

Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia

Juan D. León¹, Gladys Vélez^{1,2} & Adriana P. Yepes^{3,4}

1. Departamento de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Colombia, A.A. 1779, Medellín, Colombia; jdleon@unalmed.edu.co
2. gladys_velez@hotmail.com
3. Ingeniera Forestal M.Sc. Universidad Nacional de Colombia, A.A. 1779, Medellín, Colombia.
4. Centro de Investigación en Ecosistemas y Cambio Global - Carbono y Bosques. Calle 51A No. 72-23, interior 601. Medellín, Colombia; adrianayepes@carbonoybosques.org

Recibido 20-XI-2008. Corregido 09-II-2009. Aceptado 13-III-2009.

Abstract: Structure and floristic composition of three oak forests in the northern region of the Central Cordillera in Colombia. Andean ecosystems harbor a high floristic diversity, which is being threatened by human disturbances such as deforestation and by the expansion of the agricultural frontier. One of these ecosystems are the Andean oak forests dominated by *Quercus humboldtii*, a threatened species in Colombia. We assessed the floristic composition and structure of three Andean oak forests located in three localities (San Andrés de Cuerquia, Belmira and Guarne) of Antioquia. The main goal was to determine whether these forests showed similarities in their structure and floristic composition. In each site, a permanent plot of 5000 m² (0.5 ha) was established. All trees with $D \geq 10$ cm were sampled and identified to species. The Importance Value Index (IVI) was calculated as the sum of relative density (DeR), dominance (DoR) and frequency (FR) of a species. Trees with $5 \leq D < 10$ cm and $2 \leq D < 5$ cm were registered in sub-plots of 0.05 and 0.0144 ha, respectively. Finally, we used Jaccard's Index to quantify the floristic similarity among oak forest. When we considered all trees with $D \geq 10$ cm in the three forests, the number of species ranged from 18 to 54, whilst the number of individuals ranged from 326 to 680. The Guarne oak forest showed the highest species richness. In all sites, *Q. humboldtii* (Fagaceae) was the most important species in relation to the IVI, while *Clusia* sp. (Clusiaceae) and *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae) were the most important species in San Andrés de Cuerquia, *Clethra fagifolia* (Clethraceae) was important only in Belmira and *Myrcia popayanensis* (Myrtaceae) was important in Guarne. The families with the highest number of species were Fabaceae, Melastomataceae and Rubiaceae. Floristic similarity among places was low. The size distribution of trees had an inverse J-shape curve for all sites with changes in the abundance for size class. The three oak forests differed in their structure and floristic composition probably because of different disturbance degrees. Rev. Biol. Trop. 57 (4): 1165-1182. Epub 2009 December 01.

Key words: Andean forest, floristic composition, structure, oak forests, *Quercus humboldtii*, richness.

Los ecosistemas andinos son reconocidos como uno de los principales centros de diversidad y especiación en el mundo (Churchill *et al.* 1995, Brown & Kapelle 2001). El norte de los Andes es uno de ellos, y se caracteriza por ser una de las regiones con la mayor diversidad de especies por unidad de área (Henderson *et al.* 1991). Sólo en el departamento de Antioquia (Colombia), que cubre alrededor de 63 000 km² existen aproximadamente 9000 especies de plantas. Esta diversidad se explica por la

gran variabilidad geomorfológica y altitudinal que produce una alta complejidad de paisajes y climas, y en consecuencia, diversos tipos de bosque. No obstante, los bosques andinos son los ecosistemas forestales de Colombia más vulnerables a la conversión futura, ya que representan el 51% del área predicha a ser transformada (Etter *et al.* 2006, León 2008).

Dentro de estos, se encuentran los robledales, ecosistemas boscosos dominados por la especie *Quercus humboldtii* Bonpland., los

cuales, a pesar de su gran potencial ecológico y florístico, se encuentran actualmente sometidos a fuertes presiones de origen antrópico, principalmente para la ampliación de la frontera agrícola (León & Giraldo 1997). Específicamente, los robledales del departamento de Antioquia han estado sometidos a un proceso degradativo no solo a partir de la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, la construcción de vías, la extracción comercial y la demanda de maderas como recurso genético, sino además, por la influencia de factores de índole regional como la minería, el proceso de curtición del cuero con extractos vegetales, y el ataque de plagas y enfermedades, entre otras causas (León & Giraldo 1997). Las fuertes amenazas a las que se encuentra sometido el roble como especie característica de estos ecosistemas, y el desconocimiento elevado que se tiene de él y de sus relaciones específicas con otras especies, son algunas de las motivaciones para adelantar estudios que permitan dilucidar aspectos relacionados con su estructura y composición florística. El presente estudio ha tenido por objetivo caracterizar la estructura y la composición florística de tres robledales localizados en la Cordillera Central de Antioquia (Colombia),

para lo cual han sido determinados diferentes parámetros de su estructura horizontal y diamétrica, así como su riqueza y composición florística. Los resultados se configuran en un referente de comparación para la valoración del estado de conservación de los escasos remanentes de robledal en el Departamento y del país, de los cuales y escasamente, ya existen reportes en la literatura especializada (Galindo *et al.* 2003, Pulido *et al.* 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: El estudio se realizó en tres sitios diferentes de la Cordillera Central del Departamento de Antioquia, en jurisdicción de los municipios de Guarne (6°16'42.073576" N, 75°29'35.670888" W), San Andrés de Cuerquia (6°52'02.477617" N, 75° 35'59.910553" W) y Belmira (6°39'37.566876" N, 75°39'12.029162" W).

Los bosques estudiados son ecosistemas complejos, dispuestos en zonas montañosas a gran elevación, de largas y fuertes pendientes, sobre suelos ácidos y desaturados, y sometidos a una alta precipitación y humedad (Cuadro 1).

CUADRO 1

Características de los robledales de la Cordillera Central de Antioquia (Colombia)

TABLE 1

Characteristics from colombian Andean oak forests

Sitio	Zona de vida	Altitud (m)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Suelos
San Andrés de Cuerquia	bh-MB	2820	12-18	2550-3000	Franco-arenosos. pH: 4.1. %M.O: 22.7. Espesor de la capa de hojarasca: 14 cm. P (mg kg ⁻¹): 6; Ca (cmol(+) kg ⁻¹): 0.2; Mg (cmol(+) kg ⁻¹): 0.2; K (cmol(+) kg ⁻¹): 0.16.
Belmira	bmh-MB	2850	6-12	2000	Francos. pH: 4.0. %M.O: 9.7. Espesor de la capa de hojarasca: 13.5 cm. P (mg kg ⁻¹): 3; Ca (cmol(+) kg ⁻¹): 0.1; Mg (cmol(+) kg ⁻¹): 0.1; K (cmol(+) kg ⁻¹): 0.06.
Guarne	bh-MB	2400	13-17	1612	Arcillosos. pH: 4.6. %M.O: 5.5. Espesor de la capa de hojarasca: 18 cm. P (mg kg ⁻¹): 3; Ca (cmol(+) kg ⁻¹): 0.1; Mg (cmol(+) kg ⁻¹): 0.1; K (cmol(+) kg ⁻¹): 0.05.

Muestreo: En cada una de los sitios se estableció una parcela permanente con un núcleo básico de 50 m x 100 m dentro del cual se trazaron al azar, al lado derecho del eje principal, cuatro fajas de 125 m² (25 m x 25 m) con cinco unidades de registro de 5 m x 5 m y tres subfajas al lado izquierdo de 48 m² (24 m x 2 m) con doce unidades de registro de 4 m² (2 m x 2 m). Dentro de cada unidad de registro, en las subfajas, se trazó un cuadro de 1 m x 1 m para evaluar la regeneración del roble. En el núcleo básico se marcaron, identificaron y midieron todos los árboles con diámetro normal ($D \geq 10$ cm); en las fajas los individuos con $5 \leq D < 10$ cm, y en las subfajas, los árboles con $2 \leq D < 5$ cm. En los cuadros (1 m²) se realizó conteo de todos los individuos de roble menores de 30 cm de altura, entre 30 cm y 1 m de altura, y con altura mayor de 1 m y $D < 2$ cm. Para todos los casos, se tomaron medidas como diámetro normal (D); diámetro, posición y calidad de copa; y altura total y altura de fuste. Adicionalmente, éstos se identificaron en el campo con la ayuda de un dendrólogo y para aquellos individuos sin identificación, se tomaron muestras botánicas para su identificación en el Herbario MEDEL de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

Procesamiento y análisis de la información: La estructura se evaluó a través de la riqueza, la composición florística, la estructura horizontal y la distribución diamétrica de la comunidad. La composición florística de especies con $D \geq 10$ cm, se evaluó empleando la clasificación propuesta por Maleheiros & Rotta (1982) que permite tipificar el comportamiento en abundancia de las especies presentes en los sitios. Especies representadas por 1-6 individuos corresponden a especies raras o escasas; aquellas con 7-25 árboles se consideran poco abundantes, y especies con más de 25 individuos se clasifican como abundantes. Adicionalmente, en cada bosque se calculó el índice de valor de importancia (IVI) como la sumatoria de la densidad relativa (DeR), la frecuencia relativa (FR) y la dominancia relativa (DoR) de las especies para evaluar la estructura

horizontal del bosque (Matteucci & Colma 1982); la dominancia se calculó empleando el área basal. La similitud florística entre los tres robledales, se determinó a partir del coeficiente de similitud de Jaccard, basado en la presencia/ausencia de especies. Se evaluaron las distribuciones diamétricas de la especie *Q. humboldtii* construyendo histogramas de frecuencia del número de individuos por clase de tamaño y se ajustaron modelos que representaran confiablemente dicha distribución de tamaños (e.g. Weibull, Binomial negativa, Meyer I y Meyer II). Para el análisis de estos modelos, se tuvo en cuenta entre otros parámetros, el coeficiente de determinación (R^2), el análisis gráfico comparativo, el análisis de residuales y pruebas de bondad de ajuste.

RESULTADOS

Riqueza y composición florística: En Guarne se identificaron 45.9% de las morfoespecies presentes al nivel de especie (17), 45.9% hasta género (17) y 8.1% hasta familia (tres). Para San Andrés de Cuerquia 70% (siete) se clasificaron al nivel de especie y 30% (tres) hasta género. Para Belmira 47.1% se identificó hasta especie (ocho) y 52.9% hasta género. En total se encontraron 54 especies y 27 familias en Guarne, 18 especies y 13 familias en San Andrés de Cuerquia y, 37 especies y 14 familias en Belmira. En todos los casos el área efectiva muestreada fue de 0.5 ha.

El robledal de Guarne presentó mayor número de especies y familias, en comparación con los robledales de San Andrés de Cuerquia y Belmira. El número de árboles en las clases de tamaño superiores y el más bajo en las clases inferiores se presentó en Belmira (Cuadro 2). Empleando el sistema de clasificación propuesto por Maleheiros & Rotta (1982) según la abundancia para los árboles con $D \geq 10$ cm, en todas las regiones más del 50% de las especies se clasificaron como escasas o raras, seguidas por las poco abundantes y las abundantes (Cuadro 3). En esta última categoría se encuentran especies como el roble (*Q. humboldtii*), siendo exclusivo su carácter de abundante en San

CUADRO 2

Número de especies, árboles y familias por hectárea en robledales de la Cordillera Central de Antioquia (Colombia)

TABLE 2

Species number, trees, and families per hectare in colombian Andean oak forests

Sitios	S			N			F
	0.5 ha D ≥ 10 cm	0.05 ha 5 ≤ D < 10 cm	0.0144 ha 2 ≤ D < 5 cm	0.5 ha D ≥ 10 cm	0.05 ha 5 ≤ D < 10 cm	0.0144 ha 2 ≤ D < 5 cm	
San Andrés de Cuerquia	10	6	10	326	180	1528	10
Belmira	17	1	9	680	20	160	13
Guarne	37	26	26	548	960	3333	28

S = número de especies por hectárea. N = número de árboles por hectárea. F = número de familias por hectárea.

CUADRO 3

Distribución de las especies (S) según su abundancia (%) en robledales de la Cordillera Central de Antioquia (Colombia)

TABLE 3

Species distribution (S) and abundance (%) in colombian Andean oak forests

Categoría	Núcleo básico, árboles con D ≥ 10 cm					
	Guarne		San Andrés de Cuerquia		Belmira	
	S	%	S	%	S	%
Raras	22	60.1	9	90	9	50.0
Poco abundantes	13	35.1	0	0	6	37.5
Abundantes	2	5.4	1	10	2	12.5

Andrés de Cuerquia, y compartiendo este comportamiento con otras especies en las parcelas restantes (e.g. *Myrcia popayanensis* Hieron. y *Meriania nobilis* Triana, en Guarne y Belmira, respectivamente).

En Belmira el número de especies por clase de abundancia fue relativamente homogéneo, dado el bajo grado de intervención que presumiblemente tiene el bosque. Para los tres sitios, el roble fue la especie más abundante, representando 49.3% en Guarne, 90.8% en San Andrés de Cuerquia y 77.6% en Belmira. *M. popayanensis* (arrayán) también se clasificó dentro de la categoría de abundante en Guarne, y *Meriania* sp. en Belmira. En términos de la riqueza por familias, en Guarne se encontraron 22 familias, la mayoría representadas por

una o tres especies (Anexo 1). La familia con mayor número de especies fue Fabaceae (139), seguida por Myrtaceae (19), Lauraceae (14) y Clusiaceae (13). En Belmira se encontraron 12 familias de las cuales, más del 75% estuvieron representadas por una sola especie. Melastomataceae (cuatro), Rubiaceae (dos) y Theaceae (dos) fueron las familias con mayor número de especies. Para San Andrés de Cuerquia, se registraron nueve familias de las cuales solo una presentó dos especies (Clusiaceae), las restantes estuvieron representadas por una.

Con respecto a las especies arbóreas de 2 ≤ D < 10 cm, en Guarne se presentó el número más alto de individuos por hectárea. Sin embargo, 88% de las especies no estuvieron representadas en las clases superiores (Anexo

1); sólo *Dendropanax* sp., *Geissanthus* sp. y *M. popayanensis* fueron encontradas en todas las clases de tamaño muestreadas. Las especies que presentaron mayor número de individuos (cinco) fueron *Alfaroa colombiana* Lozano, Hern. Cam. & Espinal., *Palicourea* sp1., *Palicourea* sp2., *M. popayanensis* y *Symplocos rigidissima* Brand.; las demás, presentaron solo un individuo. Adicionalmente se encontraron otras familias como Boraginaceae, Actinidiaceae, Caprifoliaceae, Staphylaceae, Piperaceae y Melastomataceae. Únicamente en San Andrés de Cuerquia el roble estuvo representado en todas las categorías de tamaño; no obstante, el número de individuos en las clases de tamaño entre $2 \leq D < 5$ cm fue bajo. Las especies más abundantes en este sitio fueron *Cavendishia pubescens* (Kunth) Hemsl (ocho), *Graffenrieda* sp. (tres), *Schefflera* sp. (dos) y *Miconia* sp1. (dos).

Estructura horizontal: En los tres sitios, el roble fue la especie dominante presentando valores de importancia de 44.6% en Guarne, 61.1% en San Andrés de Cuerquia y 77.2% en Belmira (Anexo 2). Esto confirma la dominancia florística de esta especie sobre las demás, en especial en San Andrés de Cuerquia. Las especies comunes en todas las regiones no presentaron la misma importancia ecológica. Por ejemplo, *Clethra fagifolia* Kunth, que fue

la segunda especie más abundante en Belmira, tuvo bajos valores en Guarne y San Andrés de Cuerquia, siendo sus porcentajes con respecto al total en cada sitio de: 5.8%, 2.3% y 1.8% respectivamente. Por su parte, *Weinmannia pubescens* Kunth, mostró mayor importancia en Belmira, luego en Guarne y por último en San Andrés de Cuerquia. En Guarne la segunda especie más importante desde el punto de vista ecológico fue *M. popayanensis* (IVI = 16.4) seguida por *Ilex laurina* Kunth (IVI = 11.3) y, en San Andrés de Cuerquia, *Clusia* sp. (IVI = 11.9) y *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. (IVI = 11.6).

Similitud entre sitios: Para los árboles con $D \geq 10$ cm, la mayor similitud se encontró entre las parcelas de San Andrés de Cuerquia y Belmira, las cuales compartieron alrededor de 21% de las especies. Por su parte, los robledales de Guarne compartieron igual porcentaje de especies con los robledales de San Andrés de Cuerquia y Belmira (14%). Para las especies arbóreas con diámetro entre 5 y 10 cm, la disimilitud fue de 100%. Las parcelas no compartieron especies en esta clase de tamaño. La mayor similitud entre los sitios para los árboles con $2 \leq D < 5$ cm, se presentó entre Guarne y San Andrés de Cuerquia, ambos sitios compartieron 2 especies que corresponden a 5.8% (Cuadro 4).

CUADRO 4

Índices de similitud de Jaccard para los robledales de la Cordillera Central de Antioquia (Colombia)

TABLE 4
Jaccard Index for colombian Andean oak forests

	Guarne	San Andrés de Cuerquia	Belmira
$D \geq 10$ cm			
Guarne	1.00	0.14	0.14
San Andrés de Cuerquia		1.00	0.21
Belmira			1.00
$5 \leq D < 10$ cm			
Guarne	1.00	0.00	0.00
San Andrés de Cuerquia		1.00	0.00
Belmira			1.00
$2 \leq D < 5$ cm			
Guarne	1.00	0.06	0.00
San Andrés de Cuerquia		1.00	0.00
Belmira			1.00

DISCUSIÓN

Distribuciones diamétricas: Los modelos que mejor representaron la distribución por clases de tamaño diamétrico del roble, fueron la Weibull y la Binomial negativa ($R^2 > 0.95$; Cuadro 5). En San Andrés de Cuerquia, el número total de árboles de roble fue de 296. Las clases de tamaño inferiores estuvieron escasamente representadas, mientras que la clase de tamaño con diámetro igual a 42.5 cm, fue la mejor representada con 16 individuos (Fig. 1A). Para Belmira, la distribución diamétrica mostró una tendencia inicial creciente para las dos primeras marcas de clase, y luego comenzaron a decrecer los valores de frecuencia (Fig. 1B). El número total de árboles de roble fue de 548 y la clase mejor representada correspondió a la de 42.5 cm de diámetro con 14 árboles. Finalmente para Guarne, se encontraron en total 270 árboles de roble, siendo éste el valor más bajo de todas las parcelas. La distribución mostró alta concentración de valores en los tamaños intermedios (diámetro 22.6 cm) con un descenso en las clases siguientes (Fig. 1C).

Para los tres sitios la distribución por clases de tamaño se ajustó a la forma de J invertida, con árboles que alcanzaron tamaños considerables (e.g. > 50 cm). Sin embargo, la presencia de árboles con $1 \leq D < 10$ cm fue escasa o nula, lo que sugiere una incipiente regeneración de esta especie.

Riqueza y composición florística: Por su composición florística, los bosques estudiados corresponden a bosques típicos de la formación andina, que se caracterizan por presentar especies con dominancia notoria (Cuatrecasas 1958). En términos de riqueza de especies, los resultados obtenidos sugieren que ésta fue baja en San Andrés de Cuerquia y Belmira, si se compara con los registros citados para otros bosques de la región tropical, donde el número de especies reportado varía entre 43 y 91 (Cuadro 6). Caso contrario ocurre para el robledal de Guarne, cuya riqueza sí está dentro del rango reportado para la región tropical (Vélez & Fresneda 1992, Gentry 1995, Marín-Corba & Betancur 1997). De esta manera, las diferencias encontradas entre los robledales del norte y centro de Antioquia en términos de riqueza de especies, podrían explicarse por características particulares del sitio como la historia de uso de los mismos, el tipo e intensidad de las perturbaciones pasadas, la topografía del lugar y la fauna existente. Estos factores podrían ser claves en el desarrollo de la dinámica forestal (e.g. tasa de formación de claros, regeneración natural, dispersión, entre otros) (Aide *et al.* 1995, Finegan 1996, Guariguata & Ostertag 2001, Kennard 2001) y verse reflejados en

CUADRO 5

Modelos ajustados y los estadísticos asociados para las distribuciones diamétricas de los robledales de la Cordillera Central de Antioquia (Colombia)

TABLE 5

Adjusted models and associated statistics for diametric distribution from colombian Andean oak forests

Sitio	Modelo	R ²	K-S	
			DN	NS
San Andrés de Cuerquia	Weibull	0.9880	0.2000	0.9900
Belmira	Binomial negativa	0.9600	0.2000	0.98826
Guarne	Weibull	0.9680	0.2200	0.9790

K-S: prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov

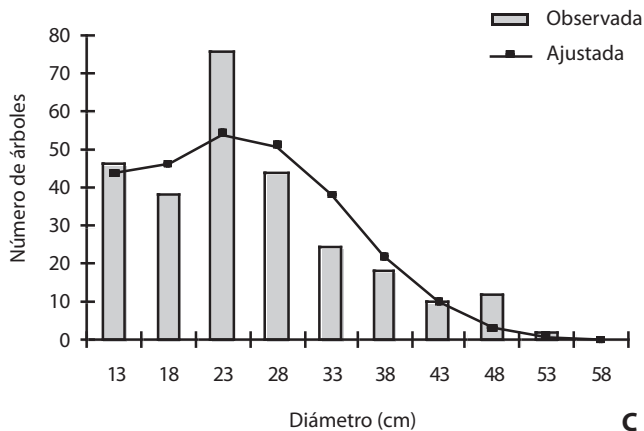
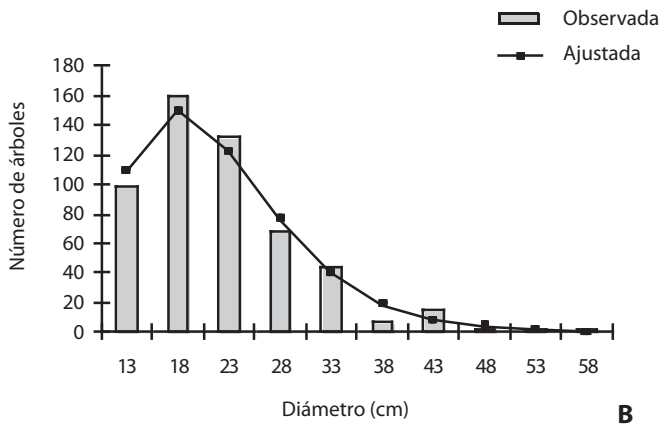
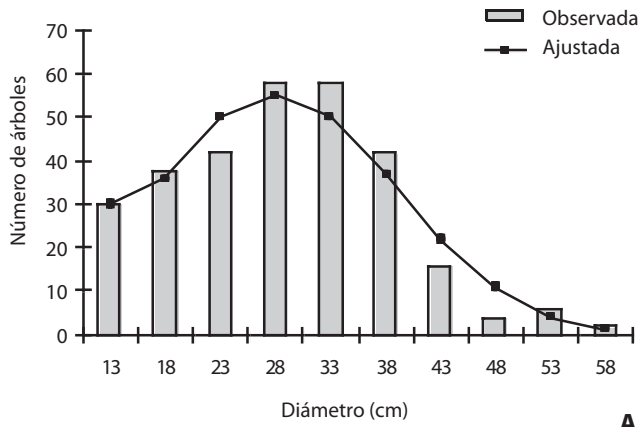


Fig. 1. Distribuciones diamétricas para robledales de la Cordillera Central de Antioquia (Colombia). (A) San Andrés de Cuerquia, (B) Belmira y (C) Guarne.

Fig. 1. Diametric distributions for colombian Andean oak forests. (A) San Andrés de Cuerquia, (B) Belmira and (C) Guarne.

CUADRO 6

Comparación de la riqueza florística en diferentes bosques andinos. Modificado de Galindo et al. 2001

TABLE 6

Comparative floristic richness between different Andean forests. Modified from Galindo et al. 2001

Sitio	Altitud (m)	No. Familias	No. Especies	No. Individuos	Fuente
P.N.N. Iguaqué, Boyacá-Colombia	2800	27	53	384	Marín-Corba y Betancur (1997)
Sacramento, Bolivia	2450	33	91	572	Gentry (1995)
Cerro Espejo, Guajira	2500	46	78	406	Gentry (1995)
Cerro Kennedy, Magdalena	2550	35	57	326	Gentry (1995)
La Sierra, Santander	2500	40	85	411	Marín-Corba y Betancur (1997)
El Venado, Boyacá	3100	23	43	605	Marín-Corba y Betancur (1997)
San Andrés de Cuerquia	2775	13	18	194	Este estudio
Belmira	2450	14	37	354	Este estudio
Guarne	2455	27	54	349	Este estudio

características del bosque como la riqueza y la composición florística. Por ejemplo, algunos estudios han planteado que el número de especies por unidad de área, aumenta en proporción inversa a la calidad del suelo (IDEADE 1996). Analizando los resultados, puede observarse que San Andrés de Cuerquia es el sitio con mayor contenido de materia orgánica en el suelo y nutrientes (Cuadro 1), pero al mismo tiempo fue el que presentó el número de especies más bajo, en comparación con Belmira y Guarne. Por su parte, la alta riqueza de este último, ocurrió en suelos con los más bajos contenidos de materia orgánica y bajas concentraciones de elementos que son importantes para la nutrición vegetal. De esta manera, la hipótesis según la cual la riqueza de especies varía inversamente con la calidad de los suelos es factible, y debería ser evaluada puntualmente en futuros estudios, para obtener resultados contundentes con relevancia estadística.

La historia de los sitios también parece ser un factor determinante en la composición florística y la riqueza de especies, por cuanto, las perturbaciones localizadas según su frecuencia, tamaño y duración pueden inducir o afectar la regeneración natural de los sitios y la ocurrencia de especies (Denslow 1980, Hartshorn 1980, Martínez-Ramos 1985, Coomes & Allen

2007). En el caso de Guarne, por ejemplo, se tienen registros de colonización a partir de principios del siglo XVII, cuando las personas comenzaron a agruparse en los alrededores de Guarne para dedicarse a la minería de aluvión (Vélez & Botero 2000). Aunque actualmente todavía pueden apreciarse las grandes cárcavas producidas por el laboreo de las minas para el beneficio, remoción y lavado del material aurífero, estas prácticas pudieron de alguna manera estimular la regeneración de algunas especies de plantas, lo que favoreció la mayor riqueza florística del lugar comparada con la de San Andrés de Cuerquia y Belmira, donde al parecer, los bosques son más conservados. De hecho, el cambio en la composición de la avifauna en la zona durante las últimas décadas (Castaño & Patiño 2000) puede ser el resultado de la dinámica de fragmentación que se dio en la zona, y que consecuentemente pudo incidir de manera negativa o positiva en la llegada y permanencia de especies vegetales que dependen de cierto grupo trófico de aves para su dispersión. Estudios al respecto son necesarios para validar estas suposiciones, y encontrar relaciones ecológicas de dependencia entre las especies de aves y de flora existentes. En síntesis, la composición florística y la riqueza de especies evaluadas, sugieren diferencias

significativas entre los robledales estudiados que parecen depender de las características particulares de los sitios, aún cuando de manera general, dichos ecosistemas exhiban condiciones climáticas similares.

El hecho de que el roble haya sido la especie más abundante en los tres sitios estudiados, coincide con algunos de los estudios realizados en bosques andinos (Vélez & Fresneda 1992, Galindo *et al.* 2003). Sin embargo, las demás especies abundantes después de *Q. humboldtii*, varían en la mayoría de ellos. Por ejemplo, *Chusquea* sp. y *Cavendishia* sp. fueron citadas como las especies más abundantes después del roble, en una sucesión secundaria de 16.5 años en Duitama-Boyacá (Becerra 1989), mientras que para robledales situados al norte de la Cordillera Oriental, se reportaron especies como *Clusia* sp. (gaqui), *Weinmannia tomentosa* (encenillo), *Hedyosmum* sp. (granizo), *Cyathea* sp. (helecho arbóreo) y algunas pertenecientes a la familia Rubiaceae (IDEADE 1996). En el Santuario de Flora y Fauna Guanentá-Río Fonce (Cordillera Central de Colombia), especies como *Centronia dichromantha* L. Uribe., *Clethra lanata* M. Martens & Galeotti., *Chusquea* aff. *lehmanni* y *Graffenrieda uribei* Wurdack., fueron las especies más abundantes después del roble, para los cuatro sitios muestreados (Galindo *et al.* 2003). En el presente estudio, especies como *Meriania* sp., *M. popayanensis* y *A. colombiana* Lozano, Hern. Cam. & Espinal., fueron las más abundantes después de roble. Estos resultados sugieren que la variación en las abundancias de las especies entre sitios, puede estar relacionada con el grado de intervención local, los patrones de dispersión de especies y otras características particulares de los sitios que pueden condicionar el establecimiento y permanencia de las especies (Galindo *et al.* 2003). Incluso para el caso del *Q. humboldtii*, se sabe que su abundancia es mayor en las laderas secas de las cordilleras, especialmente en la ladera occidental de la Cordillera Oriental, donde las características biofísicas favorecen el crecimiento y regeneración de esta especie (Marín-Corba & Betancur 1997, Cavelier *et al.* 2001).

Beta diversidad: El porcentaje de especies con $D \geq 10$ cm comunes entre las distintas regiones fue bajo; esto confirma la diferencia que existe entre estos ecosistemas en términos de la variedad de especies y de su composición florística; las diferencias en similitud de especies entre parcelas, reflejan alta diversidad beta ya que la composición florística de cada una de ellas, puede depender de varios factores como la amplitud de destrucción de la vegetación, la flora de los alrededores, los agentes dispersores y los usos previos de la tierra (Fontaine *et al.* 1980), los valores del IVI obtenidos y el índice Jaccard así lo demuestran. Desde esta perspectiva, las diferencias florísticas entre los tres sitios muestreados, puede ser el resultado del alto grado de endemismos que presentan los bosques andinos (Gentry 1995), por ello, cada ecosistema tiene y requiere estrategias de protección y recuperación propias que se ven reflejadas en la composición florística que exhiben. Estudios más detallados a largo plazo, que involucren la dinámica y desarrollo de los mismos, deben ser desarrollados para entender la complejidad de su funcionamiento y los patrones que éstos exhiben.

Estructura horizontal: Según los resultados, se concluye que el roble es la especie dominante en los tres ecosistemas evaluados; resultados análogos fueron reportados para robledales del departamento de Boyacá, donde la abundancia relativa para *Q. humboldtii* fue de 67.3%, valor equivalente al encontrado para las abundancias en las parcelas de este estudio. En este contexto, el término de robledales es propio para los sitios muestreados y comprueba al igual que en otros estudios, la existencia de una o varias consociaciones en las cuales el roble es la especie dominante (Kapelle 2001). Este hecho pone de manifiesto que ante las grandes amenazas a las que se enfrenta esta especie, su importancia ecológica, el desconocimiento de su fenología y las relaciones interespecíficas que pueda tener con la fauna local, es necesario continuar con la realización de estudios que permitan diseñar estrategias de manejo para su conservación futura.

Distribuciones diamétricas: Los modelos ajustados para las tres regiones, muestran que las distribuciones por clases de tamaño del *Q. humboldtii* tienden a la forma de J invertida, en la cual, las primeras clases de tamaño se encuentran representadas por un alto número de individuos que posteriormente decrece conforme aumenta el tamaño de los árboles; esta forma de distribución representa la mejor garantía para que una población se mantenga equilibrada, ya que los individuos de clases altas, eliminados ocasionalmente, son remplazados por los existentes en las clases inferiores (Rollet 1980, Lamprecht 1990). Sin embargo, el hecho de que las distribuciones no presenten árboles de clases pequeñas ($1 \leq D < 10$ cm) sugiere que la regeneración del roble puede estar condicionada por factores micro-ambientales que de no ser favorables, pondrían en peligro la persistencia de esta especie; al respecto, algunos autores afirman que el roble, como muchas otras especies que alcanzan el dosel en bosques tropicales húmedos y muy húmedos, requieren la existencia de aperturas en el dosel para su regeneración (Clark & Clark 1987). Las diferencias en tamaños máximos alcanzados por los árboles de roble en las parcelas, podrían ser el resultado de la fertilidad de los suelos. Por ejemplo, el alto valor de diámetro registrado en San Andrés de Cuerquia, coincide con el mayor nivel de fertilidad de esta parcela, donde la materia orgánica y los niveles de fósforo son superiores a los de las parcelas restantes. Estos resultados, permiten concluir que las parcelas presentan diferencias sutiles en sus estructuras diamétricas como resultados de las características particulares del sitio, especialmente la fertilidad del suelo; resultados análogos se han documentado en bosques tropicales de tierras bajas, donde los usos previos del suelo y las características de los mismos condicionan la estructura diamétrica de los bosques así como la composición florística (Saldarriaga 1991, Aide *et al.* 1995, Finegan 1996, Ferreira & Prance 1999, Kennerd 2001). En general, aunque los ecosistemas estudiados presentan características biofísicas

similares y corresponden a relictos de bosques cuya especie dominante es el roble, las especies asociadas y la abundancia e importancia de las mismas, varía de acuerdo con características de los sitios, que se ven reflejadas en parámetros estructurales como la composición florística y la estructura diamétrica.

En resumen, los resultados permiten concluir que los tres robledales estudiados difieren en su composición florística y estructura a pesar de presentar características biofísicas similares. Las diferencias encontradas se deben posiblemente, a los diferentes factores que interactúan en cada sitio como la historia de uso, la intensidad y duración de las perturbaciones antrópicas pasadas, la topografía, la fauna y el clima local, que se ven reflejados en los parámetros estructurales de la vegetación.

AGRADECIMIENTOS

A CORANTIOQUIA por la financiación del estudio. A Cipreses de Colombia S.A., y a Gustavo Mazo, por proporcionar los predios para el establecimiento de las parcelas permanentes y el apoyo logístico. A Fernando Ocampo (†) y Juan Lázaro Toro por su colaboración en el establecimiento de las parcelas y la identificación del material botánico, respectivamente. Finalmente, a Álvaro Lema Tapias por su asesoría estadística.

RESUMEN

La alta diversidad florística que albergan los ecosistemas andinos está siendo amenazada por fuertes presiones de origen antrópico. Uno de estos ecosistemas son los robledales, bosques dominados por la especie *Quercus humboldtii*, que se encuentra seriamente amenazada en Colombia porque su madera es valiosa comercial y dendroenergéticamente. En este estudio, se caracterizó la composición florística y la estructura de tres robledales de los Andes colombianos, con el fin de determinar su similitud. En cada sitio, se estableció una parcela permanente (5 000 m²) donde se muestrearon todos los árboles con $D \geq 10$ cm. En los tres sitios, la especie dominante fue *Q. humboldtii*, pero la similitud florística entre ellos no fue alta. La estructura por clases de tamaño para los tres sitios fue en forma de J invertida, aunque varió la abundancia

de individuos por clase diamétrica. Los resultados indican que los robledales estudiados difieren en su composición florística y estructura a pesar de presentar características biofísicas similares. Las diferencias encontradas se deben posiblemente, a los diferentes factores que interactúan en cada sitio como la historia de uso, intensidad y duración de las perturbaciones antrópicas pasadas, topografía, fauna y clima local, que se ven reflejados en los parámetros estructurales de la vegetación.

Palabras clave: bosque andino, composición florística, estructura, *Quercus humboldtii*, riqueza, robledal.

REFERENCIAS

- Aide, T.M., J.K. Zimmerman, L. Herrera & M. Rosario. 1995. Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. *For. Ecol. Manag.* 77: 77-86.
- Becerra, J.E. 1989. Estructura y crecimiento de un bosque secundario de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.). *Rev. Col. For.* 3: 1-64.
- Brown, A.D. & M. Kappelle. 2001. Introducción a los bosques nublados del geotrópico: una síntesis regional, p. 25-40. *In* M. Kappelle & A.D. Brown (eds.). *Bosques nublados del geotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Castaño, G. & J.C. Patiño. 2000. Cambios en la composición de avifauna en Santa Elena durante el siglo XX. *Cron. For. Amb.* 15: 139-163.
- Cavelier, J., D. Lizcano & M.T. Pulido. 2001. Structure and Composition of Colombian Montane Oak Forests, p. 25-40. *In* M. Kappelle & A.D. Brown (eds.). *Bosques nublados del geotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Churchill, S.P., H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn. 1995. *Biodiversity and conservation of neotropical montane forest*. The New York Botanical Garden, New York, EEUU.
- Clark, D.A. & D.B. Clark. 1987. Spacing dynamics of a tropical rain forest tree: evaluation of the Janzen-Conell Model. *Am. Nat.* 24: 769-788.
- Coomes, D.A. & R.B. Allen. 2007. Mortality and tree-size distributions in natural mixed-age forest. *J. Ecol.* 95: 27-40.
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 10: 221-268.
- Denslow, J.S. 1980. Gap partitioning among tropical rain-forest trees. *Biotropica* 12: 47-55.
- Etter, A., C. Mcalpine, K. Wilson, S. Phinn & H. Possingham. 2006. Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agr. Ecosyst. Environ.* 114: 369-386.
- Ferreira, L.V. & G.T. Prance. 1999. Ecosystem recovery in terra firme forest after cutting and burning: a comparison on species richness, floristic composition and forest structure in the Jaú National Park, Amazonia. *Bot. J. Linn. Soc.* 130: 97-110.
- Finegan, B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forest: the first 100 years of succession. *Trens. Ecol. Evol.* 11: 119-124.
- Fontaine, R.G., A. Gómez-Pompa & B. Ludlow. 1980. Sucesiones secundarias, p. 245-263. *In* UNESCO, UNEP & FAO (eds.). *Ecosistemas de los bosques tropicales: Informe sobre el estado de conocimientos. Serie de Investigaciones sobre los Recursos Naturales XVI*. Madrid, España.
- Galindo, R., J. Betancur. & J.J. Cadena. 2003. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá-Alto río Fonce, cordillera oriental colombiana. *Caldasia* 25: 313-335.
- Gentry, A. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical Montane Forests, p. 103-126. *In* S. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J. Luteyn (eds.). *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. The New York Botanical Garden, Bronx, New York, EEUU.
- Guariguata, M.R. & G.R. Ostertag. 2001. Neotropical secondary forest successions: changes in structural and functional characteristics. *For. Ecol. Manag.* 148: 185-206.
- Hartshorn, G.S. 1980. Neotropical forest dynamics. *Biotropica* 12: 23-30.
- Henderson, A.S.P., S.P. Churchil & J.L. Luteyn. 1991. Neotropical plan diversity. *Nature* 351: 21-22.
- IDEADE. 1996. Evaluación de estatus ecosistémico y manejo de los bosques de Fagaceas (*Quercus humboldtii* Bonpl. y *Trigonobalanus excelsus*) en el norte de la cordillera oriental (Cundinamarca, Santander y Boyacá). Informe Final. Universidad Pontificia Bolivariana, Santa Fe de Bogotá, Colombia.

- Kappelle, M. 2001. Costa Rica, p. 301-370. *In* M. Kappelle & A.D. Brown (eds.). Bosques nublados del geotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Kennard, K.K. 2001. Secondary forest succession in a tropical dry forest: patterns of development across a 50-year chronosequence in lowland Bolivia. *J. Trop. Ecol.* 18: 53-66.
- 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. (GTZ) GMBH, Eschborn, Alemania.
- León, J.D. & E. Giraldo. 2000. Crecimiento diamétrico en robledales del norte y centro de Antioquia, Colombia. *Cron. For. Amb.* 15: 121-138.
- León, J.D. 2008. Ecología de bosques andinos: experiencias de investigación. La Carreta, Medellín, Colombia.
- Maleheiros, D.E.O. & E. Rotta. 1982. Levantamiento horizontal de una mata de araucaria do primeiro planalto paranaense. *Bol. Pesqui. Flor.* 4: 1-39.
- Marín-Corba, C. & J. Betancur. 1997. Estudio florístico en un robledal del santuario de flora y fauna de Iguaqué (Boyacá, Colombia). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 21: 249-259.
- Martínez-Ramos, M. 1985. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias, p. 191-221. *In* A. Gómez-Pompa & S. Amo (eds). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Continental, México.
- Matteucci, S.D. & A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, EEUU.
- Pulido, M.T., J. Cavelier & S.P. Cortés. 2006. Structure and composition of colombian montane oak forest, p: 141-151. *In* M. Kappelle (ed.). Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Alemania.
- Rollet, B. 1980. Organización, p. 126-154. *In* UNESCO, UNEP & FAO (eds.). Ecosistemas de los bosques tropicales: Informe sobre el estado de conocimientos. Serie de Investigaciones sobre los Recursos Naturales XVI, Madrid, España.
- Saldarriaga, J.G. 1991. Estudios en la Amazonía colombiana V: Recuperación de la Selva de "Tierra Firme" en el alto río Negro Amazonía colombiana-venezolana. TROPENBOS Colombia. Bogotá, Colombia.
- Vélez, G. & E. Fresneda. 1992. Diversidad florística en las comunidades robledal y rastrojo alto en la cuenca de la quebrada Piedras Blancas, Antioquia. *Rev. Fac. Nal. Agr.* 45: 3-25.
- Vélez, N. & S. Botero. 2000. La búsqueda del Valle Arví. Corantioquia. Medellín, Colombia.

ANEXO 1

Familias, géneros y especies encontradas en robledales de la Cordillera Central de Antioquia (Colombia)

ANNEX 1

Families, genus and species found in colombian Andean oak forests

San Andrés de Cuerquia		
D > 10 cm (0.5 ha)		
Familia	Género	Especie
Fagaceae	Quercus	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia</i> sp.
Melastomataceae	Tibouchina	<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill.
Myrsinaceae	Myrsine	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.
Araliaceae	Schefflera	<i>Schefflera</i> sp.
Ericaceae	Cavendishia	<i>Cavendishia pubescens</i> (Kunth) Hemsl.
Clethraceae	Clethra	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth.
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia</i> sp1.
Winteraceae	Drimys	<i>Drimys granadensis</i> L. f.
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth
5 ≤ D < 10 cm (0.05 ha)		
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i> sp1.
Fagaceae	Quercus	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.
Araliaceae	Schefflera	<i>Schefflera</i> sp.
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia</i> sp.
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i> sp.
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth
2 ≤ D < 5 cm (0.0144 ha)		
Ericaceae	Cavendishia	<i>Cavendishia pubescens</i> (Kunth) Hemsl.
Rubiaceae	Graffenrieda	<i>Graffenrieda</i> sp.
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i> sp1.
Monimiaceae	Monnina	<i>Monnina</i> sp.
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia</i> sp.
Winteraceae	Drimys	<i>Drimys granadensis</i> L. f.
Euphorbiaceae	Hyeronima	<i>Hyeronima</i> sp.
Melastomataceae	Meriniana	<i>Meriniana</i> sp.
Myrsinaceae	Myrsine	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roe
Fagaceae	Quercus	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.
Belmira		
D > 10 cm (0.5 ha)		
Familia	Género	Especie
Fagaceae	Quercus	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.
Melastomataceae	Meriniana	<i>Meriniana</i> sp.
Clethraceae	Clethra	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth.
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth
Melastomataceae	Tibouchina	<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill.
Aquifoliaceae	Ilex	<i>Ilex laurina</i> Kunth
Araliaceae	Schefflera	<i>Schefflera</i> sp1.
	Ternstroemia	<i>Ternstroemia</i> sp.

ANEXO 1 (Continuación)

Familias, géneros y especies encontradas en robledales de la Cordillera Central de Antioquia (Colombia)

ANNEX 1 (Continue)

Families, genus and species found in colombian Andean oak forests

Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia</i> sp1.
Theaceae	Gordonia	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng
Rubiaceae	Ladenbergia	<i>Ladenbergia</i> sp.
Myrsinaceae	Myrsine	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roe
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i> sp51.
Brunelliaceae	Brunellia	<i>Brunellia</i> sp.
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i> sp2.
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea</i> sp1.
Lauraceae	Persea	<i>Persea chrysophylla</i> L.E. Kopp
5 ≤ D < 10 cm (0.05 ha)		
Rubiaceae	Psychotria	<i>Psychotria</i> sp.
Rubiaceae	Psychotria	<i>Psychotria</i> sp.
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea</i> sp.
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i> sp1.
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i> sp2.
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i> sp3.
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i> sp4.
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i> sp5.
Rhamnaceae	Rhamnus	<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth
Guarne		
D > 10 cm (0.5 ha)		
Familia	Género	Especie
Fagaceae	Quercus	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.
Melastomataceae	Myrcia	<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.
Juglandaceae	Alfaroa	<i>Alfaroa colombiana</i> Lozano, Hern. Cam. & Espinal
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra</i> sp.
Saxifragaceae	Escallonia	<i>Escallonia paniculata</i> (Ruiz & Pav.) Roem. & Schult.
Clusiaceae	Vismia	<i>Vismia</i> sp.
Aquifoliaceae	Ilex	<i>Ilex laurina</i> Kunth
Proteaceae	Panopsis	<i>Panopsis yolombo</i> (Pos.-Arang.) Killip
Clethraceae	Clethra	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth.
Cunoniaceae	Wainmannia	<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth
Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea</i> sp.
Lecythidaceae	Eschweilera	<i>Eschweilera antioquiensis</i> Dugand & Daniel
Euphorbiaceae	Hyeronima	<i>Hyeronima antioquiensis</i>
Fabaceae	Ormosia	<i>Ormosia</i> sp.
Proteaceae	Roupala	<i>Roupala grandifolia</i> Klotzsch
Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia</i> sp.
Theaceae	Freziera	<i>Freziera</i> sp.
Rubiaceae	Guettarda	<i>Guettarda</i> sp.
Sapindaceae	Matayba	<i>Matayba</i> sp.
Symplocaceae	Symplocos	<i>Symplocos serrulata</i> Bonpl.
Lauraceae	Aiouea	<i>Aiouea</i> sp.

ANEXO 1 (Continuación)

Familias, géneros y especies encontradas en robledales de la Cordillera Central de Antioquia (Colombia)

ANNEX 1 (Continue)

Families, genus and species found in colombian Andean oak forests

Araliaceae	Dendropanax	<i>Dendropanax</i> sp.
Myrsinaceae	Geissanthus	<i>Geissanthus</i> sp.
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada 1.
Elaeocarpaceae	Sloanea	<i>Sloanea</i> sp.
Ericaceae	Befaria	<i>Befaria glauca</i> Bonpl.
Chloranthaceae	Hedyosmum	<i>Hedyosmum bomplandianum</i> Kunth
Aquifoliaceae	Ilex	<i>Ilex</i> sp.
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada 2.
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada 3.
Mimosaceae	Inga	<i>Inga archeri</i> Britton & Killip
Mimosaceae	Inga	<i>Inga</i> sp2.
Myrtaceae	Myrcia	<i>Myrcia</i> sp.
Myrsinaceae	Myrsine	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea</i> sp.
Araliaceae	Schefflera	<i>Schefflera uribei</i> Cuatrec.
Clusiaceae	Tovomitopsis	<i>Tovomitopsis</i> sp.
5 ≤ D < 10 cm (0.05 ha)		
Myrtaceae	Myrcia	<i>Myrcia</i> sp.
Symplocaceae	Symplocos	<i>Symplocos serrulata</i> Bonpl.
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea</i> sp.
Juglandaceae	Alfaroa	<i>Alfaroa colombiana</i> Lozano, Hern. Cam. & Espinal.
Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia</i> sp.
Caprifoliaceae	Viburnum	<i>Viburnum cordifolium</i> Wall. ex DC.
Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea</i> sp1.
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia archeri</i>
Myrtaceae	Myrcia	<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron
Fabaceae	Ormosia	<i>Ormosia</i> sp.
Piperaceae	Piper	<i>Piper archeri</i> Trel. & Yunck.
Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea</i> sp.
Araliaceae	Dendropanax	<i>Dendropanax</i> sp.
Myrsinaceae	Geissanthus	<i>Geissanthus</i> sp.
Myrsinaceae	Geissanthus	<i>Geissanthus kalbreyeri</i> Mez
Aquifoliaceae	Ilex	<i>Ilex</i> sp.
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra</i> sp.
Proteaceae	Panopsis	<i>Panopsis yolombo</i> (Pos.-Arang.) Killip
Proteaceae	Roupala	<i>Roupala grandifolia</i> Klotzsch
Rubiaceae	Sarauia	<i>Sarauia</i> sp.
Symplocaceae	Symplocos	<i>Symplocos rigidissima</i> Brand
Staphileaceae	Turpinia	<i>Turpinia heterophylla</i> (Ruiz & Pav.) Tul.
Caprifoliaceae	Viburnum	<i>Viburnum anabaptista</i> Graebn.
Clusiaceae	Vismia	<i>Vismia</i> sp.
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth

ANEXO 1 (Continuación)
Familias, géneros y especies encontradas en robledales de la Cordillera Central de Antioquia (Colombia)

ANNEX 1 (Continue)
Families, genus and species found in colombian Andean oak forests

2 ≤ D < 5 cm (0.0144 ha)		
Juglandaceae	Alfaroa	Alfaroa colombiana <i>Alfaroa colombiana</i> Lozano, Hern. Cam. & Espinal
Mimosaceae	Inga	<i>Inga</i> sp1.
Ericaceae	Cavendishia	<i>Cavendishia</i> sp.
Euphorbiaceae	Hyeronima	<i>Hyeronima antioquiensis</i>
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada 1.
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada 2.
Melastomataceae	Cavendishia	<i>Cavendishia pubescens</i> (Kunth) Hemsl
Ericaceae	Clusia	<i>Clusia</i> sp1.
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia archeri</i>
Araliaceae	Dendropanax	<i>Dendropanax</i> sp.
Myrsinaceae	Geissanthus	<i>Geissanthus</i> sp.
Aquifoliaceae	Ilex	<i>Ilex laurina</i> Kunth
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada 3.
Sapindaceae	Matayba	<i>Matayba</i> sp.
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i> sp2.

ANEXO 2

Índice de valor de importancia (IVI) para robledales de la Cordillera Central de Antioquia (Colombia)

ANNEX 2

Importance Value Index (IVI) for colombian Andean oak forests

Especie	San Andrés de Cuerquia				Guarne				Belmira			
	DeR	FR	DoR	IVI	DeR	FR	DoR	IVI	DeR	FR	DoR	IVI
<i>Aiouea</i> sp.					0.73	2.06	1.89	4.68				
<i>Alchornea</i> sp.					1.46	4.12	0.66	6.24				
<i>Alfaroa colombiana</i> Lozano, Hern. Cam. & Espinal.					4.01	4.12	1.33	9.46				
<i>Befaria glauca</i> Bonpl.					0.36	1.03	0.10	1.49				
<i>Brunellia</i> sp.									0.29	1.96	0.19	2.44
<i>Cavendishia pubescens</i> (Kunth) Hemsl	0.61	4.55	0.14	5.30								
<i>Clethra fagifolia</i> Kunth	0.61	4.55	0.10	5.26	1.82	4.12	0.86	6.80	3.24	11.76	2.47	17.47
<i>Clusia</i> sp.	1.81	9.09	0.92	11.82					0.88	3.92	0.24	5.04
<i>Clusia</i> sp1.	0.61	4.55	0.12	5.28								
<i>Dendropanax</i> sp.					0.73	2.06	0.30	3.09				
<i>Drimys granadensis</i> L. f.	0.61	4.55	0.42	5.58								
<i>Escallonia paniculata</i> (Ruiz & Pav.) Roem. & Schult.					3.65	5.15	1.97	10.77				
<i>Eschweilera antioquiensis</i> Dugand & Daniel					1.46	2.06	0.39	3.91				
<i>Eugenia</i> sp.					1.09	1.03	0.41	2.53				
<i>Freziera</i> sp.					1.09	1.03	0.31	2.43				
<i>Geissanthus</i> sp.					0.73	2.06	0.18	2.97				
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng									0.88	3.92	0.42	5.22
<i>Guettarda</i> sp.					1.09	2.06	1.16	4.31				
<i>Hedyosmum bomplandianum</i> Kunth					0.36	1.03	0.09	1.48				
<i>Hyeronima antioquiensis</i>					1.46	2.06	1.18	4.70				
<i>Ilex laurina</i> Kunth					3.28	6.19	1.81	11.28				
<i>Ilex</i> sp.					0.36	1.03	0.08	1.47	1.47	1.96	0.69	4.12
Indeterminada 1					0.73	1.03	0.34	2.10				
Indeterminada 2					0.36	1.03	0.28	1.67				
Indeterminada 3					0.36	1.03	0.28	1.67				
<i>Inga archeri</i> Britton & Killip					0.36	1.03	1.26	2.65				
<i>Inga</i> sp2.					0.36	1.03	0.08	1.47				
<i>Ladenbergia</i> sp.									0.88	5.88	0.42	7.18
<i>Matayba</i> sp.					1.09	3.09	0.27	4.45				
<i>Meriniana</i> sp.									5.29	7.84	2.51	15.64
<i>Miconia</i> sp2.									0.29	1.96	0.15	2.40
<i>Miconia</i> sp5.									0.59	3.92	0.31	4.82
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron					5.47	8.25	2.72	16.44				
<i>Myrcia</i> sp.					0.36	1.03	0.19	1.58				
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roe	1.23	9.09	1.26	11.58	0.36	1.03	0.32	1.71	0.88	3.92	0.42	5.22
<i>Nectandra</i> sp1.					4.01	4.12	1.30	9.43				

ANEXO 2 (Continuación)
 Índice de valor de importancia (IVI) para robledales de la Cordillera Central de Antioquia (Colombia)

ANNEX 2 (Continued)
 Importance Value Index (IVI) for colombian Andean oak forests

Especie	San Andrés de Cuerquia				Guarne				Belmira			
	DeR	FR	DoR	IVI	DeR	FR	DoR	IVI	DeR	FR	DoR	IVI
<i>Ormosia</i> sp.					1.46	2.06	0.62	4.14				
<i>Palicourea</i> sp.					0.36	1.03	0.12	1.51	0.29	1.96	0.18	2.43
<i>Panopsis yolombo</i> (Pos.-Arang.) Killip					2.19	5.15	0.64	7.98				
<i>Persea chrysophylla</i> L.E. Kopp									0.29	1.96	0.12	2.37
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	90.80	45.46	95.30	231.56	49.27	10.31	74.19	133.77	77.65	19.61	86.17	183.43
<i>Roupala grandifolia</i> Klotzsch					1.46	3.09	0.46	5.01				
<i>Schefflera</i> sp.	1.23	9.09	0.52	10.84								
<i>Shefflera</i> sp1.									1.47	7.84	1.37	10.68
<i>Schefflera uribei</i> Cuatrec.					0.36	1.03	0.11	1.50				
<i>Sloanea</i> sp.					0.73	1.03	0.29	2.05				
<i>Symplocos serrulata</i> Bonpl.					1.09	2.06	1.69	4.84				
<i>Ternstroemia</i> sp.									1.47	7.84	0.84	10.15
<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill.	1.84	16.58	1.08	19.50					1.76	3.92	1.69	7.37
<i>Tovomitopsis</i> sp.					0.36	1.03	0.12	1.51				
<i>Vismia</i> sp.					3.65	5.15	1.32	10.12				
<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth	0.61	4.55	0.14	5.30	1.82	4.12	0.68	6.62	2.35	9.80	1.81	13.96

DeR = densidad relativa. **FR** = frecuencia relativa. **DoR** = dominancia relativa.