

Artículo de investigación

DIVERSIDAD Y CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DE LA VEGETACIÓN NATURAL EN TRES SITIOS DE LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ D. C.

Diversity and floristic characterization of the natural vegetation of three sites in the eastern hills of Bogota, D. C.

Título corto: Diversidad y caracterización florística en cerros orientales

Palabras clave: Bogotá, cerros orientales, Colombia, composición florística, diversidad, vegetación.

Keywords: Bogotá, Colombia, cerros orientales, diversity, floristic composition, vegetation.

Edgard E. Cantillo Higuera¹

Melisa Gracia Cuéllar²

RESUMEN

Se caracterizó el componente florístico de los relictos de vegetación natural presentes en los cerros orientales de Bogotá (Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, Quebrada La Vieja y Agroparque Los Soches), a partir de un muestreo preferencial de veintiún levantamientos de 0,07 ha, distribuidos entre 2730 m y 3170 m de altura. De acuerdo con la clasificación climática de Caldas-Lang, el área presenta un clima frío semihúmedo, y según la clasificación de Holdridge, corresponde a la formación bosque húmedo-montano bajo (bh-MB). Se clasificaron siete tipos de unidades fitosociológicas dominadas por una vegetación del orden *Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae*; cuatro unidades corresponden a bosques en recuperación de la alianza *Macleonio rupestris-Weinmanion tomentosae*, y otra pertenece a la asociación *Piperi bogotensis-Miconietum squamulosae*.

El mayor número de familias, géneros y especies se encontró en el Parque Nacional, con 48 familias, 78 géneros, 101 especies; seguido por la Quebrada La Vieja, con 44 familias, 69 géneros, 87 especies, y Los Soches, con 40 familias, 63 géneros y 78 especies. Se resalta la presencia de

especies de importancia ecológica como *Dicksonia sellowiana* y *Dysopsis paucidentata*. El índice de Shannon-Weaver oscila entre 3,14 y 3,99, y el promedio para los seis tipos de vegetación es de 3,61, lo que indica que todos son diversos. Los tipos de unidades de vegetación presentan valores muy similares entre sí, sobresalen las comunidades de *Ocotea sericea* y *Weinmania tomentosa* y de *Oreopanax floribundum* y *Axinaea macrophylla*, las cuales presentan los valores más bajos en cada uno de los índices calculados.

ABSTRACT

Remnants of vegetation in the eastern hills of Bogotá (Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, Quebrada La Vieja and Agroparque Los Soches) were floristically characterized by preferentially sampling twenty surveys of 0.07 ha distributed at altitudes between 2730 m and 3170 m. According to the Caldas-Lang classification the study area has a semi-wet cold climate, and according to the Holdridge system it corresponds to lower montane moist forest. We classified seven phytosociological units, dominated by *Chusqueo scandentis - Weinmanietalia tomentosae* vegetation, four units correspond to recovering forests of a

1 Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. ecantillo@udsitrital.edu.co

2 Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. mdrive22@gmail.com

Macleanio rupestris - *Weinmanion tomentosae* vegetation alliance, and another that corresponds to the *Piperi bogotensis* - *Miconietum squamulosae* type. The greatest diversity was found in the National Park with 48 families, 78 genera and 101 species, followed by Quebrada La Vieja with 44 families, 69 genera and 87 species, and finally Agroparque Los Soches with 40 families 63 genera and 78 species. We highlight the presence of ecologically important species such as *Dicksonia sellowiana* and *Dysopsis paucidentata*. Shannon - Weaver index values range between 3.14 and 3.99 and the average for the six vegetation types was 3.61. Vegetation units had very similar values, but the *Ocotea sericea*-*Weinmania tomentosa* and *Oreopanax floribundum*-*Axinaea macrophylla* communities had the lowest.

INTRODUCCIÓN

Colombia tiene una extensión continental de 114 174 800 ha, que representan aproximadamente 0,7% de la superficie continental mundial. En esta área se encuentra el 10% de la biodiversidad mundial, la cual juega un papel estratégico en el desarrollo nacional y en las oportunidades futuras de desarrollo sostenible (Ministerio de Medio Ambiente, Dirección Nacional de Planeación, Instituto Alexander Von Humboldt & Departamento Nacional de Planeación, 1995). A su vez, la región Andina, que representa el 27% de la extensión territorial del país, ha sido foco de congregación de la población al contener el 74% de esta, razón por la cual ha sido alterada hasta el punto de que hoy solamente existen pequeños remanentes de vegetación natural y es allí donde se registran las mayores tasas de pérdida de diversidad biológica (DANE, 2005).

Al ser Bogotá la ciudad capital, se ha convertido en uno de los centros más afectados por el fenómeno de crecimiento poblacional, lo cual ha traído como consecuencia el deterioro de los recursos naturales por su excesiva demanda; esa situación ha causado, entre otras cosas, la pérdida de la cobertura vegetal que se traduce en pérdida de bio-

diversidad, sin excluir de este proceso de degradación los cerros que bordean la parte nororiental de la ciudad.

Como borde urbano de la ciudad más grande y dinámica del país, los cerros orientales cumplen una función de límite natural a su expansión y determinan distintas formas de ocupación y usos, muchos de ellos de carácter informal e ilegal. Esta doble condición de estructura natural y borde urbano le asigna singulares y complejas condiciones de manejo, lo que ha contribuido en años recientes al desarrollo de diversas dinámicas de uso y transformación inadecuadas, y ha dado como resultado un paisaje heterogéneo y fraccionado, que amenaza la pérdida de sus diversos atributos y las funciones ecosistémicas (Gerenciar, 2005).

La anterior situación, sumada a la histórica introducción de especies exóticas y el aprovechamiento indiscriminado de especies nativas, ha conducido a las condiciones actuales de la sucesión temprana que tienen lugar allí, la cuales son circunscritas por las características del medio, ya que los elementos del medio natural repercuten sobre la vegetación, a la vez que son modificados por esta y se repite el ciclo (Páramo, 2003). Por tanto, es necesario que se generen estudios que involucren el conocimiento de la estructura, la composición florística y la función de la vegetación remanente, con el fin de lograr diferenciar las relaciones entre las especies vegetales y su entorno, y de iniciar un proceso de recuperación asistida o restauración.

En este sentido, a través del presente trabajo se pudo llegar a la caracterización de los relictos de vegetación nativa y de las comunidades que aún existen en tres sitios de los cerros orientales de Bogotá, correspondientes al Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa; la Quebrada La Vieja y el Agroparque Los Soches. De igual forma, aporta elementos para comprender mejor las etapas sucesionales de la vegetación, las interrelaciones ambientales, los componentes y la función que cumplen dentro del sistema.

Tabla 1. Clasificaciones climáticas para las tres zonas

Clasificación	Símbolo	Clima
Caldas-Lang	FSH	Frío semihúmedo
Köppen	Gwi	De montaña, con lluvias en verano, isotérmico
Cuatrecasas		Selva andina
Holdridge	bh-MB	Bosque húmedo montano bajo

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

FASE DE CAMPO

Ubicación y delimitación de las parcelas

La selección de los sitios de muestreo en los relictos de vegetación natural se efectuó con base

en el reconocimiento previo mediante recorridos de campo. En cada una de las zonas se delimitaron siete (7) parcelas que se ubicaron de manera preferencial, según Matteucci & Colma (1982). El trazado se inició con la orientación de las parcelas en función de la posición geográfica dirigida en sentido norte-sur (tabla 1); se eligieron parcelas rectangulares de 100 m² (20 m x 5 m) por ser un área de alta pendiente.

La vegetación presente en cada parcela se inventarió al 100% y se registraron datos de coordenadas, altitud y pendiente; igualmente, se tomó una muestra de suelo con el barreno a 30 cm de profundidad en el centro de cada parcela. Las variables medidas fueron altura total, altura de fuste, diámetro a la altura del pecho (DAP), cobertura y coordenadas del individuo (tabla 2).

Tabla 2. Unidades de muestreo parcelas

Zona	Parcela	Coordenadas		Al-tura	Tamaño par-cela	Pendiente
		N	O			
Reserva acueducto cerros orientales Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa	1	04°36'43,59''	74°03'37,98''	2786	(100 m ²) 5x20	15%
	2	04°37'0,8''	74°03'31,6''	2750	(100 m ²) 5x20	10%
	3	04°37'17,2''	74°03'26''	2738	(100 m ²) 5x20	10% y 15%
	4	04°37'13,5''	74°03'4,1''	2736	(100 m ²) 5x20	30%
	5	04°37'12,3''	74°02'59,7''	2861	(100 m ²) 5x20	30% y 45%
	6	04°36'38,4''	74°03'20,8''	2900	(100 m ²) 5x20	45%
	7	04°37'21'' N	74°03'18''	2730	(100 m ²) 5x20	20%
Vereda Los Soches y finca Palo Largo Uval	1	04°38'10,63''	74°02'40,5''	3100	(100 m ²) 5x20	30%
	2	04°27'38,35''	74°4'56,21''	3170	(100 m ²) 5x20	15%
	3	04°27'56,05''	74°5'23,64''	3136	(100 m ²) 5x20	30%
	4	04°28'03,4''	74°05'24,7''	3097	(100 m ²) 5x20	15%
	5	04°28'04,1''	74°05'26,6''	3103	(100 m ²) 5x20	15%
	6	04°28'02,6''	74°05'24,2''	3110	(100 m ²) 5x20	15% y 20%
	7	04°27'56,4''	74°05'20''	3131	(100 m ²) 5x20	10% y 15%
Reserva acueducto cerros orientales Quebrada La Vieja-San Luis	1	04°38'10,63''	74°02'40,5''	2006	(100 m ²) 5x20	15% y 20%
	2	04°38'28,8''	74°02'21,5''	2948	(100 m ²) 5x20	30% y 35%
	3	04°38'25,03''	74°02'27,5''	2928	(100 m ²) 5x20	5%, 15% y 30%
	4	04°38'27''	74°02'19,2''	2955	(100 m ²) 5x20	25% y 20%
	5	04°38'21,7''	74°02'30,4''	2917	(100 m ²) 5x20	30%
	6	04°38'21,6''	74°02'30,7''	2869	(100 m ²) 5x20	5% y 10%
	7	04°38'27,7''	74°02'32,5''	2910	(100 m ²) 5x20	35% y 16%

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

Colección de material botánico

Durante el proceso se realizó un registro fotográfico de los individuos para facilitar la identificación, además de la colección de los caracteres vegetativos; en los casos en que fuera posible, se tomaron muestras de flores y frutos (tres muestras de cada individuo inventariado). Posteriormente, el material colectado se preparó para su respectiva identificación.

FASE DE LABORATORIO

Identificación del material vegetal

En primera instancia, se recurrió a la consulta de claves taxonómicas; en los casos en los que la identificación no se lograra por este medio, se compararon con ejemplares de los herbarios (Forestal Gilberto Mahecha [UDBC] y Jardín Botánico José Celestino Mutis [JBJCM]). Un duplicado de cada colección fértil se depositó en la colección del herbario forestal UDBC; asimismo, dentro del proceso de identificación del material vegetal, se entregaron al herbario del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis 174 duplicados del total de especímenes identificados. Según el número de colección, se organizó un listado de las especies identificadas y otro listado para cada zona.

Suelos

Los análisis de las 21 muestras de suelo propias de las parcelas inventariadas se realizaron en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

ANÁLISIS DE DATOS

Análisis climático y de suelos

Se utilizaron los registros de estaciones meteorológicas del Ideam para las zonas de la Quebrada La Vieja y Los Soches; en el caso de Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa, se consultó la información del análisis climático realizado por Bohórquez & Zamora (2007) para la zona. La ca-

racterización básica de suelos en el IGAC incluyó humedad, CIC, calcio, magnesio, potasio, sodio, fósforo, aluminio, saturación de bases, carbón orgánico, textura y pH.

Clasificación de la vegetación

Se utilizó la estratificación propuesta por Rangel & Lozano (1986), donde el estrato rasante (r) es $> 0,3$ m; el herbáceo (h) de 0,3-1,5 m; el arbustivo (ar) de 1,5-5 m; el subarbóreo (Ar) de 5-12 m; el arbóreo inferior (Ai) de 12-25 m, y el arbóreo superior (As) > 25 m.

Fitosociología-composición florística

La vegetación se clasificó a partir de una matriz de coberturas; se ubicaron en columnas las especies cuya presencia fue superior al 70% y en filas, los levantamientos realizados. Esta matriz primaria se procesó con el método cuantitativo TWINSpan (Two-way Indicator Species Analysis) del programa PC-ORD (versión 3.17) (McCune & Mefford, 1997). A partir de las agrupaciones construidas por TWISpan, se elaboró una tabla de composición florística para cada grupo florístico; se identificaron sus especies características exclusivas, electivas y diferenciales.

Análisis de riqueza y diversidad

Índices de Menhinick, Margalef, índice de valor de importancia para familias, cociente de mezcla (de Holdridge), índice generalítico específico e índice generalítico por comunidad (Cantillo, 2002). Índices basados en la abundancia relativa de especies: índice de Shannon-Weaver, índice de Simpson, índice de Berger-Parker y diversidad específica relativa.

Catálogo florístico

Se elaboró con base en los resultados fitosociológicos y la revisión bibliográfica de las especies encontradas en el presente estudio. Para cada especie se incluye la siguiente información: *Familia*

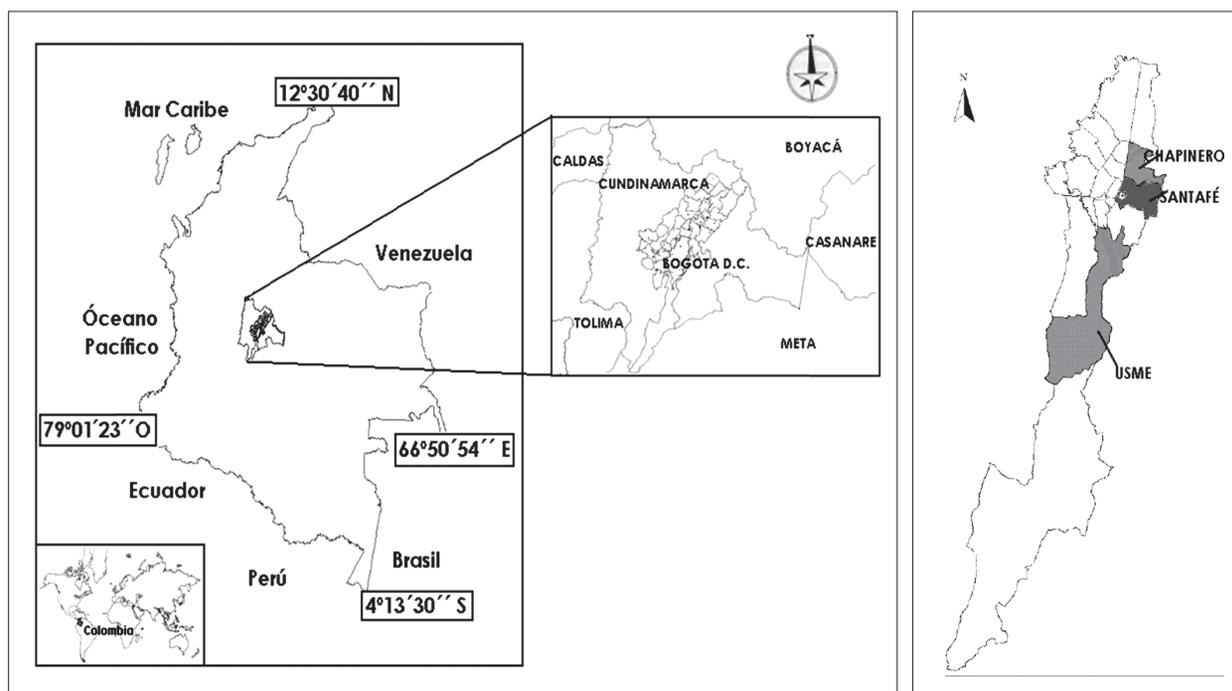


Figura 1. Localización de las tres zonas de estudio
Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

>> *Género* >> *Especie* >> *Autor* >> *Ubicación* (levantamientos en los que se encontró la especie). El área de estudio comprende tres sitios de los cerros orientales de Bogotá, Colombia, que aún conservan relictos de vegetación nativa: el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa, correspondiente a la localidad de Santa Fe; Quebrada La Vieja, en la localidad de Chapinero, y el Agroparque Los Soches junto con la vereda El Uval, en la localidad de Usme (figura 1).

DESCRIPCIÓN AREÁ DE ESTUDIO

Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa

Se localiza en la vertiente occidental del sistema orográfico de los cerros orientales; limita al norte con el río Arzobispo; al oriente, con la divisoria de los cerros orientales, pasando por el santuario de Monserrate hasta el río San Francisco. En esta zona, las parcelas variaron de los 2730 m a los 2900 m de altitud, con pendientes del 10% al 45% en uno y dos planos. Los valores de cobertura de hojarasca

fueron del 50% al 100%, los cuales varían entre 1 cm-5 cm de profundidad. Los parches de vegetación nativa están rodeados de plantaciones de pino, eucalipto y chuscales, en su mayoría. La zona presenta un alto grado de intervención antrópica.

De acuerdo con la información de la estación Venado de Oro (figura 2), la precipitación presenta un régimen bimodal-tetraestacional, con el primer periodo de lluvia en los meses de abril a mayo, y un segundo, más marcado, entre octubre y noviembre; el mayor valor de precipitación se alcanzó en noviembre con 146,2 mm, el menor valor corresponde a 61mm en el mes de enero y el valor promedio a 94,3 mm. Los meses de enero, febrero, agosto y septiembre son los más secos. La temperatura registra variaciones mínimas que determinan un comportamiento isotérmico promedio de 12,6 °C. Los meses de abril y mayo registran los máximos valores con un promedio de 15 °C, y el valor mínimo se registra en el mes de julio con 13 °C. El promedio anual de humedad relativa fue de 80%, con picos en los meses de mayo con el 82% y en noviembre con el 84%, el menor valor se registró en

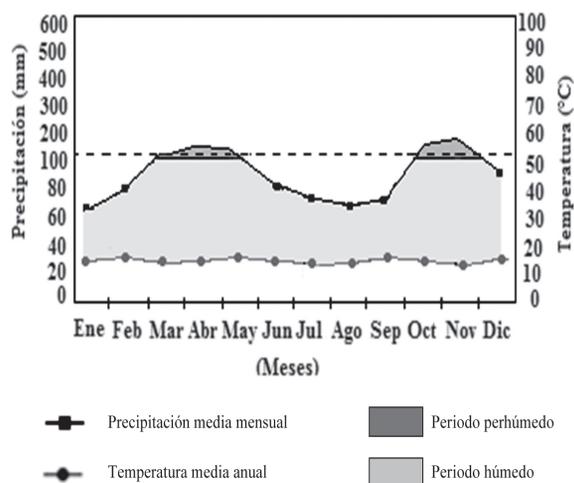


Figura 2. Diagrama ombrotérmico para la estación Venado de Oro PNEOH

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

febrero con un promedio de 67%, el cual coincide con uno de los valores más bajos de precipitación.

Anualmente se registran 1105,2 horas de brillo solar que equivalen a 3 h/día aproximadamente; la máxima insolación fue para el mes de enero, con un promedio de 118,4 h/mes. Los meses con mayor velocidad del viento fueron julio, agosto y septiembre con un valor promedio de 1,33 m/s. El diagrama ombrotérmico indica que no hay periodos ecológicamente secos, sino que, por el contrario, se presenta un nivel alto de humedad con un excedente de agua a lo largo de todo el año. La evapotranspiración es baja con 648,39 mm anuales.

Agroparque Los Soches-Vereda Uval

Se localiza en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental; limita al norte con la quebrada La Yomasa donde se encuentra la Cervecería Alemana; al oriente, con la vía antigua al Llano; al sur, con la reserva Los Soches; al suroccidente, con la vía a Villavicencio, y al occidente, con el Cerro el Gavilán. Las siete (7) parcelas se localizaron en una variación altitudinal de 3097 a 3170 m, con pendientes entre el 10% y el 30%. La cobertura de hojarasca varía entre el 20% y el 100%, con

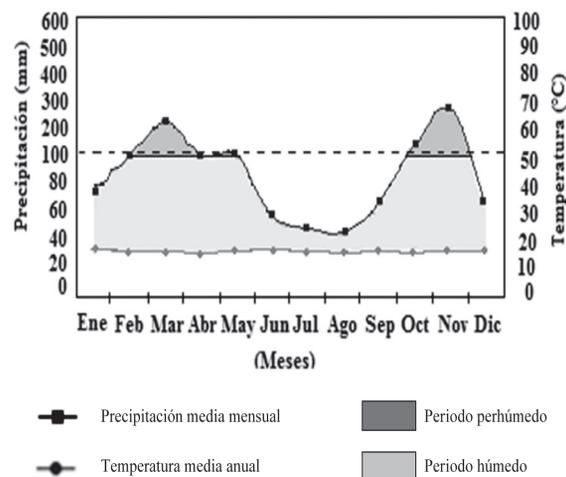


Figura 3. Diagrama ombrotérmico para la estación San Cristóbal

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

profundidad entre 1 cm y 14 cm; la intervención antrópica es baja en la zona.

Según la estación San Cristóbal, la precipitación media presenta un régimen bimodal-tetraestacional con dos máximos en el año en los meses de febrero y octubre con 105,4 mm y 105,1 mm, respectivamente; el mes con el menor valor de precipitación media fue enero con 45,1mm y el valor promedio es de 82,58 mm. La temperatura media es de 15,5 °C, y varía entre 13,7 °C y 17,2 °C. El promedio anual de humedad relativa supera el 70%. La nubosidad varía entre 5 y 6 octas. El diagrama ombrotérmico representa un clima húmedo, con dos periodos perhúmedos, el primero entre febrero y marzo, y el segundo entre octubre y noviembre (figura 3).

Quebrada La Vieja

Se localiza en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental; limita al norte con la quebrada Rosales; al oriente, con la divisoria de aguas de los cerros orientales, y al sur, con la quebrada Las Delicias. Las parcelas variaron entre altitudes de 2869 m y 2980 m, y pendientes entre 5% y 35%. La cobertura de hojarasca es alta, con valores entre el 70% y el 100%. La intervención antrópica es baja.

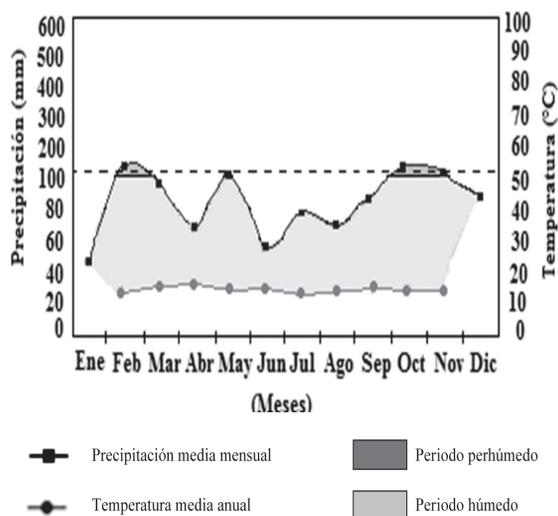


Figura 4. Diagrama ombrotérmico para la estación Soches, Universidad Pedagógica

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

Según la estación de la Universidad Pedagógica, la precipitación presenta un régimen bimodal-tetraestacional, con dos máximos en el año en los meses de febrero y noviembre con 261,9 mm y 265,7 mm, respectivamente; el menor valor corresponde a 46 mm y el valor promedio a 112,6 mm.

La temperatura media es de 16,1 °C, con máximo en el mes de febrero y mínimo en el mes de noviembre con 18,4 °C y 14,7 °C, respectivamente. La humedad relativa media es de 77%. La nubosidad promedio fue de 6 octas. En el diagrama ombrotérmico se observan dos periodos perhúmedos al superar los 100 mm de precipitación, el primero entre febrero y abril, y el segundo entre octubre y diciembre (figura 4). Las características de las tres zonas estudiadas se identifican en las clasificaciones climáticas y de vegetación de la tabla 1.

Tabla 3. Tipos de vegetación

1. Orden <i>Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae</i>	1.1 Alianza <i>Macleanio rupestris-Weinmanion tomentosae</i>	1.1.1 Comunidad de <i>Oreopanax floribundum</i> y <i>Axinaea macrophylla</i>	1.1.1.1 Comunidad de <i>Ocotea sericea-Weinmania tomentosa</i>	1.1.1.2 Subasociación <i>Myrcianto leucoxyloae-Weinmanietosum tomentosae</i>
		1.1.2 Asociación <i>Bejario resinosa-Weinmanietum tomentosae</i>		
		1.2 Asociación <i>Piperi bogotensis-Miconietum squamulosae</i>		

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

RESULTADOS

CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA

A partir del levantamiento de 21 unidades de muestreo distribuidas en las tres zonas de estudio (tabla 1), y con base en el análisis realizado por el método TWINSpan del programa PC-ORD (anexo 1), se clasificó la vegetación y se obtuvieron siete tipos de vegetación (tabla 3).

Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae ord. nov.

- Levantamiento tipo: Z3P4.
- Composición florística: las especies dominantes son *Chusquea scandens*, *Persea mutissi*, *Weinmania tomentosa* y *Macleania rupestris*.
- Fisionomía: el estrato arbóreo compuesto por individuos de más de 5 m de altura se dividió en dos; un estrato arbóreo inferior (más de 12 m) y uno subarbóreo (entre 5 m y 12 m); cada uno con una cobertura de 6,9% y 3,4%, respectivamente; se destacan *Weinmannia tomentosa* (24,5%), *Miconia squamulosa* (8,8%) y *Drymis grandensis* (7,7%). El estrato arbustivo tiene una cobertura del 29,5%, con mayor dominancia de *Miconia squamulosa* (8,8%) y *Macleania rupestris* (11,6%) (figura 5).

En los estratos inferiores basados en los datos de frecuencia y densidad de las especies dentro de estos, se obtuvo para el estrato herbáceo que las especies *Psychotria boqueronensis*, *Miconia squamulosa* y *Macleania rupestris* son las mejor



Figura 5. Perfil fisionómico florístico de *Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae* ord. nov.
Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

distribuidas e importantes. Para el estrato rasan-
te, las especies más importantes fueron *Miconia*
squamulosa, *Psychotria boqueronensis* y *Wein-*
mania tomentosa.

Macleanio rupestris-Weinmanion tomentosae
all. nov.

- Levantamiento tipo: Z3P1.
- Composición florística: las especies caracte-
rísticas son *Myrsine coriacea*, *Clethra fimbriata*,
Clusia multiflora e *Hypnum amabile*.
- Fisionomía: el estrato arbóreo inferior solo re-
presenta el 4,5% de la cobertura total, mientras
que el subarbóreo es dominante al registrar el
62,1% de la cobertura; se destacan *Weinmania*
tomentosa (30%), *Drymis granadensis* (11,2%)
y *Clusia multiflora* (11,1%). El estrato arbus-
tivo presenta una cobertura de 33,3%, donde
sobresalen *Miconia squamulosa* (22,7%) y

Macleania rupestris (figura 6). La especies más
abundantes y frecuentes en los estratos herbá-
ceo y rasan- te fueron *Drymis granadensis*, *Clu-*
sia multiflora y *Myrsine guianensis* y *Miconia*
squamulosa.

Bejario resinosa-Weinmanietum tomentosae
ass. nov.

- Levantamiento tipo: Z2P7.
- Composición florística: las especies caracte-
rísticas son *Bejaria resinosa*, *Geissanthus an-*
andinus, *Lycopodium thyoides*, *Macrocarpaea*
glabra, *Myrsine guianensis*, *Gaiadendron*
punctatum, *Tillandsia turneri* y *Cavendishia*
bracteata.
- Fisionomía: el estrato arbóreo inferior cubre
solo el 4,4%, mientras que el subarbóreo cubre
el 63,2% con especies dominantes como *Wein-*
mania tomentosa (34,4%), *Drymis grandensis*

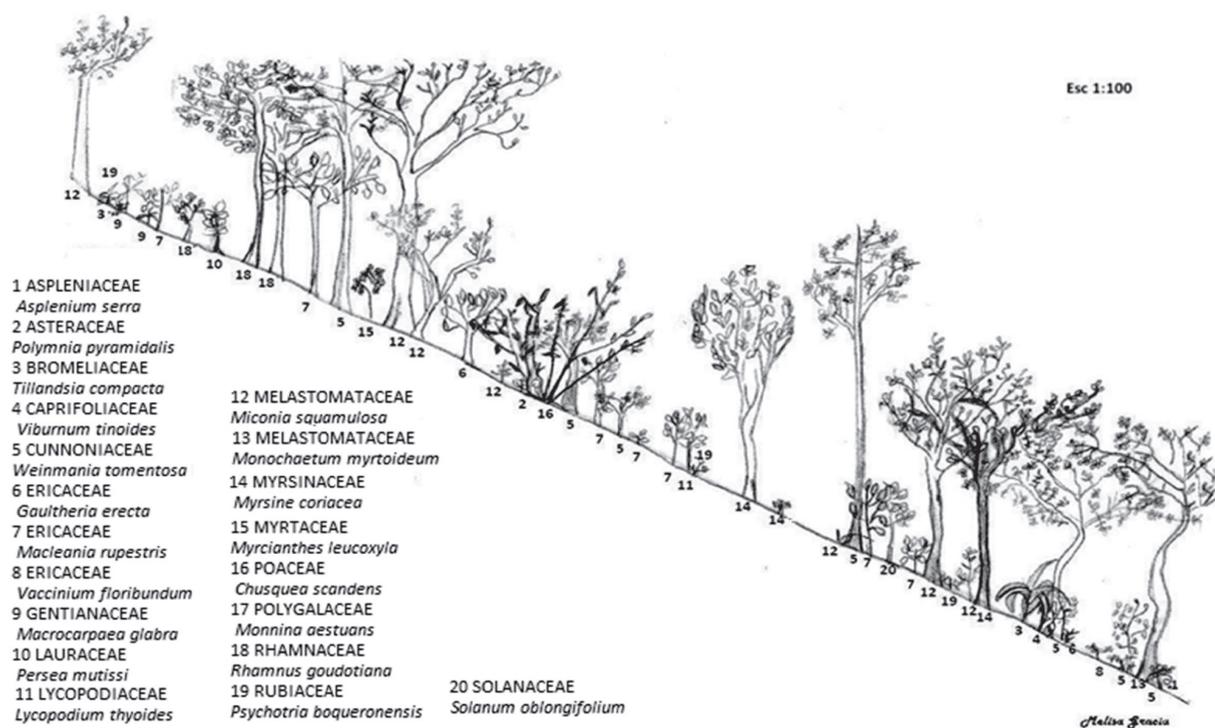


Figura 6. Perfil fisionómico florístico de *Macleanio rupestris*- *Weinmanion tomentosae* all. nov.

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

(12,4%) y *Clusia multiflora* (12,3%). El estrato arbustivo tiene una cobertura del 32,7%, donde *Miconia squamulosa* (22,7%), *Macleania rupestris* (14,6%) y *Bejaria resinosa* (6,7%) son las especies con mayor cobertura (figura 7). En los estratos inferiores, las especies *Psychotria boqueronensis*, *Macleania rupestris* y *Drymis granadensis* son las más importantes para el estrato herbáceo, y para el restante lo son *Miconia squamulosa*, *Psychotria boqueronensis* y *Geissanthus andinus*.

***Myrcianto leucoxyllae* -*Weinmanietosum tomentosae* subass. nov.**

- Levantamiento tipo: Z1P2.
- Composición florística: las especies características son *Diplostephium rosmarinifolium*, *Ugni myricoides*, *Rhamnus goudotiana*, *Pentacalia vaccinioides*, *Tillandsia pastensis*, *Morella parvifolia*, *Carex jamesonii*, *Odontoglossum lindeni*, *Monochaetum myrtoideum*.

- Fisionomía: el estrato arbóreo inferior tiene una cobertura total de 4,3% y el subarbóreo de 60,6%, con especies dominantes como *Weinmania tomentosa* (32,9%), *Drymis granadensis* (14%) y *Miconia squamulosa* (12,4%). El estrato arbustivo con 35% de cobertura está dominado por las especies *Miconia squamulosa* (24,6%), *Macleania rupestris* (15,4%) y *Bejaria resinosa* (7%) (figura 8). En cuanto a la distribución de las especies en el estrato herbáceo, predominan *Macleania rupestris*, *Miconia squamulosa* y *Psychotria boqueronensis*, y en el rasante *Miconia squamulosa*, *Geissanthus andinus* y *Weinmania tomentosa*.

***Piperi bogotensis*-*Miconietum squamulosae* ass. nov.**

- Levantamiento tipo: Z1P7.
- Composición florística: las especies características son *Pteridium aquilinum*, *Solanum oblongifolium*, *Myrcianthes rhopaloides* y *Piper bogotense*.

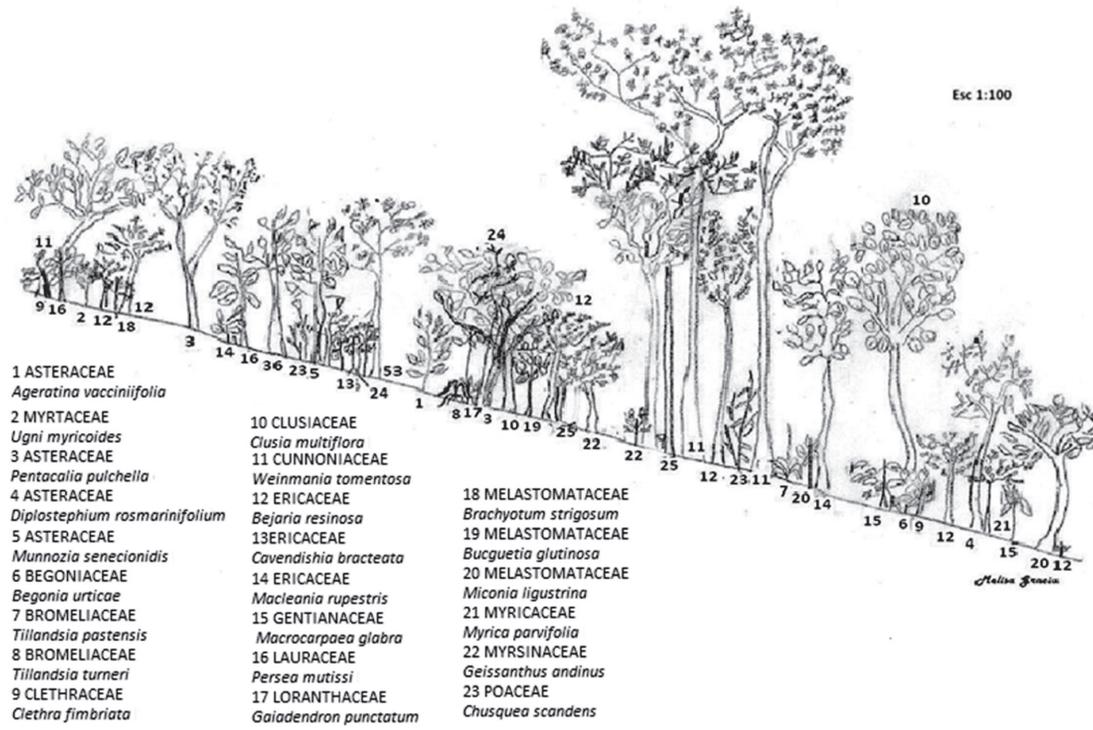


Figura 7. Perfil fisionómico florístico de *Bejario resinosae-Weinmanietum tomentosae* ass. nov.
Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

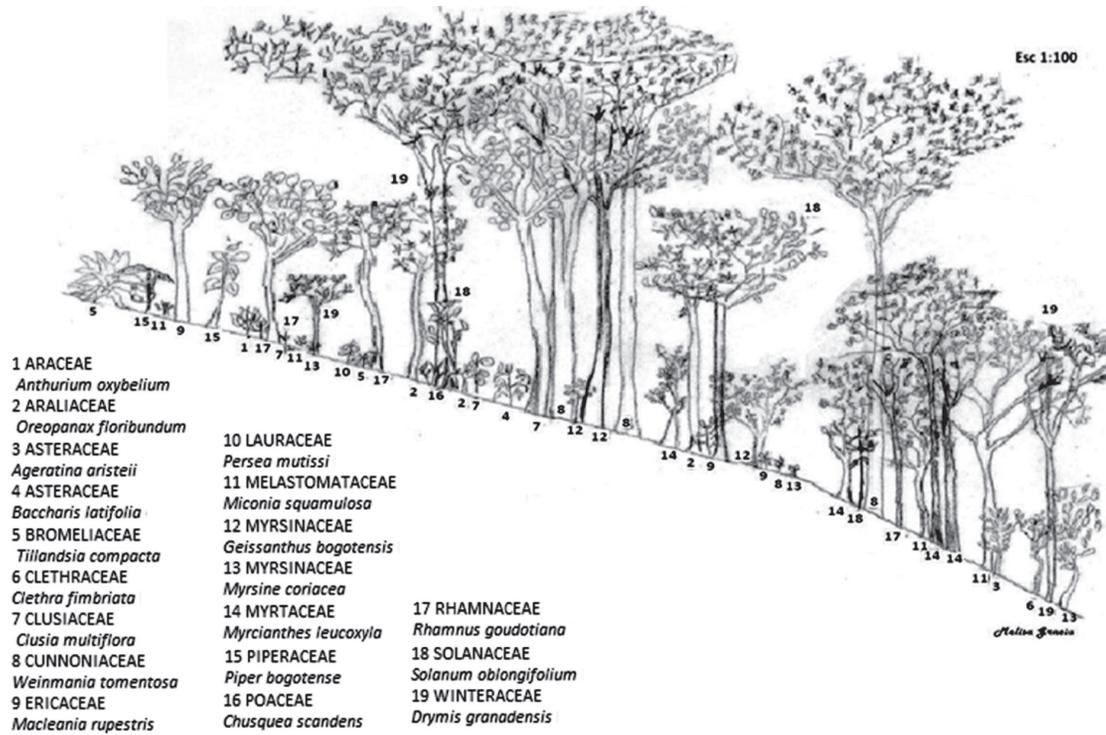


Figura 8. Perfil fisionómico florístico de *Myrcianto leucoxyloae-Weinmanietosum tomentosae* subass. nov.
Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

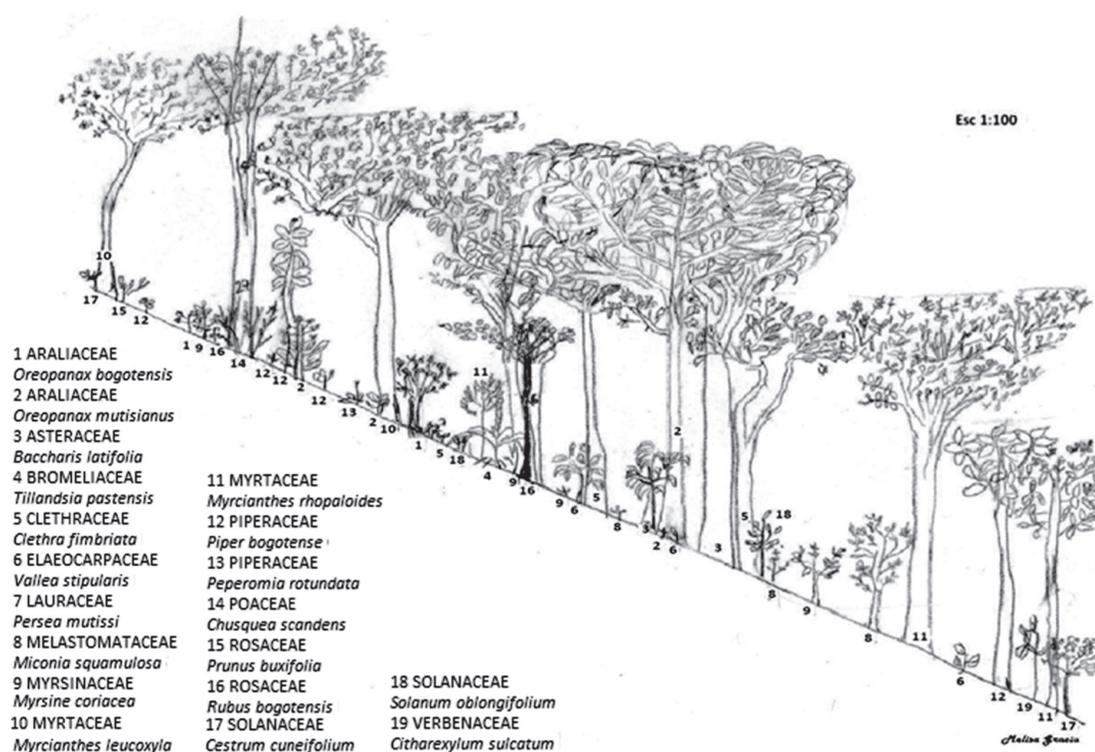


Figura 9. Perfil fisionómico florístico de *Piperi bogotensis-Miconietum squamulosae* ass. nov.

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

- Fisionomía: el estrato arbóreo inferior domina el 4,3% del total, mientras que el estrato subarbóreo posee el 60,6%; se destacan las especies *Polimnia pyramidalis* (15,7%), *Weinmania tomentosa* (8,8%) y *Oreopanax floribundum* (7,6%). El estrato arbustivo cubre el 35%, donde *Miconia squamulosa* (15%) y *Critoniopsis bogotana* (12%) son dominantes (figura 9). La especie *Miconia squamulosa* se registró también como importante para el estrato herbáceo y para el rasante, acompañada para el primer caso con *Solanum oblongifolium* y *Piper bogotense* y para el rasante con *Oreopanax bogotensis* y *Oreopanax mutisianus*.

Comunidad de *Oreopanax floribundum* y *Axinaea macrophylla*

- Levantamiento tipo: Z2P1.
- Composición florística: las especies características son *Oreopanax floribundum*, *Tibouchina*

grossa, *Asplenium serra*, *Axinaea macrophylla*, *Weinmania rollottii*, *Hedyosmun parvifolium* y *Holodiscus argenteus*.

- Fisionomía: el estrato arbóreo inferior tiene una cobertura de 5,3% y el subarbóreo de 54%, donde *Axinaea macrophylla* (32,2%), *Weinmania tomentosa* (20,5%) y *Oreopanax floribundum* (12,5%) sobresalen por su cobertura. En el estrato arbustivo, con una cobertura de 40,64%, se destacan *Miconia squamulosa* (22,9%), *Chusquea scandens* (18,2%) y *Holodiscus cf. argenteus* (12,3%) (figura 10). El estrato herbáceo es dominado en términos de densidad y frecuencia por las especies *Drymis granadensis*, *Palicourea angustifolia* y *Macleania rupestris*, mientras que el rasante es dominado por *Miconia squamulosa*, *Begonia urticae* y *Munnozia senecionidis*. En epífitas la especie más importante es *Tillandsia* sp., seguida por *Chusquea scandens*, *Begonia urticae* y *Asplenium serra*.

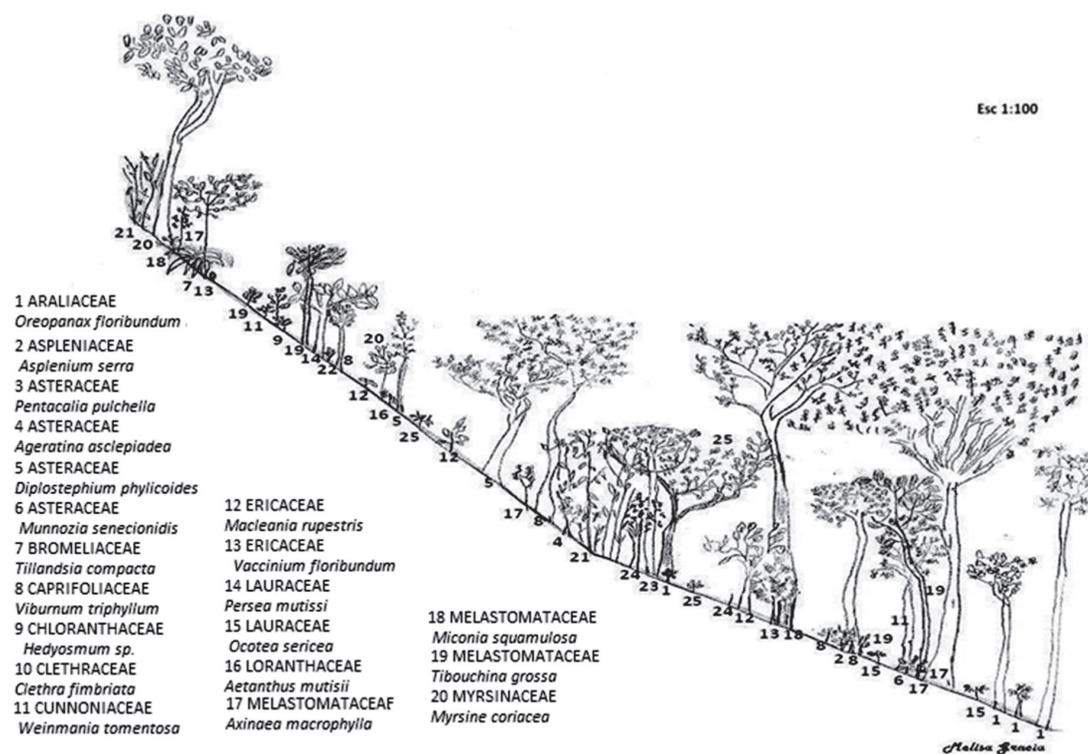


Figura 10. Perfil fisionómico florístico de la comunidad *Oreopanax floribundum* y *Axinaea macrophylla*
Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

Comunidad de *Ocotea sericea* y *Weinmania tomentosa*

- Levantamiento tipo: Z2P3.
- Composición florística: las especies características son *Ocotea sericea*, *Disterigma alaternoides*, *Elaphoglossum minutum*, *Peperomia rotundata* y *Pleurothallis grandiflora*.
- Fisionomía: el estrato arbóreo inferior registró una cobertura de 2,17% y el subarbóreo de 81%. Las especies más dominantes son *Weinmania tomentosa* (41,4%), *Clusia multiflora* (29,8%) y *Cavendishia bracteata* (6,2%). En el estrato arbustivo, con cobertura de 16,8%, se destaca *Chusquea scandens* (48,9%) (figura 11). Las especies *Psychotria boqueronensis*, *Drymis granadensis* y *Macrocarpea glabra* son las más densas y frecuentes en el estrato herbáceo y también en el rasante, a excepción de la especie *Macrocarpea glabra* que es reemplazada para este último por *Tibouchina grossa*.

RIQUEZA Y DIVERSIDAD

En la tabla 4 se presentan los valores de riqueza por área de estudio. En el anexo 2 se registran los valores de número de individuos, especies, géneros, familias y la información por estratos para cada una de los tipos de vegetación encontrados en el presente estudio, así como los valores de cociente de mezcla. Los índices de riqueza y diversidad representan tanto el número de especies dentro de los diferentes tipos de vegetación como también la relación o el grado de equilibrio entre los individuos dentro de cada una de las especies. La riqueza de las especies proporciona una medida de la diversidad (anexo 3).

Cociente de mezcla

Para el orden *Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae* el valor del coeficiente de mezcla fue de 0,11, lo que se traduce en una proporción de 1:9; es decir, por cada 9 individuos, es probable que

Diversidad y caracterización florística de la vegetación natural en tres sitios de los cerros orientales de Bogotá D. C.

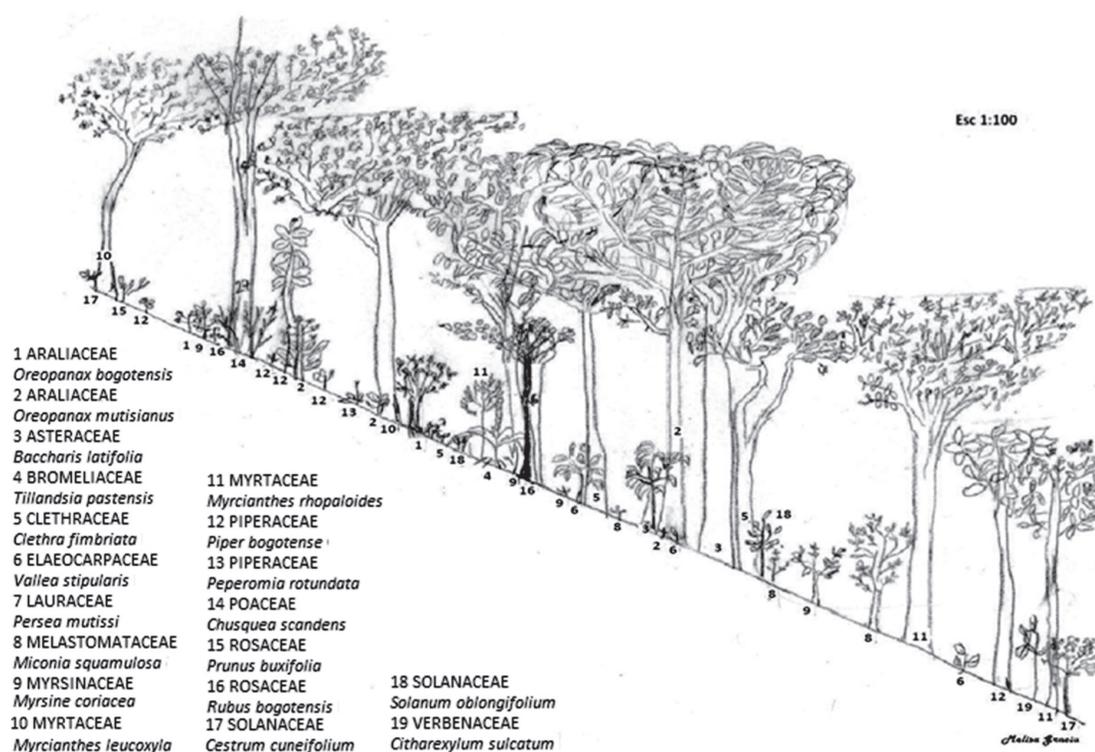


Figura 11. Perfil fisionómico florístico de la comunidad de *Ocotea sericea* y *Weinmania tomentosa*

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

Tabla 4. Número de individuos, especies, géneros y familias para cada unidad de vegetación

Zona	Estrato	Estrato	Nº individuos	Nº familia	Nº géneros	Nº especies
Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa		Arbóreo	145	19	27	29
	1783 individuos	Arbustivo	297	22	38	46
	44 familias 69 géneros 87 especies					
		Herbáceo	865	36	60	70
Vereda Los Soches y finca Palo Largo Uval		Rasante	476	29	43	49
	1225 individuos	Arbustivo	418	25	45	59
	48 familias 78 géneros 101 especies					
		Herbáceo	505	36	61	79
	Rasante	250	32	51	56	
Quebrada La Vieja-San Luis	1219 individuos	Arbóreo	165	20	27	35
	40 familias	Arbustivo	302	23	38	48
	63 géneros 78 especies	Herbáceo	505	36	54	67
		Rasante	187	25	32	36

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

aparezca una especie nueva. Para la alianza *Macleania rupestris-Weinmanion tomentosae* y la asociación *Bejario resinosae - Weinmanietum tomentosae* la proporción fue de 1:8; por cada 8 individuos, es probable que aparezca una especie. Para las demás unidades la proporción varió entre 1:5 y 1:7 individuos. En general, el estrato arbóreo es el que presenta mayores valores de mezcla (anexo 2).

Índice de valor de importancia para familias (IVIF) (Mori & Boom, 1987)

La familia Cunoniaceae se presenta como la más importante en los tipos de vegetación al variar entre 19,2% y 39,2% de IVIF, a excepción de la asociación *Piperi bogotensis-Miconietum squamulosae*, donde la familia Asteraceae es la más importante (18,7%). Lo anterior no se debe exclusivamente al número de especies por familia, pues se observa, por ejemplo, que la familia Cunoniaceae posee solo una o dos especies por tipo de vegetación, pero su importancia radica en los altos valores de dominancia y densidad de los individuos. En términos de diversidad, las familias más importantes son Melastomataceae, Myrsinaceae, Asteraceae, Ericaceae y Lauraceae; Asteraceae es la que posee para la zona el mayor número de especies (10 especies) (anexo 4).

Índice de Margalef

Este índice considera valores inferiores a dos como relacionados con zonas de baja diversidad (en general, resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a cinco como indicativos de alta biodiversidad (Margalef, 1995). Para todos los tipos de vegetación se observa que el estrato herbáceo es el que posee los mayores valores (6,5 a 18,7), seguido por el arbustivo (4,4 a 14,9) y el arbóreo (2,6 a 10,2) (anexo 5, figura A).

El orden *Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae* presentó los mayores valores para este índice; en todos los tipos de vegetación los valores para el orden estuvieron por encima de cinco; es decir, para todos los tipos de vegetación se indica una diversidad media y alta.

Índice generalítico específico (Cantillo, 2002)

Al relacionar el número de géneros por unidad sintaxonómica con el número total de especies identificadas, se encuentra una relación entre este y el número de levantamientos que conforman el grupo de vegetación, puesto que esta relación se hace con respecto al total de especies y no a las exclusivas de cada unidad sintaxonómica. Al analizar la proporción arrojada por este índice, se tiene que para el orden *Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae* es de 1,4; es decir, aproximadamente cada género está representado en una especie, lo que hace que esta unidad sea la más diversa; seguida por la alianza *Macleania rupestris-Weinmanion tomentosae*, la asociación *Bejario resinosae-Weinmanietum tomentosae* y la asociación *Myrcianto leucoxylae-Weinmanietosum tomentosae* con una proporción aproximada de 2 especies por cada género; en tercer lugar está la asociación *Piperi bogotensis-Miconietum squamulosae* con una proporción de 4 especies por género, y en último lugar se encuentra la comunidad de *Oreopanax floribundum* y *Axinaea macrophylla* y la comunidad de *Ocotea sericea* y *Weinmania tomentosa* con una proporción de 5 especies por género (anexo 5, figura A).

Índices basados en la abundancia relativa de especies

Estos buscan conjugar la abundancia relativa de las especies y la riqueza; se basan en el número de individuos que conforman cada uno de los tipos de vegetación reportados. A continuación se describen.

Índice de Shannon-Weaver

Este índice se expresa con un número positivo que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores como los bosques tropicales (Moreno, 2001). En el área de estudio, los valores oscilan entre 3,14 y 3,99, y el promedio para los siete tipos de vegetación es de 3,61. El tipo de vegetación más diverso según este

índice es el dominado por la alianza *Macleanio rupestris- Weinmanion tomentosae* (3,99), seguida por la asociación *Bejario resinosae-Weinmanietum tomentosae*. El menor valor es para la vegetación dominada por la comunidad de *Ocotea sericea* y *Weinmania tomentosa*.

Índice de Simpson

Este índice da una idea de la homogeneidad general; parte de la base de que en un sistema más diverso, cuanto menos dominancia de especies haya, la distribución es más equitativa (Lamprecht, 1990). Para este índice, cuatro de los siete tipos de vegetación manifiestan el mismo valor de diversidad correspondiente a 0,97. El valor mínimo corresponde a 0,93 en la comunidad de *Ocotea sericea* y *Weinmania tomentosa*.

En cuanto al catálogo florístico, en este se incluyeron las especies identificadas en la vegetación *Chusquea scandens-Weinmania tomentosa* para la zona de estudio; se resalta la aparición de *Dicksonia sellowiana*, especie de helecho arborecente que se encuentra en vía de extinción a causa del uso indebido de su tronco para la elaboración de panes para soporte de epífitas especialmente orquídeas. También es de resaltar la aparición de la especie *Dysopsis paucidentata*, perteneciente al género *Dysopsis* que está compuesto solo por tres especies; esta especie junto con *Euphorbia orbiculata* son las únicas de la familia Euphorbiaceae que pueden alcanzar alturas superiores a los 3500 m.

DISCUSIÓN

A partir de los procesos de determinación de la composición florística, se obtuvo como resultado la descripción del estado actual de la vegetación en cada una de las zonas evaluadas. Adicionalmente, con base en el análisis fitosociológico, se lograron identificar siete tipos de vegetación nuevos, que permiten comparar la vegetación de estos tres sitios de los cerros orientales de Bogotá con otras áreas del país. Como patrones de comparación se tomaron los estudios de Ecoandes (Van der Ham-

men *et al.*, 1983, 1989; Van der Hammen *et al.*, 1995).

Para el transecto Parque Los Nevados se tomaron los estudios de Cleef *et al.* (2003) y de Rangel *et al.* (2003); para el transecto del Tatamá se tuvo en cuenta el estudio de Rangel (2005), y para la serranía del Perijá fue central el estudio de Arellano (2001) (anexo 6). La franja altitudinal del área de estudio varió entre los 2730 m y los 3097 m, con pendientes entre el 10% y el 45%. Los valores de temperatura se mantienen con pocas variaciones a lo largo del año; por ende, sucede lo mismo con los valores de humedad relativa; de igual manera, se estableció una relación inversamente proporcional entre brillo solar y precipitación.

La asociación *Piperi bogotensis-Miconietum squamulosae* se encontró en cuatro unidades de muestreo de la Quebrada La Vieja y en tres parcelas del Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa; la comunidad *Ocotea sericea-Weinmania tomentosa* solo se encontró en tres parcelas del Agroparque Los Soches; por su parte, la subasociación *Myrcianto leucoxyloae-Weinmanietum tomentosae* se encontró en tres parcelas del Agroparque Los Soches, en tres parcelas de la Quebrada La Vieja y en tres parcelas del Parque Nacional. La comunidad de *Oreopanax floribundum* y *Axinaea macrophylla* se distribuyó en una parcela en el Parque Nacional y en una en el Agroparque Los Soches.

La zona con mayor número de individuos fue el Parque Nacional EOH con 1783 individuos, seguida de Los Soches con 1225 individuos y de la Quebrada La Vieja con 1219 individuos. El mayor número de familias, géneros y especies se encontró en la zona de Parque Nacional con 48 familias, 78 géneros, 101 especies, seguida de la Quebrada La Vieja con 44 familias, 69 géneros y 87 especies, y Los Soches con 40 familias, 63 géneros y 78 especies. Los registros del PNN Los Nevados se encuentran por debajo de los valores reportados en los tres sitios estudiados. Se observa que el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera es justamente el que mayor número de individuos posee; a la vez, es el que mayor intervención y alteración ha sufrido;

de este modo, se considera el número de individuos como un indicador de afectación que facilita la comparación entre áreas donde las condiciones físicas y de composición son muy similares.

En las tres zonas, los datos son superiores a los registrados por otras áreas dentro de la zona de vida andina, como Tatamá, Parque Los Nevados, Sumapáz y la serranía del Perijá (Cantillo, 2007; Cantillo & Rangel, 2011), por lo que podría inferirse como otro resultado de la alteración; sin embargo, es necesario recordar que cada ecosistema tiene unas características propias que lo definen, y se considera que el área de los cerros orientales de Bogotá tiene como característica una mayor alteración, pero comparte una alta presencia y diversidad de especies que pertenecen a las familias propias de la zona de vida andina como Melastomataceae, Cunoniaceae, Asteraceae, Rubiaceae, entre otras. Al evaluar la altura media del dosel, se encontró que las tres zonas estudiadas se encuentran entre los 7 m y 10 m de altura promedio, al igual que los resultados obtenidos en Tatamá; sin embargo, estos se encuentran por debajo de los valores obtenidos para el resto de las áreas evaluadas donde la altura promedio oscila entre 15 m y 20 m.

Respecto al IVI *Weinmania rollotii*, registró valores significativos en la zona de Sumapáz, vertiente oriental, al igual que en la Quebrada La Vieja y el Parque Nacional; *Clusia multiflora*, en Tatamá y Quebrada La Vieja. En términos de predominio fisionómico, al igual que en el IVI, las únicas especies que se presentan coincidentes entre las áreas de cerros orientales y las demás son *Clusia multiflora* y *Weinmania rollotii*; se indica que estas especies son dominantes, abundantes y frecuentes en los cerros orientales. La primera se encontró en Tatamá, PNN Los Nevados y Quebrada La Vieja, y la segunda, en Sumapáz, Quebrada La Vieja y Parque Nacional. Es importante observar que las familias más importantes registradas en las tres zonas de los cerros orientales coinciden con las presentes en todas las áreas, por lo que se concluye que las familias Cunoniaceae, Melastomataceae, Asteraceae, Myrsinaceae y Clusiaceae son características de la zona de vida andina.

Como resultado del muestreo en las veintiún (21) unidades de vegetación divididas en los tres sitios de estudio, se definieron siete (7) unidades de vegetación, las cuales están claramente diferenciadas: 1. *Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae* ord. nov., 2. *Macleanio rupestris-Weinmanion tomentosae* all. nov., 3. *Bejario resinosae-Weinmanietum tomentosae* ass. nov., 4. *Myrcianto leucoxylae-Weinmanietosum tomentosae* subass. nov., 5. *Piperi bogotensis-Miconietum squamulosae* ass. nov., 6. Comunidad de *Oreopanax floribundum* y *Axinaea macrophylla* y 7. Comunidad de *Ocotea sericea* y *Weinmania tomentosa*.

La vegetación dominada por el orden *Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae* se encuentra distribuida en dos estratos superiores, con individuos emergentes de hasta 15 m de altura y entre 58 cm y 63 cm de DAP; este estrato representa el 7% de la cobertura; el estrato subarbóreo es el más dominante (63%), y está compuesto por 376 individuos entre 5 m y 12 m de altura, agrupados, en su mayoría, entre 4 m y 8 m de altura. Las epifitas más importantes son *Tillandsia compacta*, *Tillandsia turnei* y *Tillandsia* sp. La riqueza de este tipo de vegetación está representada en 4095 individuos, 461 especies, 326 géneros y 195 familias, el estrato herbáceo es el más rico. Dentro de las familias más importantes se encuentran Cunoniaceae, Myrsinaceae, Asteraceae, Melastomataceae y Winteraceae.

En la alianza *Macleanio rupestris-Weinmanion tomentosae* el promedio de altura es de 10 m, las máximas son de 15 m. El estrato subarbóreo cubre el 62%, mientras que el arbóreo inferior tiene una cobertura de solo 4,5%. En términos de cobertura por especie, se encontró que la mayoría de los individuos cubren entre 2 m² y 22 m², y muy pocas especies registran valores superiores; dentro de estas últimas se encuentran *Weinmania tomentosa* y *Clusia multiflora* con 49 m² y 56 m² de cobertura, respectivamente, por lo cual son las predominantes dentro del dosel. Las epifitas registraron un comportamiento similar al de la vegetación dominada por *Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae*. En total se

registraron 3029 individuos, 374 especies, 278 géneros y 167 familias, dentro de las cuales se encuentran las familias Cunoniaceae, Myrsinaceae, Winteraceae y Clusiaceae.

En la asociación *Bejario resinosa-Weinmanietum tomentosae* la altura media del dosel alcanzó los 10 m, con individuos de hasta 15 m de altura. El 63% de la cobertura total corresponde al estrato subarbóreo, mientras que solo el 4% corresponde al estrato arbóreo inferior. *Chusquea scandens* es representativa con una alta densidad y frecuencia. En total se hallaron 2608 individuos, 334 especies, 253 géneros y 154 familias. Dentro de las familias más importantes están Cunoniaceae, Myrsinaceae, Winteraceae, Clusiaceae y Ericaceae.

En la subasociación *Myrcianto leucoxylae-Weinmanietum tomentosae* se registraron algunos individuos emergentes de hasta 15 m de altura; sin embargo, la mayor parte de los individuos son menores a 8,35 m de altura. En la vegetación de epífitas, las especies más importantes son *Tillandsia compacta* y *Tillandsia* sp. Se registraron 2058 individuos, 284 especies, 223 géneros y 146 familias, dentro de las que se encuentran Cunoniaceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Winteraceae y Melastomataceae.

La asociación *Piperi bogotensis-Miconietum squamulosae* está definida en un 50% por individuos entre 5 m y 6,31 m; la altura promedio es de 10,5 m. Adicionalmente, se encontraron individuos de hasta 15 m, que forman el estrato arbóreo inferior, el cual equivale al 11,9% de la cobertura del dosel. En relación con las epífitas, solo se registraron tres especies: *Anthurium bogotense*, *Anthurium oxybelium* y *Valeriana pavonni*; esta escasa presencia de epífitas se debe también a la ausencia de las especies asociadas. En total, se registraron 961 individuos, repartidos en 164 especies, 123 géneros y 92 familias. Las familias más importantes fueron Asteraceae, Araliaceae, Melastomataceae, Cunoniaceae y Myrtaceae.

Para la comunidad *Oreopanax floribundum* y *Axinaea macrophylla*, en términos de altura del

dosel, se encontró que cerca de la mitad de los individuos están entre 5 m y 6,3 m de altura; sin embargo, se encontraron individuos de hasta 13 m, estos son predominantes dentro del dosel; los individuos pertenecientes al estrato arbóreo inferior registraron una cobertura total de 5,3% del total, mientras el estrato subarbóreo cubre el 54% del dosel. En cuanto a epífitas, la especie más importante es *Tillandsia* sp., seguida por *Begonia urticae* y *Asplenium serra*. En total se registraron 469 individuos, 115 especies, 101 géneros y 79 familias. Las familias más importantes son Cunoniaceae, Melastomataceae, Araleaceae, Myrsinaceae y Chloranthaceae.

Para la comunidad *Ocotea sericea* y *Weinmania tomentosa*, la altura del dosel varía entre 5 m y 14,5 m; el dosel está dominado, en su mayoría, por el estrato subarbóreo (80%), mientras que el arbóreo inferior solo aporta el 2% de la cobertura total. Especies como *Weinmania tomentosa* y *Clusia multiflora* (49 m² y 40m², respectivamente) son las que mayor cobertura por especie aportan. En cuanto a epífitas, la especie más importante es *Elaphoglossum minutum*, seguida por *Tillandsia turneri* e *Histiopteris incisa*. El número de individuos encontrados para este tipo de vegetación fue de 546, correspondientes a 117 especies, 107 géneros y 77 familias, dentro de las que se encuentran Cunoniaceae, Clusiaceae, Lauraceae, Ericaceae y Winteraceae, como las más representativas.

CONCLUSIONES

Las unidades definidas pueden ser muy afines florísticamente debido a que las variaciones altitudinales y climáticas son muy similares entre sí; pero interiormente, dentro de la estructura de dichas unidades, se observan características propias, exclusivas y determinantes que hacen únicos cada uno de los tipos de vegetación, por lo que se deben entender por separado, sin desconocer que hacen parte de todo un complejo ecológico donde no solo interviene la vegetación, sino que dentro de esta se encuentran especies de fauna asociadas;

al mismo tiempo que se ven influenciados por características microclimáticas y edáficas, incluso debe considerarse la intervención del hombre como factor influyente en la composición de estos ecosistemas.

En términos de riqueza y diversidad, se encontró que los siete tipos de unidades de vegetación presentan valores muy similares entre sí; las comunidades *Ocotea sericea* y *Weinmania tomentosa* y *Oreopanax floribundum* y *Axinaea macrophylla* poseen los valores más bajos en cada uno de los índices calculados; sin embargo, debido a que estas unidades de vegetación son representadas por el menor número de levantamientos, se infiere que los valores de riqueza y diversidad se ven influenciados por el tamaño de la muestra, por lo que es necesario combinar los valores de dichos índices con los de estructura y composición para poder tener mayor certeza acerca de los resultados.

Es importante realizar estudios de vegetación en el sector de los cerros orientales de Bogotá puesto que a pesar de que los relictos de vegetación existentes han sido degradados intensamente, aún son reserva de una buena diversidad, y los inventarios que se realizan dentro de estos permiten evidenciar la presencia de especies de importancia ecológica como el caso del helecho *Dicksonia sellowiana* y *Dysopsis paucidentata*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue tomado de la investigación *Caracterización florística y estructural de los relictos de vegetación natural presentes en tres sitios de los cerros orientales de Bogotá D. C.*, del convenio 545/05 entre el Jardín Botánico de Bogotá y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Agradecemos a Margarita Rosa Mayorga, coautora del trabajo de grado; a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y al Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis por el financiamiento del presente trabajo; a la directora externa Vilma Isabel Jaimes Sánchez por sus valiosos aportes, consejos y directrices; a Harold Garay por su

colaboración con el análisis fitosociológico y sus aportes; al Herbario Forestal de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; al Herbario del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis y a sus directores, Rocío Cortés y Gustavo Morales, por permitir la identificación del material vegetal dentro de sus instalaciones; a Germán Téllez y Gustavo Morales por su acompañamiento en la respectiva identificación; a los miembros del Agroparque Los Soches, a los guardaparques del Parque Nacional y de la Quebrada La Vieja, al igual que a los carabineros del Parque Nacional por su apoyo logístico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano, II.** (2001). Estudio de la vegetación del sistema andino de la serranía del Perijá. (Tesis de pregrado, Biología). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 160 p.
- Bohórquez, S. C., & Zamora, K.** (2007). Determinación del potencial de restauración ecológica en el parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II Etapa. Cerros Orientales de Bogotá. (Tesis de pregrado, Ingeniería Forestal). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 250 p.
- Cantillo-H., E. E.** (2002). Caracterización estructural, ordenación y dinámica de la vegetación en la zona de captación de aguas de la microcuenca El Tigre, municipio de Norcasia, Caldas. (Tesis de maestría). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 178 p.
- Cantillo-H., E. E.** (2007). La estructura de la vegetación en Colombia: una síntesis preliminar. (Tesis de doctorado, Biología). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Cantillo-H., E. E., & Rangel-Ch., J. O.** (2003). Diversidad y composición florística de la vegetación en la zona de captación de aguas de la microcuenca El Tigre, municipio Norcasia, Caldas. *Colombia Forestal*, 8(16), 5-19.

- Consorcio Gerenciar.** (2005). Diseño paisajístico del Parque Nacional Enrique Olaya Herrera II Etapa. Bogotá, Colombia. 50 p.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).** (2005). Censo Nacional.
- Gracia, D. M. & Mayorga, M. R.** (2009). Caracterización florística y estructural de los relictos de vegetación natural presentes en tres sitios de los cerros orientales de Bogotá. (Tesis de pregrado, Ingeniería Forestal). Universidad Distrital Francisco José de caldas y Jardín Botánico José Celestino Mutis de Bogotá.
- Lamprecht, H.** (1990). Silvicultura en los trópicos. República Federal Alemana: Instituto de Silvicultura de La Universidad de Göttingen, Eschborn. GTZ. 335 p.
- Magurran, A.** (1988). Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press. 179 p.
- Margalef, R.** (1995). Ecología. Barcelona: Editorial Planeta. 255 p.
- Matteucci, S., & Colma, A.** (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. OEA. Monografía Científica, 22. 68 p.
- Ministerio de Medio Ambiente, Instituto Alexander Von Humboldt & Departamento Nacional de Planeación.** (1995). Política Nacional de Biodiversidad. Recuperado de <http://www.humboldt.org.co/download/polnal.pdf>
- Moreno, C.** (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza: CYTED, ORCYT/Unesco & SEA. 84 p.
- Mori, S., & Boom, B.** (1987). The Lecythidaceae of the lowland Neotropical forest: La Fumeé Mountain, French Guiana. Mem. New Cork Bot, Garden, 44, 9-29.
- Páramo, G. E.** (2003). Composición heterogeneidad espacial y conectividad de paisajes de las áreas rurales del distrito capital de Bogotá. Pérez Arbelaezia, V, 14.
- Rangel-Ch., J. O.** (2005). Aspectos de la estructura y de la riqueza de especies en la vegetación de los transectos del Tatamá. En: T. Van der Hammen, J. O. Rangel-Ch & A. Cleef (eds). Transecto Tatamá. Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes. J. Cramer, Berlín-Stuttgart, 6, 797-812.
- Rangel-Ch., J. O., & Lozano-C., G.** (1986). Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán Puracé. Caldasia, 14(68-70), 533-547.
- Rangel-Ch., J. O., & Velásquez, A.** (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En: J. O. Rangel-Ch., P. Lowy & M. Aguilar (eds.). Colombia: diversidad biótica II (pp. 59-87). Bogotá, D. C.: Instituto de Ciencias Naturales.
- Software. McCune, B., & Mefford, M. J.** (1997). PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 3.17. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U. S. A. Recuperado de <http://pcord.home.comcast.net/>
- Sturges, H. G.** (1926). The choice of class interval. Journal of the American Statistical Association, 21, 65-66.
- Van Der Hammen, T., Witte, H. J. L., & Van Reenen, G. B. A.** (1995). Aspectos ecolimatólogicos del área del transecto Parque Los Nevados. En: T. van der Hammen & A. G. Dos Santos (eds.). Transecto Parque de los Nevados (tercera parte) (pp. 329-364). Estudios de Ecosistemas Tropandinos-Ecoandes vol 4. Berlín: Stuttgart.

<i>Cestrum cuneifolium</i>	2,17								0,43	0,01	0,05	0,14									
<i>Oreopanax bogotensis</i>			0,04						0,01	6,05	0,1	0,11									
<i>Drymis granadensis</i>	0	1,03	4,51	0,99	6,73	2,84	4,43	4,78	10,2	41,2	10,8										
<i>Elaphoglossum engelii</i>		0,02			1,84	1,54		1,25	3,43			0,72									
<i>Miconia cundinamarcensis</i>		0,17	0,75	0,38								7,26									
<i>Myrcianthes leucoxylla</i>								0,94	2,32	0,64	0,03	0,12									
										0,15	9,51	0,54									
Especies características del orden <i>Chusqueo scandentis</i>-<i>Weinmanniales tomentosae</i>																					
<i>Chusquea scandens</i>	3,84	19,3	55,3	1,61	0,06	30,4	11,6	0,05	3,91	11,6	0,3	8,02	2,44	5,7	8,72	4,7	2,72	2,4	2,03	0,49	
<i>Persea mutissi</i>	20,7	0,07	6,75	0,41	2,49	0,01	0,68	3,41	2,84	0,08	0,03	0,04	0,01	7,08	0,3	0				0,29	
<i>Weinmannia tomentosa</i>	15,7	0,27	6,77	47,9	18,8	0,18	29,7	28,4	0,32	16,1	33,2	16,4	0,8	30,4	40,2					11,4	
<i>Macleania rupestris</i>	3,54	0,09	0,2	5,25	20,9	8,03	5,92	12,7	1,37	1,25	0,18	0,02	5,02	0,15					0,08	6,95	
Especies características de la alianza <i>Macleanio rupestris</i>-<i>Weinmanniales tomentosae</i>																					
<i>Myrsine coriacea</i>	4,32	1,25							0,01	0,29			18,3	0,46			6,54	9,21	2,17		0,58
<i>Clethra fimbriata</i>	2,76	1	0,13	0,64			3,82	6,9	0,23	0,7	0,01	0,02					0,01	2,93			
<i>Clusia multiflora</i>			2,35	21,8	24,5	10,4	4,46	8,91	29,4	2,38	5,17	1,64									
<i>Hypnum amabile</i>			2,35	2,25		0,19	3,03	3,1	1,33			0,18	3,67	13,2			17,6	0,72	0,19		
Especies características de la comunidad de <i>Oreopanax floribundum</i> y <i>Axinaea macrophylla</i>																					
<i>Oreopanax floribundum</i>	9,19	0,01							0,32	3,5											24,3
<i>Tibouchina grossa</i>	1,62	0,01	0,96	0,16									0,25				0,63				1,44

<i>Asplenium serra</i>	1,04	3,37							0,71	2,36	0,29
<i>Axinaea macrophylla</i>	11,9	15,6									
<i>Weinmania rollortii</i>		7,51									
<i>Hedyosmum parvifolium</i>		8,3									
<i>Holodiscus argenteus</i>	5,91										
Especies características de la asociación <i>Bejario resinosa</i>-<i>Weinmannietum tomentosae</i>											
<i>Bejaria resinosa</i>			0,97	0,2	13	6,4	14	0,01	0,4	0,44	0,04
<i>Geissanthus andinus</i>	0,19	2,97	1,05	0,16	0,11		0,08			28,9	
<i>Lycopodium thyioides</i>	0,88	0,96	0,01	0,38	3,25				0,23	3,52	
<i>Macrocarpaea glabra</i>	0,51	0,09	2,51	0,39		0,79	1,05			1,17	
<i>Myrsine guianensis</i>		0,1	2,75		0,38	8,1	0,37			9,67	
<i>Gaiadendron punctatum</i>			2,25	1,75	0,05	4,89	0,05			0,04	
<i>Tillandsia turneri</i>	0,11	2,84	0,04	2,51	1,2		2,26	0,05		1,28	1,94
<i>Cavendishia bracteata</i>			8,7	3,77	4,71				0,58	10,1	0,1
Especies características de la comunidad <i>Ocotea sericea</i>-<i>Weinmania tomentosa</i>											
<i>Ocotea sericea</i>	0,59	11,3	0,14								
<i>Disterigma alaternoides</i>	0,11	1,37	1,29		1,08						
<i>Elaphoglossum minutum</i>	1,09	6,36	2,17								
<i>Peperomia rotundata</i>	0,93	2,59	0								

Anexo 2. Riqueza para las unidades sintaxonómicas por estratos

Orden <i>Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae</i>							Coefficiente de mezcla
Estrato	Ar	ar	H	R	Ep	TOTAL	
No. de individuos	388	986	1499	539	683	4095	
No. de especies	62	104	138	91	66	461	0,11
No. de géneros	45	68	93	72	48	326	
No. de familias	30	38	54	42	31	195	
Alianza <i>Macleanio rupestris-Weinmanion tomentosae</i>							Coefficiente de mezcla
Estrato	Ar	ar	H	R	Ep	TOTAL	
No. de individuos	282	766	1028	394	559	3029	
No. de especies	41	82	115	78	58	374	0,12
No. de géneros	31	58	79	67	43	278	
No. de familias	21	32	44	41	29	167	
Comunidad de <i>Oreopanax floribundum</i> y <i>Axinaea macrophylla</i>							Coefficiente de mezcla
Estrato	Ar	ar	H	R	Ep	TOTAL	
No. de Individuos	23	115	157	52	122	469	
No. de Especies	9	25	35	20	26	115	0,25
No. de Géneros	8	22	31	20	20	101	
No. de Familias	6	17	21	18	17	79	
Asociación <i>Bejario resinosa-Weinmanietum tomentosae</i>							Coefficiente de mezcla
Estrato	Ar	ar	H	R	Ep	TOTAL	
No. de individuos	256	650	874	394	434	2608	
No. de especies	37	71	101	78	47	334	0,13
No. de géneros	28	52	71	67	35	253	
No. de familias	20	30	40	41	23	154	
Comunidad de <i>Ocotea sericea</i> y <i>Weinmania tomentosa</i>							Coefficiente de mezcla
Estrato	Ar	ar	H	R	Ep	TOTAL	
No. de individuos	43	94	225	110	74	546	
No. de especies	12	21	36	27	21	117	0,21
No. de géneros	12	20	35	24	16	107	
No. de familias	10	16	23	15	13	77	
Asociación <i>Myrcianto leucoxylae-Weinmanietosum tomentosae</i>							Coefficiente de mezcla

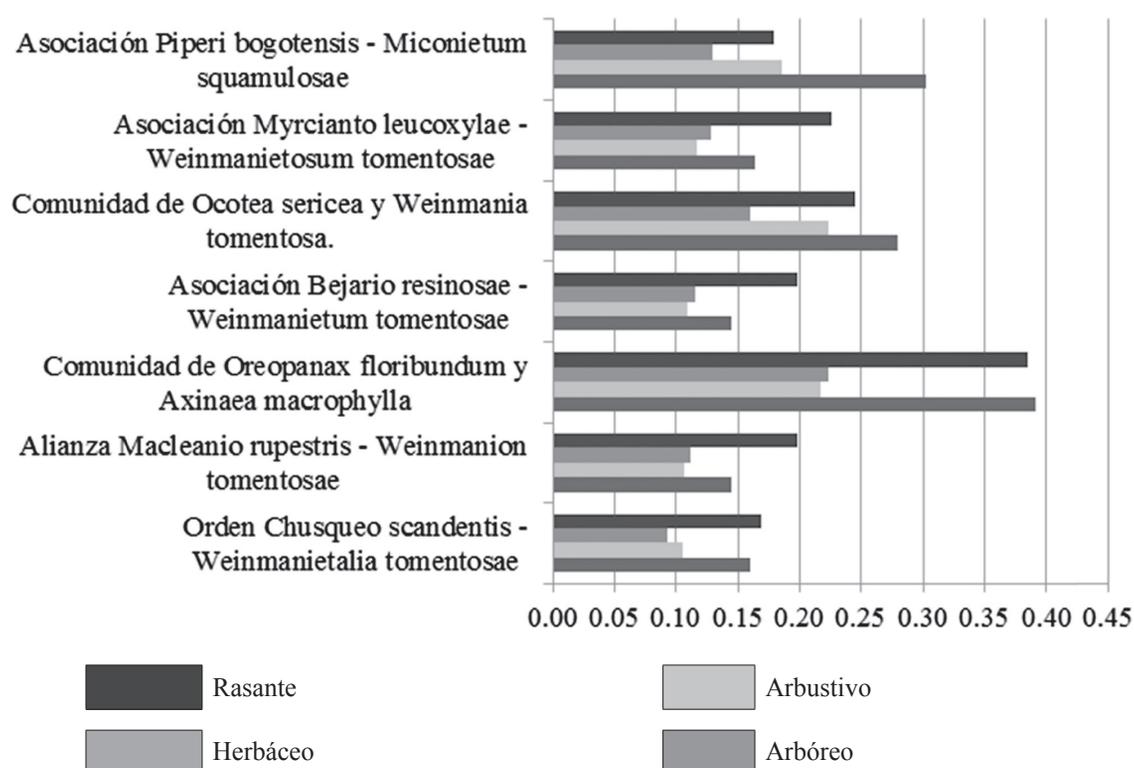
Diversidad y caracterización florística de la vegetación natural en tres sitios de los cerros orientales de Bogotá D. C.

Estrato	Ar	ar	H	R	Ep	TOTAL	
No. de individuos	213	556	646	283	360	2058	
No. de especies	35	65	83	64	37	284	0,14
No. de géneros	26	50	60	58	29	223	
No. de familias	19	30	36	40	21	146	

Asociación <i>Piperi bogotensis-Miconietum squamulosae</i>							Coefficiente de mezcla
Estrato	Ar	ar	H	R	Ep	TOTAL	
No. de individuos	109	221	473	145	13	961	
No. de especies	33	41	61	26	3	164	0,17
No. de géneros	27	31	46	17	2	123	
No. de familias	21	22	34	13	2	92	

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

Figura A. Coeficiente de mezcla por estrato



Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

Anexo 3. Índices de riqueza para las unidades sintaxonómicas

Unidades de vegetación	Índices de riqueza								
	Índice de Menhinick			Índice de Margalef			Cociente de mezcla		
	Ar	ar	H	Ar	ar	H	Ar	ar	H
<i>Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae</i> ord. nov.	3,15	3,31	3,56	10,23	14,94	18,73	0,16	0,11	0,09
<i>Macleanio rupestris-Weinmanion tomentosae</i> all. nov.	2,44	2,96	3,59	7,09	12,20	16,44	0,15	0,11	0,11
Comunidad de <i>Oreopanax floribundum</i> y <i>Axinaea macrophylla</i>	1,88	2,33	2,79	2,55	5,06	6,72	0,39	0,22	0,22
<i>Bejario resinosae-Weinmanietum tomentosae</i> ass. nov.	2,31	2,78	3,42	6,49	10,81	14,76	0,14	0,11	0,12
Comunidad de <i>Ocotea sericea</i> y <i>Weinmania tomentosa</i>	1,83	2,17	2,40	2,92	4,40	6,46	0,28	0,22	0,16
<i>Myrcianto leucoxylae-Weinmanietosum tomentosae</i> subass. nov.	2,40	2,76	3,27	6,34	10,13	12,67	0,16	0,12	0,13
<i>Piperi bogotensis-Miconietum squamulosae</i> ass. nov.	3,16	2,76	2,80	6,82	7,41	9,74	0,30	0,19	0,13

Unidad sintaxonómica	Nº de especies	Nº de géneros	Índice generalítico específico	Índice generalítico por comunidad
Orden <i>Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae</i>	461	326	0,71	0,71
Alianza <i>Macleanio rupestris-Weinmanion tomentosae</i>	374	278	0,60	0,74
Comunidad de <i>Oreopanax floribundum</i> y <i>Axinaea macrophylla</i>	115	101	0,22	0,88
Asociación <i>Bejario resinosae-Weinmanietum tomentosae</i>	334	253	0,55	0,76
Comunidad de <i>Ocotea sericea</i> y <i>Weinmania tomentosa</i>	117	107	0,23	0,91
Asociación <i>Myrcianto leucoxylae-Weinmanietosum tomentosae</i>	284	223	0,48	0,79
Asociación <i>Piperi bogotensis-Miconietum squamulosae</i>	164	123	0,27	0,75

Unidades de vegetación	Índices de riqueza		
	Índice Shannon-Weaver	Índice Simpson	Índice Berger-Parker
<i>Chusqueo scandentis-Weinmanietalia tomentosae</i> ord. nov.	3,36	0,97	0,91
<i>Macleanio rupestris-Weinmanion tomentosae</i> all. nov.	3,99	0,97	0,93
Comunidad de <i>Oreopanax floribundum</i> y <i>Axinaea macrophylla</i>	3,36	0,95	0,89
<i>Bejario resinosae-Weinmanietum tomentosae</i> ass. nov.	3,94	0,97	0,93
Comunidad de <i>Ocotea sericea</i> y <i>Weinmania tomentosa</i>	3,14	0,93	0,81
<i>Myrcianto leucoxylae-Weinmanietosum tomentosae</i> subass. nov.	3,88	0,97	0,91
<i>Piperi bogotensis-Miconietum squamulosae</i> ass. nov.	3,59	0,96	0,87

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

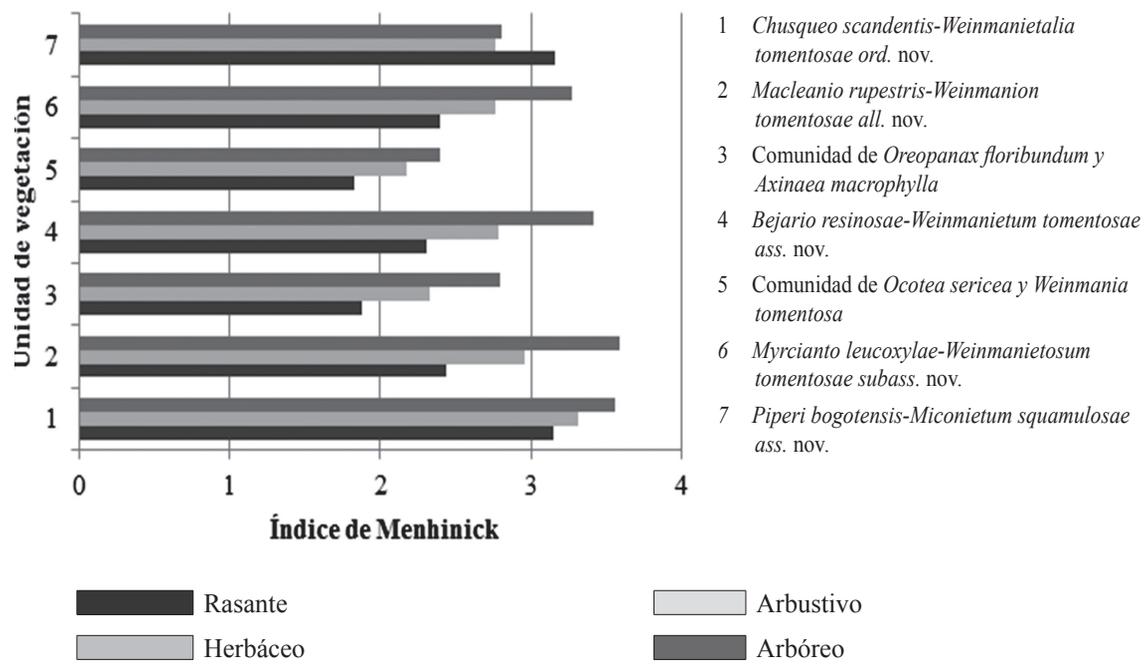
Anexo 4. IVIF por tipos de vegetación

Tipo de vegetación	Familia	N° Sp.	Dominancia (%) / familia	Densidad (%) / familia	Diversidad (%) / familia	IVIF %	IVIF %
<i>Chusqueo scandentis- Weinmanietalia tomentosae</i> ord. nov.	Cunnoniaceae	2	30,97	23,45	3,22	57,65	19,21
	Myrsinaceae	8	12,85	10,05	12,90	35,80	11,93
	Asteraceae	10	7,87	6,18	16,12	30,19	10,06
<i>Macleanio rupestris- Weinmanion tomentosae</i> all. nov.	Cunnoniaceae	2	35,37	28,72	4,87	68,97	22,99
	Myrsinaceae	7	15,03	10,99	17,07	43,10	14,36
	Winteraceae	1	15,08	8,51	2,43	26,03	8,67
Comunidad de <i>Oreopanax floribundum</i> y <i>Axinaea macrophylla</i>	Cunnoniaceae	2	64,85	30,43	22,22	117,51	39,17
	Melastomataceae	3	10,70	30,43	33,33	74,47	24,85
	Aralaceae	1	15,48	17,39	11,11	43,98	14,66
<i>Bejario resinosae- Weinmanietum tomentosae</i> ass. nov.	Cunnoniaceae	1	33,09	28,90	2,70	64,70	21,56
	Myrsinaceae	7	15,40	11,32	18,91	45,65	15,21
	Winteraceae	1	15,98	9,37	2,70	28,06	9,35
Comunidad de <i>Ocotea sericea</i> y <i>Weinmania tomentosa</i>	Cunnoniaceae	1	47,89	25,58	8,33	81,80	27,26
	Clusiaceae	1	24,30	25,58	8,33	58,22	19,40
	Lauraceae	2	8,61	16,27	16,66	41,56	13,85
<i>Myrcianto leucoxyloae- Weinmanietosum tomentosae</i> subass. nov.	Cunnoniaceae	1	25,80	29,57	2,85	58,24	19,41
	Myrsinaceae	7	19,66	13,14	20	52,80	17,60
	Myrtaceae	2	21,55	1,87	5,71	29,15	9,71
<i>Piperi bogotensis- Miconietum squamulosae</i> ass. nov.	Asteraceae	6	22,19	15,59	18,18	55,97	18,65
	Araliaceae	3	13,47	10,09	9,09	32,66	10,88
	Melastomataceae	3	2,57	14,67	9,09	26,34	8,78

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

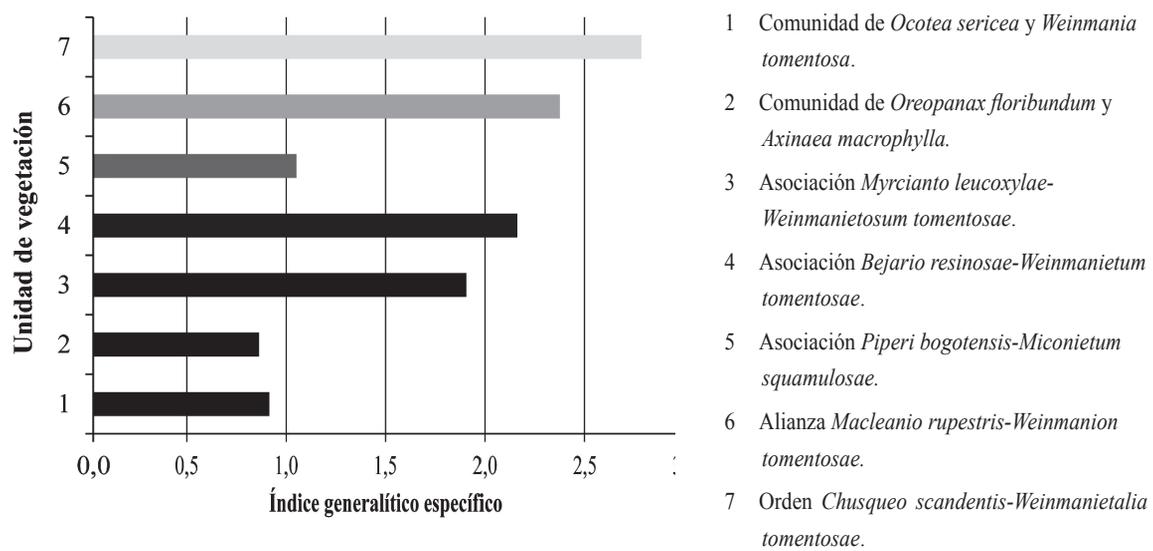
Anexo 5. Índices de riqueza para las unidades sintaxonómicas

Figura A. Índice de Margalef



Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

Figura B. Índice generalítico específico



Fuente: Gracia & Mayorga (2009).

Anexo 6. Comparación con otros ecosistemas similares

Zona	Vertiente	Altura media del dosel (m)	Especies	Géneros	Familias	IVI%	IPF%	IVIF%			
Cordillera occidental	Tatamá	10	57	41	28	<i>Clusia multiflora</i>	5,6	<i>Brunellia</i> sp.	7,2	Melastomataceae	16,2
			47	32	26	<i>Prunus integrifolia</i>	5,3	<i>Clusia multiflora</i>	6,8	Clusiaceae	11,3
						<i>Brunellia</i> sp.	4,7	<i>Prunus integrifolia</i>	6,5	Cunoniaceae	10,1
Cordillera central	Parque Los Nevados	17	65	48	33	<i>Brunellia goudotii</i>	16,7	<i>Brunellia goudotii</i>	21,7	Melastomataceae	18,8
						<i>Miconia cf. turgida</i>	11,4	<i>Miconia cf. turgida</i>	13,6	Clusiaceae	13,7
						<i>Ilex cf. uniflora</i>	6,8	<i>Clusia multiflora</i>	8,2	Cunoniaceae	13
Cordillera oriental	Serranía del Perijá	20	66	52	36	<i>Quercus humboldtii</i>	24,9	<i>Quercus humboldtii</i>	41,7	Fagaceae	24,6
						<i>Ardisis sapida</i>	4,2	<i>Ardisis sapida</i>	3,9	Myrsinaceae	9
						<i>Prunus integrifolia</i>	4	<i>Prunus integrifolia</i>	3,8	Lauraceae	6,3
Cordillera oriental	Quebrada La Vieja	15	46	32	19	<i>Ternstroemia aff. meridionalis</i>	12,4	<i>Ternstroemia aff. meridionalis</i>	12,6	Melastomataceae	14
						<i>Schefflera paniculitomentosa</i>	8,4	<i>Schefflera paniculitomentosa</i>	9,9	Clusiaceae	13,2
						<i>Clusia magnifolia</i>	6,6	<i>Clusia elliptica</i>	8,3	Theaceae	10,8
Cordillera oriental	Parque Nacional EOH	20	26	18	15	<i>Weinmannia rollotii</i>	12,7	<i>Weinmannia rollotii</i>	8,7	Cunoniaceae	24,5
						<i>Clusia elliptica</i>	8,2	<i>Clusia magnifolia</i>	10,6	Clusiaceae	15
						<i>Clusia magnifolia</i>	7,2	<i>Weinmannia reticulata</i>	9,6	Theaceae	7,7
Cordillera oriental	Los Soches	8	46	40	30	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	4,4	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	6,4	Asteraceae	9,7
						<i>Paragynoxys martin-grantii</i>	4,1	<i>Paragynoxys martin-grantii</i>	5,5	Myrsinaceae	9,4
						<i>Oreopanax fontquerianum</i>	4,0	<i>Podocarpus oleifolius</i>	5	Podocarpaceae	5,4
Cordillera oriental	Los Soches	7	87	69	44	<i>Weinmannia tomentosa</i>	30	<i>Weinmannia tomentosa</i>	45,7	Cunoniaceae	39,2
						<i>Clusia multiflora</i>	22,1	<i>Weinmannia rollotii</i>	35	Melastomataceae	24,8
						<i>Weinmannia rollotii</i>	22	<i>Clusia multiflora</i>	26,1	Clusiaceae	19,4
Cordillera oriental	Los Soches	8	101	78	48	<i>Weinmannia rollotii</i>	22,1	<i>Weinmannia rollotii</i>	35	Cunoniaceae	39,2
						<i>Weinmannia tomentosa</i>	22,1	<i>Weinmannia tomentosa</i>	30,4	Melastomataceae	24,8
						<i>Axinaea macrophylla</i>	16,8	<i>Drymis granadensis</i>	16,5	Asteraceae	18,7
Cordillera oriental	Los Soches	8	78	63	40	<i>Weinmannia tomentosa</i>	22,1	<i>Weinmannia tomentosa</i>	30,4	Cunoniaceae	19,4
						<i>Drymis granadensis</i>	11,7	<i>Drymis granadensis</i>	16,5	Asteraceae	18,7
						<i>Miconia squamulosa</i>	8,9	<i>Polymnia pyramidalis</i>	13,3	Myrsinaceae	17,6

Fuente: Gracia & Mayorga (2009).