

PASTIZALES XEROFILOS DEL MUNICIPIO DE UBAQUE Y NORTE DEL ALTIPLANO DE BOGOTÁ

Dry grassland in Ubaque municipality and north high plain of Bogotá (Colombia)

DAVID RIVERA OSPINA

Departamento de Biología Vegetal (Unidad de Botánica), Universidad de Barcelona, España,
davidriverao@etb.net.co

ORLANDO RANGEL-CH.

Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, jerangel@ciencias.edu.co

IGNASI SORIANO

Departamento de Biología Vegetal (Unidad de Botánica), Universidad de Barcelona, España,
isoriano@ub.edu

RESUMEN

Se realizó un estudio fitosociológico con base en 133 inventarios de pastizales xerófilos del municipio de Ubaque (1900-2300 msnm) y el norte del altiplano de Bogotá (2600-2850 msnm). Se siguió la metodología sigmatista con aplicación de técnicas de análisis multivariable, método de componentes principales. Se describe una nueva clase con 9 nuevas asociaciones en el siguiente arreglo sintaxonómico: Clase *Andropogonetea hirtiflora*, orden *Andropogonetalia hirtiflora*, alianza *Andropogonion hirtiflora*, asociaciones: *Andropogonetum hirtiflora*, *Andropogo hirtiflora*-*Puyetum bicoloris*, *Andropogo hirtiflora*-*Trachypogonetum montufarii* y *Desmodio sericophylli*-*Borrerietum anthospermoidis*; alianza *Eragrostion pastoensis*, asociaciones: *Eragrostietum pastoensis*,

Sporoboletum lasiophylli y *Aristidetum laxae*; orden *Melinietalia minutiflorae*, alianza *Melinion minutiflorae*, asociación *Melinietum minutiflorae*, alianza *Paspalion notati*, asociación *Paspaletum notati*. Se analizan las relaciones florísticas con páramos y sabanas y se aportan elementos para su conservación.

Palabras clave. Andes septentrionales, Pastizales xerófilos, Fitosociología, Ubaque, Altiplano de Bogotá, clase *Andropogonetea hirtiflori*.

ABSTRACT

A phytosociological study on the basis of 133 releves was carried out on the dry grassland of the municipality of Ubaque (1900-2300 m a.s.l.) and the high plain of Bogotá (2600-2850 m a.s.l.), following the Braun-Blanquet method and multivariate analysis by principal components. A new class with 9 new associations is described, according to the arrangement -Class *Andropogonetea hirtiflori*: order *Andropogonetalia hirtiflori*, alliance *Andropogonion hirtiflori*, associations: *Andropogonetum hirtiflori*, *Andropogo hirtiflori-Puyetum bicoloris*, *Andropogo hirtiflori-Trachypogonetum montufarii* and *Desmodio sericophylli-Borrerietum anthospermoidis*; alliance *Eragrostion pastoensis*, associations: *Eragrostietum pastoensis*, *Sporoboletum lasiophylli* and *Aristidetum laxae*; order *Melinietalia minutiflorae*, alliance *Melinion minutiflorae* association *Melinietum minutiflorae* and alliance *Paspalion notati* association *Paspaletum notati*. Floristical relationship with páramos and savannas are analyzed and discussion elements are given to contribute in biodiversity conservation.

Key Words. Northern Andean range, Dry grasslands, High plain of Bogotá, Ubaque municipality, Braun-Blanquet method, Class *Andropogonetea hirtiflora*.

INTRODUCCIÓN

Factores orográficos y climáticos locales han originado bajo condiciones de “sombra de lluvia” formaciones secas en las montañas y valles interandinos sujetos a un fuerte déficit hídrico la mayor parte del año. Según el IAvH (1998), éstas se clasifican en formaciones secas de tierras bajas (< 1000 m) en las que se destaca el cinturón del Caribe; enclaves secos interandinos (bosques xerófilos y formaciones espinosas premontanas), y formaciones secas de tierras altas (altoandinas), localizadas principalmente en la altiplanicie Cundiboyacense. Según Hernández-Camacho & Sánchez (1992), estas últimas corresponden a formaciones xerofíticas y subxerofíticas que durante los periodos áridos del Pleistoceno ocuparon mayor extensión, de modo que pueden considerarse refugios secos del presente. Su flora presenta un número apreciable de endemismos y posee ciertas especies afines con las comunidades análogas de Ecuador, Perú y Bolivia (Hernández et al. 1995).

A pesar del enorme interés desde la perspectiva de su conservación y biodiversidad los estudios florísticos de los pastizales propios de las zonas montañosas secas del país han tenido escaso desarrollo, puesto que la atención se ha centrado en el análisis de la cobertura forestal y estos pastizales pasan desapercibidos o se consideran vinculados a tierras erosionadas con poco valor. El origen y procesos dinámicos de estas comunidades de pastizal no está claramente dilucidado; sin embargo algunos autores (Cortés et al. 1999), las relacionan con estados sucesionales de degradación del bosque andino, aspecto discutible, puesto que las evidencias paleoecológicas (Van der Hammen 1992) sugieren su existencia desde el pasado, como reliquias de sabanas altimontanas. El objetivo de este trabajo se centra, pues, en el estudio fitosociológico de estas comunidades de pastizales xerófilos.

Área de estudio

La población de Ubaque se localiza en la vertiente Este de la Cordillera Oriental, aproximadamente 53 kilómetros al oriente de la ciudad de Bogotá (4° 28' latitud norte, 73° 56' longitud oeste). La vegetación xerófila se presenta aquí en un gradiente altitudinal de 1900 a 2200 msnm en el piso subandino. El régimen pluviométrico dominante es el unimodal, la estación lluviosa se presenta en junio-julio, con precipitación promedio anual entre 740-860 mm. La temperatura media anual es de 18-20 °C. El sustrato lo forman rocas del Cretáceo inferior, constituidas por areniscas intercaladas con niveles de lutitas negras, parcialmente cubiertas por depósitos coluviales de textura generalmente arcillosa, alfisoles, con su característico horizonte argílico. Como resultado de los procesos erosivos, sobre la superficie de las laderas de pendiente fuerte, las lutitas afloran y los suelos resultantes son muy superficiales (denominados Entisoles; IGAC 1985).

El altiplano de Bogotá, también denominado Sabana de Bogotá, se localiza en la Cordillera Oriental a 2600 msnm, (4° 30'-5°10' latitud norte y 74° 25'-73°30' longitud oeste; hace parte de la cuenca alta del Río Bogotá (figura 1). Presenta tres grandes regiones secas con balance hídrico deficitario (Montañéz et al. 1994, Van der Hammen 2003): El corredor seco del norte, el corredor seco del sur y una pequeña región seca en el centro de la altiplanicie. En este trabajo los inventarios proceden de localidades de la región norte (municipios de Guatavita, Nemocón, Suesca), así como de la región central de la altiplanicie (municipios de Suba y Chía). Los enclaves secos presentan isoyetas de valor medio anual comprendido entre 700 y 800 mm. El régimen pluviométrico dominante es el bimodal, con dos estaciones de lluvia en marzo-junio y septiembre-diciembre (IGAC-ORSTOM 1984). La temperatura media anual es de 13.5 °C. La

geología del área está conformada por unidades del Cretáceo, Terciario y Cuaternario. Las rocas aflorantes son de origen exclusivamente sedimentario, del tipo areniscas, arcillolitas, lodolitas, limolitas, areniscas y conglomerados. Los depósitos recientes están conformados por depósitos aluviales y coluviales de edad cuaternaria (IGAC 1995). Los suelos en los enclaves xerofíticos estudiados, expuestos a largos periodos de sequía, presentan poca profundidad y un horizonte argílico negro, de suelos planosólicos (*Haplustalfs*), con poca profundidad efectiva debido a la presencia de una capa de arcilla impermeabilizante (horizonte argílico o *claypan*; Hernández-Camacho & Sánchez 1992), sujetos a erosión severa y fuerte cárcavamiento.

Estudios anteriores

En los páramos y bosques andinos que circundan el altiplano de Bogotá se han realizado diferentes estudios de flora y vegetación como los de Cuatrecasas (1934, 1958), Forero (1965), Lozano & Schnetter (1976), Cleef (1981), Vargas & Zuluaga (1985), Sturm & Rangel (1985), Sánchez & Rangel (1990), Vargas & Rivera (1991), Rangel & Sturm (1995), Rangel (2000), Ramírez et al. (2001). Estudios pioneros sobre la vegetación seca y de los enclaves xerofíticos de Colombia con caracterización de las comunidades según las especies dominantes se realizaron por Saravia et al. (1965); Hueck (1978) describió los matorrales espinosos y bosques secos del cinturón árido pericaribeño. Contribuciones fitosociológicas más específicas sobre la vegetación xerofítica de la Sabana de Bogotá se realizaron al suroccidente en la región de la Herrera (Cardozo 1965 inédito, Vink & Wijninga 1987, Cano & Sarmiento 1997). Hacia el norte, en la altiplanicie de Boyacá, Rangel & Aguirre (1986) estudiaron la vegetación de la cuenca del lago de Tota, incluida la vegetación xerófila de los cerros circundantes. Recientemente Cortés et al. (1999) describieron las comunidades vegetales de la región central de la Sabana de Bogotá en los cerros de Chía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó la clásica metodología sigmatista (Braun-Blanquet 1979), ampliamente utilizada en Colombia por varios autores (véase Rangel 2000). Las técnicas de trabajo han sido detalladas por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), Westhoff & Van der Maarel (1980), Rangel & Velásquez (1997), entre otros. Se aplicaron técnicas de ordenación de análisis multivariante (ter Braak 1995), por el método de componentes principales de tipo cualitativo, con base en una matriz de datos de presencia-ausencia de especies en los inventarios (Fariñas & Monasterio 1980, Pla 1986, Bisquerra 1989, Font 1993, Hair et al. 1998). En Colombia son recientes los estudios de vegetación que han implementado estas técnicas de análisis: Verweij (1995) en páramos, Duivenvoorden & Lips (1993) y Rudas et al. (2002) en selvas del Amazonas. En la matriz de datos de presencia-ausencia se analizan en total 133 inventarios. La nominación de los sintaxa sigue el Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Weber et al. 2000).

RESULTADOS

Presentamos a continuación la sinopsis de los sintáxones de pastizal xerófilo reconocidos.

CLASE *ANDROPOGONETEA HIRTIFLORI* nova

Orden tipo: *Andropogonetalia hirtiflora*

Especies características: *Borreria anthospermoides*, *Rhynchospora barbata*, *Cuphea serpyllifolia*, *Setaria parviflora*, *Aristida laxa*, *Conyza primulaefolia*, *Bulbostylis asperula*,

Gnaphalium elegans, *Aegopogon cenchroides*, *Sporobolus indicus*, *Trisetum deyeuxioides*, *Chaptalia exscapa*, *Bidens pilosa*, *Polygala paniculata*, *Zornia diphylla*, *Lantana boyacana*, *Stevia lucida*, *Bothriochloa saccharoides*, *Dodonaea viscosa*.

Diagnosis: Pastizales xerófilos de gramíneas de porte alto dominados por *Andropogon hirtiflorus*, *Andropogon aequatoriensis* o *Melinis minutiflora*, y pastizales cortos tipo prado con *Eragrostis pastoensis*, *Sporobolus lasiophyllus*, *Arsitida laxa*, *Chaptalia exscapa*, *Paspalum notatum*. Se presentan en la altiplanicie de Bogotá (2600-3100 msnm) y en el Municipio de Ubaque (1500-2000 msnm), en los pisos subandino, andino y subpáramo bajo en zonas con precipitaciones inferiores a 800 mm anuales. Ocupan posiciones topográficas variadas, desde terrenos planos de terrazas aluviales con alfisoles hasta laderas escarpadas con afloramientos rocosos.

ORDEN **ANDROPOGONETALIA HIRTIFLORI** *novo*

Alianza tipo: *Andropogonion hirtiflori*

Especies características: *Lycurus phleoides*, *Margyrycarpus setosus*, *Piptochaetium stipoides*, *Chaetolepis microphylla*, *Euphorbia orbiculata*, *Selaginella sellowii*, *Stipa ichu*, *Hypochaeris sessiliflora*, *Pellaea ternifolia*, *Panicum trichoides*, *Stenandrium dulce*, *Baccharis macrantha*.

Diagnosis: Este orden presenta dos alianzas: La primera, *Andropogonion hirtiflori*, formada por pastizales de porte alto (0.30-1.5 m), instalados sobre laderas escarpadas, pedregosas y suelos superficiales, en algunos casos también sobre afloramientos rocosos, con coberturas densas de *Andropogon hirtiflorus*, *Andropogon aequatoriensis* y plantas rosetófilas como *Puya bicolor*. La

segunda, *Eragrostion pastoensis*, corresponde a prados cortos con cobertura escasa de gramíneas como *Eragrostis pastoensis*, pequeñas hierbas de *Evolvulus bogotensis* y abundancia de terófitos como *Microchloa kunthii*, entre otras. Viven en laderas de pendiente moderada y antiguas planicies coluvio-aluviales, sobre suelos predominantemente arcillosos y compactados tipo alfisoles; en general se presentan fuertes procesos de erosión superficial y cárcavamiento.

Alianza ***Andropogonion hirtiflori*** nova

Ass. tipo: *Andropogonetum hirtiflori*

Especies características: *Andropogon hirtiflorus*, *Andropogon aequatoriensis*, *Epidendrum elongatum*, *Cheilanthes bonariensis*, *Puya bicolor*, *Echeverria bicolor*, *Cheilanthes myriophylla*, *Cranichis antioquiensis*, *Desmodium sericophyllum*, *Ditassa longiloba*, *Arenaria lanuginosa*, *Miconia squamulosa*, *Danthonia secundiflora*, *Kalanchoe serrata*, *Cardionema multicaule*, *Furcraea cabuya*, *Trachypogon montufarii*, *Echeandia ciliata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Oxalis bogotensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Acaena cylindristachya*.

Diagnosis: Pastizales altos dominados por *Andropogon hirtiflorus*. Se presentan en laderas escarpadas, sobre suelos de areniscas muy drenados, pedregosos y erosionados. En el límite superior de distribución, a 2800 msnm, contacta con elementos transgresivos del páramo bajo (*Arcytophyllum*, *Befaria*, *Cortaderia*, *Espeletiopsis*, *Paepalanthus*, entre otros) y en el límite inferior (2000 msnm) con elementos de sabana (*Aristida*, *Eriosema*, *Trachypogon*, *Zornia*).

Ass. ***Andropogonetum hirtiflori*** nova

Tabla 1, inventario tipo: 4

Fisonomía y Composición: Pastizal alto (0.50-1 m), denso, de aspecto rojizo cuando está en plena floración. Estrato arbustivo disperso de baja cobertura (10-25%) con *Miconia squamulosa*, *Myrica parvifolia*, *Dodonaea viscosa*. Cobertura estrato herbáceo 50-85%, dominado por *Andropogon hirtiflorus*. Estrato rasante poco desarrollado con *Selaginella sellowii*, *Lycurus phleoides*, *Piptochaetium stipoides*, 5-10% de cobertura.

Ecología y Distribución: Se presenta en los municipios de Suesca y Guatavita entre 2700-2900 msnm, en laderas con pendiente fuerte (20-30°), en suelos de poca profundidad, sobre areniscas y sustratos pedregosos, con abundancia de *Bulbostylis asperula*, *Rhynchospora barbata* y *Microchloa kunthii*, sobre suelos más degradados y arenosos.

Variabilidad: Los inv.13-19 corresponden a una variante con *Andropogon aequatoriensis*, pastizal alto de color amarillento, asociado con *Cheilanthes bonariensis*. Ocupa laderas muy escarpadas del municipio de Suesca, con pendientes entre 35-40°, sobre suelos de textura franco-arenosa resultado del acarreo de areniscas de la parte superior de la ladera.

Ass. *Andropogo hirtiflori*-*Puyetum bicoloris nova*

Tabla 2, inv. Tipo: 1

Fisonomía y Composición: Pastizal-rosetal alto, con rosetas gigantes de *Puya bicolor* y macollas densas de *Andropogon hirtiflorus* y *A. aequatoriensis*, en ocasiones dominantes en el estrato herbáceo, y cobertura variable (50-90%). Estrato arbustivo disperso, 5-20% de cobertura, con

Miconia squamulosa y *Baccharis macrantha*. Sobre afloramientos rocosos abundan *Selaginella selowii* y la hierba suculenta introducida *Kalanchoe serrata*.

Ecología y Distribución: Se presenta a 2700-2800 msnm, en laderas con pendiente de 10-30°, suelos poco profundos de textura franco-arenosa. Destaca la presencia de taxones transgresivos del “cinturón de ericáceas” propios del subpáramo seco para formar la variante con *Espeletiopsis corymbosa*. En algunas laderas de pendiente pronunciada (30-45°) se presenta una facies con *Trachypogon montufarii* y las rosetas gigantes de *Furcraea cabuya* y *Echeverría bicolor* sobre sustratos pedregosos y arenosos (inv. 5-6).

Variabilidad: Subasociación *espeletiopsietosum corymbosae*, matorral-rosetófilo bajo. Están presentes otros taxones transgresivos diferenciales de la franja de subpáramo seco como *Hypericum juniperinum*, *Arcytophyllum nitidum*, *Paepalanthus crassicaulis*, *Befaria resinosa*, *Cortaderia nítida* y *Cletra fimbriata*. Se presenta a 2900 msnm en pendientes muy fuertes (40°), suelos más húmicos y profundos. Fisonómica y florísticamente se corresponde con la vegetación del “cordón de ericáceas” descrita por Vargas & Zuluaga (1980) en la vertiente seca del Páramo de Monserrate (3000 msnm) y el Páramo de Cruz Verde (Lozano & Schnetter 1976, Rangel & Sturm 1995).

Comentarios sintaxonómicos: El *Andropogo-Puyetum bicoloris* se relaciona con la asociación *Puyetum bicoloris* Rangel & Aguirre in Caldasia 15(71-75): 263-312 (1986), situado a mayor altitud (3100 msnm) y en el extremo norte del altiplano Cundiboyacense, en los escarpes rocosos de la Laguna de Tota. Presentan en común *Puya bicolor*, *Miconia squamulosa*, sin embargo manifiesta una notable escasez de características de unidades superiores que diferencia estos dos

sintaxones. De otra parte, los taxones transgresivos del páramo presentes en la subasociación *espeletiopsietosum corymbosae*, relacionan este sintaxon con la vegetación arbustiva del *Chaetolepido microphyllae-Espeletiopsietum corymbosae* descrito por Cortés et al (1999) de la localidad de Chía en un intervalo altitudinal de 2720-2990 msnm, con el que comparte las especies diferenciales, y difiere por carecer de *Andropogon hirtiflorus* y *Andropogon aequatoriensis*.

Ass. ***Andropogo hirtiflori-Trachypogonetum montufarii*** nova

Tabla 3, inv. Tipo: 6

Pastizal de mediana altura (20-50 cm), con un estrato herbáceo formado por macollas dispersas de *Andropogon hirtiflorus* y *Trachypogon montufarii*.

Ecología y Distribución: Se presenta en los municipios de Suesca, Nemocón y Suba, a 2650-2850 msnm. Ocupa cimas de colinas con afloramientos rocosos de areniscas, en condiciones de sequía extrema por la permanente exposición al viento y los suelos muy drenados, de textura franco-arenosa.

Variabilidad: Facies con *Melinis minutiflora* (inv. 2-3) especie transgresiva del *Melinietum minutiflorae* en la mayor altitud registrada hasta ahora en Colombia. Forma pequeños parches de cojines principalmente sobre afloramientos rocosos y sustratos pedregosos.

Ass. ***Desmodio sericophylli-Borrerietum anthospermoidis*** nova

Tabla 3, inv. Tipo: 19

Fisonomía y Composición: Pastizal denso de mediana altura (20-30 cm), con el estrato herbáceo dominado por *Desmodium sericophyllum* y *Trachypogon montufarii*. Presenta una elevada e inusual cobertura de características de clase como *Borreria anthospermoides*, *Rhynchospora barbata*, *Sporobolus lasiophyllus* y *Cuphea serpyllifolia*.

Ecología y Distribución: Se presenta en la localidad de Suba (2800 msnm), extremo sur del cerro de Suba, en condiciones más favorables de sustrato (suelos más profundos) y condiciones menos restrictivas que la asociación anterior como lo indica la presencia de *Pennisetum clandestinum*.

Variabilidad: Los inv. 22-27 corresponden a una facies con pequeños parches dominados por *Stipa ichu*.

Alianza ***Eragrostion pastoensis nova***

Ass. tipo: *Eragrostietum pastoensis*

Especies características: *Eragrostis pastoensis*, *Microchloa kunthii*, *Evolvulus bogotensis*, *Plantago sericea*, *Gomphichis traceyae*, *Stipa mucronata*, *Stipa neesiana*, *Sysirinchium iridifolium*, *Sporobolus lasiophyllus*, *Hypochaeris radicata*, *Chaptalia runcinata*, *Hypericum brevistylum*.

Diagnosis: Pastizales cortos, 10 cm de altura, con dominancia de *Eragrostis pastoensis*, *Sporobolus lasiophyllus*, *Aristida laxa*, sobre laderas de pendiente moderada y planicies de origen

coluvio-aluvial muy disectadas por erosión y carcavamiento. El corto periodo de lluvias estacionales facilita el desarrollo de un conjunto de pequeños terófitos y un estrato rasante rico en líquenes foliáceos formadores de costras sobre el suelo. Se presenta en los municipios de Guatavita, Suesca, Nemocón a 2650-2700 msnm, en suelos superficiales sujetos a compactación por pisoteo de ganado, de textura moderadamente gruesa, franco-arenosa, fuerte lavado y deposición de carbonato de calcio.

Ass. *Eragrostietum pastoensis* nova

Tabla 4, inv. Tipo: 4

Fisonomía y Composición: Prado rasante de color amarillento, en ocasiones con bajo recubrimiento (10-70%), dominado por la gramínea anual *Eragrostis pastoensis*, con abundantes pies de terófitos como *Tagetes filifolia*, *Microchloa kunthii*, *Muhlenbergia microsperma*, *Trisetum deyeuxioides*, *Polygala paniculata* y *Plantago sericea*. Presenta un estrato rasante de criptógamas (no incluidas en los inventarios), con musgos (*Campylopus* sp, *Syntrichia fragilis*) y líquenes foliáceos (*Cladia aggregata*, *Hypotrachyna* sp, *Dyctionema glabrata*, *Cetraria* sp, *Cladonia* sp), líquenes formadores de costras en el suelo (*Diploschistes* sp, *Graphys* sp) con 10-20% de cobertura. Los sitios más erosionados son ocupados por talos del liquen foliáceo *Flavoparmelia caperata* y *Rimelia* sp. En contraste, en los sitios mejor conservados, menos expuestos a la erosión y disturbio por pastoreo se presenta *Evolvulus bogotensis* con buen recubrimiento del suelo.

Ecología y Distribución: Se localiza en reducidas terrazas planas de origen coluvio-aluvial, a 2650 msnm, sujetas a compactación del suelo por pastoreo, separadas por cárcavas de erosión.

Las lluvias (abril-mayo y octubre-noviembre) actúan como pulsos estacionales que favorecen el desarrollo de los terófitos y la reviviscencia de criptógamas como *Selaginella sellowii*; las algas mucilaginosas tipo *Nostoc* sp, forman parches de coberturas temporales importantes en pequeñas depresiones del terreno. Esta asociación está bien representada en el municipio de Guatavita, sureste del embalse de Tominé. Plantaciones forestales con pinos, eucaliptos y acacias han eliminado buena parte de su hábitat y cobertura original exponiendo el suelo a fuerte erosión.

Ass. *Sporoboletum lasiophylli* nova

Tabla 5, Inv. Tipo: 8

Fisonomía y Composición: Pastizal corto dominado por *Sporobolus lasiophyllus*, 60-100% de cobertura, crece formando pequeños cojines densos y compactos. En condiciones de bajo disturbio se presentan *Baccharis macrantha* y la gramínea cespitosa *Lycurus phleoidis* formando pequeños parches.

Ecología y Distribución: Observada en Nemocón y Guatavita, a 2700 msnm, en pequeñas planicies y laderas suaves, con pendientes de 10-25°, sobre suelos bien desarrollados de textura franco-arcillosa-limosa.

Comentarios sintaxonómicos: Esta asociación se relaciona con el *Sporoboli-Odontoglossetum ixioideis* Rangel & Aguirre (in *Caldasia* 15 (71-75): 263-312. 1986), comunidad de tipo “prado” descrita de la región xerófila de la laguna de Tota, en el extremo nororiental del altiplano cundiboyacense, a 3100 msnm. Un rasgo diferencial notable entre los dos sintaxones es la presencia en este último de taxones paramunos como *Calamagrostis intermedia*, *Odontoglossum*

ixioidis, especies características exclusivas; *Gaylussacia buxifolia*, *Epidendrum chioneum*, *Monochaetum myrtoideum* y *Rhynchospora macrochaeta*, entre otros. De acuerdo con Rangel y Aguirre (1986) la localidad típica de la asociación es el extremo de la Península de Susacá que se adentra en el lago de Tota, con fuerte exposición al viento y topografía escarpada.

Ass. ***Aristidetum laxae*** *nova*

Tabla 6, inv. Tipo: 1

Fisonomía y Composición: Pastizal de mediana altura (20-40 cm), con recubrimiento denso del estrato herbáceo, 70-90% de cobertura, dominado por *Aristida laxa*, estrato rasante con *Aegopogon cenchroides*, 25-60% de cobertura.

Ecología y Distribución: Se ubica en los cerros que circundan el SW de la Laguna de Suesca a 2700 msnm, en las partes altas y medias de las laderas con pendiente 35°, sobre suelos franco-arcillosos. En laderas con pendiente moderada sujeta a cultivos y pastoreo, predomina *Penisetum clandestinum* y *Anthoxanthum odoratum*.

ORDEN ***MELINIETALIA MINUTIFLORAE*** *novo*

All. tipo: *Melinion minutiflorae*

Especies características: *Gamochaeta americana*, *Stevia serrata*, *Hypericum silenoides*, *Tagetes filifolia*, *Crotalaria sagittalis*, *Desmodium triflorum*, *Marsypianthes chamaedrys*, *Oxalis rufescens*, *Anagallis arvensis*, *Scleria micrococca*, *Ageratum houstonianum*, *Aristida capillacea*,... entre otras.

Diagnosis: El orden se compone de dos alianzas. El *Melinion minutiflorae* forma pastizales altos (0.50-1 m) dominados por *Melinis minutiflora* en las laderas escarpadas del piso subandino; su fisonomía y composición está muy relacionada con el disturbio antrópico por fuego y pastoreo. El *Paspalion notati* consta de pastizales cortos dominados por *Paspalum notatum*, instalados sobre terrenos planos; incluye un buen número de especies provenientes de las sabanas de la Orinoquía como *Aristida capillacea*, *Trachypogon lygularis*, *Hyptis pectinata*, *Stylosanthes guianensis*, *Eriosema crinitum*, entre otras. Ambas han sido estudiadas en el municipio de Ubaque (1900-2300 msnm).

Alianza ***Melinion minutiflorae*** nova

Ass. Tipo: *Melinietum minutiflorae*

Especies características de alianza: *Melinis minutiflora*, *Conyza bonariensis*, *Ophioglossum crotalophoroides*, *Piptochaetium panicoides*, *Chromolaena moritziana*, *Trachypogon lygularis*, *Evolvulus convolvuloides*, *Pleurothallis trilineata*, *Sobralia rosea*, *Cavendishia cordifolia*, *Castilleja fissifolia*, *Hieracium avíale*, *Anemia hirsuta*, *Elleanthus wagneri*, *Stellaria media*, *Verbesina quetamensis*, *Myrsine ferruginea*, *Chamaecrista pilosa*.

Diagnosis: Pastizales xerófilos del piso subandino dominados por *Melinis minutiflora*. Se presenta en un amplio gradiente altitudinal con elementos característicos de las sabanas de la Orinoquía que, según los registros palinológicos del altiplano de Bogotá (Cleef, Van der Hammen & Hooghiemstra 1993), podrían estar presentes en estos enclaves xerófilos desde el Plioceno. Los pastizales de esta alianza cubren extensas laderas en la Cordillera Oriental, al

oriente y occidente del altiplano de Bogotá y en el Municipio de Ubaque desde los 1600 hasta aproximadamente 2200 msnm.

Ass. *Melinietum minutiflorae* nova

Tabla 7, inv. Tipo: 1

Fisonomía y Composición: Pastizal alto (0.50-1 m), cobertura estrato herbáceo 70-95% dominado por *Melinis minutiflora*. Ocasionalmente presenta una cobertura baja arbustiva (5-25%) de *Baccharis trinervis*, *Pentacalia pulchella*, *Psidium guineense*, *Dodonaea viscosa*. Su fisonomía y composición está muy condicionada por el disturbio antrópico por deforestación, incendios periódicos y pastoreo.

Ecología y Distribución: Se presenta en laderas escarpadas (60-70°), sobre suelos sujetos a fuerte sequía estacional y un sustrato derivado del acarreo de suelos de la ladera, con texturas variables franco arenosas a suelos arcillosos o pedregosos. Según Pérez Arbeláez (1978) *Melinis minutiflora*, una gramínea común en los climas calientes y templados, fue introducida en Colombia en 1906 procedente de África. Con la ayuda de los incendios y la deforestación ha invadido las laderas del piso subandino entre 500-2000 msnm. Es de amplia adaptabilidad, crece bien como vegetación fisurícola y rupícola, presenta alta tolerancia al fuego (Vareschi et al 1969). Se menciona en estudios regionales en pastizales asociados a ganadería (IGAC 1987). Esta comunidad presenta bastante similitud fisonómica y estructural con la comunidad de *Melinis minutiflora* (Vareschi et al 1969), descrita de los valles xerófilos de Caracas (Venezuela).

Variabilidad: Variante con *Trachypogon ligularis* (inv. 7-13), pastizal alto, estrato herbáceo (60-90 %) con alturas de 1-1.50 m en época de floración. Emerge del estrato herbáceo con 3 m de altura la orquídea terrestre *Sobralia rosea* (inv. 8-9). La composición florística es muy variable (de 14 hasta 45 especies) por la influencia de los incendios y degradación del bosque andino. Se presenta sobre laderas fuertemente escarpadas y suelos superficiales arcillosos a pedregosos, bien drenados. En Ubaque se observó desde 1600-2100 msnm. Se presentan otros pequeños parches con dominancia de *Andropogon aequatoriensis* (inv. 3-6), en pendientes de 30-60°, al SW de la Laguna de Ubaque a 2000 msnm, sobre sustrato más franco-arenoso de origen coluvial.

ALIANZA **PASPALION NOTATI** *nova*

Ass. tipo: *Paspaletum notati*

Especies características: *Jaegeria hirta*, *Digitaria ciliaris*, *Andropogon brevifolium*, *Paspalum notatum*, *Centaurium quitense*, *Sisyrinchium jamesonii*, *Dichondra repens*, ... entre otras.

Diagnósis: Pastizales cortos (5-10 cm de altura), con buen recubrimiento de la superficie por gramíneas rizomatosas como *Paspalum notatum* y numerosas especies de hierbas estoloníferas de hoja ancha como *Dichondra repens*. La hemos estudiado en el extremo sureste del municipio de Ubaque a 2000-2200 msnm, en la región localmente denominada Llanomesa.

Ass. ***Paspaletum notati*** *nova*

Tabla 8, inv. Tipo: 8

Fisonomía y Composición: Pastizal corto, 10-15 cm de altura, caracterizado por la dominancia de *Paspalum notatum* en el estrato herbáceo (70-100% de cobertura). El estrato arbustivo, 5-20% de cobertura, presenta una hierba alta *Stevia serrata*, 20-50 cm de altura, de floración sincrónica y estacional. Algunos arbustos dispersos de *Aeschynomene villosa* pueden alcanzar 1 m de altura. Están presentes numerosos terófitos como *Centaurium quitense*, *Aristida laxa*, *Microchloa kunthii*, *Daucus montanum*, *Diastatea microsperma*, *Tagetes pusilla*, *Polygala paniculata*, *Vulpia myurus*, entre otros. Los briófitos son escasos, 5-10% de cobertura.

Ecología y Distribución: Esta asociación se presenta principalmente sobre una gran altiplanicie de origen coluvio-aluvial de Llanomesa. Esta antigua terraza plana está enclavada en un amplio valle transversal seco reconocido por Hernández-Camacho (1995) como “enclave semiárido de Cáqueza”, con vientos desecantes que ascienden por el cañón del río Negro. El sustrato es franco-arcilloso-arenoso y pedregoso, sujeto a sequía estacional durante los meses de diciembre a marzo con fuertes vientos desecantes durante todo el año. Se observa en un gradiente altitudinal desde 2000 a 2200 m de altitud aproximadamente. No se presentan incendios y el pastoreo es de baja intensidad. Lugares con procesos de erosión superficial son colonizados por *Piptochaetium panicoides*, *Chaptalia exscapa* y los terófitos *Microchloa kunthii*, *Aristida laxa*, *Vulpia myurus*, además de líquenes foliosos (Parmeliaceae).

Variabilidad: En superficies planas a plano-onduladas con depresiones húmedas y suelos franco-arcillosos predomina la facies con *Digitaria ciliaris* (inv.14-16). Se registra únicamente de la localidad de Llanomesa del Municipio de Ubaque, 2100 msnm.

Comentario sintaxonómico: Esta asociación se relaciona con el *Dichondro repentis-Cupheetum serpyllifoliae* descrita por Cortés et al. (1999), en la localidad de Chía (altiplanicie de Bogotá). En ésta, sin embargo, *Dichondra repens* presenta valores muy bajos de cobertura, relacionada con la fuerte competencia de otros pastos como *Pennisetum clandestinum*, *Anthoxanthum odoratum*; en tanto que en Ubaque la dominancia de *Paspalum notatum* en la asociación las diferencia claramente.

ESQUEMA SINTAXONÓMICO

Se propone el siguiente esquema sintaxonómico:

CLASE ANDROPOGONETEA *HIRTIFLORI* nova

I. *Andropogonetalia hirtiflori* novo

Andropogonion hirtiflori nova

Andropogonetum hirtiflori nova

Andropogo hirtiflori-Puyetum bicoloris nova

espeletiopsietosum corymbosae nova

Andropogo hirtiflori-Trachypogonetum montufarii nova

Desmodio sericophylli- Borrerietum anthospermoidis nova

Eragrostion pastoensis nova

Eragrostietum pastoensis nova

Sporoboletum lasiophylli nova

Aristidetum laxae nova

II. *Melinietalia minutiflorae novo.*

Melinion minutiflorae nova

Melinietum minutiflorae nova

Paspalion notati nova

Paspaletum notati nova

Análisis multivariante

A partir de 133 inventarios se realizó un análisis factorial de tipo cualitativo, utilizando únicamente la presencia o ausencia de las especies en el inventario (Xavier 1993). De acuerdo con este autor es un buen método de representación espacial de las afinidades entre los inventarios (o bien de las especies), que permite interpretar que factores ambientales inciden en el patrón de organización espacial observado. La figura 2 muestra la representación gráfica de los inventarios, los dos primeros factores explican el 29.9 % de la varianza acumulada. Como se observa en el diagrama el análisis ha permitido distinguir cuatro grupos bien definidos ecológica y florísticamente. En la parte superior se sitúan las comunidades del *Andropogonion hirtiflori*: ass. *Andropogonetum hirtiflori* (A1), ass. *Andropogo hirtiflori-Puyetum bicoloris* (A2). En la figura se observa un gradiente altitudinal y climático, de manera que los inventarios situados en el extremo superior izquierdo corresponden a comunidades fuertemente influenciadas por los matorrales rosetófilos con ericáceas del subpáramo por encima de 3.000 m de altitud, lo que

define la subasociación *espeletiopsietosum corymbosae* (Tabla 2, inv.7-19) y la variante con arbustos de *Befaria resinosa* y macollas de *Cortaderia nitida*. En este mismo grupo hacia la derecha, se presentan con mayor dispersión los pastizales más típicos con *Andropogon hirtiflorus*. En la parte inferior derecha se encuentran los inventarios de la asociación *Eragrostietum pastoensis* (E1), *Sporoboletum lasiophylli* (E2) y *Aristidetum laxae* (E3). Corresponden a la alianza *Eragrostion pastoensis*. Algunos inventarios del *Sporoboletum* presentan una fuerte relación con las comunidades del *Paspalion*. Un cuarto grupo se presenta hacia la parte inferior izquierda y corresponde a los inventarios del *Melinietum minutiflorae*. Finalmente, un quinto grupo central que hace “puente” con los grupos anteriores, plantea un patrón de dispersión que aun no se puede explicar con suficiente claridad, por un lado en éste los inventarios de la comunidad *Desmodio-Borrerietum* (T2) se relacionan más con el *Paspalion* por la dominancia de *Borreria anthospermoides* en suelos mejor estructurados en relieve plano, en tanto que el *Andropogo-Trachypogonetum* (T1), sobre sustratos pobres, pedregosos y extremadamente xerófilos con dominancia de *Trachypogon montufari*, se dispersan hacia el ángulo superior en contacto con las comunidades del *Andropogonion*. En síntesis existen en la figura dos gradientes, en primer lugar un gradiente altitudinal que va del ángulo superior izquierdo al ángulo inferior derecho de la figura, de manera que los inventarios de pastizales xerófilos situados en el ángulo superior izquierdo son más “paramunos” y del ángulo opuesto son más del altiplano y piedemonte del piso andino de clima frío. En segundo lugar, se observa un gradiente en las características del suelo que va del ángulo inferior izquierdo al superior derecho, con suelos más húmiferos y mejor estructurados a la izquierda, en contraste con suelos más degradados y superficiales en el ángulo superior derecho. Futuros estudios más detallados y de mayor alcance geográfico, permitirán interpretar factores de variación corológica y mayor precisión en la ordenación.

DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

Las comunidades de pastizales xerófilos estudiadas responden a las condiciones azonales de clima, altitud y sustrato que caracterizan los enclaves secos andinos, sujetos actualmente a fuerte intervención humana. Evidencias paleoecológicas y paleoclimáticas (Van der Hammen & Cleef 1986, van der Hammen 1992), explicarían en parte, como hipótesis, el origen natural de los pastizales xerófilos actuales y no únicamente como resultado del deterioro de los bosques andinos.

En la nueva clase *Andropogonetea hirtiflora* reconocemos 9 asociaciones, 4 alianzas y 2 órdenes en el siguiente arreglo sintaxonómico: orden *Andropogonetalia hirtiflora*: alianza *Andropogonion hirtiflora*, *Eragrostion pastoensis*; orden *Melinetalia minutiflorae*: *Paspalion notati*, *Melinion minutiflorae*. En el primer orden *Andropogonetalia hirtiflora*, se distinguen dos alianzas. Los pastizales altos del *Andropogonion hirtiflora* constan de 4 asociaciones; en su límite altitudinal superior presentan situaciones de tránsito de los pastizales xerófilos de las laderas que bordean la altiplanicie hacia el páramo bajo o subpáramo seco con *Espeletiopsis corymbosa* de transición hacia el “cinturón de ericácea” (Lozano & Schnetter 1976, Vargas & Zuluaga 1985) y también con la asociación *Espeletiopsio-Andropogonetum aequatoriensis* (Cortés et al 1999) de la localidad de Chía. La transgresión de elementos paramunos en estas comunidades para algunos autores se relaciona con el fenómeno de la “paramización” (Hernández-Camacho 1997), resultado de la destrucción antrópica del bosque altoandino y el establecimiento exitoso de especies de páramo a partir de los bancos de semillas y otras estrategias de regeneración (Jaimes & Rivera 1991). De otra parte, este orden incluye también los pastizales cortos tipo prado de la alianza *Eragrostion pastoensis*, con presencia de numerosos terófitos como *Microchloa kunthii*,

Tagetes pusilla, *Polygala paniculata*, *Vulpia myurus*, entre otros. Las fases más degradadas con erosión superficial del suelo se presentan con musgos y líquenes foliáceos (Parmeliaceae) y formadores de costras en el suelo denudado (con *Syntrichia fragilis*, *Diploschistes cinereocaeus*, *Graphis cf. elegans*, *Umbilicaria*).

El segundo orden, *Melinietalia minutiflorae*, comprende pastizales densos y altos dominados por *Melinis minutiflora*, sobre escarpes rocosos o laderas abruptas del piso subandino (1000-2000 msnm) donde el *Melinion* presenta su óptimo desarrollo en el *Melinetum minutiflorae*, asociación dominada por una especie introducida y posteriormente naturalizada. La segunda alianza en este orden corresponde a los pastizales cortos del *Paspalion* restringido en su distribución a una gran terraza plana en la cuenca baja del municipio de Ubaque.

El *Melinetum* no debería definirse como una asociación estrictamente, sin embargo se ha definido como tal por su historia antes anotada, su permanencia en el área por más de 50 años, tiempo durante el cual la deforestación y los incendios periódicos han contribuido en su expansión tanto en altitud como en su área de distribución en los enclaves secos de las dos vertientes de la Cordillera Oriental (figura 3) y otras zonas montañosas subandinas del país. Susach (1989) ha definido estos criterios en situación similar en el caso de sabanas venezolanas dominadas por *Panicum maximum* [*Paniceto-Echinochloetum polystachyae* Susach 1986] gramínea también africana introducida en el Neotrópico desde hace unos 200 años.

En el *Melinetum* hay que destacar la variante vicariante de altitud con *Trachypogon ligularis*, especie ligada de forma exclusiva a las sabanas de baja altitud de los Llanos Orientales, donde se

presentan diversas asociaciones de las sabanas con *Trachypogon* spp (Susach 1989, Rivera & Jaimes en Sánchez-Palomino et al 1993). Molano (1990) se refiere a estos pastizales en la región de Villa de Leiva (Boyacá) como “sabanas de altura” y en Venezuela se denomina “sabanas secundarias” (Vareschi et al.1969, Sarmiento 1983). El *Melinietum* bien representado en las laderas escarpadas de Ubaque, presenta un buen número de taxones vicariantes provenientes de las sabanas como *Aristida capillacea*, *Trachypogon ligularis*, *Stylosanthes guianensis*, *Eriosema crinitum*, *Hyptis pectinata*, entre otras. Su consolidación, como se indicó antes, está estrechamente relacionada con la deforestación de las vertientes andinas secas y los incendios periodicos.

ANÁLISIS FLORÍSTICO-COROLÓGICO

Los enclaves secos andinos presentan un escenario aún poco conocido y complejo desde la perspectiva de la fitogeografía (Reyes-Agüero & Aguirre-Rivera 1999). En la medida que conozcamos mejor su flora y vegetación se podrá interpretar los patrones de distribución de los taxones actuales. Para una interpretación preliminar, los estudios paleoecológicos (Van Geel & Van der Hammen 1973, Van der Hammen 1981,1992, 2000) presentan evidencias que en el pasado bajo un clima más seco, la vegetación xerófila ocupó una gran extensión más o menos continua en la altiplanicie (2600 msnm) y el pie de monte de los cerros circundantes, en la época de influencia máxima de la última glaciación (20 000 hasta 12 500 años A.P). En tales condiciones, los extintos mastodontes pudieron vivir en pastizales paramunos secos que estuvieron en contacto con la vegetación seca y abierta del valle del Magdalena hasta entrar en contacto con el borde de la altiplanicie (21 000-14 000 A.P) durante el Pleniglacial superior. Hay evidencias de ello del Plioceno tardío, cuando la cuenca sedimentaria de Bogotá alcanza la altura

actual, con registro de géneros de sabana como *Borreria*, *Eugenia*, *Ilex* y *Miconia*. De otra parte, hace aproximadamente 13 000 años comienza el Tardiglacial que durará hasta 10 000 años A.P., es la transición del último glacial hacia nuestro actual interglacial, el Holoceno, el clima se vuelve mucho más húmedo, y favorece el desarrollo de la vegetación forestal.

Desde entonces, la vegetación xerófila quedó restringida a pequeños enclaves o reliquias, que se mantienen actualmente por razones orográficas y de baja precipitación, sujetas además a una fuerte presión antrópica. Este largo tiempo, donde aparentemente elementos de flora de baja altitud experimentaron un continuo proceso de diferenciación y adaptación a nuevos hábitats (Cleef 1978, 1979, 1983, Van der Hammen & Cleef 1986, véase figura 3), permitió que evolucionara una flora en la altiplanicie andina con elementos procedentes de las sabanas de baja altitud junto con otros de la región paramuna. Ésta presenta cerca de 20 géneros de plantas vasculares en común con las sabanas, cerca del 7.5% del total de 265 géneros presentes en la flora paramuna de la Cordillera Oriental, taxones con distribución en sabana y páramo incluye entre otros: *Axonopus*, *Borreria*, *Bulbostylis*, *Ilex*, *Miconia*, *Paepalanthus*, *Paspalum*, *Polygala*, *Rhynchospora*, *Sporobolus*, *Tibouchina*, *Epidendrum*, *Cyperus*, *Scleria*, *Clidemia*, *Xyris*, entre otros (Cleef et al. 1993).

Los pastizales xerófilos del municipio de Ubaque y la altiplanicie de Bogotá presentan 17 y 19 especies en común respectivamente. La explicación de la presencia actual de estos taxones en sabanas bajas como también en la flora paramuna y xerófila del norte de los Andes (incluyendo los páramos de Panamá y Costa Rica), se dio por la sucesiva adaptación de pisos bajos premontanos (subandinos) a las condiciones de montano alto (Andino) durante el Mioceno tardío-Plioceno tardío (Van der Hammen 1981). La tabla 10 muestra las relaciones de la flora de

los enclaves xerófilos del territorio estudiado con la flora de la región paramuna y las sabanas de baja altitud.

Implicaciones para la conservación

Estudios más detallados de los enclaves secos en toda la región geográfica de los altiplanos de Cundinamarca y Boyacá, en la Cordillera Oriental, contribuirían a resolver algunos problemas en la delimitación y caracterización de las comunidades descritas en este trabajo, sus relaciones dinámicas, y también a conseguir una interpretación más precisa de las relaciones biogeográficas y florísticas de estos ecosistemas. En el marco de la conservación, facilitaría la definición de estrategias y políticas de conservación adecuadas para el manejo de estos ecosistemas, cada vez más amenazados por la degradación de tierras y la desertificación. De acuerdo con Fischer & Bemmerlein (1989), los estudios fitosociológicos son una herramienta poderosa para ser aplicada a muchos fines, ahora que emergen nuevas tareas en la conservación de la naturaleza y el manejo del paisaje.

Los pastizales xerófilos de las localidades incluidas en este estudio, muestran una gran riqueza florística, con 197 especies de plantas vasculares (sin incluir las de criptógamas), el 20% de las cuales corresponde a gramíneas. Algunas de éstas como *Andropogon*, *Trachypogon*, *Sporobolus* y pequeños arbustos de *Dodonaea*, *Baccharis*, *Stevia*, entre otras hierbas rasantes de buena cobertura (*Evolvulus*, *Cuphea*, *Dichondra*, *Rhynchospora*), constituyen un enorme potencial para la restauración ecológica como especies facilitadoras en la dinámica sucesional (en el sentido de Maestre et al. 2003).

De otra parte, conservar estos pastizales naturales contribuye a la conservación de una fauna característica que depende de hábitats abiertos, imprescindibles para la sobrevivencia de algunas aves como la perdíz de montaña (*Colinus cristatus* subespecie *bogotensis*), la dormilona piquipinta (*Muscisaxicola maculirostris* subespecie *niceforoi*), restringida a zonas secas y abiertas, la alondra cornuda (*Eremophila alpestris*), que cuenta con una única población aislada en la Cordillera Oriental (ABO 2000, Hilty & Brown 2001). A excepción del *Melinietum*, que es principalmente de origen antrópico, las demás comunidades representan hábitats naturales de interés para su conservación. De acuerdo con Fernández & Rivera-Díaz (2002), en los enclaves áridos de Mosquera, Nemocón y Ráquira (Boyacá) se encuentran representantes endémicos de los géneros: *Agave* (Agavaceae), *Melocactus* (Cactaceae), *Salvia* (Labiatae), *Condalia* (Rhamnaceae) y *Zephyranthes* (Amarillydaceae), especies amenazadas por el acelerado deterioro de su hábitat (Rivera & Olmos 2000, Reyes et al 2002).

Finalmente, es necesario llamar la atención sobre las amenazas más críticas en los enclaves secos de la altiplanicie de Bogotá, como son la intensa explotación minera de canteras, la fuerte erosión de suelos, el pastoreo excesivo, el reemplazo de los pastizales xerófilos por plantaciones forestales de especies exóticas de acacias, pinos y eucaliptos; la invasión de plantas foráneas (pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum*, retamos *Ulex europaeus*) y animales exóticos

(caracoles); entre otros problemas esta la erosión y cárcavamiento producida por deportes motorizados, la fuerte presión demográfica por asentamientos humanos subnormales y desplazamiento forzado de población, entre otros. Estas “islas de sequía”, por sus características biofísicas y reducida extensión y endemismo son muy vulnerables a los disturbios producidos por el hombre, por lo cual las autoridades ambientales deberían definir con urgencia estrategias adecuadas para conservar este patrimonio natural único que desaparece rápidamente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo hace parte de la tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas (Universidad de Barcelona) del primer autor. Contó con el apoyo de la Universidad Javeriana, el Herbario Nacional Colombiano (COL) y el Jardín Botánico de Bogotá J. C. Mutis bajo la dirección de M.C. Araujo. Se agradece a los profesores del Instituto de Ciencias Naturales, E. Linares, J.L. Fernández, D. Giraldo-Cañas y S. Díaz P. por el apoyo en la determinación de material botánico. Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo constante de Patricia y Vilma Jaimes, así como también de la comunidad del municipio de Ubaque, Luis Romero y Jesús Linares por el apoyo en campo.

LITERATURA CITADA

- ABO (Asociación Bogotana de Ornitología). 2000. Aves de la Sabana de Bogotá, guía de campo. Bogotá; ABO, CAR.
- BISQUERRA A., R. 1989. Introducción conceptual al análisis multivariable. Vol I. PPU, Barcelona.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume, Madrid.

- CANO C., M.A. & F. SARMIENTO P. 1997. Contribución al estudio florístico de la vegetación montana seca de la Sabana de Bogotá –Región Mondoñedo- Municipio de Mosquera. Unisalle Dep. Quim. Biol.. Diógenes, 4 (2):137-179.
- CARDOZO G., H. 1965. Estudio fitoecológico de la región semiárida de “La Herrera” (Cundinamarca). Tesis de grado (inérita). Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.
- CLEEF, A. M. 1978. Characteristics of neotropical paramo vegetation and its subantarctic relations. In: C. Troll & W. Lauer (eds.). Geocological relations between the southern temperate zone and the tropical mountains. Erdwiss. Forsch. 11: 365-390. Wiesbaden.
- CLEEF, A. M. 1979. Secuencia altitudinal de la vegetación de los páramos de la Cordillera Oriental, Colombia. Actas 4°. Simp. Ecol. Trop. 1:282-297. Panamá.
- CLEEF, A. M. 1981. The vegetation of the páramos de Colombian Cordillera Oriental. Thesis Dissertationes Botanicae, Band 61. Vaduz, Cramer.
- CLEEF, A. M. 1983. Fitogeografía y composición de la flora vascular de los páramos de la Cordillera Oriental, Colombia. Una comparación con otras montañas tropicales. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 15(58):23-31.
- CLEEF, A.M., T. VAN DER HAMMEN & H. HOOGHIEEMSTRA. 1993. The savanna relationship in the Andean páramo flora. Opera Botanica 121:285-290.
- CORTÉS, S.P., T. VAN DER HAMMEN & J.O. RANGEL-CH. 1999. Comunidades vegetales y patrones de degradación y sucesión en la vegetación de los cerros occidentales de Chía, Cundinamarca, Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 23(89): 529-554.
- CUATRECASAS, J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Ser. Bot. 27: 1-144. Madrid.

- CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Rev. Ac. Col. Cienc. E.F. Nat 10(40): 221-264.
- FARIÑAS, M. & M. MONASTRIO. 1980. La vegetación del páramo de Mucubaji, análisis de ordenamiento y su interpretación ecológica. Pp. 263-307. En: M. Monasterio (ed.). Estudios ecológicos en los páramos andinos. Ediciones de la Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- FERNÁNDEZ, J.L. & O. RIVERA-DÍAZ. 2002. Patrones de distribución y endemismo en la flora vascular de zonas áridas del centro y del norte de Colombia. Pp. 521. En: Resúmenes VIII Congreso Latinoamericano de Botánica. Cartagena de Indias, 13-18 de octubre. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- FISCHER, H.S. & F.A. BEMMERLEIN. 1989. An outline for data analysis in phytosociology: past and present. Vegetatio 81: 17-28.
- FONT, X. 1993. Estudis geobotànics sobre els prats xeròfils de l'estatge montà dels Pirineus. *Arx. Sec. Ci. Inst. Estud. Catalans* 105: 1-828. Barcelona.
- FORERO, E. 1965. Estudio fitosociológico de un bosque subclimácico en el altiplano de Bogotá. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia (inédito). Bogotá.
- GUHL, E. 1981. La Sabana de Bogotá, sus alrededores y su vegetación. Jardín Botánico "José Celestino Mutis". Bogotá, D.E.
- HAIR, J.E., R. E. ANDERSON, R.L. TATHAM & W.C. BLACK. 1998. Multivariate data analysis. Prentice Hall. New Jersey.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J. & H. SÁNCHEZ. 1992. Biomas terrestres de Colombia. Pp. 153-173. En: G. Halffter (comp.). La diversidad biológica de Iberoamérica I. Instituto de Ecología, A.C. México.

- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J. 1997. Comentarios preliminares sobre la paramización en los Andes de Colombia. Premio a la vida y obra de un científico. Publicaciones de la FEN: 42-47.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J.I., D.S. MARTINEZ, H. SÁNCHEZ PAEZ, V. RUEDA A., S. VASQUEZ C. & H.D. CORREA C. 1995. Desiertos, zonas áridas y semiáridas de Colombia. Banco de Occidente, Bogotá.
- HILTY, S.L. & W.L. BROWN. 2001. Aves de Colombia. American Bird Conservancy-ABC. Impreso en Colombia. Imprelibros.
- HUECK, K. 1978. Los bosques de Sudamérica: ecología, composición e importancia económica. Sociedad de Cooperación Técnica Ltda. (GTZ), Alemania.
- IAvH (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt). 1998. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad-tomo I-1997 Colombia. Editado por M. E. Chávez & N. Arango. Santafé de Bogotá. Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente.
- IGAC (Instituto Geografico Agustin Codazzi). 1995 Suelos de Colombia. Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Subdirección de Agrología. Santafé de Bogotá.
- IGAC. 1987. Cartografía integrada del medio natural, Chinchiná-Manizales. Bogotá, D.E.
- IGAC-ORSTOM (Instituto Geográfico Agustín Codazzi-Office de la Recherche Scientifique et Technique France). 1984. Estudio regional integrado del altiplano cundiboyacense. IGAC, Bogotá.
- JAIMES, V. & D. RIVERA. 1991. Banco de semillas y tendencias en la regeneración natural de un bosque altoandino en el Páramo de Monserrate. Perez-.Arbelaezia 3(9):3-35.
- LOZANO, G. & R. SCHNETTER. 1976. Estudios ecológicos en el Páramo de Cruz Verde, Colombia II. Las comunidades vegetales. Caldasia 11(54): 53-68.

MAESTRE, F.T., S. BAUTISTA, J. CORTINA, C. BLADE, J. BELLOT & R. VALLEJO. 2003.

Bases ecológicas para la restauración de los espartales semiáridos degradados.

Ecosistemas, año XII, N°1: 1-13.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2002. Segundo informe nacional de

implementación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la

Desertificación y la Sequía. Bogotá, D.C. Colombia.

MOLANO B., J. 1990. Villa de Leyva. Ensayo de interpretación social de una catastrofe

ecológica. Fondo FEN Colombia. Bogotá.

MONTAÑEZ, G., O. ARCILA & J.C. PACHECO. 1994. ¿hacia dónde va la Sabana de Bogotá?.

Divulgación Tecnológica SENA-Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá,

D.C.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLEMBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation

ecology, John Wiley, New York.

PEREZ-ARBELÁEZ, E. 1978. Plantas útiles de Colombia. Litografía Arco. Bogotá.

PLA, L.E. 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. Monografía N°

27. O.E.A. Washington, D.C.

RAMÍREZ H., W., M. DIAZ-GRANDOS & D. RIVERA. 2001. Composición florística y

diversidad alfa del Parque Natural Chicaque. Pérez-Arbelaezia 5(12): 36-65

RANGEL-CH, J.O. & A. VELÁZQUEZ. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. pp. 59-87.

En: J.O. Rangel-Ch. (ed). Colombia diversidad biótica II. Instituto de Ciencias Naturales.

Universidad Nacional de Colombia-IDEAM. Santafé de Bogotá.

RANGEL-CH, J.O. & J. AGUIRRE-C. 1986. Estudios ecológicos en la Cordillera Oriental

Colombiana. III. La vegetación de la cuenca del lago de Tota (Boyacá). Caldasia 15(71-75):

263-311.

- RANGEL-CH., J.O. (Ed.). 2000. Colombia, diversidad biótica III. La región de vida paramuna. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia.
- REYES-AGÜERO, J.A. & J.R. AGUIRRE-RIVERA. 1999. Fitogeografía de la Sierra Monte Grande, Charcas, San Luis Potosí, México. *Caldasia* 21(1): 50-69.
- REYES G., O., J.R. OLMOS & D.RIVERA O. 2001. Evaluación el estado de conservación de *Wigginsia vorweckiana* (Werderman) D.M. Porter (Cactaceae) en las zonas semiáridas de la Sabana de Bogotá. *Pérez-Arbelaesia* 5(12): 66-73.
- RIVERA O., D., J.R. OLMOS, O.E. FLÓREZ, L.R. SÁNCHEZ & C. CÓRDOBA. 1998. Conservación del bosque andino y páramos de la Sabana de Bogotá. Jardín Botánico de Bogotá J.C. Mutis. Alcaldía Mayor, Santa Fe de Bogotá.
- RIVERA O., D. & J.R. OLMOS. 2000. Estrategia para la conservación de plantas amenazadas en el Distrito capital y su área de influencia. *Pérez-Arbelaesia* 5(11): 36-44.
- RUDAS LL., A., A. PRIETO C. & J.O. RANGEL-CH. 2002. Principales tipos de vegetación de “La Ceiba” (Guainía), Guayana Colombiana. *Caldasia* 24(2):343-365.
- SÁNCHEZ-M., R. & J.O. RANGEL-CH. 1990. Estudios ecológicos en la cordillera Oriental colombiana V. Análisis fitosociológico de la vegetación de los depósitos turbosos paramunos de los alrededores de Bogotá. *Caldasia* 16(77):155-192.
- SÁNCHEZ-P. P., P. RIVAS-P. & CADENA, A. 1993. Composición, abundancia y riqueza de especies de la comunidad de murciélagos en bosques de galería en la Serranía de la Macarena (Meta, Colombia). *Caldasia* 17(2):301-312.
- SARAVIA, J., J. HERNÁNDEZ-C. & R. JARAMILLO. 1965 La vegetación de las zonas áridas y semiáridas de Colombia. Bol. Banco de la República. Bogotá.

- SARMIENTO, G. 1983. The savannas of Tropical America. En: *Ecosystems of the world*. 13. Tropical savannas (D.W. Goodall, ed.), Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam.
- SORIANO, I. 2001. La vegetació de la Serra de Moixeró i el Massís de la Tosa a d'Alp (Pirineus Orientals). *Acta Bot. Barc.*, 47: 5-400.
- STURM, H. & J.O. RANGEL-CH. 1985. Ecología de los páramos andinos: Una visión preliminar integrada. Biblioteca J. Jerónimo Triana. Instituto de Ciencias Naturales-MHN. No. 9. Bogotá.
- SUSACH C., F. 1989. Caracterización y clasificación fitosociológica de la vegetación de sabanas del sector oriental de los Llanos Centrales bajos venezolanos. *Acta Bio. Venez.*, 12(3-4):1-54.
- TER BRAAK, C.J.F. 1995. Ordenación. Data analysis in community and landscape ecology. En: R. Jongman, C.J.F. ter Braak and O.F.R. Van Tongeren (eds.). Cambridge University Press, New York.
- VAN DER HAMMEN, T. & CLEEF, A.M. 1986. Development of the high Andean páramo flora and vegetation. In: Vuilleumier, F. & M. Monasterio. High altitude tropical biogeography. Oxford University Press. pp 153-200.
- VAN DER HAMMEN, T. 1981. Environmental changes in the northern Andes and the extinction of mastodon. *Geol. Mijnbouw*: 369-372.
- VAN DER HAMMEN, T. 1992. Historia, ecología y vegetación. Corporación Colombiana para la Amazonia, "Araracuara" (COA). Santafé de Bogotá, D.C.
- VAN DER HAMMEN, T. 2000. Aspectos de historia y ecología de la biodiversidad norandina y amazónica. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 24(91): 231-245

- VAN DER HAMMEN, T. 2003. Los humedales de la Sabana, origen, evolución, degradación y restauración. Pg. 19-52. En: Acueducto de Bogotá & Conservación Internacional Colombia (eds.), Los humedales de Bogotá y la Sabana. Acueducto de Bogotá, Bogotá D.C.
- VAN GEEL, B. & T. VAN DER HAMMEN. 1973. Upper quaternary vegetational and climatic sequence of the Fuquene area (Eastern Cordillera, Colombia). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 14: 9-92.
- VARESCHI, V., & colaboradores. 1969. Las sabanas del Valle de Caracas. *Acta Bot. Venezuel.*, 4(1-4): 427-522.
- VARGAS, O. & ZULUAGA, S. . 1985. La vegetación del páramo de Monserrate. En: *Ecología de los páramos andinos. Una visión preliminar integrada.* H. Sturm y O. Rangel (eds.). Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- VARGAS-R., O. & D. RIVERA. 1991. Comunidades vegetales del Parque Nacional Natural Chingaza: sector I Río La Playa-Río Guatiquía (resultados preliminares). *Cuad. Divulg. Univ. Javeriana* 23: 1-74.
- VERWEIJ, P.A. 1995. Spatial and temporal modeling of vegetation patterns. ITC, The Netherlands.
- VINK, R. & V. WIJNINGA. 1987. The vegetation of the semi-arid region of Herrera, Cundinamarca. Colombia. Internal report, Hugo de Vries-Laboratory University of Amsterdam.
- WEBER, H.E., J. MORAVEC & J. THEURILLAT-P. 2000. International code of phytosociological nomenclature. 3rd edition. *J. Veg. Sci.*, 11: 739-768.
- WESTHOFF, V. & E. VAN DER MAAREL. 1980. The Braun-Blanquet approach. Pp. 289-374. In: R.H. Whittaker (edt.) *Classification of plant communities.* Kluwer Academic Publishers Group, The Netherlands.

WIJNINGA, V.M., J.O. RANGEL-CH. & A.M. CLEEF. 1989. Botanical ecology and conservation of Laguna de la Herrera (Sabana de Bogotá, Colombia). *Caldasia* 16(76): 23-40

TABLA 10. Géneros de páramo en común con las sabanas bajas y los enclaves secos del Altiplanicie de Bogotá y el Municipio de Ubaque. (Adaptado de Cleef et al 1993).

	Avila venezuela (Steyermark & Huber 1978)	Cordillera Oriental de Colombia (Cleef 1979)	Sierra Nevada de Sta. Marta, Colombia (Cleef & Rangel 1984)	Tatamá (Cord. Oriental) Colombia (Cleef, in prep..)	Páramo de Talamanca Costa Rica (Cleef & Chaverri 1992)	Pastizale enclaves secos Altiplanicie de Bogotá	Pastizales enclaves secos Municipio de Ubaque
<i>Axonopus</i>	+	+					+
<i>Blechnum</i>	+	+	+	+	+		
<i>Borreria</i>	+	+				+	+
<i>Bulbostylis</i>		+	+			+	+
<i>Cyperus</i>		+	+			+	+
<i>Danthonia</i>	+	+	+			+	+
<i>Eleocharis</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Epidendrum</i>	+	+	+	+		+	+
<i>Eriocaulum</i>		+					
<i>Ilex</i>	+	+	+				
<i>Lycopodium</i>	+	+	+	+		+	+
<i>Miconia</i>	+	+		+		+	+
<i>Paepalanthus</i>		+	+		+	+	+
<i>Panicum</i>	+					+	+
<i>Paspalum</i>	+	+	+				+
<i>Peperomia</i>	+	+		+		+	+
<i>Polygala</i>		+				+	+
<i>Rhynchospora</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scirpus</i>		+		+			
<i>Sysirinchum</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Sporobolus</i>		+				+	+
<i>Tibouchina</i>	+	+		+			
<i>Trachypogon</i>	+					+	+
<i>Xyris</i>		+		+	+	+	+
Total 24	14	22	12	11	6	17	19