



ARTÍCULOS
DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
Y TECNOLÓGICA

DIVERSIDAD Y CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA - ESTRUCTURAL DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA EN LA RESERVA FORESTAL CÁRPATOS (Guasca - Cundinamarca)¹

Palabras clave: Vegetación, composición florística, estructura, diversidad, bosque andino, Cundinamarca.

Key words: Vegetation, Floristic composition, structure, diversity, Andean forestry, Cundinamarca.

Edgard Ernesto Cantillo-H.²

Karla Juliana Rodríguez-R.³

Edgar Andrés Avella-M.⁴

RESUMEN

Con el presente estudio ecológico se caracterizó el componente boscoso de la Reserva Forestal Cárpatos mediante un enfoque florístico y fisionómico a partir de un muestreo simple al azar con 14 levantamientos de 1000m² cada uno; y se relacionó dicho componente con las variables ambientales más representativas del área de estudio.

En total se encontraron 54 especies arbóreas, pertenecientes a 41 géneros y 29 familias. Mediante un análisis de clasificación con el método Twispán del programa PC-ORD, se describieron en la reserva dos asociaciones nuevas, *Ocoteo callophyllae* – *Weinmannietum pinnatae* y *Clusio multiflorae* – *Weinmannietum balbissianae*, diferenciadas tanto florística como estructuralmente.

ABSTRACT

The present ecological study characterized the vegetal component of the Reserva Forestal Cárpatos –Cárpatos Forest Natural Reserve- from a floral and structural point of view, by fourteen hazards sampling of a 1000m² each one; and was to relate

it the most representative environmental variables of the area of studies.

The diversity reported 54 species, 41 genera and 29 families. From an analysis classification with the method Twispán of the program PC-ORD, it was found that in the reserve two new associations *Ocoteo callophyllae* – *Weinmannietum pinnatae* and *Clusio multiflorae* – *Weinmannietum balbissianae* prevail; differentiated both floristically as well as structurally.

INTRODUCCION

Los bosques montanos neotropicales, tuvieron una menor importancia que los bosques tropicales de baja altitud; aún así, existen autores que han trabajado y dedicado esfuerzos en torno al conocimiento de este ecosistema, desde Caldas (1951) y Cuatrecasas (1958), hasta los recientes estudios realizados por Cleef (1984), Van der Hammen (1984), Gentry (1993) y Rangel (1984; 1991). Según Gentry (2001), este tipo de bosques se encuentran entre los menos conocidos y más amenazados de todas las formaciones vegetales tropicales; en Colombia, por ejemplo, algunas estimaciones sugieren que queda intacto menos

¹ Resumen de los resultados del Proyecto de Investigación financiado por el Centro de Investigaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

² Msc. Ingeniero Forestal. Profesor Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. ecantillo@udistrital.edu.co

³ Ingeniero Forestal. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. karlajuliana@hotmail.com

⁴ Ingeniero Forestal. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. andresavella@hispavista.com

del 10% (Henderson *et al.* 1991), mientras que en Ecuador, de los bosques de la vertiente occidental sólo queda el 4% (Donson & Gentry, 1991).

En Colombia, la región Andina ha sido el foco de concentración de la población, según el DANE (1993), el 41% de la población se encuentra asentada en esta región, que representa el 27% de la extensión territorial del país. Por lo anterior, el bosque andino ha sido alterado, existiendo actualmente pocos remanentes conservados, siendo uno de ellos la Reserva Forestal Cárpatos, localizada en el municipio de Guasca, Cundinamarca, la cual se constituye, en un escenario propicio para iniciar trabajos de investigación, que fortalezcan la conservación y preservación de su biota natural, y al mismo tiempo, generen pautas que contribuyan al manejo sostenible de este ecosistema.

El presente proyecto, caracteriza el componente boscoso de la «Reserva Forestal Cárpatos» (Guasca-Cundinamarca), a partir de un análisis florístico y fisionómico; para luego relacionarlo con algunas variables ambientales sobre las cuales se establece contribuyendo así al conocimiento de los bosques montanos tropicales.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La Reserva Forestal Cárpatos pertenece a la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Guavio (CORPOGUAVIO); se encuentra ubicada en el municipio de Guasca, Cundinamarca, en la vereda Concepción, entre los 2.600 y 3.000 m.s.n.m. en las coordenadas geográficas 4° 49' 20" N y 4° 47' 48.7" N; 73° 46' 28.6" W y 73° 45' 23.7" W.

La Reserva, cuenta con un área de 558 ha, de las cuales un 70% (370 ha) presenta coberturas representativas de la flora andina. El porcentaje restante (185 ha) se encuentra cubierto por pastos, área que tiempo atrás fue empleada para

la ganadería principalmente y la agricultura en menor proporción.

En las áreas de bosque natural poco o muy intervenido, se reportan especies arbóreas como granizo (*Hedyosmum bonplandianum*), estoraque (*Beilschmiedia sp.*), tunos (*Centronia sp.*, *Miconia sp.*), amarillo (*Nectandra sp.*), gamuzo (*Ocotea sp.*), entre otras. Sin embargo, se hace énfasis en la baja abundancia de ciertas especies como pino romerón (*Podocarpus spp.*), Chuguacá (*Hyeronima sp.*), Encenillos (*Weinmannia spp.*), y Chizgo (*Gordonia fruticosa*), entre otros.

Los suelos de la región son jóvenes con influencia de ceniza volcánica en sus primeros horizontes. El relieve ha influido en la dispersión y acumulación de las cenizas y constituye un factor importante a la susceptibilidad a la erosión. Dominan los tipos de suelos *Typic Humitropept* y *Typic Dystropept* que son moderadamente profundos a superficiales, bien drenados, de alta acidez, friables, con bajos contenidos de carbono, de una fertilidad mediana a baja, Corpoguavio (2000).

METODOLOGIA

La investigación se dividió en tres fases, las cuales se describen a continuación.

FASE DE PREPARACIÓN:

Se realizó la recopilación de información secundaria, consultando estudios ecológicos, de vegetación, edáficos, cartografía básica y temática de la Reserva. Para la definición de los sitios de muestreo, se seleccionaron las áreas con vegetación arbórea, ubicando en ellas, de manera aleatoria, 14 puntos de muestreo de 1000 m² cada uno.

FASE DE CAMPO:

- Ubicación y trazado de las parcelas: Una vez establecidos en la cartografía los sitios de muestreo, éstos se localizaron en campo, y se estructuraron en ellos parcelas diagnósticas

rectangulares de 1000m², cada una de las cuales incluyeron 10 subparcelas de 10 x 10m y dentro de cada una de éstas, se delimitó una parcela de 5 x 5m y una de 2 x 2m.

- Recolección de datos: En cada parcela de 0.1ha, se recolectó información de los individuos arbóreos con $DAP \geq 10$ cm. Los individuos con $DAP \leq 10$ cm y altura superior a 1.5m, fueron inventariados en las parcelas de 25m² y los individuos de altura menor a 1.5m fueron muestreados en las parcelas de 4m². Se colectaron muestras botánicas de cada uno de las especies encontradas para su respectiva determinación.

En cada parcela se registró la altitud y se recolectaron dos muestras de suelo con barreno a 30cm y 60cm, con el fin de realizar los análisis de propiedades químicas del suelo. Para el análisis de propiedades físicas, se hicieron nueve calicatas, donde se elaboró una cuadrícula de dos columnas y diez filas, para la recolección de muestras con cilindros de aluminio.

FASE DE SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS:

- Fase de laboratorio: Contempló el manejo del material botánico, el cual fue procesado hasta la etapa de prensado en el mismo sitio de muestreo. Su posterior secado e identificación se llevó a cabo en los herbarios UDBC y COL. Las muestras de suelos, fueron llevadas al laboratorio de suelos de la Universidad Distrital, donde se registró su peso en húmedo y se secaron a una temperatura de 105°C durante 24 horas. Los parámetros físicos determinados fueron: humedad gravimétrica, densidad aparente en seco, humedad volumétrica, porosidad total, relación de vacíos, volumen de poros ocupados por aire y volumen aparente en seco. Los parámetros químicos del suelo que se determinaron fueron: pH en agua, complejo de cambio (CIC, BT, Ca, Mg, K, Na, Al), saturaciones (ST, SCa, SMg, SK), C, Fe, Cu, Mn, Zn, B, P, Mg, Na y K.

- Análisis Climático: Con información climática de la zona, se realizó un análisis de las variables precipitación, temperatura, humedad relativa, vientos y evapotranspiración.
- Clasificación de la vegetación: El estudio de las comunidades vegetales se realizó a partir del procesamiento de los datos con el método cuantitativo TWISPAN del programa PC-ORD (Versión 3.17 Mc. Cune & Mefford, 1997).
- Caracterización fisionómico estructural: En cada unidad de vegetación definida se realizó un análisis fisionómico estructural a partir de las variables área basal, índice de predominio fisionómico (IPF), índice de valor de importancia (IVI), e índice de valor de importancia ampliado (IVIA). La información de los parámetros de altura, cobertura y DAP se procesó con base en el establecimiento de intervalos de clase de acuerdo con Sturges (Rangel & Velásquez 1997). La altura fue valorada para los estratos arbóreos y de arbolitos; mientras que en las distribuciones de cobertura y DAP se incluyeron únicamente los individuos con $DAP \geq 10$ cm y las palmas en edad madura (con estípite ≥ 2.5 m).
- Riqueza y Diversidad: La riqueza y la diversidad se abordaron de acuerdo al cálculo de siguientes índices: Índice de Valor de Importancia para Familias (IVF), Menhinick, Margalef, Cociente de Mezcla de Holdridge, Shannon – Weaver, Simpson, Berger-Parker y Generalítico.

RESULTADOS

ANÁLISIS CLIMÁTICO

Este análisis se realizó partiendo de la información climática de un periodo de doce años (1990 - 2002) obtenida de las estaciones cercanas al área de trabajo (**Tabla 1, Figura 1**).

La temperatura media mensual es de 13.4 °C. Las máximas se presentan en el periodo de noviembre

a mayo, siendo febrero el mes de mayor valor (14 °C). El periodo donde se presentan las temperaturas mínimas es el comprendido entre julio y septiembre, registrándose julio como el mes más frío, con una temperatura promedio de 12.6°C.

La estación *Potreritos* es la que mejor tipifica la precipitación en la Reserva. La precipitación promedio anual es de 1714.3mm y la media mensual es de 142.9 mm. El régimen pluviométrico es monomodal biestacional, concentrándose las mayores lluvias entre abril y agosto. El periodo seco se presenta entre septiembre y marzo, siendo enero el mes más seco con 47mm de precipitación. Este análisis de la precipitación fue complementado con el diagrama de Isoyetas, por el cual se obtuvo

una precipitación promedio para la Reserva de 1720 mm al año

En la estación Guasca la humedad relativa promedio anual es de 86% con fluctuaciones entre 84.2% a 86.6%. La humedad más alta se presenta en el periodo mayo - diciembre y la más baja en el periodo enero - abril.

Se presentan valores más elevados de humedad relativa en el área de estudio debido principalmente al efecto föen, ya que la reserva se localiza en la vertiente oriental de la cordillera oriental, donde por influencia de vientos Alisios provenientes del noreste se presentan permanentemente nubes y neblinas producto de procesos de condensación.

TABLA 1. Estaciones climáticas seleccionadas.

Estación	Tipo	Latitud N	Longitud W	Reg. Pluv.	PP (mm)	Altitud (msnm)
Potreritos (Guatavita, Cund)	Pluviométrica	04°50'	73°47'	Monomodal Biestacional	1714.3	2802
Amoladero (Guatavita, Cund)	Pluviométrica	04°52'	73°44'	Monomodal Biestacional	1651.5	2963
Sta Cruz de Siecha (Guasca, Cund)	Pluviométrica	04°50'	73°53'	Bimodal Tetracional	1127	3100
Palacios Guasca (Calera, Cund)	Pluviométrica	04°44'	73°34'	Bimodal Tetracional	1842.3	3760
Guasca (Guasca, Cund)	Climática Ordinaria	04°53'	73°52'			2750
Guatavita (Guatavita, Cund)	Climática Principal	04°53'	73°22'			2625

PP: Precipitación pluviométrica Reg. Pluv: Régimen Pluviométrico

Fuente IDEAM EAAB, 2002. Modificada por los autores, 2003.

Según el método de Thornthwaite, la evapotranspiración media anual es de 662 mm, oscilando mensualmente entre 53 mm (julio) y 59 mm (mayo).

Al relacionar la precipitación y la temperatura según el modelo de Gausen (1955) no se identificaron meses ecosecos, pues en ninguno se cumplió la condición de $P.P \leq 2T^{\circ}C$ (**Figura 2**).

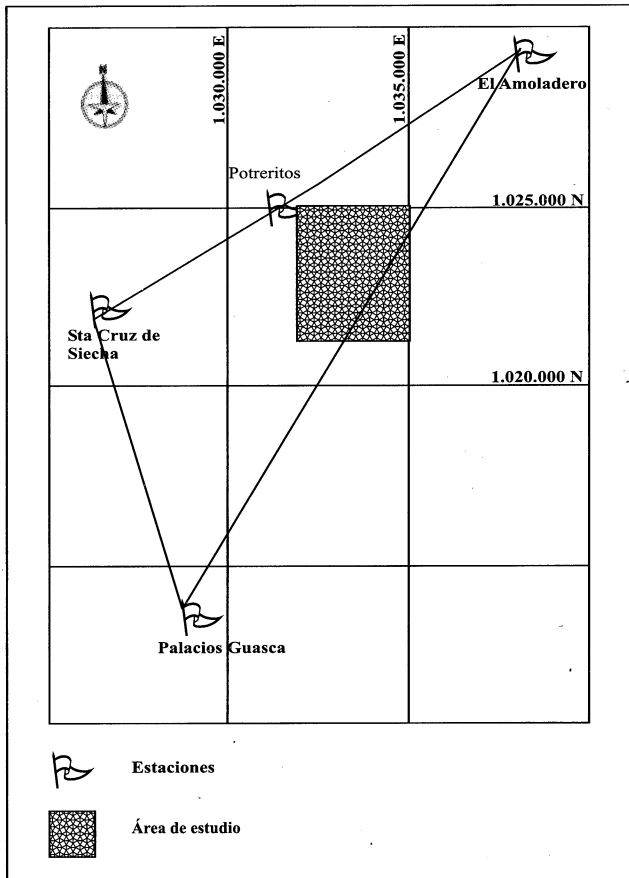


Figura 1. Localización de las estaciones seleccionadas

Algunas tipificaciones del clima de la reserva son mostradas en la **Tabla 2**.

CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA

En la reserva se encontraron 54 especies arbóreas pertenecientes a 41 géneros y 29 familias. La clasificación de la vegetación por el método TWISPAN, permitió definir dos asociaciones nuevas (**Tabla 3**).

Asociación *Ocotea callophyllae*–*Weinmannietum pinnatae*. ass nov

Levantamiento tipo: LN 13

Composición florística: Las especies características exclusivas son: *Cestrum mutisii*, *Aegiphila bogotensis*, *Styloceras laurifolium*, *Symplocos suaveolens*, *Aiouea dubia*, y *Allophyllus mollis*. Entre las especies características electivas se encuentran: *Miconia ligustrina*, *Oreopanax floribundum*, *Palicourea oblonga*, *Ruagea glabra*, *Ocotea callophylla*, *Saurauia ursina*, *Miconia ferruginea*, *Myrsine coriacea* y *Geissanthus andinus*. Las especies dominantes y diferenciales son: *Wenmannia pinnata* e *Ilex nervosa*.

Fisionomía: La comunidad esta definida por vegetación arbórea densa de individuos bien desarrollados que alcanzan alturas hasta de 38m. (**Figura 3**).

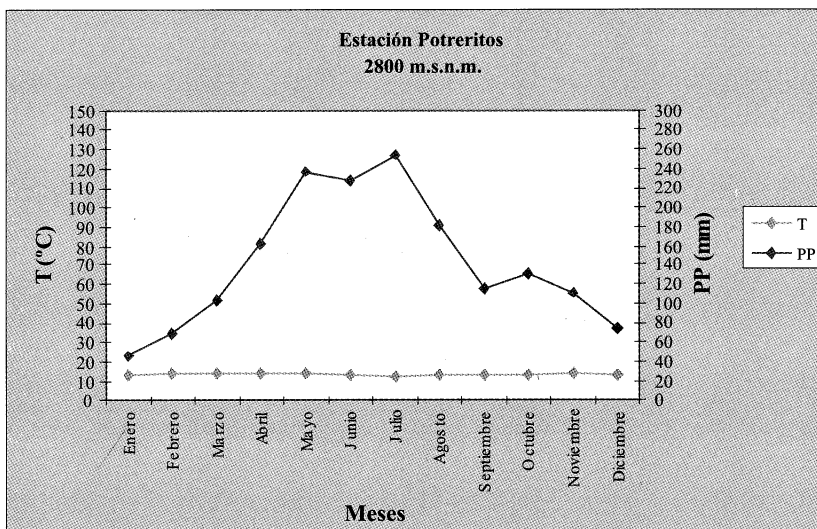


Figura 2. Diagrama Ombrotérmico, estación Potreritos.

En los estratos arbóreos se destacan *Beilschmiedia pendula* (15%), *Clusia ducu* (13%), *Weinmannia pinnata* (10%), *Hedyosmum bonplandianum* (7%) y *Centronia brachycera* (6%). En el estrato de arbolitos *Hedyosmum bonplandianum* (12%) y *Palicourea sp.* (8%) sobresalen por su cobertura. En los estratos arbustivo y herbáceo leñoso sobresalen *Palicourea sp.* (5%) y *Piper sp.* (4%) respectivamente.

TABLA 2. Clasificaciones climáticas y de vegetación de la zona de estudio

Clasificación	Clima	Variables
Cuatrecasas	Selva Andina	Altitud (2000 - 3000m.s.n.m.)
Holdridge	bh - Mb	Altitud (2000 - 3000m.s.n.m.) Precipitación (1000 - 200mm)
Caldas	Frío	Altitud (2001 - 3000m.s.n.m.) Temperatura (12 - 17.5°C)
Köppen	Gwi	Altitud: 1800 - 2800 Temperatura: 12 - 18°C
Lang	Húmedo	Relación P/T (100.1 - 160)

TABLA 3. Composición Florística de las asociaciones **Ocoteo callophyllae – Weinmannietum pinnatae** y **Clusio multiflorae – Weinmannietum balbisianae** en la Reserva Forestal Cárpatos (Guasca-Cundinamarca).

Levantamiento Altitud (msnm) Area (m²) Nº Especies	<i>Ocoteo callophylla - Weinmannietum pinnatae</i>								<i>Clusio multiflorae - Weinmannietum balbisianae</i>						
	LN8 2620 1000 26	LN13 2730 1000 34	LN12 2770 1000 32	LN3 2800 1000 35	LN1 2730 1000 18	LN14 2740 1000 24	LN4 2740 1000 29	LN5 2730 1000 25	LN7 2755 1000 29	LN6 2840 1000 27	LN10 2920 1000 28	LN9 2820 1000 27	LN2 2760 1000 22	LN11 2770 1000 35	
ESPECIES DE AMPLIA DISTRIBUCIÓN															
<i>Hedyosmum bomplandianum</i>	5,3	18,8	27,7	6,7	5,3	15,7	27,0	15,	17,9	9,9	6,3	30,8	6,8	11,1	
<i>Clusia ducu</i>		11,0	25,7	29,8	16,0	13,0	6,0		8,3	26,0	7,0	7,2	8,6	1,1	
<i>Beilschmiedia pendula</i>	10,5	8,7	3,7	22,4	9,1	8,5	4,0	7,3	4,5	7,0	3,6	2,0	18,7	19,2	
<i>Nectandra mollis</i>	0,4	11,7	5,8	3,2	4,8	9,6	5,9	6,7	5,0	17,4	8,3	13,2	8,1	17,0	
<i>Palicourea lineariflora</i>	1,7	1,3	4,4	7,0	0,6	8,3	19,0	9,6	8,6	30,6	7,8	8,7		7,2	
<i>Weinmannia pinnata</i>	15,8	3,2	32,3	14,4	1,8	1,2	26,0	11,8				1,2	2,0	2,3	
<i>Weinmannia balbisiana</i>		0,4	3,6	0,6	0,3		1,0		44,3	3,2	23,4	17,6	0,3	12,5	
<i>Brunellia integrifolia</i>			1,3	7,2	1,3	1,6		7,1	6,1	2,4	23,0	21,2	5,0	1,2	
<i>Nectandra sp.</i>	9,0	5,4	5,0	1,2	2,4	1,6	6,0	13,5	2,2	0,8	0,8	0,2	7,5	0,7	
<i>Centronia brachycera</i>	1,0	8,7	3,5	0,3	8,6	7,3	3,0	16,7	5,5	2,0	1,5	2,8	2,0	4,2	
<i>Symplocos rigidissima</i>		3,0	3,8	6,8	5,0	2,1	1,0	0,2	13,9	4,8	7,8	9,6	1,7	0,8	
<i>Astinea scutigera</i>	0,3	11,5	12,2	0,1	2,6	2,1	2,5	11,8	4,5	1,5		2,5	6,3	1,8	
<i>Endlicheria sp.</i>	6,4	0,1	0,7	3,6	3,2	1,5	3,0	1,8	0,6	5,3	12,6	8,0	0,9	5,0	
<i>Hyeronima ruffa</i>		0,1	0,3	5,8	5,7	6,0	5,0	1,2	3,0	5,8	0,3	0,4	4,2	4,0	
<i>Piper bogotensis</i>	1,8	9,8	11,8	1,2	2,9	0,2		1,9	4,3	0,1	0,7	0,5		0,9	
<i>Strax davillifolius</i>	0,8	2,0		4,9	6,0		2,8		1,9	0,7	4,1	5,2	2,9	3,2	
<i>Myrsine guianensis</i>		0,6	1,3	1,0		2,5	3,0	0,1	4,2	9,8	7,8	1,3		1,0	
<i>Clethra lanata</i>	0,4	9,1	0,7	0,4		1,4	0,1	0,5	1,9	0,04	0,8	0,6	11,0	0,1	
<i>Cyathia sp.</i>		1,6	4,1	1,4		3,8	1,3		0,6		1,5	0,1	0,6	0,6	
<i>Miconia elaeoides</i>	0,4	1,5	1,0	0,1		0,5	4,0	0,4	1,0	0,1	0,02	0,3		2,1	
ESPECIES EXCLUSIVAS, ELECTIVAS Y DIFERENCIALES DE LA ASOCIACIÓN: <i>Ocoteo callophylla - Weinmannietum pinnatae</i>															
<i>Ocotea callophylla</i>	0,8	7,2	0,8	4,9	8,0	5,3	4,0	19,8		1,6				4,0	
<i>Aiouea dubia</i>		1,4	5,0	14,4	2,4	2,1	1,0	6,4		1,8					
<i>Palicourea sp.</i>	7,4	33,0	17,9	0,6				3,8			0,1	0,5		2,4	
<i>Syloceras laurifolium</i>	3,8	0,3		1,5			18,0								
<i>Ruarea glabra</i>	2,4	3,7	5,2	3,5			6,0	2,3						3,4	
<i>Miconia ferruginea</i>	2,5	0,8	7,6	3,0	1,6		3,0				3,0			2,5	
<i>Symplocos suaveolens</i>		6,0		7,0											
<i>Geissanthus andinus</i>		6,3	2,2					0,6	1,4					0,2	
<i>Myrsine coriacea</i>	0,1	0,4	0,0	4,3		0,1					0,0			0,6	
<i>Saurauia urstina</i>	1,5	0,4	0,2	2,4					0,7						
<i>Ilex nervosa</i>	0,6	0,0	0,1	0,0			1,8								
<i>Miconia ligustrina</i>		0,8						0,2						0,1	
<i>Oreopanax floribundum</i>	0,3	0,1	0,5					0,3						0,3	
<i>Miconia sp.</i>		0,2							0,2						
ESPECIES EXCLUSIVAS, ELECTIVAS Y DIFERENCIALES DE LA ASOCIACIÓN: <i>Clusio multiflorae - Weinmannietum balbisianae</i>															
<i>Clusia multiflora</i>				2,0			7,0	0,02		21,6	31,5	15,0	11,1	2,5	7,2
<i>Podocarpus oleifolius</i>										0,8	7,5	1,8	5,0	9,0	
<i>Geonoma weberbaueri</i>			0,2	1,3				1,0		0,2	6,7	8,6	8,3		
<i>Ceroxylon andicola</i>											0,3	9,8	1,3		
<i>Weinmannia tomentosa</i>										4,4		2,8		1,4	
<i>Cinchona officinalis</i>												1,3			
<i>Drimys granadensis</i>									0,9	4,2				0,3	
<i>Freziera sericea</i>												1,4		2,4	
<i>Persea multisi</i>													0,3	1,4	
<i>Gordonia fruticosa</i>											0,3	0,8			
<i>Cavendishia cordifolia</i>									0,7		0,1				
OTRAS ESPECIES PRESENTES															
<i>Prunus integrifolia</i>				0,2						13,0		18,7			
<i>Cestrum mutisi</i>	2,4		3,2												
<i>Clethra faujouxi</i>	3,5								1,2						
<i>Allophylus mollis</i>							4,0	0,0							
<i>Aegiphila bogotensis</i>	3,5	0,3													
<i>Aiouea sp.</i>														3,2	
<i>Solanum ovalifolium</i>	1,0														
<i>Clusia sp.</i>				0,8											
<i>Cordia lanata</i>													0,8		

Los valores que se incluyen en la tabla corresponden a la cobertura relativa por especie

Ecología: Se desarrolla sobre suelos extremadamente ácidos (pH promedio de 4.2), de textura FAr- Ar; con niveles bajos de P y K y una CIC media. Se encuentra entre 2620 a 2800 m.s.n.m., en sitios con pendiente promedio de 55%, ubicada en zonas de laderas bajas. Sus especies presentan gremios ecológicos con dominancia esciófita parcial.

Asociación *Clusia multiflorae*– *Weinmannietum balbissianae*. ass nov

Levantamiento tipo: LN 10

Composición florística: Las especies características exclusivas son: *Gordonia fruticosa*, *Ceroxylon andicola*, *Weinmannia tomentosa*, *Cavendishia cordifolia*, *Cichona officinalis*, *Freziera sericea*,

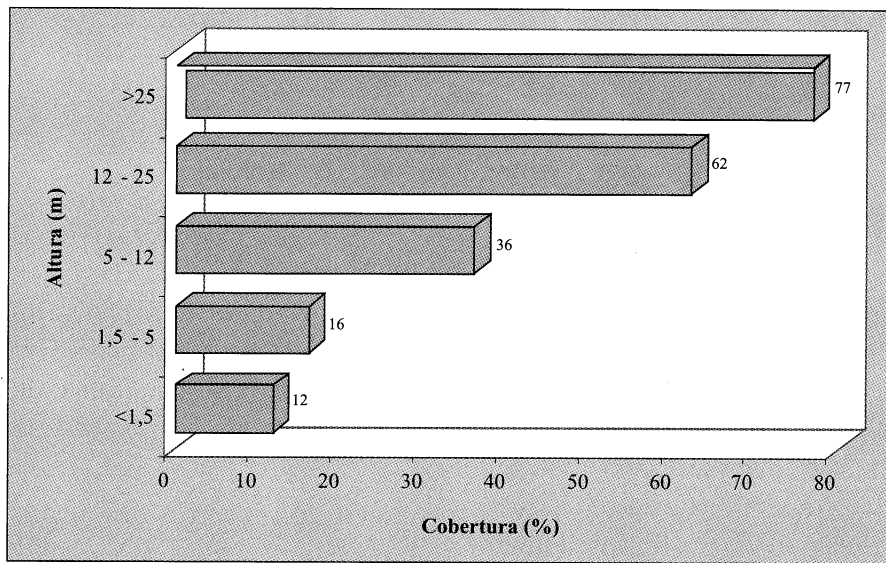


Figura 3. Diagrama estructural de la asociación *Ocoteo callophyllae* – *Weinmannietum pinnatae*

Drymis granadensis y *Persea mutisi*. Entre las especies características electivas se encuentran: *Geonoma weberbaueri* y *Clusia multiflora*. Las especies dominantes y diferenciales son: *Podocarpus oleifolius*, *Brunellia integrifolia* y *Weinmannia balbissiana*.

Nectandra mollis (6%). En el estrato de arbolitos abundan *Hedyosmum bonplandianum* (14%) y *Weinmannia pinnata* (14%). En los estratos arbustivo y herbáceo leñoso se destacan *Palicourea lineariflora* (6%) y *Geonoma weberbaueri* (1.5%)

Fisionomía: La comunidad está definida por vegetación arbórea densa de individuos bien desarrollados que alcanzan hasta 32m (Figura 4).

Ecología: Se encuentra entre 2755 a 2920 m.s.n.m., con pendiente promedio de 75%, ubicada en las cimas de las montañas principalmente, y/o en laderas altas. Los suelos son de textura FAr a Ar, extremadamente ácidos con pH promedio de 4.1, con niveles bajos en P, medios en K y una CIC alta; sus especies presentan gremios ecológicos con dominancia esciófita parcial.

En los estratos arbóreos se destacan *Clusia multiflora* (20%), *Weinmannia balbissiana* (11%), *Brunellia integrifolia* (10%), *Clusia ducu* (7%) y

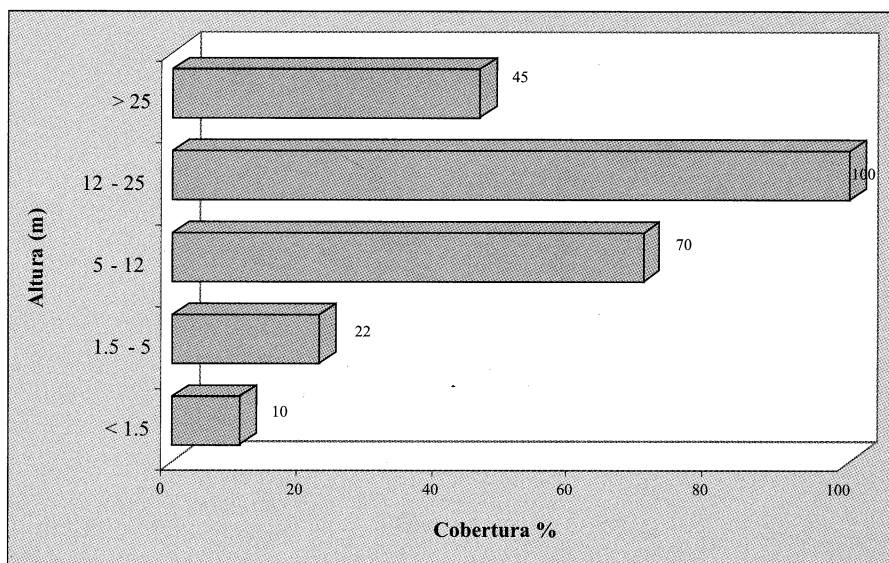


Figura 4. Diagrama estructural de la asociación *Clusio multiflorae*- *Weinmannietum balbissianae*

ESTRUCTURA

Asociación *Ocoteo callophyllae*-*Weinmannietum pinnatae*. *ass nov*

Altura: El 46% de los individuos presenta alturas entre los 5.5m y 11.5m, mientras que el 18% son mayores a 25m. En el diagrama de perfil (Figura 5) se puede observar el gran desarrollo fisionómico de la vegetación arbórea presente en la asociación (levantamiento tipo 13); igualmente se observa la presencia de tres estratos, aunque domina el estrato superior.

Cobertura: El 72% de los individuos tienen coberturas entre 0.5 y 20m²; existen muy pocos individuos (1%) con coberturas mayores a 100m².

Estructura Diamétrica: La distribución diamétrica es en forma de jota invertida (Figura 6), donde la clase más baja (7-17cm) incluye el mayor número de individuos (41.6%) y la más alta (97-107cm) incluye tan solo un individuo (0.14%). Esta distribución es típica de bosques maduros disetáneos con poca intervención (Lamprecht, 1990).

Índices Estructurales: La evaluación de los índices de Predominio Fisionómico (IPF), Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Ampliado (IVIA) permitió identificar un grupo de especies que son estructuralmente las más importantes dentro de esta asociación. (Tabla 4)

Asociación *Clusio multiflorae*- *Weinmannietum balbissianae*. *ass nov*

Altura: Según la distribución de alturas el 44% de los individuos adultos de esta asociación presentan una altura entre los 5.5m y 8m. El 6.5% de los individuos presenta alturas superiores a 25m. En el diagrama de perfil (Figura 7) se observa el desarrollo fisionómico de la vegetación arbórea presente en la asociación (levantamiento tipo 10), la presencia de tres estratos y el alto número de individuos de *G. weberbaueri* presentes en el estrato inferior.

Cobertura: El 71% de los individuos presentan una cobertura entre 0.12 - 14m². Solamente el 1% de los individuos presentan coberturas \geq 98m².

Estructura diamétrica: La distribución diamétrica es en forma de jota invertida irregular (Figura 8), ya que la primera clase ($4 \geq 10$ cm) incluye

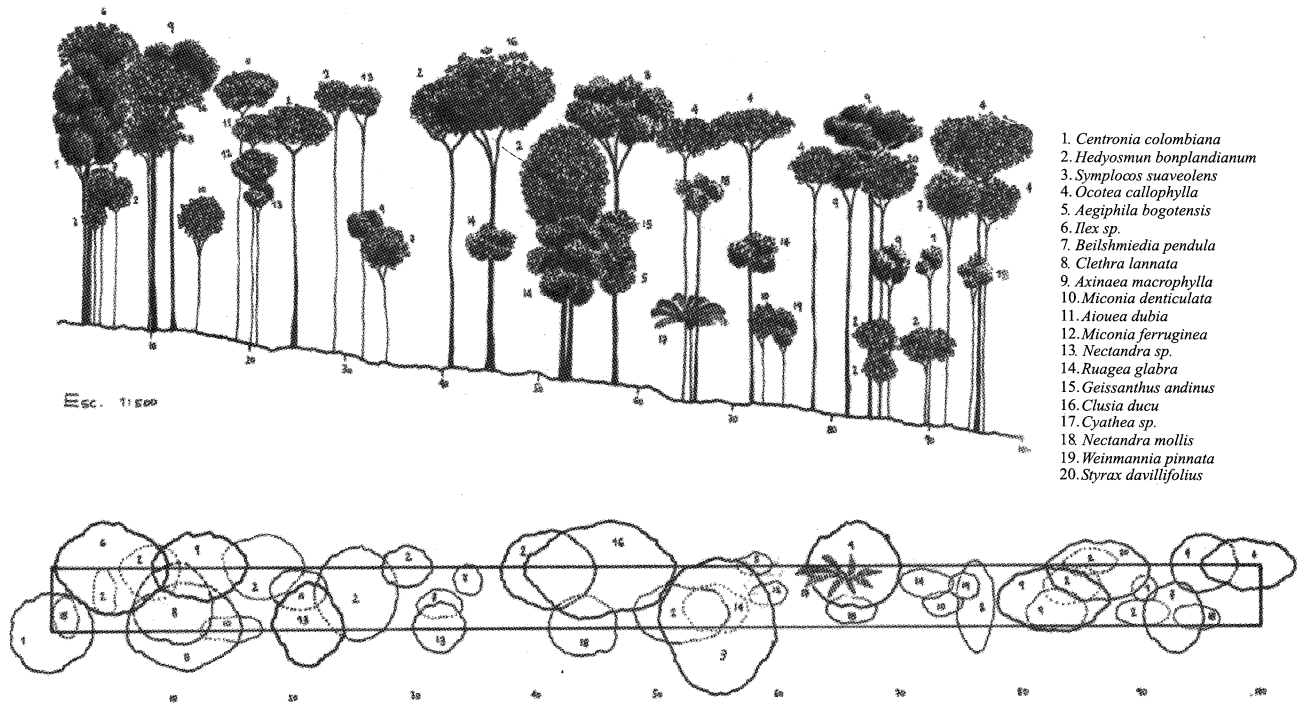


Figura 5. Perfil de vegetación de la asociación *Ocotea callophyllae* – *Weinmannietum pinnatae* (levantamiento tipo LN13).

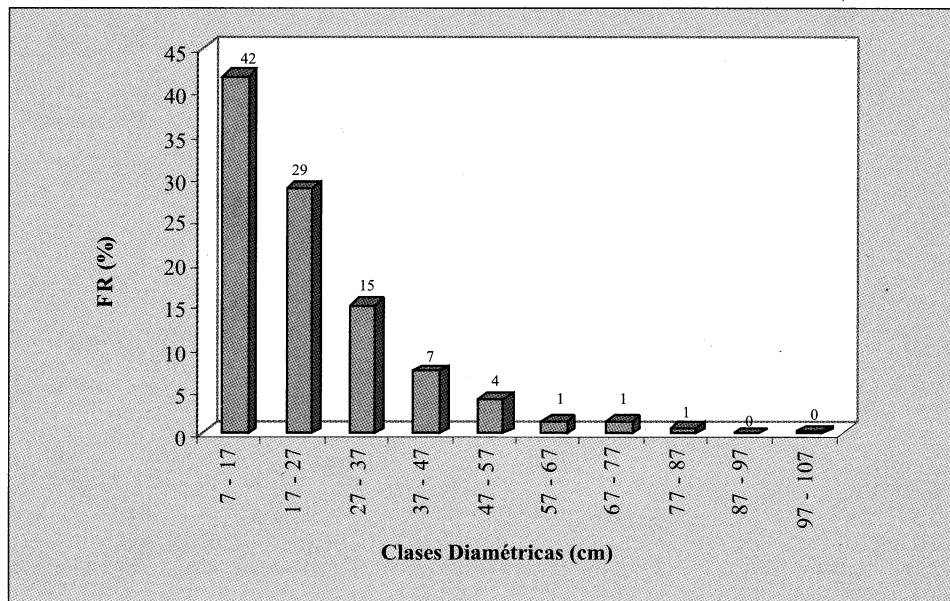


Figura 6. Distribución del número de individuos en clases diamétricas en la asociación *Ocotea callophyllae* – *Weinmannietum pinnatae*.

exclusivamente individuos pertenecientes a especies como *Geonoma weberbaueri* y *Cyathea* sp.. Las siguientes clases por el contrario presentan una reducción progresiva que semeja perfectamente

una distribución exponencial, que es típica de bosques maduros de edad diferente, con poca intervención (Lamprecht. 1990).

TABLA 4. Especies más importantes según índices estructurales para la asociación *Clusio multiflorae-Weinmannietum balbisaniae*

I.P.F. (%)	I.V.I. (%)	I.V.I.A. (%)
<i>Hedyosmum bonplandianum</i> (14)	<i>Hedyosmum bonplandianum</i> (11.5)	<i>Beilschmiedia pendula</i> (10.5)
<i>Beilschmiedia pendula</i> (13)	<i>Beilschmiedia pendula</i> (11)	<i>Hedyosmum bonplandianum</i> (9)
<i>Clusia ducu</i> (8)	<i>Clusia ducu</i> (7)	<i>Centronia colombiana</i> (7)
<i>Weinmannia pinnata</i> (8)	<i>Weinmannia pinnata</i> (6.5)	<i>Nectandra mollis</i> (6.5)
<i>Palicourea sp.</i> (6)	<i>Nectandra mollis</i> (5.5)	<i>Palicourea lineariflora</i> (5.5)

Índices Estructurales: La evaluación de los índices de Predominio Fisionómico (IPF), Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Ampliado (IVIA) permitió definir las especies más importantes estructuralmente en la asociación (Tabla 5).

DIVERSIDAD

Asociación *Ocoteo callophyllae-Weinmannietum pinnatae*

En esta asociación se inventariaron 2410 individuos, pertenecientes a 43 especies de 32 géneros y

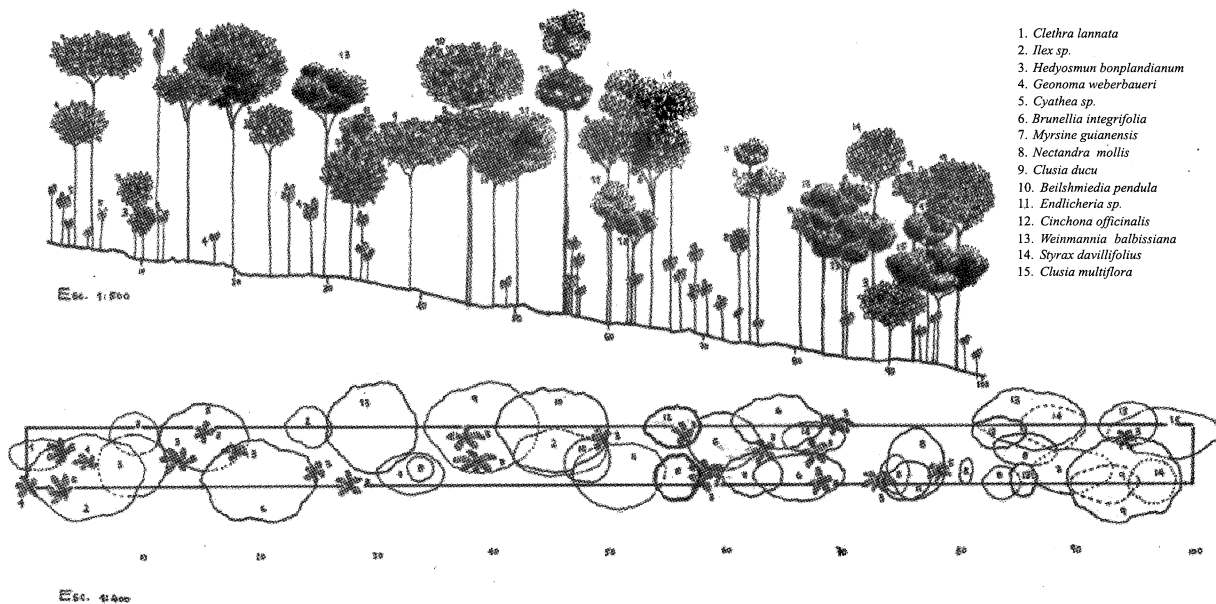


Figura 7. Perfil de vegetación de la asociación *Clusio multiflorae- Weinmannietum balbisaniae* (levantamiento tipo LN10).

24 familias. Las familias que incluyen mayor número de individuos son Lauraceae (24%), Melastomataceae (20%) y Rubiaceae (20%); en relación al número de especies, son Lauraceae (6) y Melastomataceae (4) las familias de mayor relevancia.

En el estrato arbóreo superior, se encontraron 18 familias y 29 especies que representan 67% del total de especies encontradas en la asociación. El estrato arbóreo inferior cuenta con 19 familias y 33 especies, que representan un 77% del total de especies encontradas. Las familias más

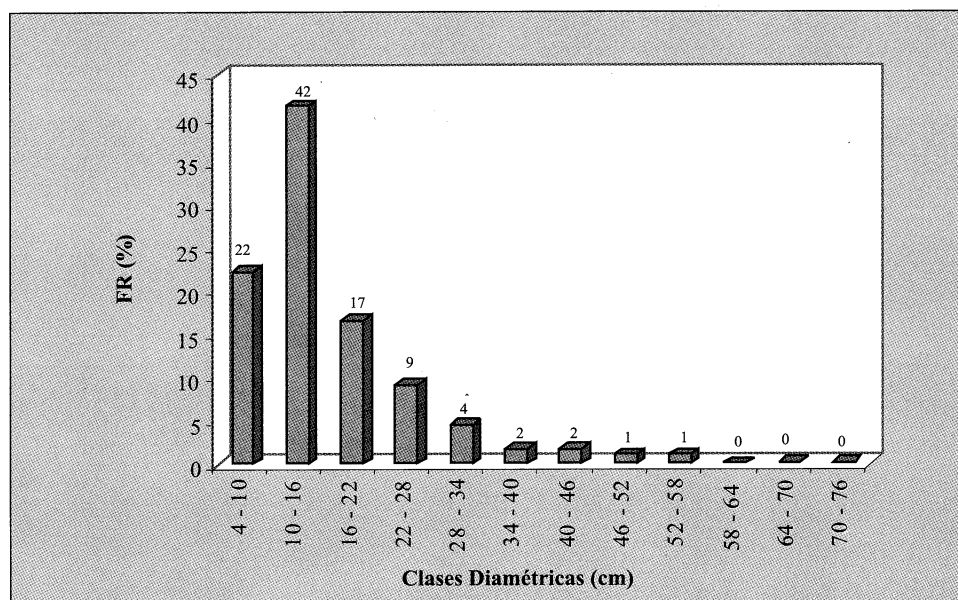


Figura 8. Distribución del número de individuos en clases diamétricas para la asociación *Clusio multiflorae*-*Weinmannietum balbissiana*.

representativas según número de individuos y especies en los estratos arbóreos se señalan en la **Tabla 6**.

Lauraceae es la familia que obtuvo el mayor IVF en la asociación (**Figura 9**), demostrando el gran valor ecológico que tiene ésta en los bosques montanos neotropicales.

TABLA 5. Especies más importantes según índices estructurales para la asociación *Clusio multiflorae*-*Weinmannietum balbissiana*.

I.P.F. (%)	I.V.L. (%)	I.V.I.A. (%)
<i>Weinmannia balbissiana</i> (12)	<i>Geonoma weberbaueri</i> (9.5)	<i>Geonoma weberbaueri</i> (10)
<i>Hedyosmum bonplandianum</i> (9)	<i>Weinmannia balbissiana</i> (7.5)	<i>Weinmannia balbissiana</i> (9)
<i>Beilschmiedia pendula</i> (8)	<i>Beilschmiedia pendula</i> (7.5)	<i>Beilschmiedia pendula</i> (6.5)
<i>Nectandra mollis</i> (7.5)	<i>Brunellia integrifolia</i> (7)	<i>Brunellia integrifolia</i> (6)
<i>Brunellia integrifolia</i> (7)	<i>Nectandra mollis</i> (6)	<i>Nectandra mollis</i> (6)

Los índices de riqueza y de diversidad se determinaron únicamente con individuos de DAP ≥ 10 cm y palmas adultas (Estípites con altura ≥ 2.5 m) (**Tabla 7**).

Asociación *Clusio multiflorae*-*Weinmannietum balbissiana*

En esta asociación se inventariaron 833 fustales, 763 latizos y 645 brinzales, en total 2241 individuos pertenecientes a 47 especies de 35 géneros y 24 familias. Las familias que incluyen mayor número

de individuos son Lauraceae (18%), Rubiaceae (14%), Melastomataceae (12%) y Cunoniaceae (12%); en relación al número de especies, las familias de mayor relevancia son Lauraceae (9), Melastomataceae (6) y Arecaceae, Cunoniaceae y Myrsinaceae con 3 especies cada una.

En el estrato arbóreo superior, se encontraron 12 familias y 19 especies que representan un 40.4% del total de especies encontradas en la asociación. El estrato arbóreo inferior cuenta con 20 familias

TABLA 6. Número de individuos y de especies de las familias más representativas en los estratos arbóreos de Ocoteo callophyllae – Weinmannietum pinnatae.

ESTRATO ARBOREO SUPERIOR				
Familias	Nº Individuos	Nº Especies	% Esp estrato	% Esp Total
Lauraceae	86	6	21	14
Melastomataceae	16	4	14	9
Clusiaceae	17	2	7	5
Myrsinaceae	2	2	7	5

ESTRATO ARBOREO INFERIOR				
Familias	Nº Individuos	Nº Especies	% Esp estrato	% Esp Total
Lauraceae	139	6	18	14
Melastomataceae	68	4	12	9
Clusiaceae	12	3	9	7
Myrsinaceae	15	3	9	7

% Esp. Estrato: Porcentaje de las especies presentes en el estrato

%Esp. Total: Porcentaje de las especies encontradas en la reserva

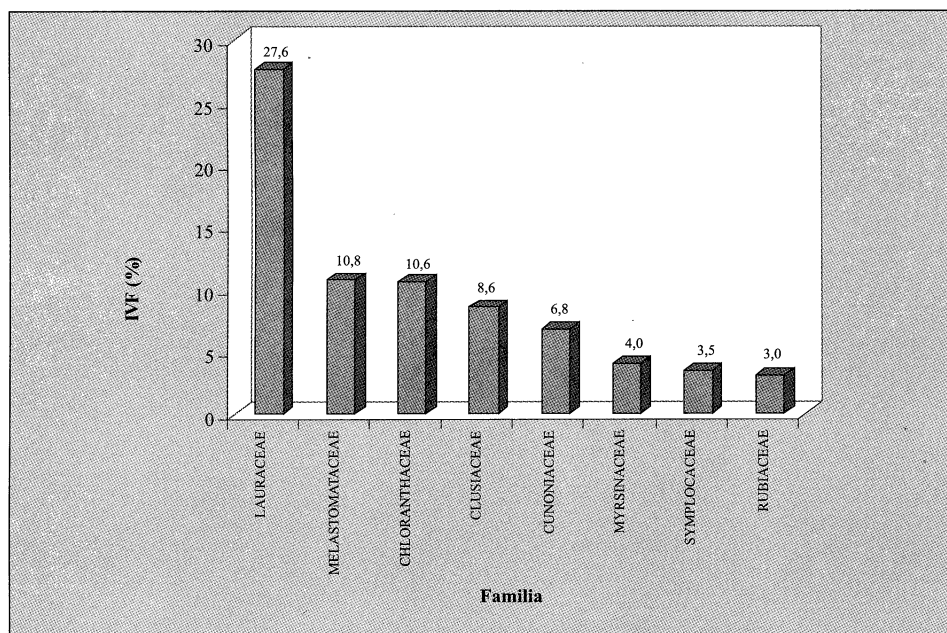


Figura 9. Familias con mayor IVF% (Índice de valor de importancia para familias relativo), en la asociación Ocoteo callophyllae – Weinmannietum pinnatae.

y 38 especies, que representan un 81% del total de especies encontradas en la asociación. Las familias más representativas según número de individuos y especies en los estratos arbóreos se señalan en la **Tabla 8**.

Para *Clusio multiflorae*– *Weinmannietum balbisianae*, como se observa en la **Figura 10**, Lauraceae es la familia que obtuvo el mayor IVF, el cual supera ampliamente el registrado por otras familias representativas en el bosque.

TABLA 7. Índices de Riqueza y diversidad calculados para la asociación Ocoteo callophyllae – Weinmannietum pinnatae.

TIPO	ÍNDICES	VALOR
Riqueza	Margalef	6.12
	Menhinick	1.56
	Cociente de Mezcla	1:17
	Índice generalítico específico (IGE)	0.58
	Índice generalítico por comunidad (IGC)	0.78
Alfa Diversidad	Shannon - Weaver	3.02
	Simpson	0.93
	Berger-Parker	0.88
Beta Diversidad	Jaccard (Cj)	0.61
	Coeficiente Sorenson (Cs)	0.76
	Porcentaje de Disimilitud (PD)	53.8
	Porcentaje de Remotidad (PR)	97

Los índices de riqueza y de diversidad calculados con los individuos de $DAP \geq 10\text{cm}$ y palmas adultas (Estipe con altura $\geq 2.5\text{m}$) se resumen en el siguiente cuadro (**Tabla 9**).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la reserva Cárpatos, la influencia del clima sobre el desarrollo de la vegetación, se evidencia claramente en su estructura y fisionomía. En las zonas más altas, expuestas directamente a la acción

de vientos y oscilaciones térmicas, se presentan árboles de menor tamaño a los registrados en las zonas bajas, con fustes retorcidos y ramificados, y un aumento en las coberturas de los estratos bajos; estos resultados confirman la gradación reportada por Cuatrecasas (1958), Grubb (1977), Cleef *et al.* (1984), Rangel y Lozano (1986) y Gentry (1988; 1992).

Las características estructurales de cada una de las asociaciones reflejaron diferencias significativas,

TABLA 8. Número de individuos y de especies de las familias más representativas en los estratos arbóreos de *Clusio multiflorae*– *Weinmannietum balbisianae*.

ESTRATO ARBÓREO SUPERIOR				
Familias	Nº Individuos	Nº Especies	% Esp estrato	% Esp Total
Lauraceae	32	5	26	11
Clusiaceae	15	2	11	4
Cunoniaceae	6	2	11	4
Melastomataceae	5	2	11	4
ESTRATO ARBÓREO INFERIOR				
Familias	Nº Individuos	Nº Especies	% Esp estrato	% Esp Total
Lauraceae	131	8	20	17
Cunociaceae	62	3	8	6
Melastomataceae	23	3	8	6
Myrsinaceae	11	3	8	6

% Esp. Estrato: Porcentaje de las especies presentes en el estrato

%Esp. Total: Porcentaje de las especies encontradas en la reserva

Autores, 2003

por una parte el número promedio de individuos (con DAP >10cm y palmas con estípite >2.5m de altura) en *Ocoteo calophyllae-Weinmannietum pinnatae* es de 86.5/0.1ha, mientras que en *Clusio multiflorae-Weinmannietum balbisianae* es de 139/0.1ha, aumentando en 50% en tan solo una diferencia altitudinal de 130 msnm.

En relación a la altura, la asociación *Ocoteo calophyllae-Weinmannietum pinnatae* presenta un dosel más desarrollado, donde el 18% de los individuos registran alturas >23m con valores máximos de 38m, a diferencia de *Clusio multiflorae-Weinmannietum balbisianae* que cuenta con un

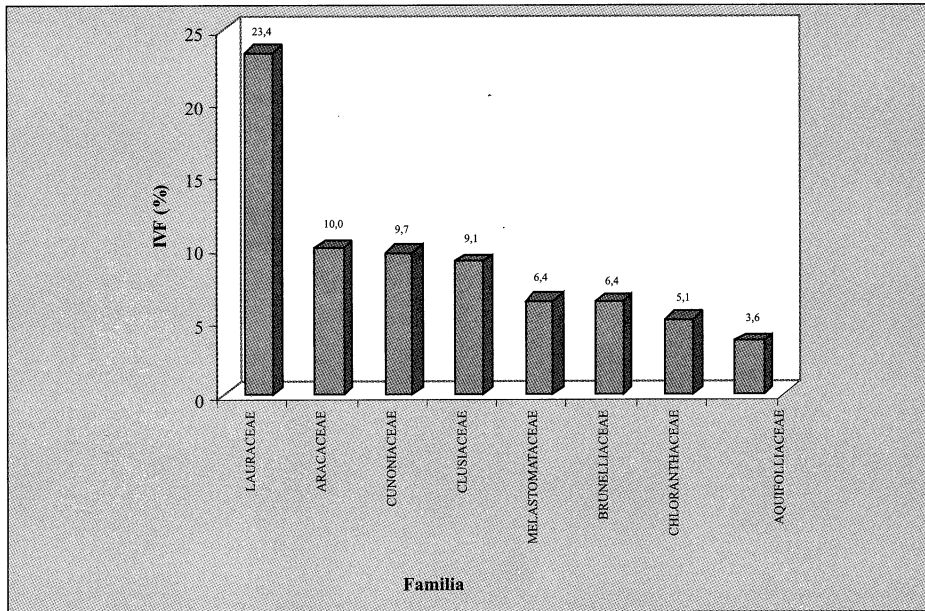


Figura 10. Especies de mayor IVF% (Índice de valor de importancia para familias relativo), en la asociación *Clusio multiflorae-Weinmannietum balbisianae*.

TABLA 9. Índices de Riqueza y diversidad calculados para la asociación *Clusio multiflorae-Weinmannietum balbisianae*.

TIPO	ÍNDICES	VALOR
Riqueza	Margalef	5.95
	Menhinick	1.42
	Cociente de Mezcla	1:20
	Índice generalítico específico (IGE)	0.58
	Índice generalítico por comunidad (IGC)	0.76
Alfa Diversidad	Shannon	2.87
	Simpson	0.91
	Berger-Parker	0.78
Beta Diversidad	Jaccard (Cj)	0.61
	Coefficiente Sorenson (Cs)	0.76
	Porcentaje de Disimilitud (PD)	53.8
	Porcentaje de Remotidad (PR)	97

7% del total de individuos con alturas >23m, alcanzando máximos de 32m.

Las comunidades de bosque andino reportadas por Rangel (1991) *Clusio multiflorae*–*Weinmannietum pinnatae* (2700msnm) y *Hesperomeles laguginosa* con *Hedyosmum huilense* (3500msnm), registran alturas hasta de 20m y 30m respectivamente, mientras que las asociaciones encontradas en la reserva forestal Cárpatos presentan tallas superiores, ya que las alturas registradas alcanzan máximos de 32 y 38m.

La distribución de coberturas presentó para las dos asociaciones una forma exponencial negativa, sin embargo se evidencian marcadas diferencias entre las dos asociaciones; mientras que *Ocoteo callophyllae*-*Weinmannietum pinnatae* presenta una cobertura relativa para el estrato arbóreo superior de 77%, mayor que la del arbóreo inferior con 62%; en *Clusio multiflorae*-*Weinmannietum balbisianae* sucede lo contrario, puesto que existe una mayor cobertura relativa en el estrato arbóreo inferior (100%) que en el estrato arbóreo superior (45%).

Comparando las coberturas relativas de diferentes estudios realizados en la región andina (Rangel 1991), con los obtenidos para la Reserva Cárpatos, se observa el mayor desarrollo fisionómico de los estratos arbóreos en la zona de estudio (**Tabla 10**).

Las distribuciones diamétricas muestran tendencias en «J» invertida típica de bosques poco intervenidos, sin embargo en *Clusio multiflorae*-*Weinmannietum balbisianae* el primer intervalo de clase, no alcanza a superar en número de individuos la segunda clase; lo cual se explica por la alta abundancia de individuos de palmas de *Geonoma weberbaueri* que presentan diámetros entre 4 y 10cm.

A partir del cálculo de los índices estructurales, se identificó un grupo de especies que domina estructuralmente (Ver **Tablas 4 y 5**), considerándose posiblemente como las especies de mayor importancia ecológica, ya que siempre registran los valores más altos independientemente del índice que se calcule.

Aunque mucho menos diversos, los bosques montanos altos de entre 2500 y 3000m no son muy diferentes en composición florística de los bosques de elevación media (Gentry, 2001); los resultados obtenidos para Cárpatos se confirman con lo citado por Gentry (2001) y Rangel (1991), al establecer que Lauraceae es la familia de plantas leñosas más rica en especies en casi todos los bosques andinos entre 1500 y 2900m de elevación seguida por la familia Melastomataceae y en menor representación Myrsinaceae, Aquifoliaceae, Araliaceae, Clusiaceae entre otras.

El cálculo de los índices de riqueza y diversidad para las dos asociaciones, señalan valores cercanos

TABLA 10. Valores de la cobertura (%) en transectos de las cordilleras andinas

	Sitio	As	Ai	Ar	ar
REGION ANDINA franja media	Transecto Parque de los Nevados. Vertiente Occidental.	-	70	62	18
	Transecto Parque de los Nevados. Vertiente Oriental.	-	82	45	20
	Transecto Buritaca La Cumbre S.N. de Santa Marta.	-	80	60	30
	Puracé	55	40	30	35
	Cárpatos (Cund, 2710msnm)	77	62	36	16
	Cárpatos (Cund, 2840msnm)	45	100	69	22

As: Arbóreo superior Ai: Arbóreo inferior Ar: Arbolitos ar: Arbustivo

Fuente Rangel (1991), modificado por los autores.

entre ellas, aunque se puede observar que la asociación *Ocoteo callophyllae* - *Weinmannietum pinnatae* presenta los más altos. Sería interesante comparar el valor de estos índices con los obtenidos por otros autores en ecosistemas similares. Sin embargo es necesario contar con un patrón que establezca los elementos base y las condiciones bajo las cuales se deben calcular los índices; ya que al momento de realizar comparaciones, aspectos como el área de muestreo, los biotipos incluidos (arbóreo, arbustivo, herbáceo) y las categorías de tamaño, cumplen un papel fundamental en el resultado final.

CONCLUSIONES

- En la Reserva Forestal Cárpatos, se definieron florísticamente dos asociaciones, *Ocoteo callophyllae* - *Weinmannietum pinnatae* y *Clusio multiflorae* - *Weinmannietum balbisiana*. Las cuales presentan diferencias en factores ambientales como altitud, pendiente, fisiografía y suelos.
- Cada una de las asociaciones definidas, tiene una estructura fisionómica característica, que obedece principalmente al gradiente altitudinal. Al contemplar las variables de altura, cobertura, estructura diamétrica y área basal, se concluye que *Ocoteo callophyllae* - *Weinmannietum pinnatae* (2700msnm), es la asociación que presenta un mayor desarrollo fisionómico, mientras que *Clusio multiflorae* - *Weinmannietum balbisiana* (2840msnm), presenta un mayor número de individuos y valores altos de cobertura relativa en los estratos menores.
- Para ambas asociaciones, la distribución en clases de alturas, coberturas y número de individuos, describió tendencias exponenciales negativas (jota invertida). Para el caso particular de la distribución diamétrica, la tendencia en jota invertida, ha sido señalada como una distribución típica de los bosques naturales neotropicales (Lamprecht, 1990; Bockor, 1979).
- En la reserva forestal Cárpatos, se encontraron 54 especies arbóreas, pertenecientes a 41 géneros y 29 familias. Para individuos con DAP > 10cm, en *Ocoteo callophyllae* - *Weinmannietum pinnatae* se registraron 41 especies, de 32 géneros y 24 familias; en *Clusio multiflorae* - *Weinmannietum balbisiana* se encontró igual número de especies y de géneros, representados en 22 familias.
- Lauraceae, es la familia con mayor IVF en ambas asociaciones, las demás familias presentan valores alejados. La dominancia de esta familia es señalada también por Gentry (1986; 1993; 2001), Rangel (1991), y Cuatrecasas (1958). Las demás familias que registran valores altos de IVF, son también presentadas por los mismos autores como importantes florística y estructuralmente en los bosques andinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BOCKOR, I. 1979. Analyse von Baumartenzusammensetzung und Bestandesstrukturen eines andinen Wolkenwaldes in Westvenezuela als Grundlage zur Waldtypengliederung. Diss. Göttingen.

CALDAS, F. J. 1951. Memorias sobre la nivelación de las plantas que se cultivan en la vecindad del Ecuador, Rev. ac. col. cs. ex. fis. nat. 8:168-172.

CLEEF, A. M., J. O. RANGEL. VAN DER HAMMEN Y R. JARAMILLO. 1984. La vegetación de las selvas del transecto Buritaca – La Cumbre, Sierra Nevada de santa Marta. En T. Van der Hammen y P. Ruiz, La sierra Nevada de Santa marta (Colombia) Transecto Buritaca La Cumbre.

Berlín. Estudios de ecosistemas tropandinos. J. Cramer.

CORPOGUAVIO. 2000. Plan de Recuperación y Manejo Forestal, Predio Cárpatos. Bogotá. Corpoguavio.

CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Rev. Acad. Col. Cs. Ex. Fis. Nat. 10 (40):221-268.

DONSON, C. & GENTRY, A. 1991. Biological extinction in western Ecuador. Ann. Missouri Bot. Gard.

GAUSSEN, H. 1955. Expression des milieux par des formes ecologiques colloque. Inter. CNRS.

GENTRY, A. 1988. Tree species richness of upper Amazonian forests. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA. 85:156-159.

_____. **1992.** Diversity and floristic composition of Andean forests of Perú and adjacent countries: implication for their conservation. Lima. Memorias del Museo Historia Natural.

_____. **1993.** Vistazo general a los bosques nublados andinos y a la flora de Carpanta. En Andrade, G. Carpanta, Selva Nublada y Páramo. Colombia. Fundación Natura.

_____. **2001.** Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas neotropicales. En Kappelle, M. y Brown, A. Bosques nublados del neotrópico. Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio.

GRUBB, P. 1977. Control of forest growth and distribution on wet tropical mountains with special reference to mineral nutrition. Annual Review of Ecology and Systematics 8:83-107.

HENDERSON, A.; CHURCHILL, S.P.; LUTEYN, J.L. 1991. Neotropical plant diversity. Nature 351: 21-22.

LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. República Federal Alemana. GTZ.

Mc. CUNE, B. & M. J. MEFFORD. 1997. Multivariate Analysis Ecological Data. Versión 3.17. MJM Software, Glenden Beach, Oregon, U.S.A.

RANGEL, O. 1991. Vegetación y Ambiente en tres gradientes montañosos de Colombia. Tesis de doctor. Universidad de Ámsterdam. Holanda.

_____. **& J. LOZANO-C. 1986.** Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el Volcán Puracé. Caldasia 14 (68-70). Bogotá.