

Los ecosistemas semisecos del altiplano cundiboyacense, bioma azonal singular de Colombia, en gran riesgo de desaparición

Byron Calvachi Zambrano

Pontificia Universidad Javeriana

byroncz@yahoo.com.mx

Resumen

Los ambientes xerófilos o áridos colombianos, tienen condiciones climáticas exclusivas poco características en un país como Colombia, que originalmente estaba cubierto en su mayor parte por vegetación exuberante. Tales ecosistemas áridos o semiáridos son naturales en la costa Caribe presentando dunas costeras y desiertos, y hacia el interior del país, conformados por matorrales xéricos, ocupando enclaves semiáridos como en la Tatacoa, Chicamocha, Patía y algunos en el altiplano cundiboyacense. Los ecosistemas semiáridos del referido altiplano, junto con los ecosistemas de humedales, son los únicos centros de endemismo de la citada región, y mantienen hasta la actualidad importantes elementos biológicos endémicos y característicos, entre aves y plantas, algunos de ellos de reciente descripción para la ciencia. Desafortunadamente, todos ellos en grave riesgo de extinción por destrucción generalizada del hábitat. Los ecosistemas semiáridos del altiplano cundiboyacense constituyen un tipo de bioma azonal particular de Colombia, una isla biogeográfica denominada como Orobioma azonal andino del altiplano cundiboyacense. El presente trabajo, muestra en detalle los elementos de los ambientes xerófilos de este particular ecosistema del altiplano, para puntualizar en su importancia como zona frágil de vida, por estar en grave amenaza de destrucción y de extinción de sus especies asociadas, siendo un área obligada de conservación de la biodiversidad regional, de trascendencia nacional.

Palabras clave: altiplano cundiboyacense, ambientes xerófilos, áreas subxerofíticas, ecosistemas semiáridos.

Abstract

Colombian xerophile or arid environments have exclusive weather conditions somehow uncharacteristic in a country like Colombia, originally covered mostly by exuberant vegetation. These arid or semi-arid ecosystems are from the Caribbean coast presenting, within the country, coastal dunes, deserts and xeric scrubs where they occupy dry sites such as the Tatacoa, Chicamocha, Patía and some in the Altiplano Cundiboyacense. These semi-arid and wetland ecosystems, are the only endemism centers of that altiplano, currently holding up major endemic biological and characteristic elements, birds and plants, some of them newly described to science. Unfortunately, because of the widespread habitat destruction, all of them at serious risk of extinction. This ecosystem constitutes an azonal biome type, a biogeographical island known as Andean azonal Orobioma from the Altiplano Cundiboyacense. This work studies in detail the elements of the xerophile environments in this particular plateau (altiplano) to point out its importance as a zone where life is fragile and, being at risk of destruction and extinction of its associated species, it is a regional area where biodiversity conservation is mandatory and of national transcendence.

Keywords: sub-xerophytic areas, xerophile environments, semi-arid ecosystems, Altiplano Cundiboyacense.

Índice temático

Generalidades de los ecosistemas subxerofíticos ... altiplano cundiboyacense

Enclaves subxerofíticos del altiplano cundiboyacense

Particularidades biofísicas del ecosistema semiárido del altiplano cundiboyacense

La vegetación del bioma subxerofítico del altiplano cundiboyacense

La fauna de ambientes xerófilos del altiplano cundiboyacense

Los enclaves subxerofíticos en Bogotá, Distrito Capital

Otros sectores subxerofíticos del Distrito y de sectores aledaños

Importancia y vulnerabilidad de los ecosistemas subxerofíticos del altiplano cundiboyacense

Implicaciones por pérdida o deterioro de los ecosistemas subxerofíticos

Conclusiones

Recomendaciones

Resumen de los principales atributos de las zonas semisecas de la Sabana de Bogotá

Referencias

OPCION: CLICK DIRECTO A CADA CAPITULO

Generalidades de los ecosistemas subxerofíticos o semisecos en Colombia y particularidades en el altiplano cundiboyacense

Según Márquez (2004), un tipo de ecosistema o bioma particular en Colombia es el de las formaciones xéricas, del tipo áridas y muy áridas, propias de áreas donde la evapotranspiración supera a la precipitación la mayor parte del año, donde además los suelos tienen buenos nutrientes pero están limitados por la escasez de agua y presentan excedentes de producción que se acumulan; cuando se les riega es posible que ofrezcan calidad, pero pueden salinizarse con facilidad y la vegetación no cubre por completo el sustrato, característica que se convierte en el elemento fisonómico dominante. Dichas formaciones presentan dos tipos de hábitats en Colombia; el correspondiente a dunas costeras, representadas en la costa Caribe, en áreas secas costeras entre Barranquilla y la Guajira y otro, de desiertos y matorrales xéricos, desarrollado en climas con balances hídricos deficitarios y con ciclos estacionales marcados, presentes en enclaves del interior del país, como los de la Tatacoa, Chicamocha, Patía y los del altiplano cundiboyacense.

Las formaciones vegetales xerófilas en forma general presentan múltiples adaptaciones morfológicas y fisiológicas a las condiciones de sequía, tales como la microfilia, tallos fotosintetizadores, espinas, esclerofilia, succulencia y otras formas de acumulación de agua; por otra parte, la composición vegetal es dominada por especies de cactus emergentes y arbustos retorcidos con frecuencia espinosos de no más de 8 m de altura. Los cortos pe y dos de humedad, hacen que las plantas utilicen estrategias (r), es decir, numerosos descendientes, con una baja probabilidad de supervivencia y de crecimiento rápido de individuos y poblaciones. De igual manera, la fauna silvestre de estos biomas se ve representada principalmente por lagartijas y aves migratorias, que

exhiben complejas adaptaciones a las condiciones extremas como son las migraciones, la dormancia, etc. (Márquez, 2004).

Hernández, Walschburger, Ortiz y Hurtado (1992a), describen cómo la expansión de los ecosistemas desérticos o xerofíticos en el planeta, se vio favorecida por cambios climáticos ocurridos en el Mioceno Medio, tales como el enfriamiento de Eurasia y América del Norte, y la aridización en África, América del Norte e India (y quizá en América del Sur), favoreciendo el desarrollo de praderas y sabanas. Los autores señalan además cómo las *Cactaceae* tienen también su origen en el Mioceno, teniendo dicho taxa en Suramérica su posible origen en el norte de Colombia y Venezuela, siendo así una familia eminentemente neotropical y buen ejemplo de cómo las condiciones secas del Mioceno abrieron nuevas opciones a la diversificación de la flora suramericana.

El Mioceno, es el periodo en que los ecosistemas áridos y semiáridos alcanzan su mayor extensión, reviste de importancia en términos de la evolución de elementos biológicos del bioma de sabana, tales como las gramíneas, y en el paisaje por la aparición de amplios corredores secos que favorecen el intercambio de especies entre sectores aislados con predominio de elementos higrotropofíticos, subxerofíticos y xerofíticos en la cobertura vegetal (Hernández *et al.*, 1992a).

Por otra parte, y de acuerdo con Haffer (1969) y Hernández, Hurtado, Ortiz y Walschburger (1992b) y con fundamento en la teoría de los centros de endemismo, definida a su vez en la teoría de los refugios pleistocénicos y de la historia evolutiva de la biota, que se ve reflejada en las unidades biogeográficas, se considera que los centros de endemismo de los ecosistemas áridos y semiáridos de Colombia, permitieron la especiación y diversificación de las especies que sobrevivieron en estos “bolsillos” o refugios secos cubiertos de sabanas, como resultado de los procesos de fragmentación del área de distribución y aislamiento temporal de las especies contenidas en estos centros, a través del tiempo y por procesos derivados de los cambios climáticos de gran escala (Haffer, 1969; Hernández *et al.*, 1992b).

De los 58 centros de endemismo identificados en Colombia por Hernández *et al.* (1992b), se definieron para el altiplano cundiboyacense dos centros; uno de ellos en las praderas arbustivas abiertas (del cual hacen parte los ecosistemas subxerofíticos o semisecos), definidos con base en elementos biológicos endémicos y característicos, tres de los cuales corresponden a aves restringidas a este ecosistema; además de los elementos biológicos que determinaron dicho centro,

otros elementos son también endémicos, entre los que se tienen posiblemente otras dos especies de aves y algunas especies de vegetación que sumarían al menos tres especies más (Andrade, 1994; Gobernación de Cundinamarca, 2003; Reyes, Olmos y Rivera, 2001).

Al igual que para especies, a un nivel superior del paisaje en el marco de los grandes biomas de Colombia, los biomas semisecos del altiplano cundiboyacense, son considerados por el Instituto Alexander von Humboldt como un tipo particular de orobioma azonal andino (Rodríguez, Armenteras, Morales y Romero, 2006), estimado como parte de las formaciones áridas y semiáridas de las cordilleras; y uno de los dos casos especiales de ecosistemas, los que junto con el ecosistema del Bosque del Magdalena Medio, hacen parte de los ecosistemas naturales terrestres remanentes del país; grupo que estaría conformado por los ecosistemas de páramos, subpáramos, bosques altoandinos, bosques o selvas andinas y subandinas, bosques o selvas tropicales de tierras bajas, bosques secos, sabanas y complejos de humedales y sistemas fluviales, los que no han sido incorporados al sistema de áreas protegidas. De gran importancia por el papel que cumplen en la provisión de bienes y servicios a la sociedad, y por sus múltiples particularidades, este orobioma azonal andino, es además uno de los componentes esenciales de la estructura ecológica principal de la nación (Van der Hammen y Andrade, 2003).

Enclaves subxerofíticos del altiplano cundiboyacense

Como se refirió, las áreas semisecas o subxerofíticas de la Sabana de Bogotá, forman parte de un bioma azonal, denominado Orobioma azonal andino del altiplano cundiboyacense, entendiendo los orobiomas como un tipo de bioma definido por la presencia de montañas que cambian el régimen hídrico y forman cinturones o fajas de vegetación, de acuerdo con su incremento en altitud y la respectiva disminución de la temperatura (Walter, 1977). El referido orobioma, congrega remanentes de un tipo de vegetación que seguramente se extendió por gran parte de la Sabana de Bogotá, actualmente solo persisten tres núcleos aislados inmersos en una gran matriz antrópica, dominada por agroecosistemas, pastos ganaderos y de tipo urbano (Rodríguez *et al.*, 2006).

El primer núcleo del orobioma, se encuentra en los municipios de Sáchica y Ráquira (Boyacá), es el de mayor extensión de todo el orobioma azonal y de él hace parte el desierto de la Candelaria.

El segundo, entre los municipios de Nemocón y Suesca (Cundinamarca), lo conforman dos fragmentos, finalmente el tercero en Mosquera (Cundinamarca), es el de menor extensión y en él se encuentra el conocido desierto de Zabriskie, al igual que el entorno semiárido de la laguna de La Herrera (Rodríguez *et al.*, 2006).

En zona del Distrito Capital, tiene representación el sector semiárido en su límite suroccidental, extendiéndose desde el bajo valle del río Tunjuelo, hasta cerca de Bojacá, en jurisdicción de los municipios de Soacha, Bojacá, Madrid y Mosquera, ocupando un rango altitudinal comprendido entre 2.550 y 2.900 msnm de altitud y concretamente en el Distrito Capital, se presenta en el área suroccidental de la ciudad de Bogotá, entre los sectores de Tunjuelito, Sierra Morena, Venecia y al sur de Bosa (Corporación Misión Siglo XXI, 1996; Pinzón, 2000; Vera Ardila, 2003).

Particularidades biofísicas del ecosistema semiárido del altiplano cundiboyacense

Las características biofísicas impares de este orobioma en la región del altiplano, permite considerarlo como islas biogeográficas; refugio de plantas y animales únicos, dependientes de los microclimas y suelos igualmente particulares de estos sectores (Hernández y Sánchez, 1992; Pinzón, 2000; Vera Ardila, 2003).

Entre las particularidades climáticas, los valores de precipitación media anual son inferiores a 600 mm, conformando así el área más seca de todo el territorio distrital y una de las más secas de la cuenca alta del río Bogotá; siendo el promedio anual de la ciudad entre 700 a 1.000 mm; mientras que en los sectores más húmedos, al noreste, en el área de Torca y sureste de la ciudad, salida a Villavicencio y al oriente de Usme, se llega a superar los 1.200 mm anuales (Corporación Misión Siglo XXI, 1996).

Los factores climáticos en la Sabana de Bogotá no son exactamente iguales y según la clasificación de Thornthwaite (Thornthwaite y Mather, s. f.) se presentan cuatro tipos de clima diferentes, que van entre el ligeramente húmedo, húmedo y moderadamente húmedo, hasta el semihúmedo, siendo este último el que corresponde a las zonas subxerofíticas, en el cual además la temperatura media anual oscila entre los 12°C y 14°C, siendo 13°C la temperatura media anual en general en toda la Sabana. En el resto de la Sabana, las temperaturas oscilan entre los 9 y 14°C,

con una temperatura media anual de 12°C; es decir, un grado por debajo de la media anual respecto a los sectores semiáridos (Abril y González, s. f.).

En cuanto al tipo de suelos, estos son derivados de cenizas volcánicas, correspondientes a un tipo particular de la serie Techo; clasificados como asociación Bojacá-Cogua-Techo y localmente como Cabrera-Cogua y Monserrate. Formados a partir de limos arcillosos de la planicie aluviolacustre, pobremente drenados debido a la presencia de un horizonte compacto (*clay-pan*), el cual conserva poco humus, que en parte migra hacia un nivel inferior del suelo; con reacción fuertemente ácida (pH 5-5,5) y fertilidad natural moderada, por lo que presentan un uso agrícola limitado a solamente algunos cultivos (Corporación Misión Siglo XXI, 1996; Rodríguez *et al.*, 2006; Van der Hammen, 1998).

Estos suelos planosólicos (*Haplustalfs*) son de poca profundidad efectiva gracias a la presencia de la capa de arcilla impermeabilizante del horizonte argílico, siendo en consecuencia suelos fácilmente erosionables en su mayor parte. El área de este bioma se ha degradado, aumentando así los limitantes del suelo para la penetración de las raíces y la economía de agua de las plantas, impartiendo a la vegetación rasgos xeromorfos (Hernández y Sánchez, 1992).

La vegetación del bioma subxerofítico del altiplano cundiboyacense

Al igual que las interesantes particularidades físicas, diversos aspectos ecológicos y biológicos de este ecosistema son también llamativos y singulares. Por ejemplo, en cuanto a las especies de vegetación que le son características –aunque no presentes en todo el areal de distribución del bioma–, probablemente en su condición climática, es decir, de madurez ecosistémica, esta vegetación la constituía un bosque bajo relativamente denso, que ha sido transformado en matorrales y pastizales cortos por intervención humana, la cual en muchos sectores puede remontarse a periodos precolombinos (Hernández y Sánchez, 1992).

Entre la vegetación inferior (que no produce floración) se encuentran varios grupos característicos de estas zonas áridas, sometidas a intensa radiación solar, entre las especies del grupo de los *Pteridófitos* (helechos y plantas afines) se encuentran: del grupo de las *selaginellas* *Selaginella sellowii* y *Pellaea ternifolia* (de regiones abiertas y secas en los alrededores de Bogotá); entre los helechos son característicos *Polypodium rusby* (crece tanto en los cerros orientales y de

Suba como en la región de Mondoñedo); *Cheilanthes bonariensis* y *Polypodium thyssanolepis* (de zonas abiertas de la ciudad y de la región de Mondoñedo); *Phlebodium pseudoaureum* (zonas abiertas, región de Mondoñedo); *Woodsia montevidensis* (de sitios abiertos, región de Mondoñedo); *Blechnum occidentale* y *Asplenium serra* (de los bosques de los cerros orientales y en sitios abiertos de la región de Mondoñedo) (Gobernación de Cundinamarca, 2003; Murillo y Murillo, 2001).

Entre las especies de *Briofitos* de este bioma, se han estudiado en profundidad los de la región árida de La Herrera, en Mondoñedo, donde se hallaron especies que constituyen nuevos registros para Cundinamarca, las cuales son: *Anomobryum conicum*, *Calymperes erosum*, *Calymperes rubiginosum*, *Campylopus surinamensis*, *Cephaloziella granatensis*, *Dicranella hilariana*, *Fissidens angustifolius*, *Fissidens zollingeri*, *Frullania brasilensis*, *Lophocolea lephanta*, *Orthotrichum cupulatum* *Plagiochila aerea* y *Plagiochila pachyloma*. En total para esta región se reportaron 90 especies pertenecientes a 29 géneros, y entre los diferentes taxos evaluados se encontraron musgos, 54 especies; hepáticas, con 16 especies y líquenes, con un total de 20 especies (Pinzón y Linares, 2006).

Figuran entre los árboles y arbustos característicos de este bioma, especies como el dividivi o guarango (*Caesalpinia spinosa*); el hayuelo (*Dodonaea viscosa*); el ciro (*Baccharis cassiniaefolia*); el sangregao (*Croton bogotanus*); el gurrubo (*Lycianthes lycioides*), arbusto con abundante floración azul morada y frutos anaranjados; *Cestrum densiflorum*, *Lycianthes lycioides* y *Gaya* cf. *distichia*; algunos arbustos y subarbustos con aceites aromáticos tales como *Lantana boyacana* y *Lantana boyacana* y el alcanfor (*Artemisia sodiroi*). También se encuentran especies nativas de penca o motua (*Agave* spp.) y cactáceas como las tunas o tabios (*Opuntia* aff. *schumanni*), que alcanzan alturas de hasta 4-5 metros (Hernández y Sánchez, 1992); cuyos frutos son comestibles y con gran potencial de aprovechamiento futuro, por ser una especie promisoría.

Otras especies herbáceas también características de este bioma son: la hierba rastrera *Evolvulus bogotensis* con corolas azules; la criptógama rastrera reviviscente *Selaginella* aff. *sellowii*; la acantácea *Stenandrium dulce*, con corola rosada; la euforbiácea *Euphorbia orbiculata*; y diversas geófitas como *Hypoxis decumbens*, *Peperomia alpina* e *Ipomea* spp. En algunos sectores hay influencia de niebla nocturna favoreciendo el desarrollo de bromeliáceas epífitas tales como *Tillandsia usneoides* (barbas de viejo) y *Tillandsia incarnata* (Hernández y Sánchez, 1992).

En la región y de acuerdo con Fernández y Rivera (2002), se ha encontrado que en estos enclaves áridos, algunos de los representantes que hacen parte de esta vegetación característica ya referida, son especies endémicas que corresponden a los géneros: *Agave* (Agavaceae), *Melocactus* (Cactaceae), *Salvia* (Labiatae), *Condalia* (Rhamnaceae) y *Zephyranthes* (Amarillydaceae), que estarían amenazadas por el acelerado deterioro de su hábitat (Reyes *et al.*, 2001; Rivera y Olmos, 2000). Se destaca el reciente nuevo registro o especie inédita para la ciencia en la Sabana de Bogotá para este bioma del gurrumay (*Condalia thomasiana*), arbusto propio de los valles secos de la región del Checua, que es además una especie endémica, escasa y en gran medida desconocida (CAR, 2004; Gobernación de Cundinamarca, 2003).



Fuente: <http://davisla.wordpress.com/2012/01/30/plant-of-the-week-jarava-ichu/>

Entre las especies endémicas, es de particular importancia el cactus *Wigginsia vorwerkiana*, de hábito hemicriptófito, esto es, medio subterráneo, que está en peligro de extinción, debido a la reducción del tamaño de las poblaciones, disminución del área y deterioro de las condiciones fisicobióticas de su hábitat, en consecuencia de actividades humanas como la explotación de canteras, construcción de vías, sobrepastoreo, deforestación, introducción de especies forestales y forrajeras, quemas, disposición de basuras, herbivoría de especies animales invasoras – principalmente el caracol de jardín (*Helix aspersa*)–, al igual que la urbanización (industrias y viviendas) y la extracción selectiva, que lo han afectado de manera drástica (Reyes *et al.*, 2001; Van der Hammen, 1998).

Es importante mencionar que el género *Wigginsia*, es típicamente suramericano con solo 30 especies de distribución restringida a sectores de Brasil, Uruguay y Paraguay, además de algunos sectores del Chaco boliviano y norte de Argentina, en Colombia solamente se ha encontrado en la Sabana de Bogotá y en la región de Sogamoso (Hernández *et al.*, 1992a). Al parecer, por lo menos en la Sabana de Bogotá, esta especie se encuentra restringida a la zona de La Herrera, en el sector

dominado por relieve de colinas, donde se presentan subpoblaciones de individuos agregados, que ocupan áreas con topografía plana o de muy baja pendiente. Según datos recientes, la población total actual de la especie en dicha zona, podría llegar a ser inferior a los 12 mil individuos (Reyes *et al.*, 2001).

Por otra parte, la *Tillandsia suescana*, una planta de la familia de las bromelias o quiches que es endémica del norte de la Sabana de Bogotá, propia de las formaciones rocosas de ecosistemas semisecos de Sesquilé, Suesca y Tausa, está considerada como una especie vulnerable a la extinción, y está amenazada localmente en Suesca por la práctica de actividades de escalada en roca que la afectan, al igual que por actividades de agricultura, que han erosionado y degradado los suelos (Betancur y García, 2006; En: García y Galeano, 2006).

Son también importantes y restringidos los pastizales xerófilos, esto es, los asociados a hábitats áridos, se han estudiado las poblaciones asentadas en el municipio de Ubaque y de la altiplanicie de Bogotá, reflejando que regionalmente presentan una gran riqueza florística; entre 197 especies de plantas vasculares registradas para la zona referida (sin incluir las de criptógamas), el 20% corresponden a gramíneas, es decir, a los pastos y entre los géneros registrados están: *Andropogon*, *Trachypogon*, *Sporobolus*, tales grupos de plantas, en conjunto con los de vegetación particulares de este bioma, tienen un enorme potencial para la restauración ecológica como especies facilitadoras de la dinámica sucesional de este ecosistema (Rivera y Rangel, 2004).

La fauna de ambientes xerófilos del altiplano cundiboyacense

Estudios recientes realizados en la región subxerofítica de La Herrera encuentran que diversas actividades antrópicas como la minería, están afectando los microhábitats ocupados por macro y micromoluscos; a pesar de tal situación, se han registrado nueve familias, 12 géneros y 15 especies de gastrópodos. Del total de familias registradas, se ha encontrado que seis son terrestres (*Orthalicidae*, *Charopidae*, *Helicidae*, *Limacidae*, *Punctidae* y *Vertiginidae*), dos son dulceacuícolas (*Physidae* y *Planorbidae*) y una es anfibia (*Succineidae*) (Vera y Linares, 2005).

Del estudio anterior, se encontraron aspectos interesantes sobre algunas especies de este tipo de moluscos, por ejemplo, de la especie *Drymaeus nigrofasciatus*, se tienen registros desde épocas cerámicas procedentes de los abrigos rocosos del Tequendama, de los cuales se menciona

un posible aprovechamiento alimenticio, por parte de los primeros pobladores humanos de la Sabana, los paleoindios, ya que se encontraron conchas de esta especie cerca de las unidades habitacionales con diferentes desechos de cocina (Correal y Van der Hammen, 1997).

Igualmente de la especie *Plekocheilus succinoides*, macromolusco terrestre nativo de Suramérica; se tienen registros correspondientes a la misma época cerámica y al mismo sector del Tequendama y se tienen evidencias de su posible aprovechamiento alimenticio, ya que igualmente se encontraron conchas cerca de unidades habitacionales de estos periodos (Correal y Van der Hammen, 1997), también se sabe que en la actualidad esta especie es comercializada en las plazas de mercado de Bogotá, por sus propiedades terapéuticas (Vera y Linares, 2005).

Entre los vertebrados, es el grupo de las aves el que presenta especies de particular importancia a estos ecosistemas, ya que algunas de ellas tienen preferencias en sus hábitos que se asocian a características únicas de este tipo de bioma y su distribución geográfica se restringe de manera exclusiva o de preferencia a sectores semiáridos de la Sabana de Bogotá y del altiplano cundiboyacense. Es importante resaltar que los pastizales naturales ya referidos, son vitales para estas aves, cuyas poblaciones están aisladas y limitadas a la Cordillera Oriental, pues constituyen los hábitats de preferencia para su conservación como elementos biológicos característicos de este tipo de bioma (ABO, 2000; Hilty y Brown, 2001; Rivera y Rangel, 2004).

Alguna información referida a las principales características de estas aves, debido a la dependencia y exclusividad que tienen con la conservación del bioma semiárido del altiplano cundiboyacense, es relevante para su conservación y se presenta a continuación:

Codorniz crestada (*Colinus cristatus bogotensis*), habita prados, matorrales abiertos y asociados con ambientes xerófilos, se cree que la subespecie puede encontrarse en peligro de extinción. Se le ha registrado en la Sabana, en la región de Aurora Alta, Subachoque y Tabio. La subespecie *bogotensis*, se encuentra restringida al altiplano cundiboyacense, desde la Sabana de Bogotá hasta el Lago de Tota (ABO, 2000; Hernández *et al.*, 1992b).

Dormilona piquipinta (*Muscisaxicola maculirostris niceforoi*) relacionada con elementos xerófilos de zonas pedregosas, cubiertas por prados y matorrales secos. Del extremo suroeste de la Sabana desde los cerros de Soacha, sector de Tunjuelito, hasta la zona de Mondoñedo y la Laguna de La Herrera; y al norte de la Sabana, desde la zona árida entre Guasca y la represa de Tominé, su subespecie *niceforoi*, es endémica de Colombia y se encuentra fuertemente amenazada por la

destrucción de su hábitat, por minería, por la introducción del pasto kikuyo, por la disposición de grandes toneladas de basura (Mondoñedo y Doña Juana) y por urbanización. Además, ninguna reserva protege su hábitat en la región, el cual ha sido transformado en el 94%; se hace imprescindible garantizar su conservación en zonas semiáridas del sur de la Sabana de Bogotá (ABO, 2000; Hernández *et al.*, 1992b; Renjifo, Franco, Amaya, Kattan y López, 2002).

Alondra cachudita o llanerita (*Eremophila alpestris peregrina*) habita tundras, praderas y estepas. Localmente se ve en zonas semiáridas, prados secos de pastos cortos, matorrales bajos en zonas semiáridas y bordes de represas donde los cambios en el nivel de las aguas mantienen una zona sin vegetación a la orilla. En la Sabana se le ha registrado en los cerros semiáridos alrededor de la laguna de La Herrera, Mondoñedo y cerca de Soacha y al lado de la represa de Tominé. Fuerte disminución de su población en los últimos 50 años principalmente por la expansión del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), que forma alfombras continuas sin los espacios abiertos entre macollas que la especie aparentemente requiere. La familia de esta ave, *Alaudidae* (Alondras), es característica principalmente de Europa y Asia, siendo la población aislada del altiplano cundiboyacense la única incursión al continente suramericano de dicha familia presente en Norteamérica, donde se encuentra hasta el altiplano central de México (ABO, 2000; Hernández *et al.*, 1992b).



Muscisaxicola maculirostris

Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Spot-billed_Ground-Tyrant.jpg

Incluida dentro del *Libro rojo de aves de Colombia* (Renjifo *et al.*, 2002), clasificada como una especie en peligro (En). En la Sabana de Bogotá, ubicada entre las nueve especies y subespecies en peligro de extinción (ABO, 2000); es posible que la alondra habitara originalmente en zonas donde crecían gramíneas nativas hoy escasas en la Sabana de Bogotá (Cadena, 2002). En 2001, se conocían solo siete poblaciones de la alondra según registros realizados después de 2000: Usme y Engativá (Bogotá D. C.), Bojacá, embalse de Tominé (GOUN, 2001) y laguna de La Herrera

(Cundinamarca); lago Sochagota y aeropuerto de Paipa (Boyacá). Estos datos, junto con registros históricos recopilados de la especie en el altiplano cundiboyacense suman un total de 37 localidades de distribución de la especie (Cadena, 2002).

Valencia y Armenteras (2004), encontraron un total de 401 individuos de esta especie en tres concentraciones poblacionales; en el suroccidente y centro-norte de la Sabana de Bogotá y en el centro de Boyacá, y consideran que en promedio, cada localidad alberga a diez individuos de alondra. También se dedujo que la mitad de la población censada estaría concentrada en solo seis localidades, igualmente que la población total de la especie en el altiplano cundiboyacense es difícil de estimar con certeza, sin embargo, se calculó que un número de 1.002 individuos de alondra en el altiplano es muy probable.

Los citados autores encuentran que geográficamente, el área de distribución de la alondra no ha sufrido un colapso, como ha sucedido con muchas otras especies amenazadas, sino que se mantiene su extensión de presencia. Un análisis geográfico riguroso de la densidad de población de la especie del estudio halló que al interior de solo tres zonas relativamente secas en el altiplano (Sabana-Suroccidente, Sabana-Centro Norte, Altiplano central de Boyacá), existen unas pocas localidades que albergan a muchas alondras, mientras que en otras se mantienen muy pocas. Tal situación es considerada como un factor de riesgo para la especie, pues las localidades con uno o dos individuos pueden fácil y rápidamente dejar de serlo, quedando tan solo unos pocos sitios con poblaciones viables (Valencia y Armenteras, 2004).

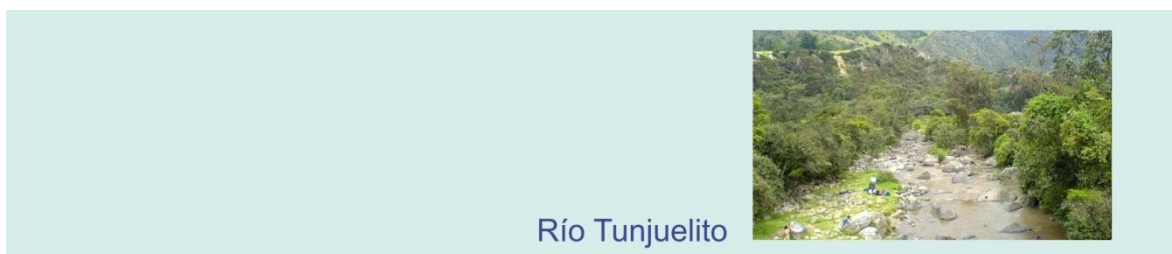
Se aprecia que, en general, la fauna representativa y particular de este orobioma está muy afectada por la destrucción del hábitat y la fragmentación del mismo, es destacable la necesidad de mantener la composición de las coberturas vegetales nativas, ya que ellas constituyen el hábitat que da abrigo, refugio y alimento a las especies faunísticas a ellas asociadas y que vienen siendo afectadas por minería, por disposición de grandes toneladas de basuras y escombros, por la presencia de especies invasoras y por la ausencia generalizada de gobernabilidad.

Los enclaves subxerofíticos en Bogotá, Distrito Capital

La cuenca media y alta del río Tunjuelo, es reconocida en términos relativos como una de las más importantes zonas rurales del territorio distrital, por albergar la mayor cantidad de población

campesina y alta actividad agropecuaria, siendo de similares características las áreas rurales de la localidad de Usme y Ciudad Bolívar (Prieto y Fundación Erigaia, 1998; En: Páramo, 2003); es en dichas localidades donde subsisten los principales relictos del bioma semiárido en el Distrito Capital, y, en consecuencia, de sus valores, tanto ecológicos como ambientales y socioculturales.

A pesar de la evidente importancia de este singular ecosistema para el Distrito, y en especial de los relictos ubicados en jurisdicción de la ciudad capital (área en el límite de los servicios públicos); documentos de lineamientos ambientales distritales tan importantes como la *Política para la gestión de la conservación de la biodiversidad en el Distrito Capital* (Secretaría Distrital de Ambiente y Conservación Internacional, 2010) o el *Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital* (Barrera, Contreras, Garzón, Moreno y Montoya, 2010), elaborados apenas en el año 2010; han dejado de lado la importancia en cuanto a la singularidad y vulnerabilidad de este particular orobioma azonal del altiplano cundiboyacense.



Fuente: <http://www.panoramio.com/photo/14950685>

Parte de los relictos del distrito se encuentran ubicados en el sector más plano y bajo de la cuenca media del río Tunjuelo, coincidiendo con la unidad geomorfológica del valle de inundación del mismo, el cual está dominado por sustratos arcillosos, que junto al efecto secante de los vientos y al efecto local de sombra de lluvias, producen precipitaciones anuales muy bajas (entre 500-700 mm), provocando condiciones de subxerofitia, que se expresan en la vegetación típica y calidad de suelos propios del ecosistemas local. En adición, factores de tipo antrópico, han propiciado que las condiciones de estas zonas se extiendan un poco más y amplíen sus límites, lo cual se debe sobre todo a la cercanía a zonas duras de la ciudad y a la extracción minera extendida localmente, que según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá hace parte del parque minero de la ciudad (artículo 217 del decreto 469/2003); con explotaciones ya licenciadas y proyectadas (Cortés, s. f.).

Según el mapa de cobertura vegetal del Distrito Capital (Correa, 2007) se encuentran, entre los tipos de cobertura del sector medio de la cuenca del río Tunjuelo, unas 50 ha cubiertas por matorral subxerófito; unas 1.393 ha por pajonal xerófilas y cerca de 213 ha por misceláneos, con coberturas que se componen entre pastizales y matorrales subxerófitos; matorrales compuestos principalmente por *Dodonaea viscosa* y *Hesperomeles cf. heterophylla* que al mostrar la presencia de especies como *Cordia cylindrostachya* y *Xylosma spiculifera* (elementos propios de bosque andino bajo), indican que en estados maduros estas coberturas vegetales locales podrían desarrollar un bosque típico de zonas bajas y secas, con dominio de *Duranta mutisii*, siempre y cuando los suelos mejoren sus porcentajes de materia orgánica. En la actualidad, factores como el lavado de los suelos pueden afectar la sucesión natural, a causa de la pérdida constante de nutrientes, en particular en las temporadas lluviosas, y posiblemente otros limitantes relacionados con la fuerte radiación solar, el constante paso de los vientos y la cercanía a los centros urbanos, que producen cambios en el mesoclima, la calidad del aire y aumento de partículas en suspensión (Cortés, s. f.).

Según la misma autora, las áreas del bioma subxerófito en la cuenca media del río Tunjuelo se presentan especialmente en las zonas planas y laderas bajas de la zona centro y occidente, con cobertura que se caracteriza por dos tipos fisionómicos de vegetación; los pastizales xerófilos y matorrales subxerófitos, a estos últimos corresponden cinco tipos florísticos diferentes como a continuación se describen:

TIPOS FISIONÓMICOS	TIPOS FLORÍSTICOS	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS
Matorrales subxerófitos	Matorral bajo de <i>Dodonaea viscosa</i> y <i>Chromolaena leivensis</i>	Con densa cobertura pero pobre riqueza de especies, un total de 12 familias, 15 géneros y 15 especies; comunidad representada por Poaceae y Orchidaceae de suelos removidos en cercanía a canteras y obras civiles, colonizan rápidamente. Sitios frecuentemente invadidos por el retamo espinoso (<i>Ulex europaeus</i>). Matorral propio de las zonas más secas de la Sabana de Bogotá, se distribuye entre las localidades de Usme, Ciudad Bolívar, Tunjuelito, Rafael Uribe y San Cristóbal y los municipios de Soacha, Madrid y Mosquera.
	Matorral bajo de <i>Elleanthus</i> sp - <i>Chromolaena leivensis</i>	Con abundante presencia de extensos parches de arbustos dominados por <i>Elleanthus</i> sp., <i>Baccharis latifolia</i> y <i>Monnina cf. aestuans</i> ; hierbas de <i>Chromolaena leivensis</i> , <i>Lantana boyacana</i> , <i>Stevia lucida</i> y <i>Baccharis latifolia</i> y rastreras como <i>Desmodium molliculum</i> , <i>Pleurothallis</i> sp, <i>Andropogon</i> sp, <i>Bidens triplinervia</i> y <i>Jarava ichu</i> . Desarrollado al interior de las cárcavas, favorecido por la humedad casi constante, al igual que por la acumulación de la materia orgánica que llega de sectores altos principalmente por

		la acción de la lluvia y la pendiente. Presente en sectores de la localidad de Usme y alrededores del relleno sanitario Doña Juana.
	Matorral bajo de <i>Dodonaea viscosa</i> y <i>Hesperomeles cf heterophylla</i>	Compuesto por rastreras y hierbas, predominan los musgos, gramíneas y especies como <i>Echeveria bicolor</i> , <i>Pleurothallis</i> sp. y <i>Chromolaena bullata</i> ; entre las hierbas; y entre los arbustos: <i>Hesperomeles cf heterophylla</i> y <i>Chromolaena leivensis</i> , <i>Cordia cylindrostachya</i> , <i>Duranta mutisii</i> y <i>Xylosma spiculiferum</i> . Domina sectores secos de la Cuenca media del río Tunjuelo, siendo una comunidad transitoria producto de la regeneración de bosques bajos mejor conservados que debieron existir en la zona. Ocupa sectores en el costado occidental del río Tunjuelo, en laderas muy expuestas a los vientos a manera de parches y zonas homogéneas de matorral denso sobre diferentes pendientes y geofomas como laderas y planos de terrazas.
	Matorral bajo de <i>Opuntia</i> sp y <i>Chromolaena leivensis</i>	Dominado por las hierbas, principalmente de la especie <i>Chromolaena leivensis</i> , con presencia de arbustos como <i>Dodonaea viscosa</i> , <i>Opuntia</i> sp., <i>Chromolaena leivensis</i> y <i>Lycianthes lycioides</i> . Entre las rastreras dominan las familias Poaceae, Asteraceae y Orchidaceae, junto con diversos briofitos. Comunidad compuesta por 13 familias, 20 géneros y 21 especies. Son matorrales producto de regeneración natural, comunes en terrenos del sur de la ciudad de Bogotá caracterizados por bajas precipitaciones y suelos residuales, con poco sustrato orgánico, en donde se evidencian procesos de erosión, siendo las especies presentes tolerantes a ambientes secos y suelos pobres. Alrededor de zonas de extracción minera de la localidad de Ciudad Bolívar.
	Matorral rosetoso subxerófito de <i>Furcraea cf cabuya</i>	Dominado por hierbas en cuyo nivel abunda el arbusto <i>Dodonaea viscosa</i> y están presentes rosetas de <i>Furcraea cf cabuya</i> que dan identidad a esta comunidad vegetal; también se presentan <i>Miconia squamulosa</i> y especies del género <i>Hesperomeles</i> . Entre los arbustos domina igualmente <i>Dodonaea viscosa</i> . En general se registran 27 familias, 50 géneros y 56 especies, dominando las familias Asteraceae, Orchidaceae y Poaceae. Ocupa suelos pobres y por lo general afectados directamente por la presencia de fuertes vientos, presenta algunos relictos no alterados especialmente cerca de afloramientos rocosos y zonas de alta pendiente, factores que han favorecido su protección. Aparece en el relleno sanitario Doña Juana y terrenos aledaños de Usme y Ciudad Bolívar, en los municipios de Soacha y sectores secos de Chía, Madrid, Mosquera y Bojacá.
Pastizales - Herbazales subxerófitos	Distribuido en cimas y laderas escarpadas y de pendientes de moderadas a fuertes en sectores fríos y secos con una importante diversidad de especies con predominio de gramíneas, con especies como <i>Aegopogon cenchroides</i> , <i>Aristida laxa</i> , <i>Jarava ichu</i> , y otras de los géneros <i>Andropogon</i> , <i>Agrostis</i> , <i>Calamagrostis</i> y <i>Bromus</i> en compañía de especies de las familias Asteraceae, Sapindaceae, Lythraceae en muy bajos porcentajes. Propio de sectores de la cuenca media del río Tunjuelo, forma extensas zonas que tienen relación con climas secos y presencia frecuente de vientos, sobre laderas entre moderadas a muy pronunciadas, y se extienden sobre escarpes y suelos poco profundos. Presente en la Cuenca media del río Tunjuelo y localidades de Ciudad Bolívar, inmediaciones del embalse seco de Cantarrana, incluidos sectores aislados de Usme.	

Fuente: Simplificado de Cortés (s. f.)

Además de la cuenca media y alta del Tunjuelo también su valle bajo, en términos regionales, hace parte de un enclave subxerofítico más amplio que colinda con el sector también xerófilo de La Herrera, en el límite sudoccidental de la Sabana de Bogotá, el cual se extiende hasta cerca de Bojacá, en un rango altitudinal de 2.500 a 2.900 m (Pinzón, 2000).

En el contexto de las localidades, es la de Ciudad Bolívar la que posee particularidades bióticas y climáticas que permiten la existencia de este tipo de enclaves subxerofíticos, siendo ecosistemas que se encuentran en gran riesgo, junto con sus numerosas especies en algún grado de amenaza, por las explotaciones mineras a cielo abierto y la expansión urbana.

Las formaciones de vegetación subxerofítica de esta localidad, están dominadas principalmente por tres especies *Hesperomeles obtusifolia*, *Duranta mutisii* y *Dodonaea viscosa*, con abundancia de especies herbáceas como *Evolvulus bogotensis*, *Stenadrium dulce*, *Chromolaena bullata* y *Lantana boyacana*, y de suculentas como *Opuntia schumannii* y *Echeverria bicolor* (Secretaría Distrital de Planeación *et al.*, 2010).

En sectores particulares de dicha localidad, como las veredas Quiba Baja y Mochuelo Bajo, prevalecen coberturas de pajonales subxerofíticos, sin embargo, tales relictos de vegetación nativa muestran alto grado de intervención, reflejado en el bajo número de especies; el predominio del estrato herbáceo; la cantidad de especies introducidas; alta representatividad de taxones típicamente pioneros y, en contraste, una representatividad casi nula de especies propias de sucesiones primarias o avanzadas; debido a actividades antrópicas, principalmente la expansión urbana, la minería a cielo abierto y las actividades agropecuarias. Para el manejo y conservación, debido a los complejos impactos allí presentes se ha recomendado para la localidad, el desarrollo de estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* que garanticen a largo plazo la supervivencia de las comunidades bióticas particulares aún presentes (Secretaría Distrital de Planeación *et al.*, 2010).

Otros sectores subxerofíticos del Distrito y de sectores aledaños

Diversos factores físicos y ecológicos característicos de este bioma azonal, se expresan en ciertas localidades de la ciudad de Bogotá; siendo el límite del ecosistema subxerofítico el sector suroccidental de la Sabana, igualmente condiciones particulares locales de sequedad son visibles en

el bajo valle del río Tunjuelo como en la Sierra Morena, Venecia y al sur de Bosa (Corporación Misión Siglo XXI, 1996; Pinzón, 2000; Vera Ardila, 2003).

Un análisis de coberturas ecosistémicas subxerofíticas de la tierra, realizado en todas las localidades del Distrito con áreas rurales, es decir, Ciudad Bolívar, Chapinero, San Cristóbal, Santa Fe, Suba, Sumapaz, Usaquén y Usme, halló que solamente se encuentran en Ciudad Bolívar formaciones de pajonal-subxerofítico alto y pajonal subxerofítico medio y en Usme únicamente se presenta una cubierta de pajonal subxerofítico medio, que tiene una representatividad muy pequeña (Secretaría Distrital de Planeación *et al.*, 2010).

No obstante, hacia el sector del Parque Ecológico Distrital de Montaña “Entre Nubes” (localidades de Usme, Rafael Uribe Uribe y San Cristóbal), en pequeñas serranías, se presenta una condición seca, que disminuye en la medida que cambia la línea de isoyeta (línea límite del monto de precipitación); condición que propicia la aparición del matorral bajo de características xerófilas, localmente compuesto por: *Dodonaea viscosa*, *Cordia lanata* (sinónimo de *Cordia cylindrostachya*), *Miconia squamulosa*, *Baccharis latifolia*, *Lantana boyacana* y variedad de gramíneas propias de este tipo de ecosistema, entre otras especies xerófitas presentes. Como particular condición de este tipo de matorral no se registra localmente la presencia de *Chromolaena leivensis*, especie encontrada en las formaciones vegetales de los sectores de Ciudad Bolívar (Cortés, s. f.; Giraldo y Suescún, 2002).



Fuente: <http://unibio.unam.mx/irekani/handle/123456789/12009?proyecto=Irekani>

Por otra parte, la vegetación denominada Matorral-cardonal, definida como una asociación xerófila, dominada por cactáceas que son árboles o arbustos más o menos suculentos y entre ellos, especies del género *Opuntia* (Pittier, 1939; En: Huber y Riina, 1997) conforman un tipo de matorral representativo de los enclaves subxerofíticos que ha sido registrado en zonas de los alrededores de Bogotá como Mosquera, Madrid y Bojacá al igual que en la cuenca baja del río Tunjuelo, donde también se ubican las localidades de Bosa y Soacha, habiéndose registrado individuos de *Opuntia*

con portes arbustivos mayores a 2 m de altura, de acuerdo con los estudios adelantados por Cardozo (1965) y Wijninga, Rangel y Cleef (1989), para sectores aledaños a la laguna de La Herrera, en el municipio de Mosquera (Cortés, s. f.).

Es igualmente dejaravajaravastacable el hallazgo de la formación vegetal xerófila de matorral rosetoso subxerófito de *Furcraeaboute* cf *cabuya* en el relleno sanitario Doña Juana, Usme, Ciudad Bolívar y en los municipios de Soacha y sectores secos de Chía (Cortés, s. f.). También es reconocido que además del corredor seco del norte y del sur de la Sabana de Bogotá, hay una pequeña región seca en el centro de la altiplanicie, correspondiente a la localidad de Suba y al municipio de Chía, donde se han registrado pastizales de tipo xerófilo (Rivera y Rangel, 2004).

En este mismo sentido, los estudios adelantados sobre las aves asociadas a elementos xerófilos, han permitido encontrar, por ejemplo, que la dormilona piquipinta (*Muscisaxicola maculirostris niceforoi*), se registra en los cerros de Soacha, muy próximo al límite de servicios públicos de Bogotá, e igual sucede con los registros de la alondra cachudita o llanerita (*Eremophila alpestris peregrina*), de la cual se identificaron núcleos poblacionales importantes en sectores de Usme, Engativá, Bosa (sector de Bosa-Alameda), Parque El Tunal, Portal de la 80, Suba y Engativá (sector del Aeropuerto Eldorado) (Cadena, 2002; Valencia y Armenteras, 2004).

Los textos anteriores presentan evidencias de la presencia de núcleos ecológicos y de elementos biológicos característicos de los ecosistemas subxerofíticos en el Distrito y la Sabana de Bogotá, no obstante, se requiere de un análisis detallado, de diversos factores para ubicar con precisión los límites actuales de cada uno de estos núcleos y una evaluación de su estado actual y de los límites que ancestralmente pudieron tener, antes de las drásticas transformaciones a las que han sido sometidos para realizar las respectivas recomendaciones de conservación, recuperación, restauración y manejo.

Importancia y vulnerabilidad de los ecosistemas subxerofíticos del altiplano cundiboyacense

Este orobioma azonal, viene sufriendo una acelerada destrucción y modificación por transformación atrópica, debido a actividades como la agricultura, la ganadería, las plantaciones forestales exóticas, la minería y la ocupación urbana desenfrenada principalmente, este bioma cumple importantes funciones como la estabilidad física de la región (en especial en cuanto a la

regulación climática), el mantenimiento de bancos genéticos *in situ* –hasta ahora poco conocidos– y como fuente de especies de uso antrópico, entre las que se cuentan varias especies de leguminosas forrajeras y ornamentales (Rodríguez *et al.*, 2006).

Dentro de la identificación de áreas importantes para preservar a largo plazo y a partir del análisis de un conjunto representativo de especies, ecosistemas y amenazas en los Andes y el piedemonte amazónico colombianos, realizado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Galindo, Cabrera, Otero, Bernal y Palacios, 2009), se estableció que entre los objetos de conservación en el estado más crítico, se encuentra precisamente el Oroboma azonal andino del altiplano cundiboyacense de vegetación xerofítica, que tiene un área total de apenas 15.499 ha, gran parte del cual se encuentra ya transformado. Concluyendo dicha identificación que este ecosistema se encuentra entre los que tienen las metas más altas de conservación en el país, haciéndose necesario promover la consolidación de áreas protegidas a través de las diferentes figuras de protección existentes o a partir de estrategias de manejo sostenible.

En estos enclaves subxerofíticos se mantienen especies de gran importancia ecológica, por su papel en la protección de los suelos erodados y además porque constituyen especies vegetales de notable importancia para la ciencia, pues permiten entender procesos evolutivos de adaptación a condiciones drásticas del clima, como lo es el cambio climático global (Gobernación de Cundinamarca, 2003).

Existe un gran desconocimiento y apreciaciones erradas del valor de las comunidades vegetales propias de este bioma semiárido y, en particular, de los pastizales, en parte por el escaso desarrollo de estudios específicos, por la atención centrada en el análisis de la cobertura forestal y por la errónea vinculación de este bioma, a las tierras erosionadas con poco valor. Evidencias paleoecológicas y paleoclimáticas (Van der Hammen, 1992; Van der Hammen y Cleef, 1986), aportan importantes convicciones sobre el origen natural de los pastizales xerófilos actuales y no únicamente como resultado de un proceso de deterioro de los bosques andinos (Rivera y Rangel, 2004).

Diversos estudios paleoecológicos evidencian que en periodos pasados en la época de influencia máxima de la última glaciación (20.000 hasta 12.500 años apróx.) existió un clima más seco, propiciando que la vegetación xerófila, ocupara una gran extensión más o menos continua en

la altiplanicie cundiboyacense (2600 msnm) y en el pie de monte de los cerros circundantes. Eventos posteriores ocurridos hacia el Holoceno modificaron la humedad, favoreciendo la transición hacia una vegetación boscosa andina, pero subsistieron algunos enclaves semiáridos y biomas muy particulares por sus formaciones vegetales únicas en su género en el país –a más de 2.500 m de altitud en Colombia–, donde la combinación de factores físicos particulares propician una identidad como zonas secas aisladas, reducto y refugio de un importante número de especies animales y vegetales en el altiplano, constituyéndose en una riqueza biológica singular (Linares, Pinzón y Cortés, s. f.; Van der Hammen, 1981,1992, 2000; Van Geel y Van der Hammen, 1973; Rivera y Rangel, 2004).

También se ha resaltado el valor que representa su cercanía a la capital del país y la naturaleza de su ambiente, que instauran un gran potencial como importante laboratorio vivo de investigación, para diferentes universidades respecto a las áreas secas alto-andinas, en donde se facilitaría estudiar y comprender los fenómenos relacionados con el avance de las zonas áridas de alta montaña, sobre todo ante escenarios complejos de afectación planetaria como el cambio climático (Linares *et al.*, s. f.).

Las regiones subxerofíticas parecen haber sido, al igual que las sabanas, hábitats favorables para diversos elementos de las megafaunas pleistocénicas. Posteriormente, hubo ocupación precolombina en diversas áreas de nuestras planicies, valles y cordilleras, como los grupos guanes y chibchas, en el cañón del Chicamocha y en el altiplano cundiboyacense respectivamente, tales áreas debieron ser utilizadas para agricultura de subsistencia y como campos de caza (Hernández y Sánchez, 1992).

Implicaciones por pérdida o deterioro de los ecosistemas subxerofíticos

Las amenazas más críticas en los enclaves secos de la altiplanicie de Bogotá, 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 como el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), retamos (*Ulex europaeus* y *Teline monspessulana*) y animales exóticos (caracoles); entre otros problemas está 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, reducida extensión y endemismo, son muy vulnerables a los disturbios antrópicos, siendo urgente definir estrategias adecuadas para conservar este patrimonio natural único que desaparece rápidamente (Rivera y Rangel, 2004).

Uno de los factores de mayor relevancia son las coberturas vegetales, debido a la sustancial incidencia que tienen sobre los regímenes hidrológicos y climáticos, ejerciendo un efecto, tanto sobre la cantidad de agua que se mantiene en la atmósfera de la región, como en las precipitaciones, actuando sobre la estabilidad de los regímenes de humedad y de lluvias. También por el control que ejercen sobre la forma como el agua circula en el suelo superficial que al ser removida incrementa la escorrentía, disminuyendo la evaporación y aumentando el riesgo de crecientes durante las épocas de lluvia y afectando la infiltración al suelo, en los periodos de estiaje; reduciendo además la porosidad del mismo. Al cambiar las tasas de evaporación y de transpiración también se modifican los balances térmicos, con impacto sobre los regímenes de temperaturas; contribuyendo a que los climas se tornen más impredecibles; con ciclos extremos e irregulares en los periodos secos y húmedos, y en los cálidos y frescos (Márquez, 2004).



Bouteloua simplex

Fuente: <http://www.herbariova.org/imagelib/imgdetails.php?imgid=5931>

En el caso de los ecosistemas áridos del altiplano y dadas sus características de fragilidad y susceptibilidad a la erosión, se podría considerar como preocupante que se haya producido ya disminución de la infiltración y regulación del escurrimiento superficial y subsuperficial y además aumento de la escorrentía superficial y la torrencialidad. Lo cual podría conducir a cambios geomorfológicos, lo que podría así aumentar el riesgo local de remociones en masa (deslizamientos, derrumbes). Por otra parte, la destrucción de los hábitats naturales, implica una transformación de los ecosistemas que se traduce en una disminución generalizada de la biota silvestre, y consecuente pérdida de la biodiversidad y pérdida neta de bienestar para la población humana.

Ahora bien, siendo los ecosistemas importantes para la sociedad, por los servicios directos que prestan, además de las funciones puramente ecológicas como flujos de energía y ciclos de materia y transferencia de información; es en los ecosistemas subxerofíticos, del Distrito, donde actualmente se ha impuesto como servicio socioambiental el de ser sumideros de descarga de desechos sólidos que, en alguna medida, asimilan (Márquez, 2003), disponiéndose toneladas de basura y desechos de la ciudad de Bogotá, caso del relleno de Doña Juana, que a diario libera a la ciudad y sociedad del cúmulo de desperdicios que de no retirarse se convertirían en un problema de salud pública, sin precedentes, pero en la medida en que estos ecosistemas colmen sus capacidades o se alteren de manera irreversible dejarán de cumplir el servicio socioambiental a que se les ha sometido y por otra parte este uso inadecuado, es otro factor que vulnera sustancialmente los valores singulares de este ecosistema.

Conclusiones

De los relictos de áreas originalmente silvestres o semisilvestres que se encuentran en jurisdicción de Bogotá, La Sabana y cerros circundantes, son los de mayor importancia páramos y humedales junto con las áreas subxerofíticas o semisecas, por la singularidad de los valores biológicos y ecológicos que ellos contienen y por los bienes y servicios ambientales que prestan a la ciudad y sus habitantes.

ECOSISTEMA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS PARTICULARES			CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS PARTICULARES		SERVICIOS AMBIENTALES
	ALTITUD msnm	CLIMA T°C	SUELOS	VEGETACIÓN	FAUNA	
PÁRAMO ALTO	3500- 4200	Rango entre 4-9	Ricos en humus. Contienen cenizas volcánicas. Turbosos. Acumulación de materia orgánica de color negro, de muy poca fertilidad. Depositados directamente sobre la roca base, con espesor variable, desde pocos centímetros hasta más de metro.	Pequeños bambúes (<i>Calamagrostis</i> , <i>Swallenochloa</i>), frailejones (<i>Spelletia</i> , <i>Spelletiopsis</i>). Varias especies de los géneros <i>Spelletia</i> , <i>Draba</i> , <i>Miconia</i> e <i>Hypericum</i> , endémicos en el páramo de Sumapaz	Especies típicas del ecosistema andino o de bosque nublado, de importancia mundial y simbólicas a nivel nacional. Osos de anteojos, venado soche, danta, cóndor, etc.	Producción de agua, ecosistema de gran valor biológico, ecológico y paisajísticos a nivel mundial
PÁRAMO BAJO	3300- 3500			Bosques palo colorado (<i>Polylepis</i>) y rodamonte (<i>Escallonia</i>). Encenillo, sanalotodo. Turberas con musgo (<i>Sphagnum</i>)	Curi, conejo, venado cola blanca.	Bosques enanos con gran valor paisajístico y fuentes energéticas
HUMEDALES	2600-2550	12 anual promedio	Arcilla depositada durante las inundaciones, sin capa superior de humus di de cenizas volcánicas. Presenta capas	Bosque inundable de aliso. Matorral inundable de laurel. Comunidades de juncos, enneas, buchón y	Curi, comadreja, monjitas, tinguas, garzas, patos, chorlos, zambullidores, ranas, culebras, lagartos.	Mantienen gran biodiversidad regional. Regulación climática e hidrológica y estabilizadores de

			arcillosas con manchas amarillentas hasta rojas. Condicionada por los regímenes de ríos. Con sedimentación considerable.	vegetación sumergida. Presencia de <i>Senecio carbonellii</i> , especie endémica que había sido declarada como extinta en 1998.	Presencia de dos especies endémicas y cuatro subespecies endémicas de aves.	ciclos biogeoquímicos y fuentes de agua para áreas rurales, ecosistemas endémicos del Altiplano Cundiboyacense
MATORRALES XEROFÍTICOS	2800-2600	13 anual promedio Menor índice de Pluviosidad de toda la sabana de Bogotá.	Suelos con horizonte argílico endurecido <i>Clay pan</i> , poco humus. Suelos fácilmente erodados.	Matorral de tuno y ayuelo. Bosque bajo de espino y condalia. También se presentan comunidades de <i>Tillandsia</i> – <i>Echeveria</i> . Cactus endémico y posiblemente otras especies.	Moluscos raros y subespecies de aves endémicas, reptiles, etc.	Ecosistema endémico de la sabana de Bogotá. Regulador del clima regional, zonas de explotación minera y principal receptor de desechos sólidos de Bogotá

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas fuentes.

Debido a que el origen ancestral de estos ecosistemas es producto de variaciones climáticas de épocas geológicas, guardan, en consecuencia, posibles respuestas a eventos futuros de cambio climático que aún se desconocen, y podría ser de gran utilidad, sobre todo si se consideran los retos de adaptación a la variabilidad climática a los que nos vemos abocados en la actualidad.

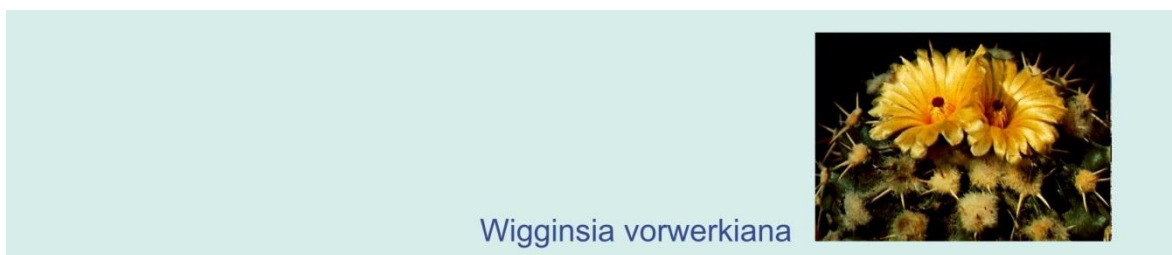
De acuerdo con lo documentado en este escrito, se aprecia la potencialidad de valores biológicos y de uso futuro que contiene este tipo de ecosistemas en términos de especies promisorias, de bancos genéticos, de procesos funcionales ecológicos de adaptación a condiciones climáticas extremas, de escenarios silvestres de paisajes regionales particulares, de servicios ambientales de importancia regional y además como escenarios de la prehistoria, estos ecosistemas estarían en riesgo de perderse definitivamente si no se incorporan a la gestión ambiental del distrito y de la región cundiboyacense.

La degradación continua de estos ecosistemas dificulta su delimitación exacta, proceso agravado por actividades de deterioro como la minería, que han extendido algunas de las características físicas y climáticas exclusivas de estos biomas, como la deficiencia en la materia orgánica del suelo y las condiciones hidrológicas locales de aridez, sin embargo, es importante aclarar que según Hernández y Sánchez (1992), la cobertura de vegetación xerófila, reflejo de las condiciones físicas, también se ha extendido, al respecto cabe aclarar que en su condición climática este ecosistema constituía un bosque bajo relativamente denso, hoy fuertemente alterado.

Dados los vacíos que rodean la gestión de este orobioma, que lo han dejado de lado en documentos distritales de política, planes y programas, además de los múltiples factores de degradación que lo amenazan, se hace urgente definir instrumentos políticos y normativos tanto en

el Distrito Capital como en la región, así como de una fuerte apropiación de la sociedad civil, de las entidades científicas y académicas distritales para que este ecosistema sea incorporado a la gestión ambiental distrital y regional, como ya vienen siendo apropiados otros, entre ellos los humedales.

En consonancia con las recomendaciones para la conservación de dos de las especies de aves endémicas amenazadas de extinción en los enclaves semisecos de la Sabana de Bogotá, serían importantes zonas áridas las del sur de la Sabana de Bogotá (Soacha, laguna de La Herrera y Mondoñedo), junto con un sector de planicie al sur del embalse de Tominé, al igual que sectores de Boyacá, donde se extienden las áreas semisecas del altiplano (sectores de Tunja, Paipa y Villa de Leyva), áreas que podrían presentar oportunidades para la conservación de estas especies (Renjifo *et al.*, 2002), a evaluar en el marco de la complejidad físico-biótica por la integridad ecosistémica.



Fuente: http://www.cact.cz/galerie_test/detail.php?id=47

Recomendaciones

1. Brindar un marco jurídico y político a este ecosistema a partir de la información científica, luego de una revisión normativa específica que permita incluir el ecosistema en documentos como el POT, Política de Biodiversidad del Distrito, protocolos y manuales de restauración ecológica, programas académicos de investigación, planes de desarrollo locales, distritales, municipales, etc.
2. Realizar los estudios biogeográficos necesarios para determinar con precisión las áreas que ocupan actualmente estos ecosistemas, tanto de sectores relictuales, como de sectores potenciales, de recuperación y restauración de este tipo de ecosistemas, compatibilizarlas y priorizarlas, en relación con actividades de desarrollo (minería, urbanismo y usos agropecuarios).

3. En razón a que estos ecosistemas han sufrido altos niveles de deterioro y debido a los vacíos de conocimiento de sus estados maduros, es necesario fortalecer su investigación, para la cual, estudios paleoecológicos, arqueológicos e históricos podrían ser instrumentos fundamentales para definir las acciones necesarias en su recuperación y restauración.
4. Reglamentar los usos y definir planes de manejo específicos y compatibles a sus características biofísicas y socioculturales, tanto en áreas potenciales de este tipo de ecosistemas como relictuales en el Distrito y la región, las cuales podrían ser reguladas mediante incorporación de nuevas áreas protegidas o mediante incentivos para la conservación, en el caso de predios privados. Es de especial importancia revisar las licencias para la explotación minera en estas áreas.
5. Adelantar acciones de identificación, demarcación y protección urgente de las áreas donde el ecosistema se exprese y tenga las mejores posibilidades de recuperarse, restaurarse y conservarse. En el Distrito se presenta un área con alta potencialidad en el sector del sur de la ciudad conocido como Arborizadora alta parte del cual se encuentra dentro de un Plan Parcial de Urbanización, con un sector que ha sido candidato por la Secretaría Distrital de Ambiente, como un área de importancia para la conservación, por ahora protegido mediante una medida cautelar, la cual requiere ser avanzada hacia su declaratoria como nueva área protegida distrital.
6. Indagar jurídicamente las posibles gestiones de predios a que dieran lugar los resultados de las medidas cautelares que previamente se vienen avanzando para la protección de sectores importantes de este bioma, inicialmente en el sector de Arborizadora alta, en tal sentido y, como experiencias piloto similares, se cuenta ya en el Distrito con procesos avanzados en el Parque Entre Nubes, donde la Secretaría Distrital de Ambiente viene realizando el saneamiento predial con resultados satisfactorios que han permitido avanzar en la restauración y en la conservación de los valores naturales que tiene esta importante reserva natural de la ciudad, representativa del bosque andino y con ciertos sectores semisecos.

7. Definir el régimen de usos compatibles con sus valores, utilizando como insumo la experiencia de parques ecológicos distritales de humedales y de montañas desarrollados por la SDA y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
8. Destinar de forma permanente presupuesto del erario público distrital para las acciones correspondientes y pertinentes, que garanticen la recuperación, restauración y manejo de estas áreas naturales de alto valor ecosistémico y cultural para la región.
9. Diseñar y ejecutar la infraestructura necesaria para reglamentar y definir el uso público de estas áreas y determinar la mejor manera de manejarlas, protegerlas y administrarlas.
10. Evaluar a partir de los sitios propuestos para la conservación de las aves de los ecosistemas semisecos del altiplano cundiboyacense, cuáles de estos mantienen importantes mosaicos representativos de conjuntos completos de las especies –tanto de fauna como de flora, parte de los cuales se han mencionado en este artículo, los cuales son propios de este tipo de ecosistema– e integrar las áreas identificadas al sistema de áreas protegidas distritales o regionales y definir acciones de restauración, conservación y manejo, en tal sentido, quizá sea necesario definir áreas representativas en cada uno de los tres núcleos aislados que sobreviven en el altiplano.

Resumen de los principales atributos de las zonas semisecas de la Sabana de Bogotá

1. Uno de los seis ecosistemas potenciales de la región, es decir, con capacidad de restauración y recuperación por condiciones particulares de clima, suelos, bancos de semillas y algunos relictos de vegetación e incluso de comunidades faunísticas y florísticas propias que aún sobreviven en ellos.
2. Parte de los 58 centros de endemismo identificados por Hernández *et al.* (1992b) y uno de los dos centros identificados para el altiplano cundiboyacense y la Sabana de Bogotá por el mismo autor.
3. Uno de los dos tipos de hábitats del ecosistema llamado Formaciones xéricas de Colombia, en la categoría de desiertos y dunas costeras; lo constituye en un ecosistema andino que para el país es de los menos representados y además se encuentra en un alto estado de deterioro (Rodríguez *et al.*, 2006).

4. Uno de los cuatro orobiomas azonales en Colombia pertenecientes al zonobioma húmedo tropical (Rodríguez *et al.*, 2006).
5. Entre las áreas más importantes para preservar a largo plazo y entre los objetos de conservación en estado más crítico y en consecuencia, con unas de las metas más altas de conservación en todo Colombia (Galindo *et al.*, 2009).
6. Singularidades físicas y climáticas del Orobioma azonal:
 - Climáticamente son los sectores de la Sabana con la menor precipitación media anual inferior a 600 mm.
 - Una de las áreas más secas de la cuenca alta del río Bogotá.
 - Únicos sectores de clima semihúmedo en la Sabana de Bogotá.
 - Únicos suelos de la serie Techo y con presencia de un horizonte compacto (*clay-pan*).
 - Suelos fácilmente erosionables en su mayor parte.
7. Mantiene importantes endemismos y rarezas regionales de vegetación:
 - El cactus (*Wigginsia vorwerkiana*) (Reyes *et al.*, 2001).
 - El gurrumay (*Condalia thomasiana*) (Rodríguez *et al.*, 2006).
 - Nuevas especies de los géneros *Zephyranthes* (*Amaryllidaceae*), *Peperomia* (*Piperaceae*), *Agave* (*Agavaceae*), *Melocactus* (*Cactaceae*) y *Salvia* (*Labiatae*) que se encuentran en proceso de descripción (Rivera y Olmos, 2000; Rodríguez *et al.*, 2006).
8. Importantes endemismos de subespecies de aves:
 - Codorniz crestada (*Colinus cristatus bogotensis*) (ABO, 2000; Hernández *et al.*, 1992b).
 - Dormilona piquipinta (*Muscisaxicola maculirostris niceforoi*) (ABO, 2000; Hernández *et al.*, 1992b).
 - Alondra cachudita o llanerita (*Eremophila alpestris peregrina*) (ABO, 2000; Hernández *et al.*, 1992b).
 - Posiblemente la bisbita paramuna (*Anthus bogotensis*) y una potencial posible subespecie del sinsonte común (*Mimus gilvus*) (Andrade, 1994).

9. Servicios ambientales que prestan y funciones ecosistémicas que cumplen:

- Estabilidad física de la región (Rodríguez *et al.*, 2006).
- Mantenimiento de bancos genéticos *in situ* hasta ahora poco conocidos y como fuente de especies de uso antrópico (leguminosas forrajeras y ornamentales) (Rodríguez *et al.*, 2006).
- Mantienen especies de gran importancia ecológica, por su papel en la protección de los suelos erodados y especies vegetales importantes para la ciencia, que permiten entender procesos evolutivos de adaptación a condiciones drásticas del clima (cambio climático global) (Gobernación de Cundinamarca, 2003).
- Conforman islas biogeográficas, reducto y refugio en el altiplano de un importante número de especies animales y vegetales que propician en la región una riqueza biológica singular (Linares *et al.*, s. f.; Rivera y Rangel, 2004; Van der Hammen, 1981,1992, 2000; Van Geel y Van der Hammen, 1973).
- Constituyen biomas muy particulares por sus formaciones vegetales únicas en su género en el país, a más de 2.500 m de altitud en Colombia (Linares *et al.*, s. f.; Rivera y Rangel, 2004; Van der Hammen, 1981,1992, 2000; Van Geel y Van der Hammen, 1973).
- Su cercanía a la capital del país y la naturaleza de su ambiente, constituyen un gran potencial como un importante laboratorio vivo de investigación (Linares *et al.*, s. f.).
- Importancia arqueológica e histórica como ecosistemas ancestrales que mantuvieron megafauna y dieron refugio a primeros habitantes humanos en la Sabana de Bogotá, con importantes valores arqueológicos (Hernández y Sánchez, 1992).

Laguna de la Herrera



Fuente: <http://mosquera-cundinamarca.gov.co/sitio.shtml?apc=m-s1--&x=2089180>

Referencias

- ABRIL, M. L., y GONZÁLEZ, C. A. s. f. «Zonificación por balance hídrico de la cuenca alta y media del río Bogotá, utilizando sistemas de información geográfica». En: *Evento: VI Conferencia Latinoamericana de usuarios ESRI-ERDAS* (Ponencia). Disponible en: <http://proceedings.esri.com/library/userconf/latinproc99/ponencias/ponencia26.html>
- ANDRADE, G. I. 1994. «La laguna de La Herrera, último gran humedal de la Sabana de Bogotá». En: *Revista Trianea. Acta Científica-Técnica*, 5, pp. 65-84. INDERENA.
- ASOCIACIÓN BOGOTANA DE ORNITOLOGÍA (ABO). 2000. *Aves de la Sabana de Bogotá. Guía de campo*. Bogotá, ABO, CAR.
- BARRERA CATAÑO, J. I., CONTRERAS RODRÍGUEZ, S., GARZÓN YEPES, N. V., MORENO CÁRDENAS A. C., y MONTOYA VILLAREAL, S. P. 2010. *Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital*. Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ).
- BETANCUR, J., y GARCÍA, N. 2006. «Las bromelias». En: GARCÍA, N., y GALEANO, G. (Eds.). *Libro rojo de plantas de Colombia*, Vol. 3. *Las bromelias, las labiadas y las pasifloras. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Bogotá, Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- CADENA, C. D. 2002. «*Eremophila alpestris*». En: RENJIFO, L. M., FRANCO, A. M., KATTAN, G. H., AMAYA J. D., y GÓMEZ, M. F. (Eds.). *Libro rojo de aves de Colombia*. Bogotá, Instituto Alexander von Humboldt.
- CARDOZO, R. 1965. «Estudio fitoecológico de la región semiárida de La Herrera (Cundinamarca)». Trabajo de grado. Bogotá, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia (inédito).
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). 2004. *Vegetación del territorio*. (1ª ed.). Bogotá, CAR.
- CORPORACIÓN MISIÓN SIGLO XXI. 1996. *Perfil ambiental de Santafé de Bogotá* (1ª ed.). Bogotá, DAMA, FONADE-DNP y GRANAHOARRAR.
- CORREA, A. C. 2007. *Análisis del cambio en la cobertura vegetal de los cerros orientales en los últimos 40 años*. Bogotá, Subdirección Científica, Jardín Botánico “José Celestino Mutis”.
- CORREAL, G., y VAN DER HAMMEN, T. 1997. «Investigaciones arqueológicas en los abrigos rocosos del Tequendama». En: *El Cuaternario de Colombia*, Vol. Especial I.

CORTÉS, S. s. f. «Caracterización fisionómica, estructural y florística de algunas comunidades vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo». En: *Conservación in situ*. Bogotá, Subdirección Científica Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis". Inédito.

FERNÁNDEZ, J. L., y RIVERA DÍAZ, O. 2002. «Patrones de distribución y endemismo en la flora vascular de zonas áridas del centro y del norte de Colombia». En: *Resúmenes*, p. 521. VIII Congreso Latinoamericano de Botánica. Cartagena de Indias, 13-18 de octubre. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

GALINDO, G., CABRERA, E., OTERO, J., BERNAL, N. R., y PALACIOS, S. 2009. «Planificación ecorregional para la conservación de la biodiversidad en los Andes y en el piedemonte amazónico colombianos». En: *Serie Planificación Ecorregional para la Conservación de la Biodiversidad*, No. 2, p. 24. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Agencia Nacional de Hidrocarburos, The Nature Conservancy e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

GIRALDO, C., y SUESCÚN, M. 2002. *Caracterización de la vegetación del Parque Ecológico Entre Nubes*. Bogotá, Corporación Suna Hisca. Convenio N°053 de 2002. DAMA.

GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA. 2003. *Mapa de cobertura vegetal del Departamento de Cundinamarca*. Bogotá, INSAT. Tecnologías en Sistemas de Información Geográfica y Satelital.

GRUPO DE ORNITOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL (GOUN). 2001. «Protejamos las aves amenazadas del embalse de Tominé». Grupo de Ornitología Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: www.geocities.com/alondra_goun.index.htm (consulta del 18 de agosto de 2001).

HAFFER, J. 1969. «Speciation in Amazonian forest birds». En: *Science*, 165, pp. 131-137.

HERNÁNDEZ CAMACHO, J., y SÁNCHEZ PÁEZ, H. 1992. «Biomás terrestres de Colombia». En: HALFFTER, G. (Comp.). *La diversidad biológica de Iberoamérica I* (1ª ed.). México D. F., Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, A. C., Secretaría de Desarrollo Social e Instituto de Ecología, A. C.

_____. 1992. «Vulnerabilidad y estrategias para la conservación de algunos biomas de Colombia». En: HALFFTER, G. (Comp.). *La diversidad biológica de Iberoamérica I* (1ª ed.). México D. F., Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, A. C., Secretaría de Desarrollo Social e Instituto de Ecología, A. C.

_____, WALSCHBURGER, T., ORTIZ, R., y HURTADO, A. 1992a. «Origen y distribución de la biota suramericana y colombiana». En: HALFFTER, G. (Comp.). *La diversidad biológica de Iberoamérica I* (1ª ed.). México D. F., Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, A. C., Secretaría de Desarrollo Social e Instituto de Ecología, A. C.

_____, HURTADO, A., ORTIZ, R., y WALSCHBURGER, T. 1992b. «Centros de endemismo en Colombia. Origen y distribución de la biota suramericana y colombiana». En: HALFFTER, G. (Comp.). *La*

diversidad biológica de Iberoamérica I (1ª ed.). México D. F., Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, A. C., Secretaría de Desarrollo Social e Instituto de Ecología, A. C.

HILTY, S., y BROWN, W. 2001. *A guide to the birds of Colombia*. Traducción al español por Humberto Álvarez López. New Jersey, Princeton University Press.

HUBER, O., y RIINA, R. 1997. *Glosario fitoecológico de las Américas, Vol. 1*. Caracas, UNESCO, Fundación Instituto Botánico de Venezuela.

LINARES, E., PINZÓN, M., y CORTÉS, s. f. *Estudios en líquenes y briófitos en enclaves subxerofíticos de la Sabana de Bogotá*. En elaboración.

MÁRQUEZ, G. 2003. *Ecosistemas estratégicos de Colombia*. Bogotá, Sociedad Geográfica de Colombia. Disponible en: <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf>

_____. 2004. *Los ecosistemas de Colombia*. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

MURILLO, M. T., y MURILLO, J. 2001. *Guía de los pteridófitos (helechos y plantas afines) de Bogotá y sus alrededores* (1ª ed.). Bogotá, Alcaldía Mayor, Departamento Técnico Administrativo de Medio Ambiente.

PÁRAMO, G. 2003. «Composición, heterogeneidad espacial y conectividad del paisaje de las áreas rurales del Distrito Capital de Bogotá, Colombia». En: *Revista Pérez-Arbelaezia*, No. 14. Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis".

PINZÓN, M. 2000. «Distribución y diversidad de briófitos y líquenes de la región subxerofítica de La Herrera, Mosquera, Cundinamarca». Trabajo de Grado. Bogotá, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana.

_____, y LINARES, E. 2006. «Diversidad de líquenes y briófitos en la región subxerofítica de La Herrera, Mosquera, Cundinamarca. I. Riqueza y estructura». En: *Revista Caldasia*, 28 (2), pp. 243-257. Disponible en: www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasias.htm

RENJIFO, L. M., FRANCO MAYA, A. M., AMAYA ESPINEL, J. D., KATTAN, G. H., y LÓPEZ LANÚS, B. (Eds.). 2002. *Libro rojo de aves de Colombia*. Bogotá, Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente.

REYES, O., OLMOS, J. R., y RIVERA, D. 2001. «Evaluación del estado de conservación de *Wigginsia vorwerkiana* (Wendernan) D. M. Porter (Cactaceae) en las zonas semiáridas de la Sabana de Bogotá». En: *Pérez-Arbelaezia, Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis"*, Vol. 5, No. 12.

RIVERA D., y OLMOS, J. R. 2000. «Estrategia para la conservación de plantas amenazadas en el Distrito Capital y su área de influencia». En: *Pérez-Arbelaezia, Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis"*, 5 (11), pp. 36-44.

_____, y RANGEL, O. 2004. «Pastizales xerófilos del municipio de Ubaque y norte del altiplano de Bogotá. Simposio: Ecología, biodiversidad y conservación de zonas áridas de Latinoamérica y Colombia». Congreso Latinoamericano y II colombiano de Botánica.

RODRÍGUEZ, N., ARMENTERAS, D., MORALES, M., y ROMERO, M. 2006. *Ecosistemas de los Andes colombianos* (2ª ed.). Bogotá, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE Y CONSERVACIÓN INTERNACIONAL. 2010. *Política para la gestión de la conservación de la biodiversidad en el Distrito Capital*. Bogotá, Panamericana, Formas e Impresos S. A.

SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN, SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE, UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS, SECRETARÍA DISTRITAL DE HÁBITAT Y UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS". 2010. «Área rural localidad de Ciudad Bolívar (UPR río Tunjuelo)». En: *Diagnóstico de las áreas rurales de Bogotá, D. C. Convenio de Cooperación 017 y 234*, Tomo IV, Vol 1 (1ª ed.). Bogotá.

THORNTHWAITE, C. W., y MATHER, J. R. «The water balance». En: *Publications in Climatology*, VIII (1), pp. 1-104. Drexel Institute of Climatology, Centerton, NJ.

VALENCIA, I. D., y ARMENTERAS, D. 2004. «Modelo de hábitat y distribución de la alondra (*Eremophila alpestris peregrina*) en el altiplano cundiboyacense, Colombia». En: *Ornitología Colombiana*, No 2, pp. 25-36.

VAN DER HAMMEN, T. 1981. *Environmental changes in the northern Andes and the extinction of mastodon*. Geol. Mijnbouw, pp. 369-372.

_____, y CLEEF, A. M. 1986. «Development of the high Andean paramo flora and vegetation». En: VUILLEUMIER, F., y MONASTERIO, M. *High altitude tropical biogeography*. Oxford University Press.

_____. 1992. *Historia, ecología y vegetación*. Bogotá, Corporación Colombiana para la Amazonía, "Araracuara" (COA).

_____. 1998. *Plan ambiental de la cuenca alta del río Bogotá. Análisis y orientaciones para el ordenamiento territorial*. Bogotá, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR.

_____. 2000. «Aspectos de historia y ecología de la biodiversidad norandina y amazónica». En: *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 24 (91), pp. 231-245

_____. y ANDRADE, G. I. 2003. *Estructura ecológica principal de Colombia. Primera aproximación. Biocolombia*. Bogotá, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e IDEAM.

VAN GEEL, B., y VAN DER HAMMEN, T. 1973. «Upper quaternary vegetational and climatic sequence of the Fuquene area (Eastern Cordillera, Colombia)». En: *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol*, 14. pp. 9-92.

VERA ARDILA, M. L. 2003. «Gastrópodos de la región subxerofítica de La Herrera (Mosquera, Cundinamarca)». Trabajo de Grado. Bogotá, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

_____, y LINARES, E. 2005. «Gastrópodos de la región subxerofítica de La Herrera, Mosquera, Cundinamarca, Colombia». En: *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 29 (112), pp. 439-456.

WALTER, H. 1977. *Zonas de vegetación y clima. Breve exposición desde el punto de vista causal y global*. Barcelona, Omega, S. A.

WIJNINGA, V. M., RANGEL, J. O., y CLEEF, A. 1989. «Botanical ecology and conservation of the laguna de La Herrera (Sabana de Bogotá, Colombia)». En: *Caldasia*, 16 (76), pp. 23-40.