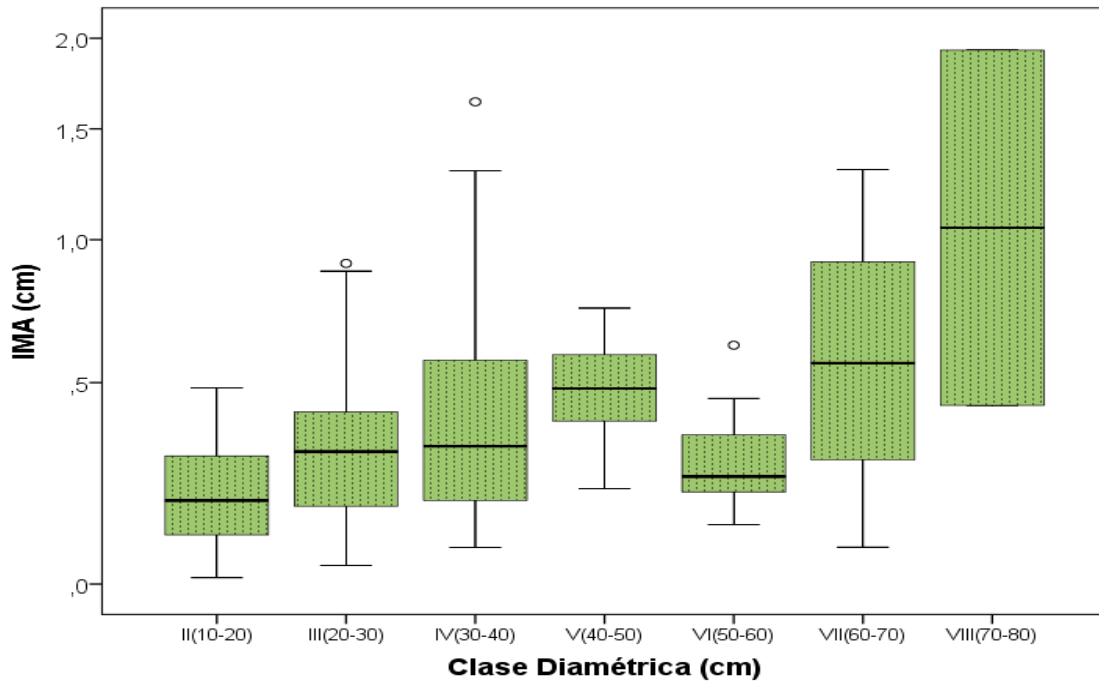


Figura 7. Comportamiento del IMA (cm) para las diferentes clases diamétricas en *Quercus humboldtii* en la franja media (2200-2800 m de altitud).

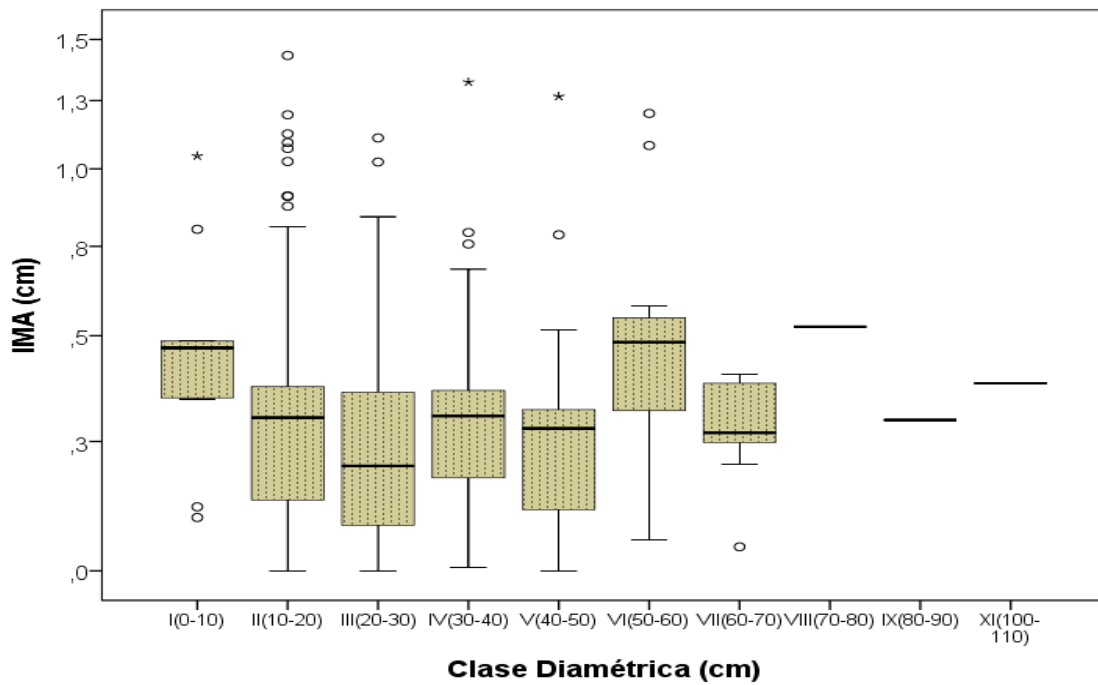


Figura 8. Comportamiento del IMA (cm) para las diferentes clases diamétricas en *Quercus humboldtii* en la franja baja (altitudes menores a 2200 m).

En los bosques degradados (BD) se realizó el seguimiento al crecimiento de la regeneración natural de 13 especies. Las especies que presentaron incremento anual en diámetro superior a 0.1cm fueron *Schefflera* sp. (0.34cm) y *Myrsine guianensis* (0.17 cm), mientras que las demás especies presentaron incrementos anuales inferiores a 0.1 cm. En cuanto a la estrategia de restauración ecológica en la cual se amplió el borde de bosque natural para controlar la invasión de *Pteridium aquilinum* se hizo el seguimiento a los 123 individuos de las 21 especies sembradas. Las especies que presentaron mayor incremento medio anual fueron *Cedrela montana* (0.76cm), *Croton* sp. (0.76cm), *Clusia* sp. (0.70cm), *Myrsine guianensis* (0.68cm), *Colombobalanus excelsa* (0.67cm), *Carappa guianensis* (0.62cm) y *Quercus humboldtii* (0.59cm).

Aunque el establecimiento de bosques-multipropósitos incluyen 25 especies en total, el número de especies establecidas en cada predio varió debido a las necesidades de los propietarios y al éxito del trasplante. Ocho especies fueron comunes en todos los predios y tuvieron un alto éxito en el trasplante (> 5 individuos/ parcela): *Acacia melanoxylum*, *Alnus acuminata*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, *Pinus patula*, *C. montana*, *Croton smithianus* and *Juglans neotropica*. En general, las plántulas plantadas en la zona alta presentaron menores tasas de crecimiento que los de la zona media (Tabla 2). Incluso dentro de las especies, el crecimiento fue mayor en la zona media (Tabla 2). Tales disminuciones en las tasas de crecimiento a medida que aumenta la elevación son comunes en regiones montañosas donde las condiciones ambientales y ecológicas (bajas temperaturas del aire, estrés hídrico, vientos fuertes) se vuelven cada vez más limitantes para el crecimiento de las plantas (Hansen-B 1986). Las especies exóticas del género *Eucalyptus* crecieron bien en todas las elevaciones. Aunque la siembra de especies exóticas no se recomienda a menudo en las estrategias de restauración ecológica convencionales, sus altas tasas de crecimiento pueden ayudar a suplir la demanda de madera y leña de las comunidades locales, reduciendo así la presión sobre los relictos de bosques naturales.

Tabla 2. Incremento medio anual en diámetro y altura de las especies sembradas en las áreas forestales degradadas (AFD)

ESPECIE	IMA DIAMETRO (cm)	IMA ALTURA (cm)
FRANJA ALTA		
<i>Alnus acuminata</i>	1,55	168,4
<i>Acacia melanoxylum</i> *	1,54	156,9
<i>Pinus patula</i> *	0,36	72,7
<i>Eucalyptus grandis</i> *	0,42	53,3
<i>Eucalyptus globulus</i> *	0,34	38,9
<i>Cedrela montana</i>	0,00	-0,7
FRANJA MEDIA		

<i>Acacia melanoxylum</i> *	2,02	184,4
<i>Eucalyptus grandis</i> *	1,67	148,1
<i>Eucalyptus globulus</i> *	0,95	131,6
<i>Croton smithianus</i>	0,83	105,8
<i>Cedrela montana</i>	0,66	41,2
<i>Pinus patula</i> *	0,66	23,7
<i>Juglans neotropica</i>	0,22	19,4

*Especies exóticas

El establecimiento de *Quercus humboldtii* y su crecimiento diámetro osciló entre clases de tamaño en todas los tipos de bosques. En promedio, las densidades de regeneración natural *Q. humboldtii* es de 6 plantulas /m² en el caso de los BC mientras que en BD y las AFD era inexistente. En caso de la regeneración natural en los BC, las plántulas de *Q. humboldtii* exhibieron tasas de crecimiento de diámetro menores (0.16 cm/año) que la de los individuos fustales, así como en las plántulas de las áreas de restauración BD (0.59 cm/año) y rehabilitación AFD (0.41 cm/año) (Figura 9). Las diferencias en las tasas de crecimiento de las plántulas entre los BC y las áreas de BD y AFD pueden ser debidas a la disponibilidad de luz mucho más baja que se encuentra en que los fragmentos de BC debido a la presencia de un dosel cerrado, así como una mayor competencia en el sotobosque, mientras que en las áreas de BD y AFD el sotobosque es mucho menos denso y hay mayor disponibilidad de luz por presentar un dosel más abierto.

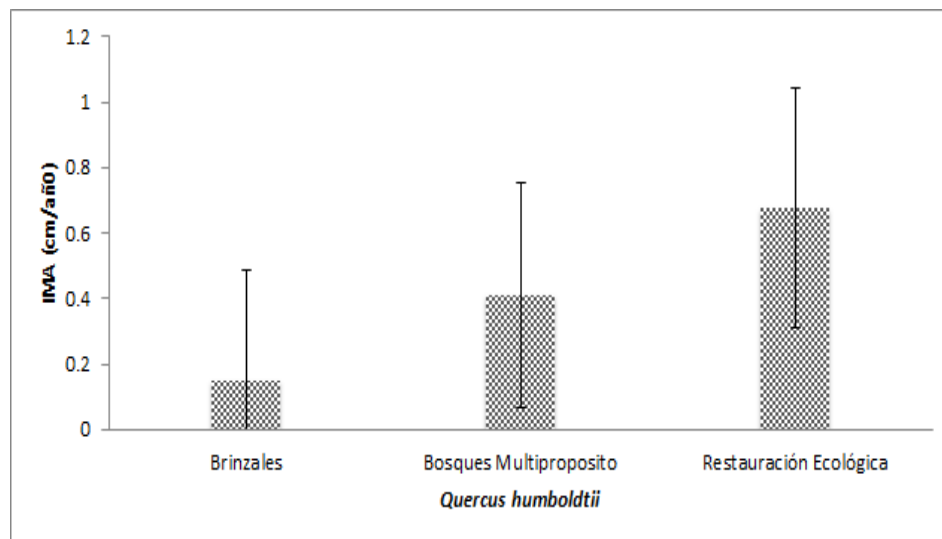


Figura 9. Incremento medio anual (IMA) de las plántulas de *Quercus humboldtii* en las diferentes estrategias de restauración.

5.5. Evaluación del proceso de restauración ecológica por parte de las comunidades locales

La encuesta realizada por Peñaloza (2012) a los campesinos que viven en la cuenca del río Guacha y a los propietarios que firmaron acuerdos de conservación con la Fundación Natura identificó múltiples beneficios de las acciones de restauración y rehabilitación: i) aumento en la disponibilidad de alimento para el ganado por el mejoramiento de las praderas, ii) recuperación gradual de las condiciones de los suelos por el aumento en la frecuencia de la rotación de los potreros, iii) disminución del impacto del viento y del sol sobre las praderas debido al incremento o establecimiento de arborización y iv) disponibilidad de sombrero para el ganado debido a la presencia de árboles en las cercas vivas. La asistencia técnica y el suministro de insumos fueron los aspectos de mayor utilidad en el proceso.

Así mismo, se identificaron ciertos inconvenientes en la estrategia como i) la distribución geográfica de los predios incorporados a los acuerdos no logra consolidar corredores regionales de conservación, ii) falta de articulación entre organizaciones privadas y autoridades gubernamentales, iii) la creencia de que los bosques son considerados como un bien privado, cuyo uso es potestad exclusiva del propietario, esto se debe a los escasos procesos formativos y de fortalecimiento con la comunidad que dificultan la comprensión del concepto de áreas y recursos naturales comunes. Este mismo autor recomienda aspectos claves para mejorar la estrategia de restauración ecológica y lograr mayor aceptación y apropiación del proceso, entre los cuales se encuentran: i) apoyar alternativas de mejoramiento de ingresos en la cadena láctea o la generación de nuevas alternativas productivas ii) formular alternativas que integren modelos agrícolas enfocados en seguridad alimentaria iii) considerar los conocimientos tradicionales de las comunidades sobre los usos tradicionales de los recursos naturales, iv) aumentar el acompañamiento de la Fundación Natura para ampliar capacidad local en cuanto al conocimiento de los servicios ecosistémicos y los procesos de control y gestión, v) incluir a los jóvenes y entidades educativas en el proceso desde el diseño hasta la implementación y monitoreo, vi) al igual que la promoción de corredores biológicos, se debería buscar la conformación de “corredores culturales”, espacios donde coexistan las visiones y usos tradicionales con las nuevas propuestas lo cual puede motivar la implementación y la apropiación del proceso.

CONSIDERACIONES FINALES

A partir de los resultados obtenidos durante el proceso de restauración, se pueden resaltar algunos aspectos útiles para las nuevas iniciativas que se realicen en bosques andinos de roble:

En primer lugar, el enfoque adoptado en esta iniciativa reconoce los factores tensionantes de los bosques y los integra como parte de la estrategia. Por lo tanto, las actividades de restauración a escala de paisaje deben tener en cuenta las necesidades de las comunidades locales, evaluar y analizar cómo estas actividades han conducido a la situación actual de los bosques, y desarrollar estrategias de gestión que los incluyan estrategias claras para cada tensionante.

Dentro de este contexto cualquier acción de restauración debería surgir a partir de acuerdos de cooperación que permiten establecer objetivos comunes de conservación y de producción entre las comunidades locales y las organizaciones de conservación y manejo de recursos naturales que consideren al mismo tiempo objetivos de conservación de la biodiversidad y la producción sostenible en la región.

De esta manera, la protección de los ecosistemas con alto valor de conservación y la recuperación de áreas de importancia para la regulación hídrica, para la protección de suelos y el hábitat de especies de fauna y flora, son priorizadas en un esquema de servidumbre ecológica. El beneficio percibido por los habitantes respecto de servicios ecosistémicos como la regulación hídrica facilita hacer los acuerdos y permite establecer un vínculo adicional con el territorio, con lo cual se proyecta una continuidad de las actividades. Este ambiente favorable para la estrategia de restauración permite que las actividades de producción de material vegetal y las prácticas silviculturales sean más exitosas.

El mejoramiento de las condiciones de humedad en los pastos gracias a las cercas vivas, la oferta de leña constante en los bosques multipropósito establecidos y la oferta de forraje, son percibidos como incentivo a la conservación y son parte fundamental de la estrategia de restauración. En resumen, el presente estudio de caso demuestra que las estrategias de restauración requieren que las actividades y necesidades de las comunidades locales se tomen en cuenta y se mejoren, de esta manera se facilita la consecución de los objetivos generales de conservación/restauración y se aumenta el flujo de servicios de los ecosistemas.

Teniendo en cuenta la significativa inversión social, institucional y financiera para alcanzar los objetivos de la estrategia de restauración ecológica, el reto debe ser asegurar su viabilidad. Se espera que nuevos propietarios de la región adopten el nuevo modelo de restauración y rehabilitación y que además las comunidades locales reduzcan las prácticas culturales antiguas que degradaban los bosques. Teniendo en cuenta que este trabajo se lleva a cabo en regiones con comunidades campesinas pobres, se requerirá de fondos externos para continuar y aumentar este proceso; seguirá siendo fundamental la búsqueda de financiación externa y la continuación de la asistencia técnica de la Fundación Natura en el corto plazo con el fin de mejorar las condiciones socioeconómicas de las familias y con ello aumentar las posibilidades de que las actividades de restauración puedan mantenerse y ampliarse en el largo plazo.

Adicionalmente se propone: i) Una discusión abierta para definir los escenarios socioecológicos del futuro deseado para su región; ii) Crear y / o fortalecer las instituciones locales que puedan diseñar y llevar a cabo sus propios programas de gestión (Torres y Dueñas, 2014); iii) Establecer un mercado para un conjunto diverso de productos producidos de forma sostenible con el fin de proporcionar beneficios económicos para las comunidades locales; iv) Integrar estas iniciativas en el proceso de planificación y gestión del uso del suelo de manera que reconozca explícitamente la relación entre las necesidades socioeconómicas y servicios de los ecosistemas, la estructura ecológica de la zona, y la evaluación de riesgos de los ecosistemas (incl. el cambio climático) y gestión (Andrade *et al.* 2013). Las iniciativas anteriores deben darse de forma articulada con los proyectos de instituciones ambientales gubernamentales (Plan Nacional de Restauración, Esquemas de Ordenamiento Territorial, planes de compensación por pérdida de biodiversidad).

Finalmente, dado que los robledales en los Andes se encuentran asociados a comunidades con condiciones similares de población y de actividades productivas que las del estudio de caso presentado, y teniendo en cuenta que el estado de los robledales se encuentra en un proceso continuo de fragmentación, el presente estudio de caso presenta un modelo para desarrollar estrategias de restauración y conservación en cooperación con las comunidades locales y con la consideración explícita de sus necesidades. Esto facilitará el camino hacia la conservación de los robledales y que éste sea construido con las comunidades locales y no a costa de ellos.

LITERATURA CITADA

Andrade, G. I. 1993. Biodiversidad y conservación en Colombia. En: S. Cárdenas y H. Correa (eds). Nuestra Diversidad Biológica: 23-42. Fundación Alejandro Escobar, colección María Restrepo Ángel. CEREC, Bogotá.

Aristizabal, J. 2010. Estufas mejoradas y bancos de leña: una alternativa de autoabastecimiento energético a nivel de finca para comunidades dependientes de los bosques de roble de la cordillera oriental. Revista Colombia Forestal. 13 (2): 5-30.

Aronson, J and Aniel, J. (Eds.). 2006. Restoration Ecology: The New Frontier. Blackwell Publishing. United Kingdom.

Avella A., N. Rodríguez and O. Rangel-Ch. 2013. Lineamientos para la conservación y uso sostenible de los bosques de roble (*Quercus humboldtii*) del sector central del Corredor de Conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque (Departamentos de Santander y Boyacá). En: Rodríguez N. (ed.). Desarrollo y ambiente: Contribuciones teóricas y metodológicas IDEAS 24: 289-333. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo PMAD.

Avella A. 2010. Aproximaciones al ecosistema de referencia para los procesos de restauración ecológica y manejo ecosistémico de los bosques de roble de la cuenca del río guacha Ecosistema de referencia para la cuenca del río Guacha. Documento interno de trabajo. Fundación Natura. Bogotá, Colombia. 73 p.

Avella A. & L. Cárdenas. 2010. Conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor de conservación Guantiva - La Rusia – Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. Revista Colombia Forestal. 13 (2): 5-30.

Avella, A. & N. Garcia. 2011. Planes de manejo forestal sostenible para la Cuenca del Río Guacha. Fundación Natura. Colombia.

Avella A. & O. Rangel. 2014. Oak forests types of *Quercus humboldtii* and their sustainable use and conservation in the Guantiva-La Rusia-Iguaque corridor (Santander-Boyacá, Colombia). Colombia Forestal. 17 (1): 100-116.

Andrade G., A. Avella & W. Gómez. 2013. Construcción de un paisaje resiliente en la cuenca del Río Guacha (Encino, Santander): Conceptos, diagnóstico y lineamientos para su implementación. Fundación Natura. 110 p.

Becerra, J. E. 1989. Estructura y crecimiento de un bosque secundario de roble (*Quercus humboldtii*). Colombia Forestal 3:1-64.

Botero, J., N. Aguirre, J. Paiba, J. Palacio, D. Barrios, A. López, R. Espinosa, N. Franco & C. Parra. 2009. Robles y café en el sur de Huila. En: Parrado-Roselli and L.M. Cárdenas (eds). Libro de Resúmenes II Simposio Internacional de Bosques de Robles y Ecosistemas asociados: 10. Fundación Natura Colombia – Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.

Cantillo E. & O. Rangel. 2011. La Estructura y el Patrón de la Riqueza de la Vegetación del Parque Nacional Natural Los Nevados. En: J. O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XI.

Patrones de la Estructura y de la Riqueza de la Vegetación en Colombia: 69-125. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

Cárdenas, D. & N. Salinas (eds). 2006. 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. 232 p. Colombia.

Corporación Autónoma de Santander, (CAS). 2011. Acuerdo 182 de 2011, por el cual se modifica parcialmente el acuerdo No. 0161-10, que declara y alinda el Distrito Regional de Manejo Integral de los Recursos Naturales Renovables DMI en el territorio que comprende los páramos de Guantiva y la Rusia, bosques de roble y zonas aledañas, localizado en los municipios de Charalá, Coromoro, Encino, Gambita, Mogotes Onzaga, San Joaquín y Suaita, Departamento de Santander

Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista Acad. Colomb. Ci. Exact. 10 (40): 221-268. Bogotá.

Devia, C. & H. Arenas. 2002. 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, Gutierrez y Valderrama) Boyacá, Colombia. IDEAD-Universidad Javeriana con el apoyo de la Unión Europea. Bogotá.

Díaz S., M. 2010. Uso de especies forestales asociadas a bosques de roble (*Quercus humboldtii* Bompl.) con fines energéticos, en tres veredas del municipio de Encino-Santander. Revista Colombia Forestal. 13 (2): 237-243.

Etter, A., C. MacAlpine, D. Pullar & H. Possingham. 2006. Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. Journal of Environmental Management 79: 74–87.

Gentry, A. 1993. Vistazo general a los ecosistemas nublados andinos y la flora de Carpanta. Páginas 67-80. En: Andrade G. I. (Ed.), Carpanta: Selva nublada y páramo. Fundación Natura Colombia. Edit. Presencia, Santafé de Bogotá.

Herrera B., & A. Chaverri. 2006. Criteria and indicators for sustainable management of Central American Montane Oak Forests. In: Kapelle M, editor. Ecology and conservation of Neotropical montane oak forests. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Ecological studies 185: 421-432.

Hilty, S. L., & W. L. Brown. 1986. A Guide to the Birds of Colombia. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 1030 p.

Hooghiemstra, H. 2006. Immigration of Oak into Northern South America: a Paleo-Ecological Document. In: M. Kapelle (ed.). Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. Ecological Studies 185: 39 – 50.

Kapelle M. 2006. Neotropical montane oak forest: overview and outlook. In: M. Kapelle (ed.). Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. Ecological Studies 185: 449-463.

Lammerts van Bueren EM & E., Blom. 1997. Heirarchical framework for the formulation of sustainable forest management standards. Netherlands: Veeman Drukkers. 108 p.

León, J. & Giraldo E. 2000. Crecimiento diamétrico en robledales del norte y centro de Antioquia. Colombia. Crónica Forestal y del Medio Ambiente. Vol. 15 (1): 119-138.

López, L. Villalba, R. & Peña-Claros, M. 2012. Ritmos de crecimiento diamétrico en los bosques secos tropicales: aportes al manejo sostenible de los bosques de la provincia biogeográfica del Cerrado Boliviano. Bosque (Valdivia). vol.33: 211-219.

Lozano, G. & J.H. Torres 1974. Aspectos generales sobre la distribución, sistemática fitosociológica y clasificación ecológica de los bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. Ecología Tropical 1:45-79.

Melo, A. 2010. Sistema de monitoreo a escala de paisaje de la conservación y uso del recurso forestal de roble en el corredor a través de sistemas de información geográfica cuenca del río guacha (Encino, Santander y Belén, Boyacá). Fundación Natura.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), 2012. Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad.

Organización Internacional de las Maderas Tropicales -ITTO-. 2002. Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados. Japón. 87p.

Organización Internacional de las Maderas Tropicales -ITTO-. 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 N° 15. Japón. 40 p.

Peñalosa, L. 2012. Percepciones y aportes de la comunidad de la cuenca del río Guacha para establecer una estrategia de restauración ecológica en sus territorios. Fundación Natura, Colombia. 50 p.

Pulido, M. T., J. Cavelier & S.P Cortés. 2006. Structure and Composition of Colombian Montane Oak Forest. En: Kapelle, M (ed.). Ecology and conservation of Neotropical montane oak forest. Ecological studies. Vol 185: 140-151. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Rangel-Ch JO. 2000. La Megadiversidad Biológica de Colombia: ¿Realidad o Ilusión?. En: Aguirre J, editor. Memorias del Primer Congreso Colombiano de Botánica (Versión en CD-Rom) Bogotá.

Rangel O. & A. Avella. 2011. Oak forest *Quercus humboldtii* in the Caribbean region and distribution patterns related with environmental factors in Colombia. Plant Biosystems 145: 186-198.

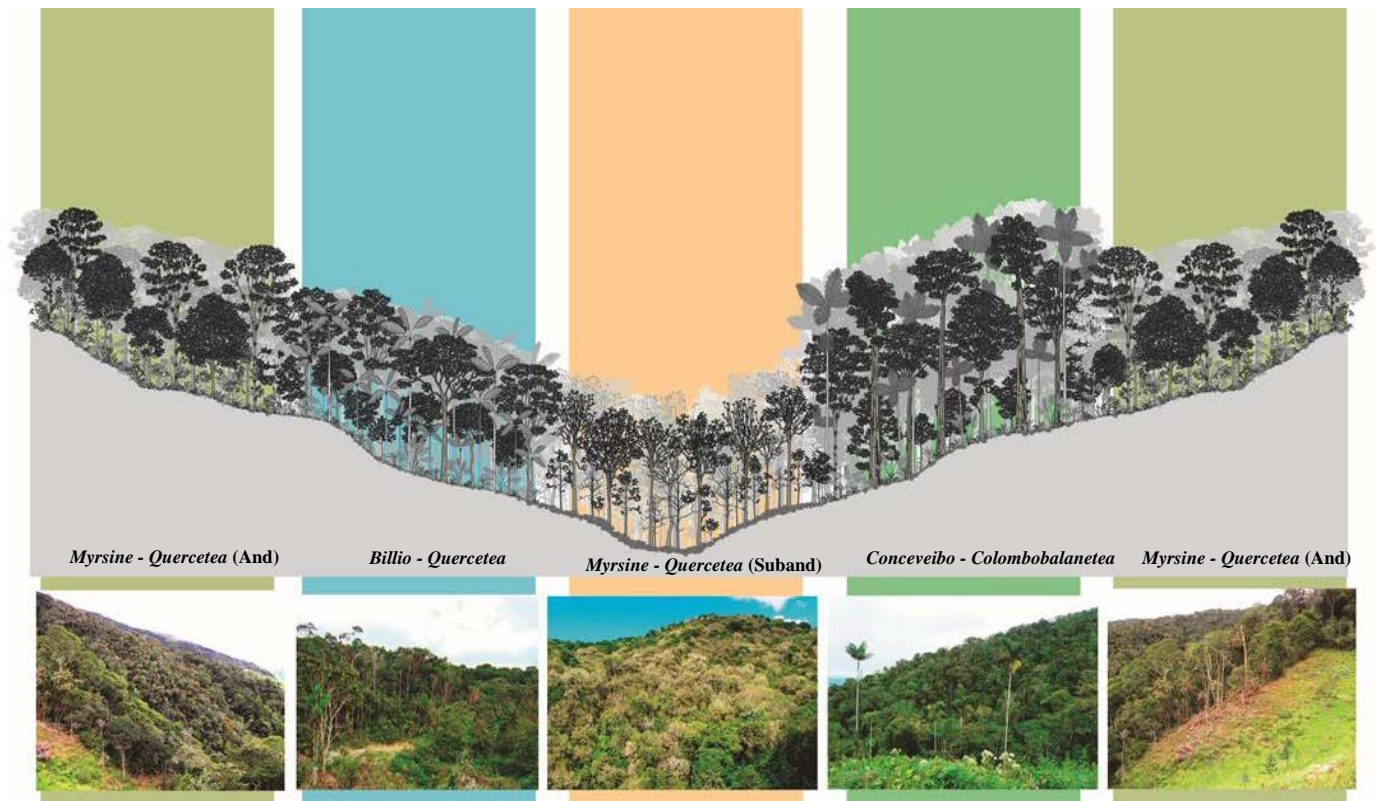
Rangel, O., A. Avella & H. Garay. 2009. Caracterización florística y estructural de los relictos boscosos del sur del departamento del Cesar. En: J.O. Rangel-Ch. (ed). Colombia Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la Serranía del Perijá: 365-392. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia-CORPOCESAR. Bogotá.

Renjifo, L.M. 2002. *Hapalopsittaca fuerteri*. In: Renjifo, L.M., A.M. Franco-Amaya, J.D. Amaya-Espinel, G.H. Kattan, and B. Lopez-Lanus (eds.): Libro rojo de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

- Reynolds, M. & P.F. Hessburg. 2005. Decision support for integrated landscape evaluation and restoration planning. *Forest Ecology and Management* 207: 263 - 278.
- Rodríguez, R., S. Gandolfi, S., A. Nave & J. Aronson. 2011. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forest in SE Brazil. *Forest Ecology and Management* 261:1605-1613.
- RUNAP, 2014. Resolución 044 del 26 de enero de 2007. por medio de la cual se adopta el plan de manejo del santuario de fauna y flora Iguaque. Disponible en Registro Único Nacional de Áreas Protegidas RUNAP <http://runap.parquesnacionales.gov.co>, Noviembre 19 de 2014.
- Saenz, F.A. 2010. Aproximación a la fauna asociada a los bosques de roble del Corredor Guantiva - La Rusia – Iguaque (Boyacá - Santander, Colombia). *Colombia Forestal* 13 (2): 299-334.
- Secretaría del Convenio de Diversidad Biológica –SCDB-. 2004. Enfoque por Ecosistemas, (Directrices del CDB). Secretaria del Convenio de Diversidad Biológica. Holanda. 50 p.
- Silva. C. Carvalho J. Lopes. J. Almeida. B. Costa. D. Oliveira. L. Vanclay J. & Skovsgaard J. 1995. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. *Forest Ecology and Management*. Vol. 71: 267-274.
- Solano C., C. Roa & Z. Calle. 2005. Estrategia de Desarrollo Sostenible del Corredor de Conservación Guantiva - La Rusia - Iguaque. Fundación Natura. Bogotá. 87 p.
- Society for Ecological Restoration International. SER. 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Science and Policy Working Group. www.ser.org and Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Stattersfield, A.J. & D.C. Capper (eds.). 2000. Threatened birds of the world: the official source for birds on the IUCN red list. Birdlife International, Cambridge, UK.
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker & D. K. Moskovits. 1996. Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago.
- Torres, S. & J. Dueñas. 2014. Lineamientos para la gestión de paisajes socio-ecológicamente resilientes frente al cambio climático en la Cuenca del Río Guacha. Tesis Maestría en Gerencia Ambiental. Universidad de los Andes. Facultad de Administración. 54 p.
- Van der Hammen, T. & E. Gonzalez. 1963. Historia del clima y vegetación del Pleistoceno Superior y del Holoceno de la Sabana de Bogotá. *Boletín Geológico* 40:189–266.
- Van der Hammen, T., R. Jaramillo & M. T. Murillo. 2008. Oak forests of the Andean Forest zone of the Eastern Cordillera of the Colombian Andean. En: T. Van der Hammen (ed.) 2008. Estudios de Ecosistemas Tropicandinos- La cordillera Oriental colombiana, transecto Sumapaz, *Ecoandes* 7: 594-614. J. Cramer, Berlín-Stuttgart.
- World Health Organization. 2006. Fuel for life. Geneve, Switzerland. 42 p.
- Zapata, P & F. Díaz. 2012. Reconversión productiva en la Cuenca del Río Guacha. En Giraldo, C., Díaz, F. & Gómez R. L. (eds). 2012. Ganadería sostenible en trópico de altura en el corredor de conservación de robles. Fundación Natura, Fundación Cipav. Cali, Colombia. 200 p.

CAPÍTULO VII:

CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

Las conclusiones generales que se derivan de los anteriores capítulos se relacionan con las preguntas de investigación planteadas al inicio del documento, así:

Sobre el arreglo fitosociológico y las relaciones sintaxonómicas de los bosques de robles en Colombia

Para los bosques de roble dominados por *Quercus humboldtii* se definieron dos (2) clases, seis (6) órdenes, doce (12) alianzas y 43 asociaciones. Adicionalmente se mencionan diez (10) comunidades a las que no fue posible definirle sus relaciones sintaxonómicas. Las dos grandes categorías fitosociológicas (clases) se diferencian además de su composición florística característica, porque la clase *Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii* se establece generalmente en la región andina (por encima de 2600 m de altitud), aunque es posible encontrar asociaciones pertenecientes a esta clase en la región subandina (altitudes menores a 2400 m) en sectores caracterizados por la presencia del fenómeno de sombra de lluvias o vertientes subhúmedas de las cordilleras. La clase *Billio roseae-Quercetea humboldtii*, es característica de los robledales mixtos y además de tener una composición florística característica, se establece en la región subandina (altitudes menores a 2400 mm) en sectores con buenas condiciones de humedad y precipitaciones por lo general mayores a 2000 mm anuales. En los robledales dominados por *Colombobalanus excelsa* se definieron una (1) clase, *Conceveibo pleiostemonae-Colombobalanetea excelsae*, un (1) orden, denominado *Dictiocaryo lamarckiani-Colombobalanetalia excelsae*, dos (2) alianzas y cinco (5) asociaciones.

Acerca de la influencia de la altitud y de la precipitación en el arreglo florístico-estructural de los robledales colombianos

Los resultados encontrados a través de los métodos de análisis multivariados de clasificación y ordenación ecológica ayudan a explicar y corroborar los resultados de la propuesta sintaxonómica para los bosques de roble dominados por *Quercus humboldtii*. *Billio roseae-Quercetea humboldtii* caracteriza a los robledales subandinos en climas húmedos a muy húmedos, mientras que la clase *Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii* caracteriza a los robledales de la región andina aunque en algunos sectores caracterizados por la presencia del fenómeno de sombra de lluvias o vertientes subhúmedas de las cordilleras se pueden encontrar asociaciones pertenecientes a esta clase en la

región subandina. De esta manera es válido proponer que la altitud, como determinante directo de la temperatura del ambiente, ejerce una influencia marcada en la composición y la estructura de los robledales en Colombia, en segundo lugar como factor influyente en los bosques de roble esta el régimen de humedad (precipitación). Los robledales dominados por *C. excelsa* se distribuyen siempre en climas húmedos de la región de vida subandina, entre 1337 y 2166 m de altitud, en las localidades de los departamentos de Bolívar, Santander, Huila y Valle del Cauca. El análisis sintaxonómico permitió definir un orden que agrupa las poblaciones localizadas en la Serranía de San Lucas (Bolívar) y las del municipio de San Adolfo (Huila), mientras que el otro orden agrupó las poblaciones de Virolin (Santander) y Farallones de Calí (Valle del Cauca). Es de importancia singular reseñar la presencia de *Quercus humboldtii* como especie acompañante en los bosques de roble negro (*C. excelsa*) y su posterior sustitución como especie co-dominante y dominante en altitudes mayores. El fenómeno de reemplazamiento altitudinal en especies de roble había sido mencionado en el Parque Nacional Cueva de los Guacharos al sur de Colombia (Hernández *et al.* 1980) y para especies del género *Quercus* en Costa Rica (Kappelle 2006).

Los patrones de la estructura y de la riqueza de los robledales de Colombia comparados con los robledales de América Central, con énfasis en los de Costa Rica

Al igual que para Colombia se definieron dos grandes tipos de bosques de roble dominados por *Q. humboldtii*, Kappelle *et al.* (1989) y Kappelle *et al.* (1995) en Costa Rica identificaron comunidades de *Quercus* que están asociadas a los gradientes de temperatura (altitud) y de humedad. En el cerro Chiripo, Kappelle *et al.* (1995) definieron ocho (8) comunidades, cuatro (4) para zonas bajas (Lower montane) y cuatro (4) para zonas altas (Upper montane), las cuales a su vez se diferenciaban a partir del gradiente de humedad expresado en la exposición de la vertiente, siendo la vertiente pacífica con influencia seca y la vertiente Atlántica con influencia húmeda. La vegetación de las asociaciones relacionadas con la clase *Billio-Quercetea* presenta similitudes con los bosques montañosos bajos de Lauráceas y *Quercus spp.* de la Cordillera de Talamanca que se establecen entre 2000 y 2600 m, en aspectos florísticos al compartir géneros como *Billia*, *Weinmannia*, *Oreopanax*, *Guatteria*, *Clusia*, *Cyathea*, *Psychotria*, *Magnolia*, *Alchornea*, en la abundante presencia con valores importantes de cobertura relativa en el sotobosque de palmas de los géneros *Geonoma*, *Prestoea* y *Chamaedorea*, y en la presencia e influencia ecológica de géneros de Lauráceas, como *Ocotea*, *Nectandra* y *Persea*. De igual manera la vegetación caracterizada en el *Myrsino-Quercetea* para los robledales de Colombia presenta similitudes con los bosques

montanos altos de Myrsinaceas y *Quercus spp.* de la Cordillera de Talamanca. Ambos se distribuyen principalmente en la parte alta de las montañas (entre 2600 y 3200 m de latitud), presentan afinidad florística a nivel de géneros como *Schefflera*, *Podocarpus*, *Brunellia*, *Chusquea*, *Rhamnus*, *Miconia*, *Hedyosmum*, *Zanthoxylum*, *Ilex*, *Persea*, *Vaccinum*, *Ocotea*, *Weinmania*, *Hesperomeles*, e inclusive en algunos casos a nivel de especies como *Hedyosmum goudotianum*, *Cavendishia bracteata*, *Macleania rupestris* y *Drymis granadensis*; igualmente conviene resaltar la marcada dominancia y abundancia de *Quercus* a mayores altitudes y la presencia de comunidades de robles en transición al subparamo.

En Costa Rica la abundancia de las especies de *Quercus* es mayor en la vertiente seca (vertiente pacífica) en altitudes superiores a 2600 m comparada con las abundancias que se registran en la vertiente húmeda (vertiente atlántica), un fenómeno similar al que se presenta en los sintaxones de *Quercus humboldtii* en Colombia donde la clase *Myrsino-Quercetea*, que se establece generalmente en zonas con mayor altitud o en zonas con menor disponibilidad de humedad, presenta una mayor abundancia promedio (49%) y dominancia promedio (51% de índice de predominio fisionómico) de *Q. humboldtii* comparada con los valores promedio encontrados para la clase *Billio-Quercetea*, que se establece generalmente en la franja subandina (1800 – 2400 m altitud) en zonas con buenas condiciones de humedad, y donde *Q. humboldtii* presentó valores promedio en abundancia relativa de 16% y un índice de predominio fisionómico relativo de 26%.

Los bosques de roble negro (*C. excelsa*) constituyen un caso más de la singular riqueza biológica de Colombia, debido a que es la única especie de su género en el continente americano (distribución disyunta ó anfipacífica). Es de resaltar la gran dominancia estructural de *C. excelsa* en el bosque, con valores de importancia ecológica (I.V.I %) que oscilan entre 27 y 53%. Una de las especies hermanas (*Trigonobalanus doichangensis*) localizada en la provincia de Doichang (China) presenta comportamientos similares de alta dominancia y conformación de bosques monodominados y codominados (Sun *et al.* 2011). Adicionalmente, las especies del grupo *Trigonobalanus*, al cual pertenece *C. excelsa*, se consideran de especial interés científico a nivel global, debido a su capacidad de proveer evidencia respecto a la filogenia y fitogeografía de la familia Fagaceae.

Respecto a los patrones de riqueza florística en los robledales de Colombia, en el presente estudio se encontraron 796 especies agrupadas en 304 géneros y 124 familias. El hábito dominante para las especies registradas es el de árboles con 530 especies que representan el 67% de la riqueza total, seguido por arbustos con 142 especies (18%). Se encontraron 56 especies de hierbas (7%), 25

palmoides (3%), 23 de epifitas (3%) y 20 trepadoras herbáceas (2%). Los robledales andinos dominados por *Q. humboldtii*, que se distribuyen en altitudes mayores a 2600 m, presentaron un total de 198 especies. En los robledales subandinos, los dominados por *C. excelsa* que presentaron una menor riqueza de especies (190 especies), mientras que en los robledales subandinos de *Q. humboldtii* se encontraron 574 especies. La riqueza encontrada en los bosques de robles de Colombia se debe a la gran variabilidad de ambientes en los cuales se encuentran distribuidos que van desde la región tropical en altitudes de 770 m hasta la franja alta de la región andina a altitudes superiores de 3200 m.

La conservación de los bosques de roble (Fagáceas) en Colombia: lineamientos para una adecuada gestión y ordenación forestal

Debido a su amplia distribución los robledales tienen alta importancia cultural y social para las comunidades campesinas de los Andes colombianos. Por ejemplo, para el corredor de conservación GRI, departamentos de Santander y Boyacá, los usos directos del bosque tienen que ver con el aprovechamiento doméstico para el suministro de leña y madera que las familias campesinas requieren (aprox. 20 m³/año), los cuales provienen en mayor parte de especies nativas asociadas a los bosques de roble. Sin embargo, a pesar de lo estratégico que son estos bosques de robles para las instituciones y comunidades campesinas, su degradación y deforestación aún continúa. Es necesario diseñar estrategias de conservación integrales que contemplen la protección y restauración de la diversidad biológica, el mantenimiento de la integridad ecológica y la protección del suelo y del agua, pero que también incluyan un componente importante de acciones que promueven la sostenibilidad de la oferta de productos maderables y no maderables.

Esta estrategia de conservación deberá basarse en la generación de acuerdos de gestión compartida con las comunidades locales, contando con el apoyo decidido de las entidades gubernamentales, las universidades e institutos de investigación y las ONG locales. Esta “coalición” de actores puede ayudar a la conservación de los bosques de roble y al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales. En las actuales condiciones económicas de la población campesina en nuestro país, la sustitución de la madera no es una propuesta realista, por lo se debe trabajar en el mejoramiento de las prácticas actuales de aprovechamiento forestal a escala doméstica, mientras se destinan subsidios económicos que les permita la transición hacia el uso de otras fuentes de combustible. Igualmente, es posible identificar al interior de las comunidades locales una percepción de escasez y pérdida de la riqueza los bosques de roble en la región, lo cual puede

ayudar a viabilizar futuras iniciativas de educación ambiental, conservación y restauración de estos bosques.

Una adecuada y moderna gestión y ordenación forestal deben reconocer varias dimensiones en los ecosistemas forestales, para el caso de los bosques de robles en Colombia podrían tenerse en cuenta desde los aspectos de oferta de recursos naturales, la relación con otros ecosistemas como el Páramo y los humedales, los servicios ecosistémicos que genera, la protección de la biodiversidad, la importancia socio-cultural y el patrimonio natural del país. Una visión como esta puede aportar elementos técnicos y metodológicos al nuevo enfoque de ordenación forestal que se debe emplear para los diferentes bosques de roble de Colombia.

Respecto a las iniciativas de restauración ecológica, el enfoque a escala de paisaje permite reconocer e integrar los factores tensionantes de los bosques como parte de la estrategia. Por lo tanto, las actividades de restauración a escala de paisaje deben tener en cuenta las necesidades de las comunidades locales, evaluar y analizar cómo estas actividades han conducido a la situación actual de los bosques, y desarrollar estrategias donde se incluyan estrategias claras para detener o reducir el efecto de cada tensionante de degradación y deforestación.

En este contexto cualquier acción de restauración debería establecer objetivos comunes entre las comunidades locales y las organizaciones de conservación que consideren al mismo tiempo objetivos de conservación de la biodiversidad y de mejoramiento de los sistemas productivos de la región. Teniendo en cuenta que los bosques andinos se encuentran asociados a comunidades con condiciones similares de población y de actividades productivas que las del estudio de caso del corredor de conservación GRI, el modelo presentado permitiría desarrollar estrategias de restauración y conservación en cooperación con las comunidades locales y con la consideración explícita de sus necesidades.

Debido a los valores sociales y culturales que los bosques de roble representan para las comunidades locales, y el conocimiento e interés en el manejo forestal expresado por las propias comunidades, sería prudente considerar una estrategia de uso controlado para satisfacer las demandas domésticas de leña y madera basada en modelos silviculturales de extracción sostenible. Las estrategias de uso sostenible deben estar basadas en el conocimiento científico y en la validación y adaptación de las prácticas y conocimientos de las comunidades locales a través de acuerdos de co-gestión. Aspectos específicos de cada rodal como, clasificación ecológica y tipo de

roble, fisiografía y suelos, servicios ecosistémicos generados, sumado a aspectos de la caracterización florística y fisonómica, área basal, número de individuos, número de especies se constituyen en un primer insumo para la generación programas de manejo sostenible de bosques de robles. Prácticas y prescripciones silviculturales como el manejo de árboles semilleros, el establecimiento de diámetros mínimos de corta, el aprovechamiento de árboles sobremaduros con técnicas de impacto reducido, la retención de la estructura a nivel del rodal, el manejo de la regeneración natural y el mantenimiento de la conectividad a nivel de paisaje, constituyen estrategias que inician el camino para garantizar una sostenibilidad en el suministro de productos maderables y al mismo tiempo aportar a la conservación de estos bosques.

Los bosques de roble negro (*C. excelsa*) constituyen un caso más de nuestra singular riqueza biológica y de la responsabilidad que tenemos respecto a la conservación del patrimonio natural de la humanidad. Esta especie es de particular interés científico a nivel global para estudios de filogenia y fitogeografía de la familia Fagaceae, al igual que para prioridades de investigación en procesos de domesticación. Por lo tanto se requieren acciones urgentes de conservación que reduzcan o eviten las presiones por deforestación y explotación forestal a las que estas poblaciones han venido siendo sometidas. Es de resaltar el nuevo registro de *C. excelsa* en la Serranía de San Lucas, donde conforman grandes extensiones de bosques de roble negro (*Podocarpus oleifolius-Colombobalanetum excelsae*) en un muy buen estado de conservación al presentar los mayores valores de diversidad, de área basal y volumen total con respecto al resto de localidades caracterizadas. Es necesario establecer una figura de protección sobre estas áreas y ecosistemas con el fin de regular la explotación forestal que actualmente se lleva a cabo para obtener productos que ayudan a la extracción minera de la región.

La caracterización florística y estructural de los bosques de roble negro *C. excelsa* presentada en esta Tesis Doctoral aporta información básica para el manejo, la conservación y la restauración de estos bosques. Además son aspectos fundamentales para la formulación de prescripciones silviculturales que permitan mejorar el actual manejo forestal y eviten la degradación y consecuente extinción local de la especie. Los valores de área basal y volumen total de estos bosques se encuentran entre los mayores encontrados para los bosques andinos del país, lo cual podría tener implicaciones importantes para el desarrollo de proyectos de deforestación y degradación evitada que busquen la conservación de bosques que almacenen grandes cantidades de carbono forestal.

