

PEREZ ARBELAEZIA

Nº 14 - FEBRERO 2003

ISSN 0120-7717



Llerasia Lindenii Triana

Jardín Botánico José Celestino Mutis
Bogotá D.C., Colombia





ENRIQUE PÉREZ ARBELÁEZ

1896 – 1972

Fundador del Jardín Botánico José Celestino Mutis

Publicación del Jardín Botánico José Celestino Mutis, dedicada a la memoria de su fundador, el doctor Enrique Pérez Arbeláez, quien consagró su vida a institucionalizar la tradición científica de Colombia y a fomentar la investigación, divulgación y defensa de nuestros recursos naturales.



Mutisia clematis L.

Planta ornamental nativa tomada como emblema del Jardín Botánico. Debe su nombre a la exaltación que el ilustre botánico Linneo quiso hacer en homenaje a José Celestino Mutis, designado con el nombre de Mutisia.

Es una planta trepadora con zarcillos, hojas tomentosas en tonalidades verde grisáceo y flores pendulares, que con su color rojo vivo atraen insectos y colibríes.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Alcalde Mayor

Antanas Mockus Sívickas

**JARDÍN BOTÁNICO
"JOSÉ CELESTINO MUTIS"**

Junta Directiva

Julia Miranda Londoño
Luz Stella Vargas Hernández
Alberto Gómez Mejía
Germán Andrade Pérez
Mónica Gómez de Espinosa
Marco Palacios Rozo

Director

Enrique Uribe Botero

Secretaria General

Catalina Nagy Patiño

Jefe de Planeación

Jaime Rudas Ll.

Subdirección Educativa y Cultural

María Margarita Gaitán Uribe

Subdirección Científica

María Elvira Madriñán Saa

Subdirección Técnica Operativa

Francisco Sánchez Hurtado

PEREZ ARBELAEZIA

Número 14 - Febrero de 2003

Publicación anual

PEREZ - ARBELAEZIA es la publicación científica y tecnológica
del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.

PEREZ - ARBELAEZIA publica artículos, originales e inéditos, que cubran temas de investigación en ciencias puras o aplicadas sobre botánica, ecología, conservación, ciencias biológicas, recursos naturales renovables y medio ambiente, al igual que ensayos, revisiones, conferencias y reuniones que contribuyan a la profundización del conocimiento y constituyan aportes significativos al objeto de su temática.

Comité Editorial

Francisco Sánchez Hurtado
Gustavo Morales Liscano

Editor

César Escallón Estupiñán

Comité Científico

César Barbosa Castillo	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam
José Luis Fernández Alonso	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Jesús Orlando Vargas Ríos	Departamento de Biología Universidad Nacional de Colombia
Fabio González Garavito	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Rocío del Pilar Cortés Ballén	Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Santiago Madriñán Restrepo	Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de los Andes

Ilustración Carátula

Llerasia Lindenii Triana

La especie, representada en arbolitos de hasta 6 metros, habita en los cerros que se extienden alrededor de la Sabana de Bogotá. Su rango de distribución altitudinal la sitúa entre los 2.600 y los 3.500 metros.

PEREZ - ARBELAEZIA

Publicación anual

© 2003 - Jardín Botánico José Celestino Mutis

ISSN 0120-7717

*La reproducción total o parcial de un artículo debe citar la fuente.
Corresponde a los autores la total responsabilidad de las ideas,
tesis y conceptos emitidos en sus respectivos artículos.*

Canje

Óscar Ovalle Navarro
Biblioteca Enrique Pérez Arbeláez

Diseño y diagramación

Sanmartín Obregón & Cía. Ltda.

Impresión

Sanmartín Obregón & Cía. Ltda.

Ilustración carátula

Ulexia Lindenii Triana

FLORA DE LA REAL EXPEDICIÓN BOTÁNICA
DEL NUEVO REINO DE GRANADA (1783-1816)

Tomo XLVII, Compuestas, Tribu Astereae, LÁMINA LI
1989, Ediciones de Cultura Hispánica, Madrid.

Cortésia del Instituto Colombiano de Antropología e Historia ICAN

Jardín Botánico José Celestino Mutis

Av. (Cll.) 57 No. 61-13 • Tel.: 437 7060 • Fax: 630 5075
bogotanico@jbb.gov.co • www:jbb.gov.co

CONTENIDO

Presentación	7
Cambio en la cobertura vegetal del bosque húmedo tropical, Parque Natural Nacional Tinigua, Colombia	
Juan Pablo Giraldo Gómez	9
Composición, heterogeneidad espacial y conectividad de paisajes de las áreas rurales del Distrito Capital de Bogotá, Colombia	
Gabriel Eduardo Páramo Rocha	25
Estudios preliminares sobre el efecto de las poliaminas putrescina y espermidina en la micropropagación de <i>Stanbopea wardii</i> Lodd ex Lind (Orchidaceae)	
Claudia Patricia González Rojas y Germán Pachón Ovalle	73
Ecología del paisaje y dinámica de la vegetación en el sector medio del páramo de Sumapaz – Localidad 20 del Distrito Capital, corregimientos de Nazareth y Betania	
Leyla M. Montenegro-Calderón, Gabriel Martínez, Óscar Rivero y Sandra Zapata	93
Ecología de las especies invasoras	
Héctor Felipe Ríos y Orlando Vargas	119
El pastoreo de ganado y su impacto en los ecosistemas naturales: el caso de los páramos andinos	
Orlando Vargas Ríos, Julia Premauer, Marcela Zalamea y Camilo Cárdenas	149

PRESENTACIÓN

Constituye motivo de gran satisfacción para la Dirección del Jardín Botánico presentar esta corta nota con ocasión de la entrega número 14 de la revista *Perez - Arbelaezia*. En esta edición la revista presenta, en seis artículos, los resultados de investigaciones dirigidas a cubrir aspectos relacionados con el conocimiento y afectación de los componentes de nuestra biodiversidad. Tres de los trabajos de investigación han sido adelantados en la región de la Sabana de Bogotá, sobre las montañas que la rodean: el artículo presentado por el biólogo Gabriel Eduardo Páramo Rocha, sobre las relaciones del paisaje en las áreas rurales del Distrito Capital; el artículo encabezado por el profesor Orlando Vargas Ríos, cubriendo aspectos de los disturbios ocasionados por pastoreo en los páramos andinos, y el de la profesora Leyla Montenegro, en el tema de la ecología del paisaje, constituyen no sólo la expresión del apoyo efectivo de las directivas del Jardín Botánico para el desarrollo de la investigación sino que también traducen el esfuerzo de los investigadores por avanzar en el conocimiento botánico, ecológico y ambiental de una de las secciones del sistema regional andino de mayores condiciones adversas para los paisajes originales en sus suelos, cerros, quebradas, ríos y humedales. Un tema muy amplio y por lo mismo complejo, como lo es el de las especies invasoras, es desarrollado con claridad por el biólogo Hector Felipe Ríos. El tema de la protección de la naturaleza en parques nacionales es abordado por el biólogo Juan Pablo Giraldo Gómez, quien con el apoyo de la Universidad de los Andes de Bogotá y del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ideam, logra presentar un análisis en los cambios de cobertura vegetal en el Parque Natural Nacional Tinigua. Los temas de laboratorio también hacen parte de este número de la revista: los biólogos Claudia Patricia González Rojas y Germán Pachón Ovalle, presentan su trabajo sobre el efecto de las poliaminas en la micropropagación de la especie *Sthanopea wardii*, una orquídea que hoy enfrenta la amenaza de extinción.

El nivel técnico y el rigor científico de los aportes presentados en este número de la revista *Perez - Arbelaezia* hacen factible su aplicación en la restauración y habilitación ecológica de áreas de la Sabana de Bogotá y sus cerros, en el rescate de las especies y en el desarrollo de prácticas conservacionistas. El proyecto editorial de la revista *Perez - Arbelaezia* nos permite testimoniar la forma en que la gestión para la investigación, la conservación y la comunicación oportuna del conocimiento generado van de la mano en el Jardín Botánico, en ese orden de ideas nos permite mostrar como se perfilan los logros de las políticas distritales y nacionales para la conservación de la flora silvestre y

sistemas ecológicos de la Región Andina de Colombia, para el mejoramiento de las condiciones medioambientales del país, la ciudad y su área de influencia.

A partir del presente número la revista contará con el apoyo de un Comité Científico integrado por los profesores Fabio González Garavito y José Luis Fernández Alonso, del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia; Orlando Vargas Ríos del Departamento de Biología de la misma Universidad; Rocío del Pilar Cortés Ballén, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; César Eduardo Barbosa Castillo, del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Ideam, y Santiago Madriñán Restrepo de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de los Andes. La revista *Perez - Arbelaez* se honra con la nómina que integra este Comité Científico a cuyos miembros presenta un saludo especial.

Expresamos nuestro agradecimiento a quienes han contribuido a mejorar y a darle continuidad a este proyecto editorial que mantiene con su nombre el más vivo homenaje a la memoria del fundador de la institución.

Enrique Uribe Botero
Director Jardín Botánico

Composición, heterogeneidad espacial y conectividad de paisajes de las áreas rurales del Distrito Capital de Bogotá, Colombia

Por

GABRIEL EDUARDO PARAMO ROCHA*

Resumen

El proyecto, "Espacialización y caracterización fisonómica, estructural y florística de la vegetación" hace parte del Programa de Preservación que adelanta el Jardín Botánico de Bogotá a través de la Subdirección Científica. Su objeto es observar, cualificar y cuantificar el desarrollo espacial y temporal de los ecosistemas andinos mediante la aplicación de Sistemas de información geográficos que generen orientación y apoyo a las actividades de investigación para la conservación *in situ* y *ex situ* del patrimonio florístico y ecológico (ecosistemas altoandinos y de páramo) del Distrito Capital de Bogotá. En primer lugar, el trabajo ofrece información cartográfica de la región de estudio, en la que se presenta la zonificación ecológica a escala general (1:100.000) e integra los diferentes elementos constitutivos de los sistemas ecológicos; en segundo lugar, entra en la caracterización y cuantificación de los paisajes existentes, aborda los diferentes tipos de cobertura, los describe con base en la distribución espacio-temporal de sus características e incursiona en la medición del grado de fragmentación, pérdida y recuperación de diferentes tipos de vegetación, al mismo tiempo realiza la evaluación de la conectividad entre los diferentes parches existentes. El estudio se hace relevante para las acciones de preservación al abrir un espacio para trazar derroteros y acciones para el mantenimiento, restauración y uso sostenible de los ecosistemas y del patrimonio florístico inmerso en ellos. El producto principal, del levantamiento ecológico realizado, lo constituye la generación de un **Mapa de zonificación ecológica**, acompañado de su correspondiente **Leyenda de zonificación ecológica** y del documento que conforma la **Memoria explicativa de la zonificación ecológica**. La información se complementa con un Mapa de vegetación, acompañado de su correspondiente leyenda y memoria explicativa.

* Biólogo, Coordinador área de SIG Subdirección Científica, Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis" / cientifica@jbb.gov.co

INTRODUCCIÓN

El Jardín Botánico de Bogotá tiene implementados Sistemas de Información Geográfica que al lado de la interpretación de Sensores Remotos utiliza como herramienta para puntualizar el área de sus acciones, con lo cual espera contribuir al desarrollo de aquellas investigaciones que requieren de una cartografía adecuada a los propósitos de la conservación *in situ* y *ex situ*, que ha mantenido desde su creación.

Temas de investigación prioritarios para el Jardín Botánico de Bogotá, como la conservación, biodiversidad y conocimiento del patrimonio florístico del Distrito Capital requieren de información cartográfica básica sobre la vegetación y paisajes del área en que desarrolla sus acciones. En este sentido, el Programa de preservación del patrimonio florístico, en el contexto del Subprograma de reconocimiento de vegetación de las áreas rurales, ha desarrollado el proyecto “Espacialización y caracterización fisonómica, estructural y florística de la vegetación”, cuyos resultados se dan a conocer en el presente documento. El propósito general del proyecto se refiere a recoger, evaluar y sistematizar la información secundaria, de orden ecológico y ambiental, que sea de utilidad para caracterizar y cuantificar los cambios espaciales y temporales en aquellos aspectos que se relacionan con la estructura, composición y función de los paisajes, ecosistemas y comunidades y que, además, conduzcan a identificar los factores antrópicos y naturales que han podido incidir en su estado actual.

En términos específicos el proyecto pretende espacializar, clasificar, zonificar y cartografiar las principales unidades de paisajes, ecosistemas y tipos de vegetación y precisar las características físicas y bióticas que les son propias, tanto en su distribución, en el área de estudio, como dentro del contexto geográfico en que se encuentran.

Se aspira a que este tipo de información aporte elementos para diseñar la estructura de las bases de datos y del sistema de información georreferenciado con miras al desarrollo de actividades de conservación, planificación y manejo que urgen para la defensa del patrimonio florístico del Distrito Capital.

Es importante hacer claridad en que este estudio no es, ni pretende ser, un trabajo de investigación ecológica pura, por cuanto se carece de inventarios extensivos y detallados de los recursos naturales más significativos, el estudio se presenta más bien como un instrumento para el conocimiento global del área, a una escala regional, lo cual admite realizar una aproximación espacial sobre los ecosistemas y paisajes del Distrito Capital. Su enfoque pretende conocer y evaluar áreas de hábitat relevantes, desde el punto de vista ecológico, que evidencien situaciones de presión crítica, propensas y sensibles a la degradación, fragmentación o desaparición de las unidades que se estudian, aspectos en los que la ecología del paisaje y su aproximación global han presentado resultados reconocidos en diferentes partes del mundo.

FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

El paisaje

Los términos paisaje, paisaje regional, geosistema o biogeocenosis hacen énfasis en la complejidad espacial de las regiones. En términos generales, hacen referencia al mosaico de climas, geoformas, suelos, tipos de vegetación y formas de uso de la tierra, existentes en un lugar dado y diferenciables, de otras zonas, por las características composicionales, estructurales y funcionales (Naveh y Lieberman, 1984).

El concepto de paisaje se ha desarrollado a partir de numerosas tendencias y escuelas de la geografía y de la ecología, las cuales coinciden en referirse a él, en términos de un sistema caracterizado por una serie de atributos interdependientes que incluyen componentes bióticos, abióticos y antrópicos. De manera más global, el concepto expresa las interacciones existentes entre la naturaleza y la sociedad y debe entenderse, también, como la expresión espacial de las formas socioeconómicas y no tan sólo como la superestructura que sustenta un complejo de relaciones orgánicas e inorgánicas (Etter, 1990).

La escala de un paisaje puede variar de tamaño, es decir, puede ser una provincia fisiográfica, una región biogeográfica o una unidad más pequeña en extensión, según las características que exhiba el área y los propósitos del investigador.

De acuerdo con Turner (1989) la relevancia del estudio y análisis de la estructura del paisaje, dentro de la biología de la conservación, es muy alta; esta apreciación tiene su aval en los estudios que sobre el particular se llevan a cabo actualmente. Características del paisaje, como el tamaño de parches, heterogeneidad, relación área-perímetro de los parches o dimensión fractal y conectividad espacial constituyen aspectos de gran importancia en el establecimiento de las formas dinámicas que se presentan en la utilización de una zona determinada, en la evolución de las formas de aprovechamiento e intervención por parte del hombre y en la incidencia y control sobre la abundancia y composición de especies, sus patrones de distribución y la viabilidad que ciertas especies amenazadas pueden poseer para sobrevivir.

La composición del paisaje (identificación y proporción de hábitat) y la combinación e interrelación funcional que establecen estos, es de vital importancia para los procesos de regeneración, sucesión y mantenimiento de especies animales que utilizan múltiples hábitat, incluidos los ecotonos. El análisis temporal y espacial de estos aspectos es fundamental para establecer el grado de conservación que presenta un paisaje y para demarcar los derroteros de potenciales acciones de revegetalización, rehabilitación y restauración de ecosistemas y áreas degradadas.

La estructura del paisaje se debe inventariar y monitorear a partir de imágenes de sensores remotos (fotografías aéreas, imágenes de radar e imágenes de satélite). En la actualidad estas se analizan, procesan y organizan mediante Sistemas de información georreferenciados (SIG)¹. Los análisis espaciales (dimensión fractal, conectividad y vecindad, entre otros) y temporales (análisis de series de tiempo), aplicados a las imágenes de sensores remotos y a las bases de datos espaciales (mapas), brindan una poderosa herramienta para el estudio del comportamiento evolutivo del paisaje (Zonnerveld, 1979).

El estudio de la composición del paisaje requiere un trabajo más intensivo que el de la estructura; en este aspecto, es prioritario considerar, entre otros, las especies dominantes que componen un parche determinado e identificar la fisonomía y estructura de cada uno de estos.

La función del paisaje generalmente se investiga a través del análisis de los procesos de disturbio, presión, recuperación etc. que muestren los hábitat y de las tasas que presenten los ciclos biogeoquímicos y los flujos de energía. En este orden de ideas se requiere atender a una secuencia como la siguiente: definir con claridad los paisajes, ecosistemas y comunidades; precisar los lineamientos básicos para el muestreo (enfoque u orientación); identificar, definir y caracterizar de manera general las comunidades objeto de estudio; determinar y diseñar las consideraciones generales sobre el muestreo; y, por último, programar concretamente las formas de muestreo de comunidades.

Normalmente, en ecología del paisaje se calcula una serie de índices, los cuales pueden ser evaluados para una región en su totalidad cuando lo que se pretende es establecer las relaciones que se suceden a esta escala de observación; o para los diferentes tipos de paisajes contenidos en un área, y los parches que conforman una determinada clase del paisaje.

Para el paisaje en su totalidad normalmente se calcula:

- Área total (ha.)
- Índice del parche más grande (%)
- Número total de parche
- Densidad de parches (#/100 ha)
- Tamaño medio de los parches (ha)
- Longitud total de bordes (m)
- Densidad de bordes (m/ha)
- Índice de forma del paisaje
- Índice medio de forma
- Dimensión fractal

1 Sistema computarizado que permite el ingreso, almacenamiento, análisis y despliegue de información espacial (mapas), y de atributos. Stow, 1993.

- Dimensión fractal media de parches
- Área total de núcleos (ha)
- Número total de áreas núcleo
- Densidad de áreas núcleo (#/100ha)
- Distancia media al vecino más cercano
- Índice de diversidad de Shannon
- Índice de diversidad de Simpson
- Riqueza relativa de parches
- Índice de uniformidad de Shannon
- Índice de uniformidad de Simpson
- Índice de yuxtaposición
- Índice de contagio

A nivel de clases, objeto de este estudio, lo más frecuente es calcular:

- Tipo de clase (Unidad del Paisaje)
- Número de parches por clase
- Tamaño medio de los parches
- Longitud total de bordes (Perímetro)
- Índice medio de forma
- Dimensión fractal media de los parches

En su mayoría los estudios y análisis de los ecosistemas y paisajes, y también de los medios físico y biótico, han sido abordados, dada su complejidad, por áreas y por temas específicos, con lo cual se pierde la posibilidad de su eventual visión integral. Dentro de esta óptica al considerar cada uno de los constituyentes del medio físico (clima, geología, geomorfología, hidrología y suelos) y biótico, (vegetación y fauna) como entes aislados, es por demás obvio que se hayan desarrollado innumerables métodos y técnicas para las investigaciones. No hay que perder de vista que sólo así se han podido desarrollar estas ciencias como una manera de profundizar en temas específicos: el estudio de los paisajes y de los ecosistemas sólo puede realizarse con un enfoque interdisciplinario, sistémico y holístico.

Cuando se consideran los múltiples elementos del medio natural y del medio humano, en la toma de decisiones para las propuestas de un manejo adecuado e integral de un ecosistema, la tarea resulta altamente compleja. El análisis de sistemas es quizás la mejor forma de emprenderla. Es un planteamiento que pretende no dejar por fuera nada que sea en realidad significativo y también una técnica que orienta para resolver problemas. La ecología, y dentro de ella el enfoque de la ecología del paisaje, se inserta en el planteamiento, puesto que ella proporciona una nueva perspectiva, ya que en efecto maneja conceptos propios de la visión sistémica que la sitúan entre la inter y la transdisciplinariedad.

El paisaje y el ecosistema, como objetos de estudio de la ecología del paisaje, tienen propiedades que los hacen recomendables para el desarrollo de proyectos de monitoreo ecológico y ambiental. En primer lugar, brinda unidades integrales que contemplan, como un todo articulado y dinámico, el conjunto de los seres vivos, su soporte físico, los efectos de las actuaciones del hombre sobre ellos y su funcionamiento y, en segundo lugar, considera los paisajes como entes organizados y estructurados, condición indispensable dentro del análisis de sistemas.

El análisis ecológico del paisaje en un área determinada debe conducir a la cartografía de sus paisajes, ecosistemas y comunidades. Es necesario aclarar que todas las delimitaciones geográficas son arbitrarias y que es imposible encontrar un sistema general del espacio geográfico que respete los límites propios de cualquier fenómeno. El objetivo fundamental de la zonificación ecológica, según Ramos, (1979) es realizar la caracterización y cartografía integral del área de estudio. La zonificación ecológica debe integrar la mayor parte de los atributos bióticos, abióticos y antrópicos posibles en la jerarquía y orden adoptados y de, acuerdo con el grado de detalle, se deben considerar los atributos de mayor importancia para su caracterización.

Para llegar a la zonificación ecológica de un área es necesaria la definición del subsistema físico-biótico, la cual ha de concebirse como el conjunto de los elementos bióticos y abióticos que integran el soporte material del territorio e interactúan entre sí para conformar diversas unidades jerárquicas en las que puede dividirse. El territorio, así observado, es una entidad espacial y temporal integrada que se explica, en su forma y funcionamiento, por las relaciones que se dan entre los elementos bióticos y abióticos que reciben el nombre de factores formadores de las unidades de paisaje y que se constituyen en los componentes principales del subsistema.

La composición se refiere a las características asociadas a él como lo son la cantidad y clase de cada tipo de parche. Existen varias medidas de la composición dentro de las cuales es importante mencionar la proporción de cada tipo de parche en las clases de paisajes, la riqueza, la abundancia y la diversidad de parches. Por otro lado, la configuración hace referencia a la distribución física o espacial de los parches contenidos dentro de las clases del paisaje. Algunos aspectos de importancia para evaluar la configuración son el aislamiento, el grado de contagio, los límites, la cantidad y distribución de núcleos y la forma de los parches.

A partir de la información obtenida será posible conocer el estado de fragmentación, la conectividad, la discontinuidad y la heterogeneidad espacial de los ecosistemas existentes, lo cual se convierte en una herramienta fundamental para el diseño de acciones de conservación *in situ* y *ex situ* de la vegetación y de orientación a programas de restauración ecológica de un área dada.

La vegetación

La vegetación es la “primera, la más evidente y más característica manifestación del suelo y de la atmósfera en cada localidad. Por la misma razón es por excelencia el indicador de los valores telúricos más representativos de un área”, (Pérez Arbeláez, 1986). Por su parte, el clima y la naturaleza de los suelos son factores importantes en la estructura, composición, dinámica y distribución espacial de los ecosistemas, puesto que impiden, facilitan o caracterizan geográficamente las comunidades bióticas.

La importancia fundamental de la vegetación, como subsistema de los sistemas ecológicos y, por ende, del paisaje es la de captar y acumular energía y materia que entra en las cadenas tróficas, servir de refugio de la fauna, actuar como agente antierosivo del suelo, regular el clima local, atenuar y reducir los efectos de la contaminación, ser fuente de materia prima y de bienestar para el hombre, (Mateucci y Colma, 1982). El conocimiento de la vegetación, por tanto, es indispensable para definir, delimitar y cartografiar los paisajes; es éste el subsistema más reconocible y de mayor facilidad de estudio, y es, además, de interés fundamental para conocer los ecosistemas de una región, para determinar el grado de conservación y para definir las acciones que se deban ejercer sobre el territorio, (Páramo, 1990).

Los tipos y clases de vegetación (comunidades, formaciones o fitocenosis) se caracterizan por poseer tres atributos fundamentales a saber:

- Categorías florísticas: composición florística, es decir, las clases de plantas que conforman la comunidad.
- Categorías fisonómicas o fisonomía: aspecto o apariencia externa de la vegetación, forma general que un grupo de plantas presenta ante la vista. Está dada por los diferentes biotipos (forma y estructura constitucional de las plantas, p.ej. árbol, arbusto, arbolito, hierba, etc.
- Categorías estructurales o estructura: disposición espacial, ya sea de tipo vertical (estratificación) y horizontal (distribución), como también adaptaciones especiales de las plantas (tipo y tamaño de hojas, hábito de crecimiento, presencia de pubescencias, etc.).

Tales atributos varían espacialmente según se los niveles en la cantidad de lluvia, los cambios en altitud, diferencias de temperatura, variaciones en las características físico-químicas de los suelos, inundabilidad, existencia de ambientes lacustres, mayor o menor intervención humana, entre otros.

En el estudio de la vegetación es indispensable tener como punto de partida una clasificación de las comunidades vegetales. Los sistemas de clasificación varían de acuerdo con la importancia que se le otorguen a las variables y relaciones expuestas, como también a la escuela a la cual pertenecen los autores de cada una de ellas. La clasificación es importante porque permi-

Estudio preliminar

Dada la complejidad del estudio fue necesario, como primera medida, realizar un trabajo preliminar de aproximación a la zona de estudio a efecto de obtener y delinear, de una manera sistemática, los métodos de muestreo y caracterizar, bajo fundamentos integrales y ecológicos, las áreas específicas de trabajo. Se considera necesario conocer el estado actual de los ecosistemas por estudiar, a fin de utilizarlos, a manera de referencia espacial y temporal, durante el levantamiento secuencial, y para poder mantener actualizada la información.

Este proceso cubrió las siguientes actividades :

- Definición de los objetivos del estudio.
- Definición y obtención de los insumos de información necesaria.
- Elaboración de un mapa preliminar de unidades de paisaje.

Para la definición y obtención de los insumos de información se consideraron tanto los objetivos definidos para el levantamiento ecológico como los del trabajo ya elaborado, sobre evaluación de la información desarrollada en la sub-etapa preliminar. En este contexto se definió la escala de trabajo de acuerdo con el nivel de detalle exigido por los objetivos del estudio; se seleccionaron los tipos de imágenes de sensores remotos adecuados al nivel de análisis propuesto (imágenes de satélite) y se acopió la cartografía base del área de estudio (mapa topográfico generado por el Igac).

Con respecto a la información temática, se emprendió una búsqueda y acopio exhaustivo de información cartográfica y bibliográfica referida a clima, geología y geomorfología, suelos, vegetación, usos de la tierra, registros hidroclimatológicos, cobertura vegetal y usos, hidrología e información histórica de las condiciones naturales y de la ocupación humana.

Zonificación ecológica (Cartografía de los paisajes)

Esta actividad se llevó a cabo mediante la interpretación de imágenes de sensores remotos, digitalización, generación de la cartografía temática y síntesis del área de estudio, lo cual permitió espacializar los principales aspectos constitutivos del sistema.

Análisis de la composición, estructura y configuración de los paisajes

El análisis sobre composición, estructura y configuración de los paisajes se realizó mediante la utilización de diversos índices que regularmente suelen aplicarse para determinar la

métrica de los paisajes y de los parches que los conforman; se recurrió, entonces, a mediciones tales como diversidad, riqueza, tamaño de parches, conectividad de parches, dimensión fractal, abundancia, conectividad e índices de contraste de bordes, entre otros. En tal sentido se trabajó con herramientas rutinarias diseñadas para análisis del paisaje, como el programa Fragstats, desarrollado por el Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad de Oregon, y el programa Patch, que constituye una extensión del anterior, adaptado al SIG Arc View.

Procesamiento de los datos

Sistemas de información geográfica (SIG), como se mencionó, son herramientas computarizadas para el uso, captura, manipulación, procesamiento y despliegue de datos georreferenciados. La información digital (imágenes de satélite y de radar) así como los mapas previamente digitalizados, contienen dos tipos de información: los atributos, que se refieren a las características topológicas de un área y a las propiedades geométricas de los objetos digitalizados, (polígonos, líneas, puntos, áreas, etc.), y los datos georreferenciados, que corresponden a las coordenadas del caso. Los SIG tienen la ventaja de permitir el análisis y visualización de la localización, la distribución espacial de objetos y la comprensión de las relaciones espaciales entre ellos, gracias a lo cual es posible efectuar la manipulación de la información a través del análisis espacial.

Para la elaboración de los mapas se procedió a la interpretación, mediante dos vías: la visual y la digital. Una vez lograda la clasificación de zonas con características especiales y diferenciables se procedió a digitalizar los mapas y a convertirlos en los formatos digitales correspondientes, mediante los programas ARC-Info y Arc View GIS. Sobre las coberturas así obtenidas se realizaron los análisis espaciales necesarios (cruce, clasificación y generalización de mapas), después de estos análisis se construyeron las salidas gráficas para su posterior ploteo.

Con la información básica obtenida se realizaron los análisis espaciales del paisaje y el cálculo de índices para cada uno de los años estudiados. En este proceso se utilizó el programa Fragstats; es éste un paquete versátil para análisis espaciales, diseñado para cuantificar la composición, configuración y conectividad de objetos espaciales con imágenes en formato raster. El uso de este software ha permitido conocer con facilidad las métricas más importantes del paisaje, y sus diferentes clases, y de los parches, contenidas en una imagen digital previamente analizada y clasificada (ver Figura 1).

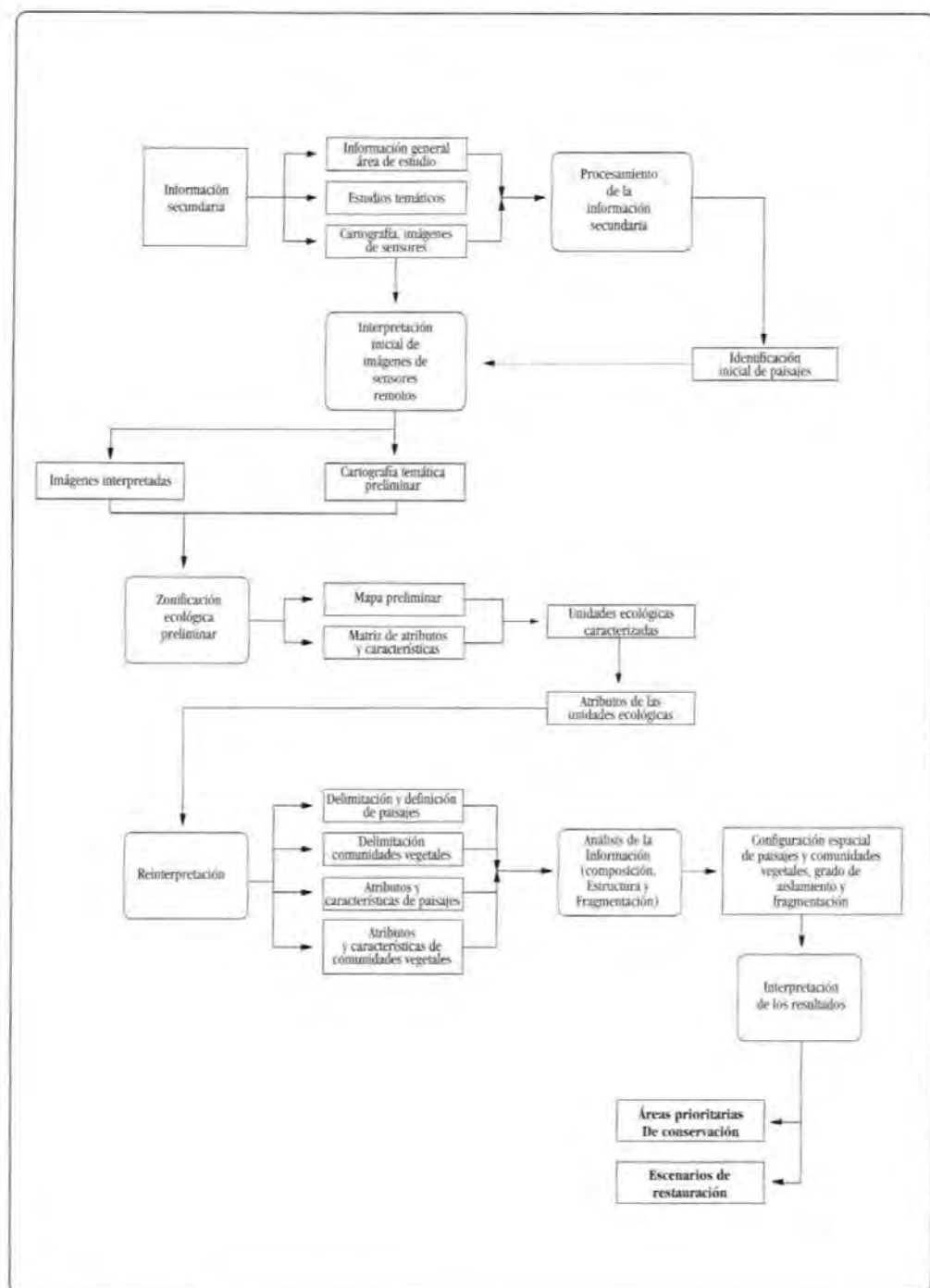


Figura 1. Diagrama de la metodología empleada



Figura 2. Localización del área de estudio

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Distrito Capital (ver Figura 2), tiene una extensión de 155.743 has., de las cuales 127.590. (82 % del área total) le corresponden a su espacio rural. La evolución y dinámica de su extensión área rural admite dividirla en tres zonas: los Cerros Orientales, la Cuenca Alta y Media del Tunjuelo y el Sumapaz.

Ríos y vastas montañas se destacan en esta última zona (localidad del Sumapaz), la cual abarca parte del páramo más grande del mundo (70.000 has. del Parque Nacional Natural de Sumapaz), (Dama, 2000). La estructura que presenta el área rural está determinada por del proceso de transformación que se define en el ámbito de su relación con el contexto urbano. Estas áreas encierran dos importantes valores: las comunidades campesinas bogotanas, dedicadas mayoritariamente a la agricultura y a la ganadería, y la riqueza de ecosistemas y paisajes que contienen recursos como la fauna y la flora y abundante agua.

Los Cerros Orientales corresponden al componente rural de mayor impacto visual sobre el ámbito urbano (Prieto y Fundación Erigaie, 1998). Ellos se extienden por el costado oriental de la ciudad, de sur a norte, desde la vía a Villavicencio hasta la Caro, y, en este espacio, entran a conformar áreas de las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe y San Cristóbal. Son el escenario rural más fuertemente perturbado dada su cercanía a la ciudad, aunque corresponden a zonas de reserva forestal protectora de carácter nacional, declarados como tal por la Resolución 76 de 1977.

Estos Cerros hacen parte de las estribaciones de la Cordillera Oriental y actúan como una barrera extendida, entre los 2.650 y los 3.200 m.s.n.m. Mediante esta conformación del relieve la evolución natural del sistema geológico ha separado la Sabana de Bogotá de las cuencas hidrográficas del oriente cundinamarqués. Dado el proceso de uso y ocupación ocurrido en ellos en la práctica se ha establecido un corredor de conexión entre los dos espacios geográficos.

La Cuenca alta y media del Tunjuelo es, en términos relativos, la más importante zona rural del territorio distrital; alberga la mayor cantidad de población campesina y, como consecuencia más inmediata, evidencia una alta actividad agropecuaria. Similares características presentan las áreas rurales de las localidades de Usme y Ciudad Bolívar, dos espacios que encierran problemáticas urbanas relacionadas con importantes índices de pobreza, carencia de infraestructura básica, actividad minera sin control, procesos legales e ilegales de urbanización, bajo condiciones precarias, y asentamientos en áreas de alto riesgo. En estos escenarios prevalecen críticas situaciones de deterioro social y ambiental. (Prieto y Fundación Erigaie, op. cit.).

La expansión se ve favorecida por la estructura predial y de intensidad de la producción dentro del área rural. Mientras en la parte alta del Tunjuelo la baja productividad de los suelos favo-

rece el establecimiento de predios grandes, en las partes medias y bajas, sobre suelos más o menos fértiles, es común el minifundio que basa su estrategia en incrementar la rentabilidad por medio de la intensificación de la producción, aplicando tecnologías precarias que marcan el agotamiento de la capacidad de carga del territorio y su eventual marginamiento como área rural. Esta situación deja expuesto el suelo a un proceso de reemplazo de sus usos, con la tendencia al establecimiento de sistemas propios de ambientes deteriorados, como son los sistemas periurbanos y urbanos.

En Usme el clima ofrece un mejor balance hídrico y las características del suelo son menos susceptibles a la erosión, estas condiciones hacen más estable la explotación agropecuaria y el mantenimiento del modo de vida rural; de forma que la mayor resiliencia rural mantiene la función agrícola aún sobre el mismo borde de expansión urbana. Sin embargo, se ha observado una expansión de vivienda legal e ilegal sobre tierras agrícolas de buena calidad, que siendo por ello de mayor valor condicionan una expansión jalonada por grupos socioeconómicos más pudientes, con menos focos de tugurización y supeditado a un reemplazamiento más lento.

A pesar de la dinámica de este proceso de borde, que tiende a ampliar la extensión territorial en conflicto, las cuencas alta y media del Tunjuelo mantienen su estructura rural. Al respecto existe poca documentación, aspecto que parece confirmar la marginalidad del territorio dentro del contexto administrativo distrital. No obstante, una caracterización aproximada de esta zona puede realizarse en los siguientes términos:

- Las condiciones físico-bióticas del paisaje caracterizan una oferta territorial que establece claras limitaciones para el desarrollo de las actividades agropecuarias. Estas se relacionan con la topografía abrupta, definida por altas pendientes e intercalada por sectores ondulados y planos, formados por procesos de acumulación de materiales de derrubio. La fertilidad de los suelos, por lo general de media a baja, contrasta con el riesgo de erosión que resulta de las condiciones de pendiente, en un gradiente de susceptibilidad que guarda relación tanto con el grado de humedad atmosférica como con la existencia de cobertura vegetal adecuada.
- La morfología misma de la cuenca determina un gradiente de condiciones climáticas, topográficas y edáficas que inciden sobre la organización predial y las actividades agropecuarias, dentro de la cuenca. Sobre la cuenca alta del Tunjuelo, donde las condiciones son menos favorables, los procesos de producción agropecuaria se instalan bajo los sistemas de finca, finca encargada y explotación agroindustrial. La agricultura se desenvuelve generalmente en los frentes de expansión, de los espacios ya ocupados hacia las partes altas, recurriendo a sembradíos de papa, como cultivo colonizador, para avanzar posteriormente en la conformación de potreros. El sistema practica la tala de bosques para expandir los potreros, y la quema del páramo para obtener rebrotes como forraje.

El Sumapaz es la zona menos vulnerable a la ocurrencia de transformaciones: la presencia del Ministerio del Medio Ambiente, en lo que respecta al manejo del área del Parque, junto a su ubicación, relativo aislamiento, bajos niveles de poblamiento y el particular carácter geopolítico que le ha impuesto la presencia de grupos guerrilleros, constituyen factores favorables para mantener niveles aceptables de preservación en su naturaleza, compatible, en cierta forma, con algún nivel de desarrollo sociocultural de la población campesina. Aunque la interacción resultante no está exenta de problemas ésta se mantiene con un impacto relativamente menor al que cabría esperarse bajo otras condiciones.

La dinámica transformadora obedece al patrón tradicional de la colonización en donde, al localizarse los poblados en las partes bajas de los valles (Betania, Nazaret, Las Abras, Santa Rosa y San Juan), se inicia un proceso de deforestación que asciende sobre el bosque altoandino que aquí da paso al establecimiento de potreros para ganadería extensiva, previo el desarrollo de cultivos más o menos marginales, que adecuan el terreno para el establecimiento de los pastos.

En el ámbito distrital y nacional la importancia del Sumapaz se encuentra en la preservación de la oferta de su riqueza natural, representada en su biodiversidad y en el potencial hídrico que encierra. Para las poblaciones locales el territorio es de vital importancia puesto que él representa su única opción de sustento. Si bien el páramo de Sumapaz se haya en un nivel de conservación relativamente aceptable, el desarrollo de actividades productivas no deja de ejercer tensiones sobre él, en particular en las áreas vecinas a las vías. Situaciones similares presentan las áreas que colindan con los asentamientos de Betania, Santa Rosa y Las Vegas, entre otros, principalmente afectadas por el fuego y el pisoteo generado por el pastoreo extensivo. (Prieto y Fundación Erigae, op. cit.).

Pese a que las condiciones físicas y biológicas del territorio determinan una baja oferta natural para el desarrollo de actividades agropecuarias es posible identificar de sur a norte y colindando con el borde occidental del Parque cuatro principales circuitos socioeconómicos: El Plan de Sumapaz (Veredas San José, Nueva Granada, Concepción, Tunal Alto, Lagunitas, Gobernador y Tunal Bajo), La Unión, San Juan y San Antonio. En el sector nororiental de la localidad y lindando con el borde nororiental del Parque de Sumapaz se observan los circuitos socioeconómicos de Nazaret, Betania y Santa Rosa. Los circuitos en la cuenca del Blanco, en especial los corregimientos de Betania y Nazaret, participan de una dinámica socioeconómica y cultural más próxima a la influencia de Bogotá. El impacto ambiental de estas actividades se relaciona particularmente con la destrucción de páramos y subpáramos, así como con la tala de bosques. La actividad productiva se desarrolla entre los 3.000 y 3.400 msnm, llegando aún a los 3.600, lo cual se relaciona con un nivel de productividad marginal, en términos de lo que significa tanto el potencial natural del suelo como su empobrecimiento y deterioro adicional por efecto de las prácticas no adecuadas.

La actividad agrícola en general es reducida y tiende a disminuir para dejar espacios a la ganadería extensiva de ladera; en este proceso se generan, por una parte, impactos como el terraceo y la compactación de suelos que afectan el equilibrio hídrico, la estabilidad y la productividad, y por otra, la ampliación de las fronteras de actividad con las quemas del páramo y subpáramo que se hacen necesarias para su efecto. Las zonas más afectadas son Betania, en la cuenca del Blanco, y en general la cuenca alta del Sumapaz, donde las pendientes más suaves han facilitado la potrerización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición y heterogeneidad espacial de los paisajes de las áreas rurales del Distrito Capital de Bogotá

El origen geológico y paleoecológico de los paisajes de las áreas rurales del Distrito Capital de Bogotá se encuentra, principalmente, en las fuerzas tectónicas que resultaron de la colisión entre la placa suramericana y la de Nazca. Estas fuerzas dieron origen a un plegamiento que comenzó hace 30 millones de años y que produjo el levantamiento gradual de la cordillera oriental. A medida que la región se elevaba el clima se hacía más frío y el ambiente que surgía se iba transformando en el escenario al que las plantas y animales se adaptaban o evolucionaban hacia nuevas especies. Otros organismos se hicieron también presentes gracias a la inmigración, que desde Norte y Suramérica (Perú, cono Sur y Antártida), penetraron a través de los corredores de ambientes fríos, formados con los nuevos cordones montañosos y del istmo de Panamá, que emergía y se sumergía en el mar en distintos intervalos geológicos, Dama, (op. cit.). Estos cambios, más la sucesión de periodos fríos y cálidos, secos y húmedos, generaron distintos paisajes que fueron componiendo y moldeando las diversas franjas y comunidades bióticas que, de ese entonces hasta hoy, se han visto en el altiplano y en las sierras circundantes.

Los paisajes de la región bogotana, ampliamente distribuidos por todo el territorio, conforman un mosaico bastante complejo de unidades; tales unidades constituyen el resultado de la interacción de factores formadores, como son el clima, la altitud, la geología, la geomorfología, las características de los suelos y la cobertura vegetal y el uso actual del territorio. Basados en estudios relacionados con la estratificación de rocas, sedimentos, polen y fósiles, Van der Hammen y González (1963) identificaron los principales cambios climáticos, geológicos y bióticos que dieron forma a la región bogotana. Tales cambios se resumen en la Tabla 1, la cual incluye la distribución y las principales características que ostenta el D.C., en cuanto a cada uno de los factores formadores considerados, lo cual generó mediante una serie de síntesis sucesivas el Mapa de zonificación ecológica, con su respectiva matriz explicativa, que se presenta anexo.

Tabla 1: Cambios climáticos, geológicos y bióticos que dieron forma a la región bogotana

Periodo	Millones de años A.P.	Eventos	Ambiente	Vegetación
Oligoceno inf.	38	Máxima extensión geosinclinal Bolívar.	Insular y litoral de poca elevación.	Palmas y manglares
Oligoceno sup.	30	Inicio orogenia.	Elevación inicial.	Bosques subandinos.
Mioceno	26 - 7	Elevación gradual.	Poca elevación.	Bosques andinos.
Plioceno inf.	7	Principal levantamiento. Enfriamiento planetario terciario y regional orogénico.	Casi altitud total. Complejo sinclinal bogotano: en lugar de Sabana, muchos y profundos valles. Conexión biológica con Norteamérica por corredor insular. Y con el Sur por cordón montañoso.	Inmigraciones de latitudes superiores y especiación autóctona por adaptación incipiente al frío.
Plioceno med.	4 - 3		Clima benigno, cobertura total de bosque.	Bosques abiertos de <i>Vallea</i> + <i>Podocarpus</i> , <i>Hedyosmum</i> , <i>Symplocos</i> , <i>Ilex</i> , <i>Miconia</i> , <i>Eugenia</i> .
				<i>Eugenia</i> , <i>Hedyosmum</i> , <i>Miconia</i> , <i>Myrsine</i> , <i>Viburnum</i> - bosque bajo cubría las laderas alrededor del altiplano (<i>Weinmannia</i> escaso).
				<i>Polylepis</i> en el límite superior del bosque y en bosquetes de páramo. Importancia episódica de Ericáceas en el Vallectum.
				No hay páramo, un precursor de subpáramo con Ericáceas y Asteráceas es desplazado por <i>Hypericum</i> y luego por <i>Myrsine</i> cada vez que el bosque asciende.
		Formación del altiplano ("Sabana") por relleno del sinclinal con sedimentos de la erosión de las montañas circundantes.		<i>Myrica parvifolia</i> en matorrales pantanosos del altiplano.

Período	Millones de años A.P.	Eventos	Ambiente	Vegetación
Plioceno sup.	3 - 2			<i>Weinmannia</i> gana importancia aparece un encenillal de ladera.
	2.98			Se establece <i>Juglans</i> .
	2.72			En un período húmedo aparece <i>Drymis</i> con un pico de <i>Cyatheáceas</i> .
				Irrumpe <i>Alnus</i> , desplazando la flora del altiplano, principalmente a <i>Myrica</i> .
	2.6			En los períodos húmedos y fríos <i>Hedyosmum</i> domina el bosque, en los secos queda en el límite con subpáramo húmedo.
Final del Plioceno		Intenso enfriamiento.	Los cerros circundantes eran 200 m. más altos que hoy.	
Pleistoceno inf.	2	Intenso enfriamiento Formación de la Laguna de Tumha.		Protopáramos de Gramíneas y Asteráceas se extienden descendiendo sobre el bosque.
			Suelos pedregosos, pobres y temperaturas bajas.	Se extiende <i>Polylepis</i> , formando bosquetes en el límite inf. del páramo.
			Picos nevados rodeando la laguna en los períodos fríos.	Predominan el subpáramo y el páramo. Bosque sólo en breves episodios cálidos.
				<i>Alnus</i> extiende su dominio en el altiplano, <i>Myrica</i> se margina al subpáramo y <i>Vallea</i> casi desaparece.
Pleistoceno med.				En los descensos fuertes del páramo, prácticamente desaparece <i>Weinmannia</i> y <i>Polylepis</i> llega a la orilla de la laguna.
				<i>Podocarpus</i> y <i>Juglans</i> aparecen como asociadas al encenillal en las partes bajas.
	.960			Al final del Pleistoceno medio aparece <i>Quercus</i> .
		Invasión de fauna boreal.		

Período	Millones de años A.P.	Eventos	Ambiente	Vegetación
Pleistoceno sup.		Grandes glaciaciones.	Grandes fluctuaciones con cortos glaciales e interglaciales benignos.	Predominio del bosque alternado con los descensos de nieve o páramo.
				<i>Dodonaea</i> y <i>Myrica pubescens</i> aparecen en periodos y sitios secos colonizando suelos erosionados del páramo.
				En los óptimos de temperatura y humedad, <i>Quercus</i> e <i>Ilex</i> aumentaban y <i>Weinmannia</i> disminuía estrechada contra el subpáramo.
	.290 - .265	Günz (Nebraska).		
	.200 - .175	Mindel (Kansas).		
	.125 - .103	Riss (Illinois).		
		Interglacial cálido.	Atmósfera húmeda.	Se extienden los robledales.
	.68 - .55	Würm I.		En las fases húmedas y frías glaciales predomina <i>Quercus</i> con <i>Alnus</i> en la facies riparia. Los páramos quedaban constreñidos entre el robledal y el glacial o en parches subserales del bosque.
	.65 - .25	Pleniglacial medio.		Frecuentes alternancias de bosque, páramo y subpáramo.
				Los Cerros estaban cubiertos principalmente por <i>Polylepis</i> (2.600-2.800 msnm) asociado en la parte baja con <i>Weinmannia</i> y <i>Myrica</i> y hacia arriba con <i>Aragnia</i> (subpáramo).
				En periodos fríos y húmedos el <i>Quercetum</i> ascendía hasta el altiplano y abundaban <i>Estrallonia</i> y <i>Hesperomiles</i> .
				En periodos glaciales secos el páramo descendía dominando alrededor de la laguna.

Período	Millones de años A.P.	Eventos	Ambiente	Vegetación
		Interglacial cálido.		En suelos pantanosos y cañadas bajas <i>Alnus</i> se extendía acompañado de <i>Tilia</i> y en las colinas por <i>Wannanina</i> .
	.042 - .030	Würm II (Wisconsin).	En los mínimos térmicos el hielo descendió hasta 3.000 msnm.	
	.024	Pleniglacial húmedo.	Frío y húmedo.	<i>Quercus</i> y <i>Podocarpus</i> son frecuentes y <i>Alnus</i> domina.
		Desciación de la laguna.	Calentamiento.	Al final de este período <i>Quercus</i> desaparece, <i>Alnus</i> completa su dominio y forma extensos bosques pantanosos en las áreas abandonadas por la laguna.
	.021 - .014	Pleniglacial seco.	Frío y seco.	Predominio del páramo con bosquetes y chuscales en las cañadas.
	.012	Interstadial cálido.	Cálido y seco.	Disminuye <i>Alnus</i> , aumenta <i>Myrica</i> .
	.011	Tardiglacial.	Frío y seco.	Pajonal con arbolado disperso dominado por Gramíneas y <i>Myrica</i> .
Holoceno inf.	.010	Vulcanismo Cord. Central.	Los suelos se cubren de cenizas volcánicas. Optimo climático cálido y húmedo.	El bosque asciende a 3.500 msnm y el subpáramo a 4.100. Sólo queda páramo en las cercanías restringido a las cumbres del Sumapaz.
	.0075		Aumenta humedad.	Vuelve a dominar <i>Alnus</i> en el altiplano.
	.005		Lapso seco.	Se equiparan <i>Alnus</i> y <i>Myrica</i> .
	2.700 A.P. (700 A.C.)	Aparece la agricultura precolombina.	Se intensifica el régimen de perturbaciones. La atmósfera se hace más húmeda y fría. Aumento de las quemas y la tala por la agricultura.	Se registra un aumento de Gramíneas, pese a que el clima determinaría aumento del bosque, debido al efecto antrópico que inicia la fragmentación de éste.
Holoceno medio	Hoy	Efecto invernadero.	Interglacial frío y seco.	Expansión de los potreros y urbanizaciones.

Fuente: Plan de Gestión Ambiental de Bogotá D.C. (Dama, 2000).

Clima

El clima es el conjunto de fenómenos atmosféricos que caracterizan el ambiente de una determinada región. Por su influencia los elementos de mayor importancia son la lluvia y la temperatura, y el factor que tiene un mayor efecto en su modificación es la altitud.

De acuerdo con su posición astronómica el Distrito Capital se encuentra bajo la influencia de la circulación atmosférica tropical, compuesta por núcleos de alta presión (anticiclones), centrados en ambos trópicos, y por una zona de depresión, denominada Zona de convergencia intertropical (ZCI). La ZCI sigue el movimiento aparente del sol, con un retraso aproximado de 6 semanas (Mesa *et al.*, 1997). El desplazamiento latitudinal de la ZCI determina en gran medida el régimen pluviométrico. La distribución anual de la lluvia, en las áreas rurales de Bogotá, corresponde al régimen de tipo bimodal. Este régimen pluviométrico se caracteriza por la ocurrencia de dos épocas de mayores precipitaciones (marzo a mayo y octubre a noviembre), intercaladas por dos épocas secas (diciembre a febrero y junio a septiembre). La distribución espacial de las lluvias, en el área de estudio, presenta gran variabilidad, con niveles de humedad que van desde el superhúmedo hasta el semiárido, con precipitaciones medias multianuales que varían entre los 800 y 2400 mm, respectivamente. (Igac - Orstom, 1984). El área de la ciudad y su jurisdicción presenta zonas semiáridas: en el área urbana, hacia el sector suroccidental, y en el área rural, en la localidad de Ciudad Bolívar, en algunos sectores de los Cerros Orientales y en la localidad de San Cristóbal. Su presencia está determinada por el efecto de abrigo. La mayor pluviosidad se presenta en el macizo de Sumapaz cuyo comportamiento se encuentra regido por la acción de los vientos Alisios del sureste.

Las variaciones térmicas en las zonas de bajas latitudes se encuentran estrechamente asociadas a los niveles altitudinales. En los Andes colombianos se identifica una relación escalonada, según la cual, por cada 100 m de altitud, se registra un cambio de temperatura de 0.7 grados centígrados. Esto explica la clasificación en pisos térmicos adoptada para Colombia, en cuyo contexto corresponden al área de jurisdicción del D. C. los pisos frío y de páramo. En razón a que dicha clasificación se presenta con rangos muy rígidos, (cada 1.000 m de altitud), y que la realidad se encuentra sujeta a variaciones locales, en el presente trabajo se ha optado por utilizar la clasificación por pisos bioclimáticos.

Un piso bioclimático es considerado como una franja altitudinal caracterizada por poseer un rango estable de temperatura media multianual. La franja se encuentra delimitada por factores bióticos, principalmente por la vegetación, no obstante guarda una estrecha relación con

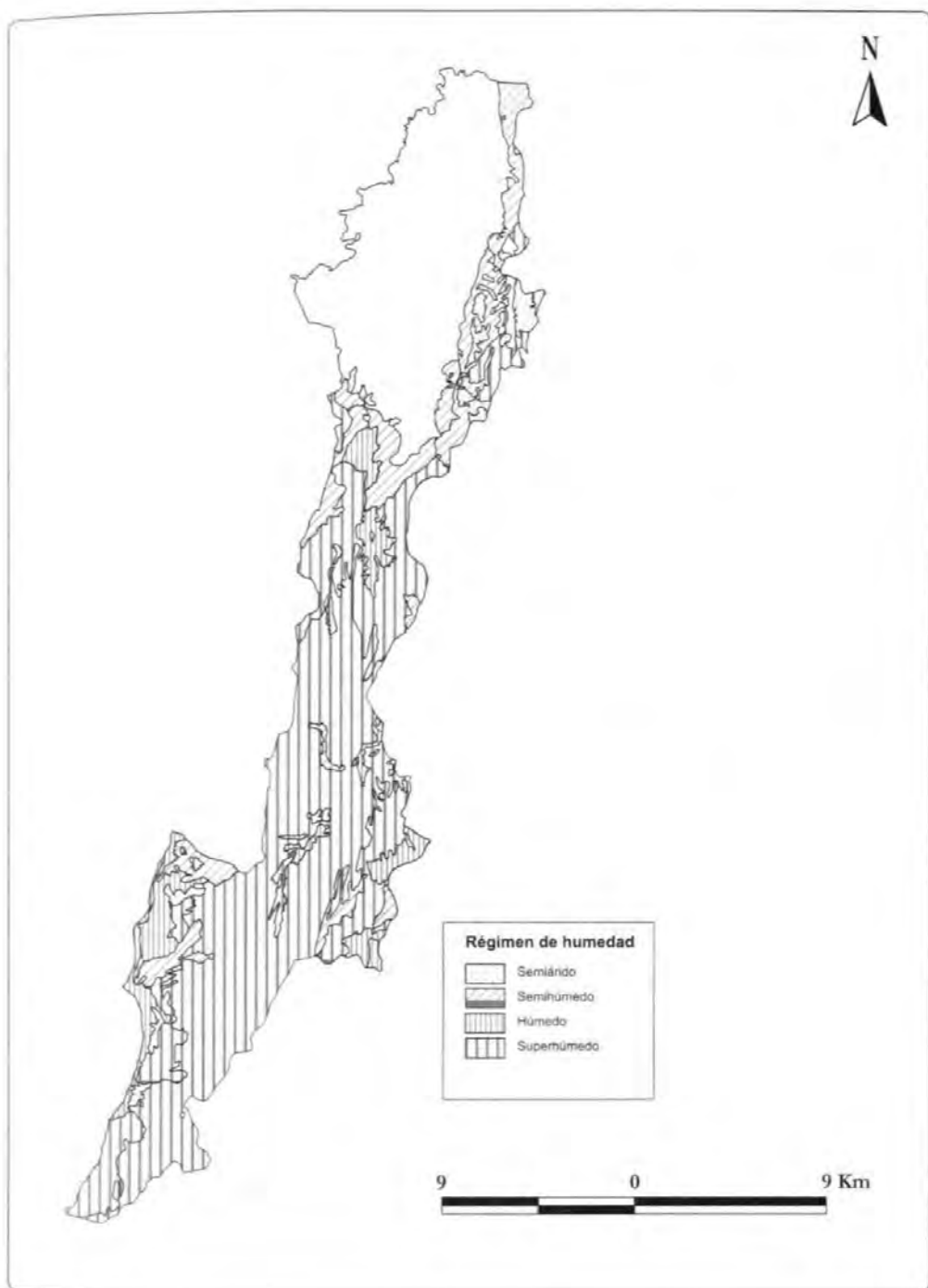


Figura 3. Clima

las geoformas presentes y los procesos morfodinámicos y morfogenéticos que la originan. La figura 3 muestra la distribución espacial del clima en las áreas rurales de Bogotá.

En el Distrito Capital encontramos la siguiente distribución de pisos bioclimáticos:

- Piso bioclimático andino, entre los 2.600 y los 3.100 m. Una subdivisión importante la constituye el piso altoandino, distribuido entre los 2.800 y 3.100 m.
- Piso bioclimático de Páramo, entre los 3.100 y 3.800 m. Se considera subdividido en dos franjas: el subpáramo entre los 3.100 y 3.400 m y el páramo, propiamente dicho, entre los 3.400 y 3.800 m.

En 1962 Schafelberger combinó los modelos climáticos propuestos por Caldas (pisos térmicos) y Lang (régimen de Humedad) para estructurar la conocida clasificación de Caldas – Lang, (Eslava, 1986). El presente trabajo ha utilizado dicha clasificación para la caracterización de los paisajes, con adaptaciones y ajustes en lo que tiene que ver con los pisos térmicos y los rangos de altitud con los pisos bioclimáticos.

Geología y geomorfología

La geología y la geomorfología del área de estudio están principalmente definidas por su origen. Esta situación ha podido incidir en el desarrollo de las diferentes formas del modelado por la influencia de las acciones típicas que se presentan en áreas montañosas, como son, por ejemplo, los procesos denudacionales (erosivos) y los de origen característico de las altas montañas (glaciares y periglaciares) (Figura 4).

Predominan en los Cerros Orientales las formaciones cretácicas: formación Chipaque y el Grupo Guadalupe. La primera se encuentra principalmente al oriente de los cerros de Monserrate, Guadalupe, alto del Cable y alto de la Cruz; por su conformación litológica, (lutitas, areniscas, limolitas y calizas); cuyas propiedades físicas son variables ante cambios de temperatura y humedad, tiene un comportamiento geotectónico que puede resultar inestable. El grupo Guadalupe, de mayor extensión que la primera, predomina en la parte superior de los escarpes más pronunciados. La formación Arenisca Dura, que por su litología constituye una unidad resistente con alta dureza, buena cementación y compactación presenta un excelente comportamiento geotécnico. La formación Plaeners, del mismo grupo, domina la parte media de los escarpes de los cerros y es por su composición litológica y su grado de fracturamiento de fácil alterabilidad, por lo cual presenta un comportamiento geotectónico inestable en parte. Las laderas de los cerros están conformadas principalmente por las formaciones Arenisca de Labor y Tierna que, aun cuando presentan buena resistencia a la erosión tienen un comportamiento geotectónico de regular a bueno.

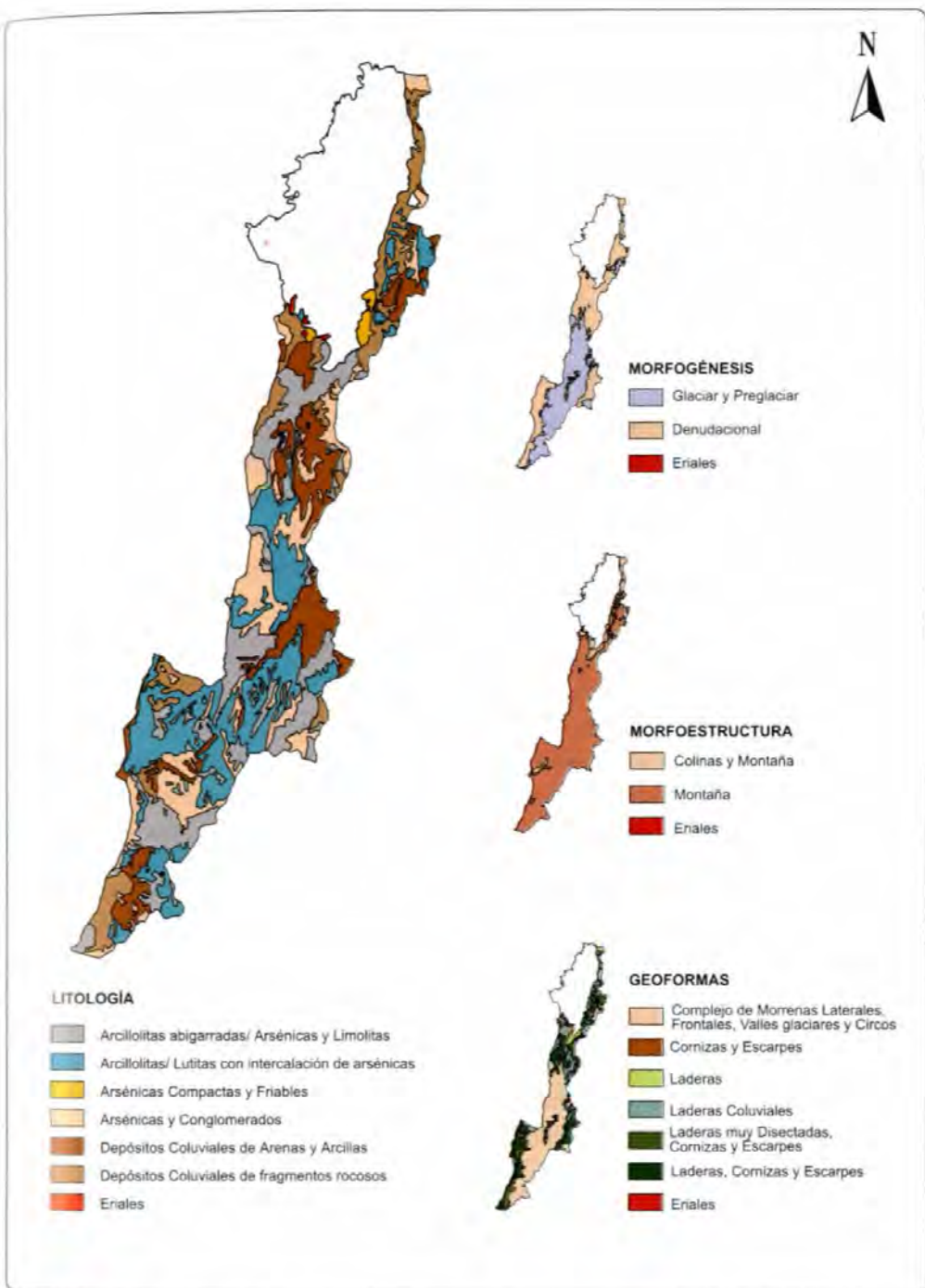


Figura 4. Geología y Geomorfología

La formación Guaduas (formación terciaria) aflora de manera principal en el piedemonte de los cerros, siendo predominantemente arcillosa; su comportamiento geotécnico es de regular a bueno, aunque los suelos residuales son susceptibles a la ocurrencia de flujos de tierra cuando se saturan. Se observan, también en el piedemonte, las formaciones Cacho y Bogotá cuyo comportamiento geotécnico se considera más o menos estable.

Las formaciones del Grupo Guadalupe tienen en general gran importancia desde el punto de vista hidrogeológico, albergan acuíferos que resultan de consideración dada su magnitud y accesibilidad. Este complejo de importancia regional tiene en las elevaciones de los cerros orientales una importante zona de recarga, particularmente a través de los suelos de la formación Monserrate, los de mayor extensión en el área.

Pese a la inexistencia de estudios de dinámica hidrogeológica los cerros han sido considerados como zona importante de recarga de acuíferos, por lo que se asume que la dirección predominante del agua subterránea es desde los cerros hacia el río Bogotá. La protección de los sitios de recarga se basa en prevenir la impermeabilización del suelo con el establecimiento de construcciones, propiciar la retención e infiltración de las aguas lluvias y mantener las corrientes superficiales a través de procesos de reforestación con especies vegetales apropiadas.

En la cuenca del Tunjuelo predominan el Grupo Guadalupe y la formación Guaduas, del período cuaternario. Subyaciendo a las formaciones Labor y Tierna (del Grupo Guadalupe) se encuentra la formación Guaduas, la cual aflora principalmente en el área de los cerros surorientales. La planicie aluvial se conforma sobre unidades consolidadas del terciario, constituidas por las formaciones Cacho, Bogotá, areniscas de La Regadera y Usme.

El sector Los Tunjos - Embalse de Chisacá está caracterizado por una geomorfología glaciar que ha dado forma a un valle en "U", con suelos poco permeables y de poca profundidad que originan una geomorfología más o menos plana con algunos acolinados menores y geoformas la mayor parte redondeadas. En el sector Embalse de Chisacá - Usme, el ambiente se hace fluvial, con valles en forma de "V", caracterizados por las pendientes fuertes en sus costados. Localmente esta geomorfología abrupta ha sido suavizada por material de derrubio, que ha originado una geomorfología de pendientes fuertes con formas locales suavizadas; en este sector los procesos erosivos más comunes corresponden a deslizamientos de tierra, reptación de suelos residuales y caída de bloques.

El sector Usme - Río Bogotá, tramo que corre sobre la Sabana de Bogotá, va cortando sedimentos aluviales, se caracteriza por su morfología plana con pendientes máximas del 4% en donde la geomorfología original ha sido altamente modificada por los procesos de urbanización y extracción de material aluvial (gravilla, en el sector de canteras de Santa Librada).

El macizo de Sumapaz es un nudo orográfico culminante de la cordillera oriental, con una altura media entre 3.500 y 4.000 msnm. El sector occidental del macizo, con su vertiente sobre el río Magdalena, tanto hacia el norte como al sur, está formado por valles tectónicos, que con sus ramales cordilleranos forman ejes secundarios y paralelos al eje principal. La vertiente oriental sobre las llanuras orientales, mucho más corta y pendiente, está cruzada por profundos valles transversales de erosión, excavados por los ríos.

La parte occidental está constituida por rocas sedimentarias del terciario, pero en su mayor parte cubiertas con materiales de origen glaciár, que han dado principio a los extensos pantanos altos que aquí predominan. En la parte oriental son dominantes las rocas metamórficas y sedimentarias que debido a lo agreste del terreno le da al paisaje un aspecto "alpino".

En la cuenca del río Blanco, perteneciente a la vertiente de la Orinoquia, se observa una geología compleja con variedad de rocas, pendientes fuertes y múltiples fallas cruzadas. El material arenoso de toda la parte baja de la cuenca facilita el buen drenaje de los suelos, que evacua con facilidad la enorme acumulación hídrica de esta cuenca extensa y lluviosa, haciéndolos además poco susceptibles a la ocurrencia de desprendimientos masivos. La cuenca del Sumapaz, por su parte, es predominantemente arcillosa, lo que unido a la alta precipitación y las fuertes pendientes la caracteriza como inestable y propensa a los desprendimientos masivos. (Fundación Bachaqueros - Dama - Corpoica, 1998).

Suelos (Contenido pedológico de los paisajes)

Los suelos en los cerros orientales, desarrollados a partir de materiales del cretáceo, terciario y cuaternario, poseen características similares en cuanto a altos grados de acidez, contenido de materia orgánica y fertilidad de baja a moderada; los altos contenidos de arena los convierten en suelos bien drenados y susceptibles a la erosión superficial (Igac, 2000).

El 96% del área de los cerros orientales corresponde a suelos de clase agrológica VI y VII, catalogados así por sus limitaciones para el desarrollo de actividades agropecuarias. Dichas limitaciones se relacionan con altas pendientes, alta susceptibilidad a la erosión y alta pedregosidad, condiciones que los convierten aptos para el establecimiento de bosques. Sólo en las veredas de Verjón Bajo y San Isidro se registran suelos de clase IV y en pequeñas áreas en la localidad de San Cristóbal se aprecian suelos de clase III que, aun cuando presentan mejor aptitud mantienen limitaciones que exigen adecuadas prácticas de manejo para el desarrollo de actividades agropecuarias (Cadsa, 1997).

Según el documento de la Fundación Bachaqueros - Dama (2000), en la cuenca media baja, a partir del casco urbano de Usme, los suelos se dividen en dos sectores ecológicamente distintos: al oriente las microcuencas de las Qdas Yomasa, Fucha y La Requilina (veredas Los Soches, El Uval, La Requilina y Corinto), son un sector arcilloso de suelos y atmósfera muy húmeda, corona-

do en su parte alta por el Alto del Boquerón, uno de los principales núcleos de condensación de la zona. Estas características aunadas a pendientes fuertes hace propicia la ocurrencia de desprendimientos masivos, proceso que se observa en las veredas Andes, Arrayanes, El Uval y Los Soches.

Al occidente las veredas del Mochuelo Alto, Mochuelo Bajo, Pasquilla, Las Quibas, Santa Rosa, Las Margaritas y Olarte son las zonas más expuestas a la erosión superficial, se aprecian pérdidas de la capa arable y de la productividad, y la extensa erosión laminar evidencia los efectos de la sobreexplotación agropecuaria sobre suelos cuya capacidad de carga es baja. Estos tensionantes se expresan en la extensa erosión laminar que se observa conformando paisajes carcavados, en algunos sitios, como en el Mochuelo Bajo. El proceso de erosión y aridización del suelo está bastante avanzado y consolida un ciclo degradativo, en el que la pérdida de los suelos se enlaza con la pérdida de humedad y cobertura vegetal, degradación que tiene claras posibilidades de expansión hacia Mochuelo Alto y Pasquilla. (ver Figura 5).

El paisaje predominante es el de laderas con influencia de coluvios. Los suelos son generalmente ácidos y, aun cuando es posible observar una capa negra de materia orgánica, son de baja fertilidad por procesos de descomposición incompleta. Los suelos de muy poco espesor y muy susceptibles a presentar erosión laminar por efecto de la acción antrópica. En las superficies donde las pendientes se atenúan, así como en las vegas y terrazas aluviales, las tierras se hacen de mayor calidad, dado a que aumenta su profundidad y a que son menos severas las limitantes climáticas.

Si bien los suelos en general son de textura arcillosa, en las áreas donde el contenido de arena aumenta se presenta un mayor grado de susceptibilidad a la erosión, de la cual hay claros ejemplos en las veredas Raízal, El Carmen, Lagunaverde, San Isidro, Taquegrande y Santa Rosa, en donde se observan suelos severamente erosionados, (Montenegro, 1997).

Fisonomía, estructura y distribución espacial de la vegetación de las áreas rurales del Distrito Capital de Bogotá

Clasificación de la vegetación de las áreas rurales

Como se mencionó con anterioridad la clasificación de la vegetación se hace con base en la definición de clases relacionadas directamente con las características intrínsecas a la vegetación. Hasta la fecha se ha desarrollado un sinnúmero de sistemas de clasificación, de aplicación global, regional y local que utilizan criterios fisonómicos, estructurales, fenológicos y florísticos; clasificaciones ecológicas que cubren aspectos relacionados con el clima, suelos, geomorfología y usos del suelo; clasificaciones conjuntas que recurren al uso y cobertura, etc, sin que se haya logrado aún un sistema estandarizado. Dentro de ellas se pueden nombrar las siguientes:



EROSIÓN



LIMITANTES DE USO



RELIEVE

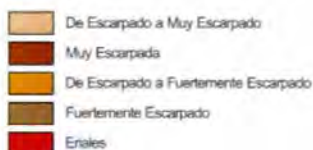


Figura 5. Principales características de los suelos

- **De carácter fisonómico-estructural:** las clasificaciones propuestas por Beard, Danserau, Fosberg, Aubreville, Acuerdo de Yangambi, Holdridge, Cain y Castro, Richards y Unesco la cual intenta estandarizar un sistema taxonómico de la vegetación.
- **De carácter fenológico y sucesional:** Clements.
- **De carácter florístico:** Es el sistema más consolidado hasta la fecha, desarrollado por Braun Blanquet de la escuela fitosociológica de Zürich-Montpellier, el cual propone de manera clara una serie de sintaxones muy bien definidos. Desafortunadamente esta clasificación es demasiado exhaustiva y artificial, poco funcional y sólo aplicable a trabajos científicos muy específicos.

Debido a que casi todas las clasificaciones mencionadas se ajustan más a un nivel global y para regiones muy grandes, Mateucci y Colma, (op. cit.), han propuesto que para estudios locales se generen clasificaciones que se adapten tanto a la escala como a los objetivos del estudio.

Teniendo en cuenta lo mencionado, en el presente trabajo se ha optado por proponer una clasificación para los tipos de vegetación del D.C., que reúna lo mejor de los diferentes sistemas utilizados (eclecticismo) y que se ajuste a las necesidades del estudio.

El sistema elaborado es de carácter jerárquico y politético (varias entradas); en él se consideran los siguientes grandes sintaxones:

- **Piso bioclimático:** corresponde a la franja altitudinal que posee una vegetación característica, influida por la temperatura media multianual del aire. Para su definición se siguieron los criterios expuestos por Cuatrecasas (1934, 1958).
- **Génesis de la cobertura:** hace referencia al tipo de vegetación resultante de la transformación humana sobre el paisaje, que se presenta como tipos de vegetación característicos. Etter, op. cit. propuso la utilización de los términos de vegetación natural, para la vegetación resultante de procesos no antropogénicos; seminatural, para la vegetación resultante de procesos naturales, y antropogénicos donde no se encuentran elementos vegetales intencionalmente inducidos, y cultural, para la vegetación resultante de procesos puramente antrópicos.
- **Fisonomía:** definida por la apariencia general de la vegetación dada por el biotipo o forma de vida dominante, entre estos se consideraron los siguientes:
 - **Bosque:** vegetación dominada por especies de árboles, generalmente con alturas mayores de 6 m. El dosel puede ser continuo y en ese caso se trata de un bosque denso. Si el dosel es muy discontinuo se trata de un bosque abierto o ralo.
 - **Matorral:** vegetación con clara dominancia de especies cuya forma de vida es el arbusto, es decir, con estructura leñosa del tallo, alturas de menos de 6 m y fuertemente ramificado en la base.
 - **Herbazal:** vegetación dominada por hierbas y gramíneas. A veces tienen árboles y arbustos, pero en forma dispersa (e.g. herbazal arbolado).

Misceláneas: se incluyen otros tipos de vegetación donde pueden existir combinaciones entre estas clases estructurales.

- **Estructura:** hace referencia a la altura de la vegetación; en la estructura vertical se consideran tipos como: altura mayor de 10 m, para bosques; mayor de 2 m, para matorrales; mayor de 0.5 m, para herbazales; enano, aplicable a bosques con dominio de arbolitos con alturas comprendidas entre 3 y 6 m; y bajo, alturas entre 6 y 10 m, para bosques; 1 a 2 m para matorrales; y 0.1 a 0.5 m, para herbazales. La estructura horizontal se consideró con fundamento en la cobertura del biotipo dominante considerando las siguientes categorías: abierto (cuando la forma de vida predominante tiene coberturas entre un 50 y un 70% de la unidad, cerrado (coberturas entre el 70 y 95% del biotipo dominante), y, praderas, aplicable sólo a los herbazales con coberturas continuas de carácter cespitoso generalmente con valores entre el 95 y el 100% de la unidad.

Adicionalmente se realizaron algunas apreciaciones sobre la composición haciendo una aproximación a los géneros más frecuentes o probables de encontrar por cada tipo de vegetación.

Tipos de vegetación de las áreas rurales

Los mapa de vegetación así como su leyenda muestran la distribución espacial y las principales características de cada uno de los tipos de vegetación considerados (ver mapa 1).

- **Vegetación por pisos bioclimáticos** (Figura 6).

Bosque Andino. En el contexto de las características orográficas y los factores climáticos y edáficos del Distrito Capital se encuentra distribuido, este tipo de bosque, en un rango altitudinal de los 2.600 a 2.800 m. Esta vegetación se halla en zonas con una temperatura media multianual comprendida entre los 15 y los 6°C y precipitaciones entre los 900 y 2.000 mm anuales. La nubosidad y la niebla frecuentes contribuyen al mantenimiento de la humedad atmosférica elevada. Esta vegetación es de carácter subhigrofitico (vegetación ubicada en áreas con temporadas irregulares de lluvia pero con gran volumen de precipitación), que posee un elevado volumen de masa vegetal y un dosel muy tupido. Fisonómicamente presenta árboles de gran porte, con hojas que varían de tamaño entre mesofitas y macrofitas, con una estratificación muy continua y la presencia de un conspicuo estrato de epífitas, dominado por variadas especies de musgos, bromeliáceas y orquídeas. Dada la localización de algunas áreas en zonas con un régimen de humedad semiárido se presentan variaciones estructurales y fisonómicas de la vegetación, la cual es más rala, baja y con características propias de una vegetación subxerofítica.

Bosque Altoandino. Cuatrecasas, (1958) considera esta formación como parte integrante del bosque andino; no obstante, al existir una diferenciación fisonómica marcada se considera, en el presente trabajo, como una formación aparte. El bos-

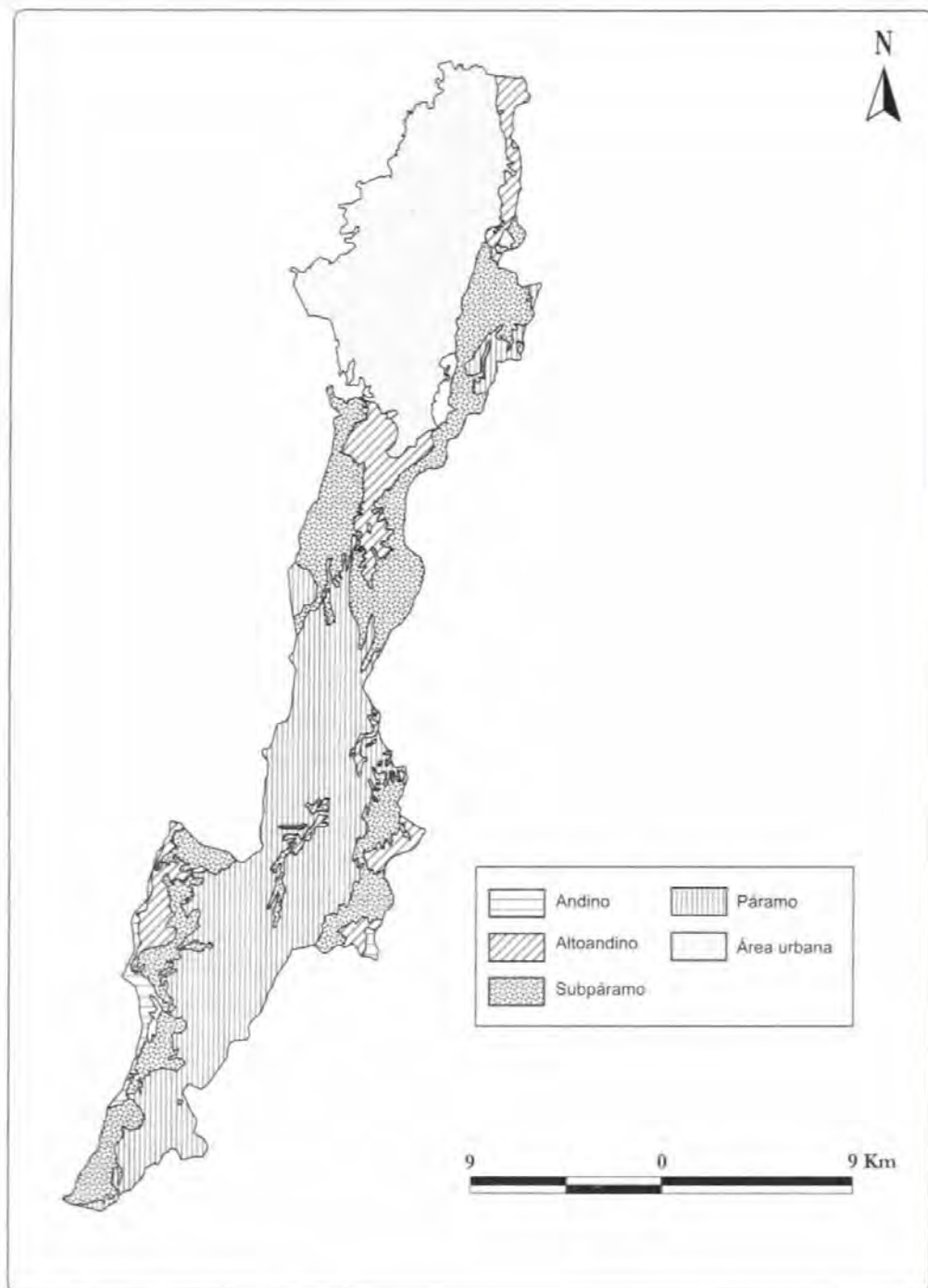


Figura 6. Vegetación por pisos bioclimáticos

que altoandino se encuentra en el rango altitudinal comprendido entre los 2.800 y los 3.000 m, caracterizado por la disminución de la altura de sus componentes. El estrato más alto está conformado principalmente por arbolitos; se diferencia también del bosque andino por poseer en general un solo estrato arbóreo, una mayor cobertura de los estratos arbustivos y herbáceo, y presentar una alta abundancia de briófitos, epífitos y terrestres.

Páramo. Se encuentra en el área por encima de los 3.100 m. Cuatrecasas, (Ibíd.), lo subdividió en tres subtipos altitudinales denominados subpáramo, páramo propiamente dicho y superpáramo. Para el área de estudio sólo se encuentran los dos primeros subpisos: el subpáramo entre los 3.100 y 3.400 m de altura y el páramo propiamente dicho entre los 3.400 y 3.800 m., altura máxima del D.C. La vegetación de estos pisos es de carácter psicrófito, es decir, formas de vegetación con adaptaciones similares a la xerofítica que se produce en ambientes donde la temperatura media anual es menor de 10°C. Se caracteriza por la ausencia total de árboles grandes, con dominio de vegetación arbustiva baja y herbácea de hábito rastrero; se encuentra en áreas protegidas de los vientos, bosques enanos de no más de 5 m, y, por el dominio de vegetación herbácea, con hábito rastrero, arrosetado o cespitoso; las hierbas bajas, por lo general, conforman un estrato común con las gramíneas y regularmente colchones y almohadillas. Acosta Solís (1962) define el páramo como una formación florística típica de los andes ecuatoriales, dominada en general por pajonales de los géneros *Festuca*, *Calamagrostis* y *Stipa*, algunas plantas en almohadón y ejemplares aislados de arbustos, y caulirósulas de *Espeletia*. La vegetación paramuna está también representada por plantas adaptadas a terrenos saturados de agua el cual en muchos lugares es pantanoso y turboso.

- **Vegetación de acuerdo con la génesis de la cobertura vegetal** (Figura 7).

Dada la dificultad de poder establecer hasta dónde uno o varios elementos no son intencionalmente introducidos por el hombre, en la clasificación propuesta, sólo se hace referencia a la vegetación natural y cultural.

- **Vegetación por tipos fisonómicos y estructurales** (Figura 8)

Los trabajos realizados sobre vegetación del Distrito Capital publicados por Sturm y Rangel, (1985); Vargas y Zuluaga, (1980); Aguirre y Rangel, (1986); Cuatrecasas, (1934); Gühl, (1982); Cleff, (1981) y Lozano y Schnetter, (1976), constituyen la base para la descripción de los tipos fisonómicos y estructurales presentados por Bachaqueros - Dama, (op. cit), el cual se encuentra dirigido a lograr objetivos de restauración. Dicho trabajo incluye tipos de vegetación en términos de rastrojos altos y bajos, los cuales, en el presente trabajo, se hacen equivalentes a los tipos denominados matorrales densos altos y densos bajos, respectivamente.

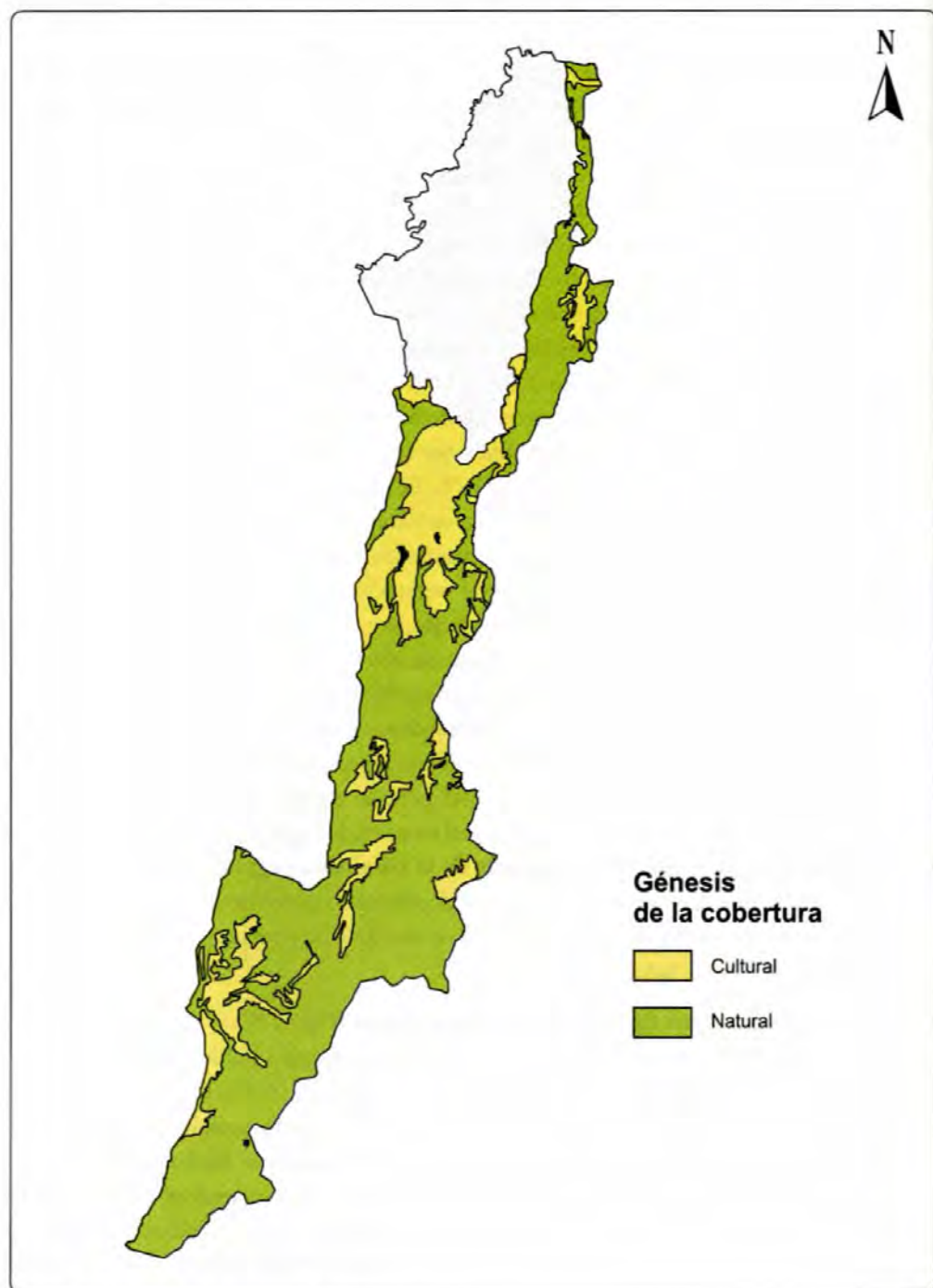


Figura 7. Génesis de la cobertura vegetal

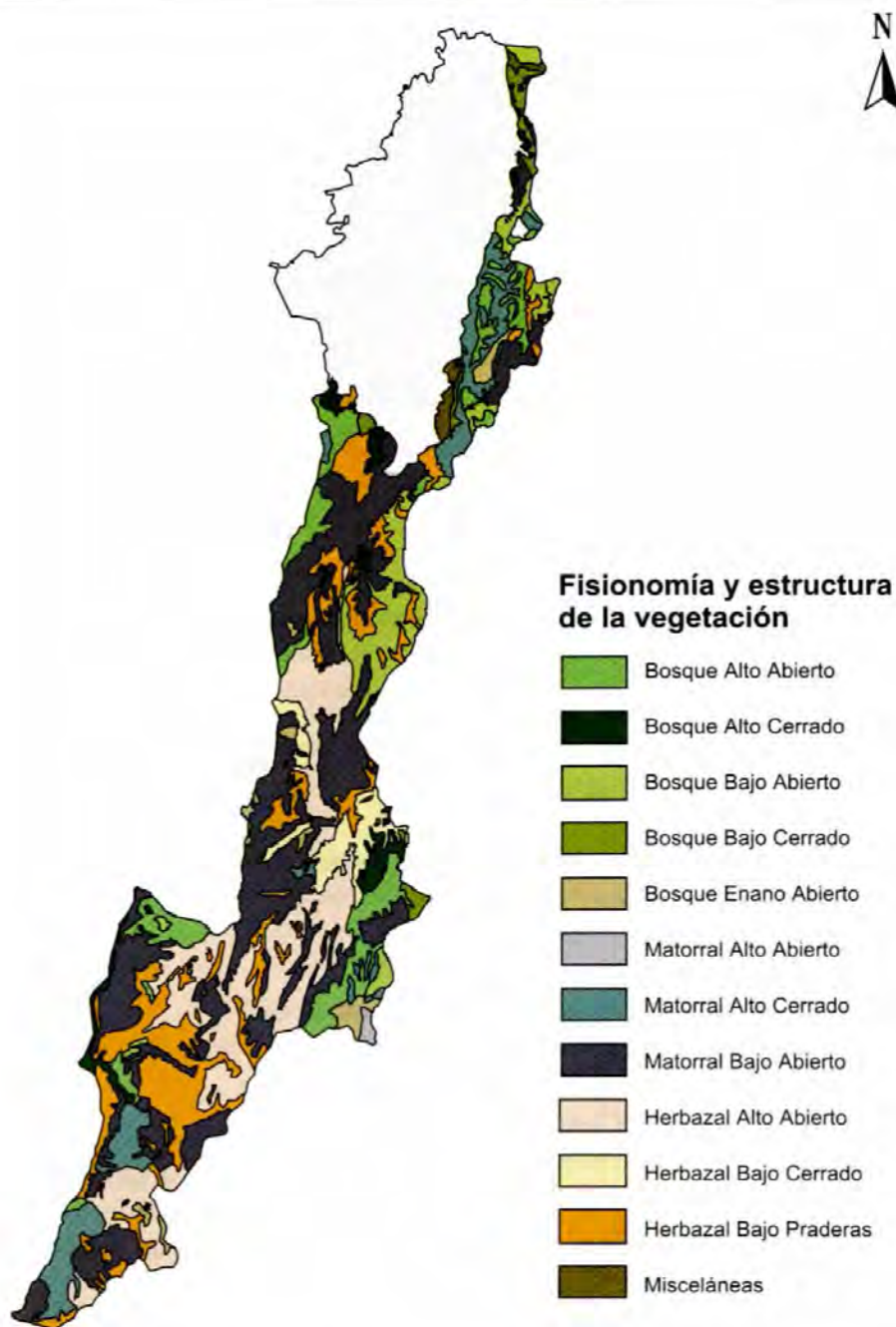


Figura 8. Tipos fisionómico - estructurales de vegetación

Bosques altos

Vegetación leñosa con dosel arbóreo de más de 12 m, en el que las copas se tocan o están separadas por distancias menores que sus diámetros, pueden presentar un segundo estrato más bajo de árboles, el subarbóreo, mientras que los estratos arbustivos presentan densidades y fisonomías variables. Las enredaderas y bejucos son frecuentes, pero su follaje se sitúa entre y sobre el dosel, sin enmarañar el sotobosque.

Sin embargo, puede presentarse una densa grex de *Clusquea scandens* en el sotobosque. La altura a la cual se sitúa el follaje de este chuscal es directamente proporcional a la madurez del bosque y la densidad del dosel. En los estadios maduros los estratos herbáceo y muscinal (briofítico) presentan coberturas mínimas a nulas. El sustrato se encuentra casi siempre cubierto en su mayor parte por hojarasca.

En algunas localidades se dan tipos antropogénicos de parque, en los que las copas están separadas por distancias superiores a sus diámetros. Estos parques son residuos de bosques altos clareados.

Dentro de este tipo de vegetación se encuentran los siguientes subtipos de acuerdo con su composición florística:

- Bosque alto ripario de *Alnus acuminata*
- Bosque de *Cedrela montana*
- Bosques de *Escallonia paniculata*
- Bosque de Lauráceas
- Bosque de *Ocotea calophylla* - *Clusia sessilis* y *Cerozylon quindiuense*
- Bosque de *Ocotea heterophylla* y *Prunus buxifolia*
- Bosque de *Clusia sessilis*
- Bosque alto de ladera de *Weinmannia tomentosa*
- Bosque de *W. tomentosa* - *Myrcianthes leucocyla* - *Vallea stipularis*
- Bosque de *Weinmannia tomentosa* y *Azinaea macrophylla*
- Bosque ripario de *Weinmannia tomentosa* - *Oreopanax floribundum*.
- Bosque de *W. tomentosa* - *Clusia multiflora* - *Myrsine* spp
- Bosque de *W. tomentosa* - *Prunus buxifolia*
- Bosque de *Weinmannia* spp. - *Oreopanax bogotense*
- Bosque de *Weinmannia* spp. - Lauraceae
- Bosque de *W. tomentosa* - *Drymis granadensis*
- Bosque de *Bumelia* - *Clusia multiflora* - *Drymis granadensis*.
- Bosque de *Escallonia myrtilloides*

Bosques bajos

Las especies dominantes de estos tipos de vegetación aparecen desde los pajonales arbustivos hasta los verdaderos bosques bajos consolidados. Presentan alturas menores de 10 m. Dentro de este tipo de vegetación se encuentran los siguientes subtipos de acuerdo con su composición florística:

- Bosques de *Cordia lanata* - *Oreopanax floribundum*
- Bosque de *Myrcianthes leucosyla* - *Vallea stipularis* - *Xylosma spiculiferum*
- Bosque bajo ripario de *Viburnum triphyllum* - *Vallea stipularis*
- Bosques bajos de *Myrica parvifolia*
- Bosques bajos de *Gaiadendron punctatum*
- Bosque bajo de *Polylepis quadrijuga*
- Bosque bajo de *Ahalia parviflora*

Bosques enanos

Con promedio de altura que no supera los 6 m, con fisonomía de bosque achaparrado y una baja estratificación vertical. Dentro de este tipo de vegetación se encuentran los siguientes subtipos de acuerdo con su composición florística:

- Bosque enano de *Diplostephium rosmarinifolium*
- Bosque enano de *Clethra fimbriata* - *Bucquetia glutinosa*
- Bosquete de *Hypericum goyanesii*
- Bosquete enano de *Diplostephium revolutum*.
- Bosquete enano de *Escallonia myrtilloides*

Matorrales

Los matorrales altos presentes en la zona de estudio tienen como rasgos estructurales los siguientes:

- Mezcla de biotipos leñosos sin estratificación aparente.
- Alta densidad de fustes.
- Estratos rasantes pobres (muy sombreados).
- Abundancia de formas trepadoras y recostadas bejucosas (no siempre).

La abundancia de formas trepadoras puede estar relacionada con la humedad atmosférica disponible, según se ha observado en matorrales, incluso el cambio en los hábitos de especies

con morfotipo arbustivo a trepador, como se registró para el caso de muchos precursores leñosos como *Eupatorium spp.*, *Viburnum spp.* Sin embargo, harían falta mediciones expresas al respecto. El rasgo florístico más sobresaliente es la elevada riqueza y diversidad por especies. Dentro de este tipo de vegetación se encuentran los siguientes subtipos de acuerdo con su composición florística:

- Matorral de *Solanum oblongifolium* y *Cestrum mutisii*
- Matorral alto de *Verbesina elegans* y *Abatia parviflora*
- Matorral alto de *Myrsine spp.*
- Matorral ripario de *Vallea stipularis*
- Matorral ripario de *Escallonia myrtilloides* y *Ageratina aristei*
- El cordón de Ericáceas
- CHUSCALES
- Gregies de *Chusquea scandens*
- Gregies de *Chusquea weberbaueri*
- Gregies de *Chusquea tessellata*

Matorrales bajos

Los matorrales xeromorfos de la región serían la expresión de la sucesión secundaria subsiguiente a la devastación de la vegetación primaria y de los suelos por el sistema de tala-que-ma-papa-bovinos-papa. En la literatura se ha considerado como muy probable que esta sucesión se halle frenada y desviada por factores edáficos. Dentro de este tipo de vegetación se encuentran los siguientes subtipos de acuerdo con su composición florística:

- Matorral de *Duranta mutisii*
- Matorral de *Miconia biglandulosa*
- Matorral de *Dodonaea viscosa*
- Matorrales de *Baccharis latifolia*
- Matorrales de *Eupatorium angustifolium*
- Matorral de *Miconia squamulosa*
- Matorral de *Miconia biappendiculata*
- Matorral de *Monochaetum myrtoideum*
- Matorral de *Miconia ligustrina*
- Matorrales de *Rubus floribundus*
- Matorrales de *Rubus bogotensis*
- Matorral de *Sericotбеа argentea*
- Matorral de *Cytisus monspesulanus*

- Matorral de *Ulex europaeus*
- Matorral de *Tibouchina grossa*
- Matorral de *Brachyotum ledifolium* o *B. strigosum*
- Matorral de *Baccharis revoluta*
- Matorral mixto de *Symplocos theiformis* - *Hesperomeles spp* y *Berberis rigidifolia*
- Matorral de *Arythophyllum nitidum*
- Matorral de *Hypericum spp*
- Matorral de *Senecio pulchellus*

Herbazales

Dentro de este tipo de vegetación se encuentran los siguientes subtipos de acuerdo con su composición florística:

• Helechales

Los helechos son un elemento ubicuo e importante de la flora altoandina. Sin embargo, aquí interesan dos especies que forman manchones de extensión considerable:

- Helechales de *Pteridium aquilinum*
- Helechales de *Blechnum loxense*

• Frailejones

Los frailejones son plantas con grandes hojas en roseta, con tronco o sin él, pertenecientes a la familia de las Asteráceas, en su mayoría del género *Espeletia*, que, mezclados con arbustos y macollas, forman el aspecto más distintivo del páramo: el frailejónal – pajonal. Los principales frailejones encontrados en las áreas rurales del Distrito Capital pueden distinguirse por su especie dominante, así:

- Frailejónal de *Espeletia grandiflora*
- Frailejónal de *Espeletia killipii* - *Espeletia sumapacis*
- Frailejónal de *Espeletia argentea*
- Frailejónal de *Espeletiopsis corymbosa*

• Praderas

Pastizales (prados de pastoreo)

La acción antrópica abre espacios a la «potrerización» de los ecosistemas primarios. En estas «vastedades de subpáramo dedicadas a la ganadería», además de los prados de *Muehlenbergia fastigiata*, *Agrostis breviculmis*, *Lachemilla orbiculata* y *Acaena cylindrostachya* que tienen su óptimo en el cinturón de páramo propiamente dicho, (Cleff, op. cit.) describe los de *Orthrosanthus chimboracensis* entre 3.400 y 3.650 msnm, en zonas degradadas del subpáramo en la Cordillera Oriental.

Estas pasturas introducidas constituyen un disclímax que cubre la mayor parte de las tierras del área. Ellas han estado dedicadas, por cerca de dos siglos y medio, a la ganadería, sola o en rotación con la papicultura. Hacia los drenajes y hondonadas con suelos mal drenados aparecen en todos los pastizales individuos de los géneros *Juncus* y *Cyperus*. Dentro de este tipo de vegetación se encuentran los siguientes subtipos, de acuerdo con su composición florística:

- Pastizal de *Pennisetum clandestinum* («pasto quicuy»)»
- Pastizal de *Holcus lanatus* («pasto poa»)
- Pastizal de *Anthoxanthum odoratum* («pasto de olor»)
- Césped de *Lachemilla orbiculata*
- Pajonal con Cyperaceae
- Pajonal de *Calamagrostis effusa*
- Pajonal de *Cortaderia nitida*
- Prado + rosuleto
- Prado con *Espeletia argentea* - *Acaena cylindrostachya*
- Pajonal con *Espeletiopsis corymbosa*
- Pajonal con *Espeletia grandiflora*

Conectividad y fragmentación de los paisajes de las áreas rurales del Distrito Capital de Bogotá

Como se mencionó en apartados anteriores un paisaje puede ser caracterizado de dos maneras: por la composición y por la configuración o estructura, también conocida como fisonomía o patrones del paisaje. La diferencia entre la composición y la configuración es análoga a la diferencia existente entre composición y estructura de la vegetación; la primera hace referencia a los elementos que la componen, y la segunda a la manera como se relacionan y distribuyen dichos elementos. La composición se refiere a las características asociadas a los parches, como son la cantidad y clase de cada tipo de parche.

Patrones y parches

En apartados previos se ha hecho referencia a los patrones, es decir, a la heterogeneidad espacial medida como una variable continua. No obstante, en ecología por razones metodológicas los datos generalmente se preestablecen definiendo los parches como entidades discretas. En muchas aplicaciones es conveniente, para trabajar con entidades discretas, que algunos métodos definan los parches de manera aislada de los patrones generales del paisaje; así, una vez definidos los parches, el resto de la tarea consiste en cuantificar y resumir diversos aspectos del modelo del paisaje.

Hay dos razones generales para calcular índices de modelo del paisaje:

- Para resumir las diferencias entre paisajes y áreas de estudio, con propósitos comparativos.
- Para inferir agentes subyacentes de formación del modelo, lo cual consiste en realizar un análisis exploratorio con el fin de obtener el precursor más estratégico para la prueba de una hipótesis determinada (ver mapa 2).

Por supuesto, esta meta posterior es fundamental no sólo en la ecología del paisaje, sino también en la ecología clásica. La tarea de atribuir mecanismos causales (procesos) al modelo observado es bastante arriesgado, pero indiscutiblemente necesario para desarrollar un modelo conceptual acerca de los patrones que caracterizan al paisaje.

Los parches se definen como regiones más o menos homogéneas con respecto a una variable, medida y contenida dentro de un área específica. Se han utilizado cuatro enfoques básicos para definir los parches:

- Agregación simple de regiones con iguales características y valores.
Un método directo de definir parches consiste en agregar todas las áreas adyacentes, con el mismo o similares valores de la variable de interés. Un ejemplo común está en agrupar celdas o píxeles adyacentes de una rejilla raster, si las células tienen el mismo valor se forman áreas que por tener el mismo valor corresponden a diversos parches. Todo SIG tiene una utilidad para realizar este tipo de agrupaciones, con la posibilidad de crear modelos más complicados, para enfoques y aplicaciones particulares.
- Método de la ventana.
Un enfoque alternativo está en definir parches por los cambios en los límites, esto es, encontrando los bordes alrededor de parches. Un borde en este caso es un área donde el valor medido cambia abruptamente.
- Métodos locales de varianza.
La aplicación de este método se fundamenta en el cálculo de la varianza existente dentro de una ventana de una cuadrícula, seleccionada previamente en una imagen raster de acuerdo con el valor que ésta exhiba y al peso comparativo de las varianzas entre píxeles adyacentes; se delimitan los parches mediante la creación de bordes entre regiones con cambios fuertes de varianza.
- Cambio del valor local de la pendiente.
Este método es similar al anterior, pero difiere en que se fundamenta en el cálculo de la regresión local sobre coordenadas X y Y. Una vez obtenidas las regresiones se consideran los valores de las pendientes de las diferentes áreas como un indicio del valor de cambio; las áreas que poseen fuertes pendientes indican bordes de parches.

En los dos últimos casos, un área superficial con varianzas o pendientes similares plantea parches de homogeneidad comparativa. En un SIG, normalmente se calcula una varianza

local, de manera tal que el umbral de este valor permite crear vectores con valores superiores al umbral para finalmente, unir así, estos en polígonos. Un aspecto útil de este enfoque radica en que provee una medida de la anchura de borde y el contraste entre ellos.

Los parches pueden caracterizarse en términos de las variables medidas dentro de ellos. Esto puede incluir la media (moda, central o máxima) y valores de heterogeneidad interna (varianza, rango). En aplicaciones espaciales, en general se requiere de información adicional a estas variables, acerca de la forma de los parches y la configuración espacial. Un parche de tal forma, puede ser descrito por:

- El área.
Definida como el tamaño del parche, dado en unidades iguales a la escala del mapa (p. ej., m², ha), o como una proporción del área total de mapa. Para algunas aplicaciones puede calcularse como el borde versus el interior (corazón) de la misma área, y definir los bordes generando proximidades (buffers), desde un punto localizado a una distancia específica del parche.
- El perímetro (borde).
Corresponde a la medida lineal del borde de un parche.
- La complejidad de forma.
Frecuentemente evaluada como la relación perímetro/ área. En muchos ejemplos, esta relación se normaliza con el fin de que un valor de 1.0 represente la forma más compacta posible (un cuadrado, para datos raster, y un círculo, para polígonos vectoriales). Esta relación es conocida también como dimensión fractal.
La mayoría de índices de definición de parches son procedimientos automáticamente proveídos por los SIG. Todo SIG, ya sea de formato raster o vectorial, calcula el área y el perímetro de un parche representado como un polígono en datos vectoriales o un área en datos raster.

Mientras que los parches individualmente tienen pocos atributos las colecciones de parches presentan en general una gran variedad de propiedades agregadas. Por lo común, los índices del patrón pueden definirse a cuatro niveles:

- Métricas a nivel del parche.
Son las medidas que definen los parches individuales, las cuales se ilustraron en la ficha anterior.
- Métricas a nivel de la clase.
Las clases se integran mediante la unión de todos los parches de un tipo determinado. Estas pueden ser integradas a través de promedios simples o mediante algún tipo de ponderación que permita reflejar la contribución que los grupos de parches dan a los índices totales.

Por ejemplo, FragStats (McGarigal y Marks, 1995) provee métricas específicas a nivel de clase y establece promedios simples ponderados por cada área de parches.

- Métricas a nivel regional.

Las métricas regionales agregan una o más clases dentro de la subregión específica de un paisaje. Estas subregiones pueden especificarse dentro de un polígono o como una ventana que se mueve sobre la región y, sobre ésta, se realiza la estimación de diversa métrica.

- Métricas a nivel del paisaje.

Las métricas a nivel del paisaje integran todos los tipos de parches o clases existentes sobre toda la extensión o dominio que se considere en el estudio.

Mientras todas las métricas, a niveles más altos, se derivan de los atributos del parche, no todas las métricas están definidas para todos los niveles. Las colecciones de parches de diversos tipos tienen propiedades agregadas que son indefinidas (o triviales) a niveles más inferiores.

El hecho de que todas las métricas de niveles más altos se deriven desde el mismo parche, en los planos, se tiene la implicación adicional de que muchas de las métricas se correlacionan. Así ellos proveen información que quizás pueda ser redundante, por tanto su manejo debe hacerse cuidadosamente.

Basados en los anteriores preceptos, para las áreas rurales del D.C. se evaluaron los principales parámetros de la métrica del paisaje sobre la cartografía elaborada (zonificación ecológica) sólo para los paisajes con cobertura vegetal de origen natural; la Tabla 2, muestra los valores calculados.

Como se puede observar en la tabla 2, para el piso Andino, se presentan 4 clases (Unidades del paisaje), las cuales ocupan el 0.58% del área total del D.C., incluida el área urbana, con una extensión de 748.27 ha. Estas áreas tienen un número total de 6 parches, siendo las unidades A1Hb y A2Ha las que mayor cantidad de parches contienen. La unidad A2Ha presenta un solo parche, con la característica de ser la unidad de menor extensión. Estas tres unidades son las áreas de mayor fragmentación para este piso bioclimático por los valores de tamaño y número de parches que muestran, así como por poseer los valores más bajos de índice de forma y dimensión fractal,

El piso bioclimático Altoandino presenta 10 clases diferentes en una extensión de 5.569.26 ha, y que ocupa el 4.36% del área del D.C. El tamaño medio de los parches varía entre 2.037.6 y 1.434.8 ha, para los más grandes, y 16.74 y 50.66 ha, para los más pequeños. Al observar la unidad AA4Hb (la de mayor tamaño), se encuentra que tiene el mayor número de parches, las cuales, al igual que las unidades AA3Hf y AA4Hf, (menor tamaño pero con menor número de parches), son áreas que tienen alta fragmentación y corren el riesgo de desaparecer, como se puede comprobar al observar los valores bajos de índice de forma y de dimensión fractal.

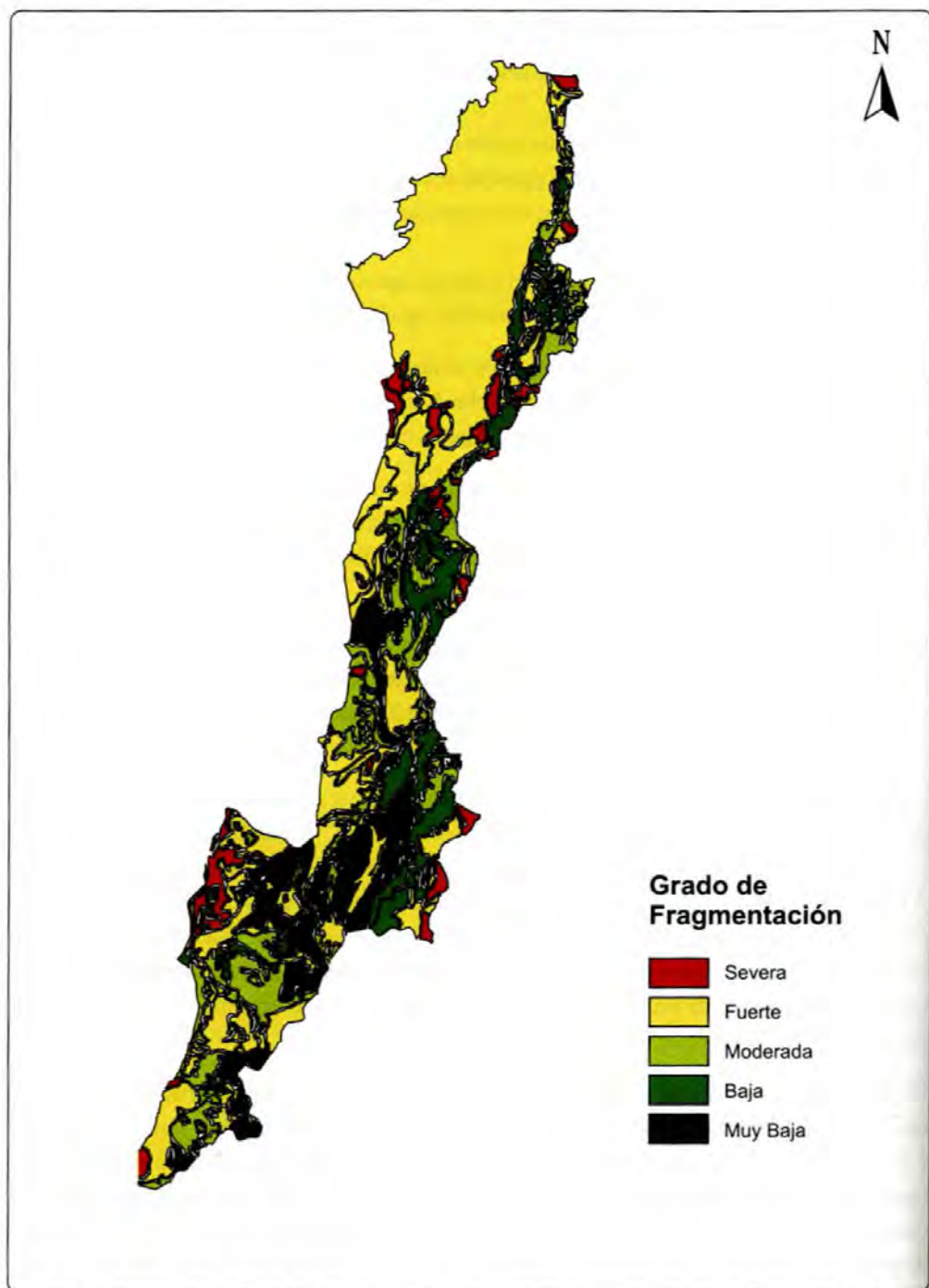


Figura 9. Fragmentación del paisaje de las áreas rurales del D.C.

El piso Subpáramo tiene 32 clases; ellas ocupan el 17.59% con 22.535 has. Este piso, a pesar de la gran cantidad de unidades que poseen valores promedio de tamaño medio de parches, relativamente altos en comparación con los otros pisos, no presenta una fragmentación tan elevada, a juzgar por los valores de forma y dimensión fractal.

El piso de Páramo tiene 18 clases que corresponden al 30,49% del área total. Son las unidades de mayor extensión pero, a su vez, con mayores grados de fragmentación y discontinuidad espacial, a juzgar por los bajos valores de índice de forma y dimensión fractal. Las unidades P4Hb, P4Hc, P2Hb contienen el mayor número de parches, lo que indica alta fragmentación y aislamiento. Las unidades P3h, P3Hd, P4Ha, P5Hb y P5Hc, por su parte, poseen cada una un parche, con áreas pequeñas y bajos índices de forma y dimensiones fractales; estas unidades, dada la dinámica del paisaje, por su falta de continuidad y alta fragmentación corren el gran riesgo de ser absorbidas por la matriz que las contiene, situación que las coloca en la condición de alto riesgo, en términos de una eventual desaparición.

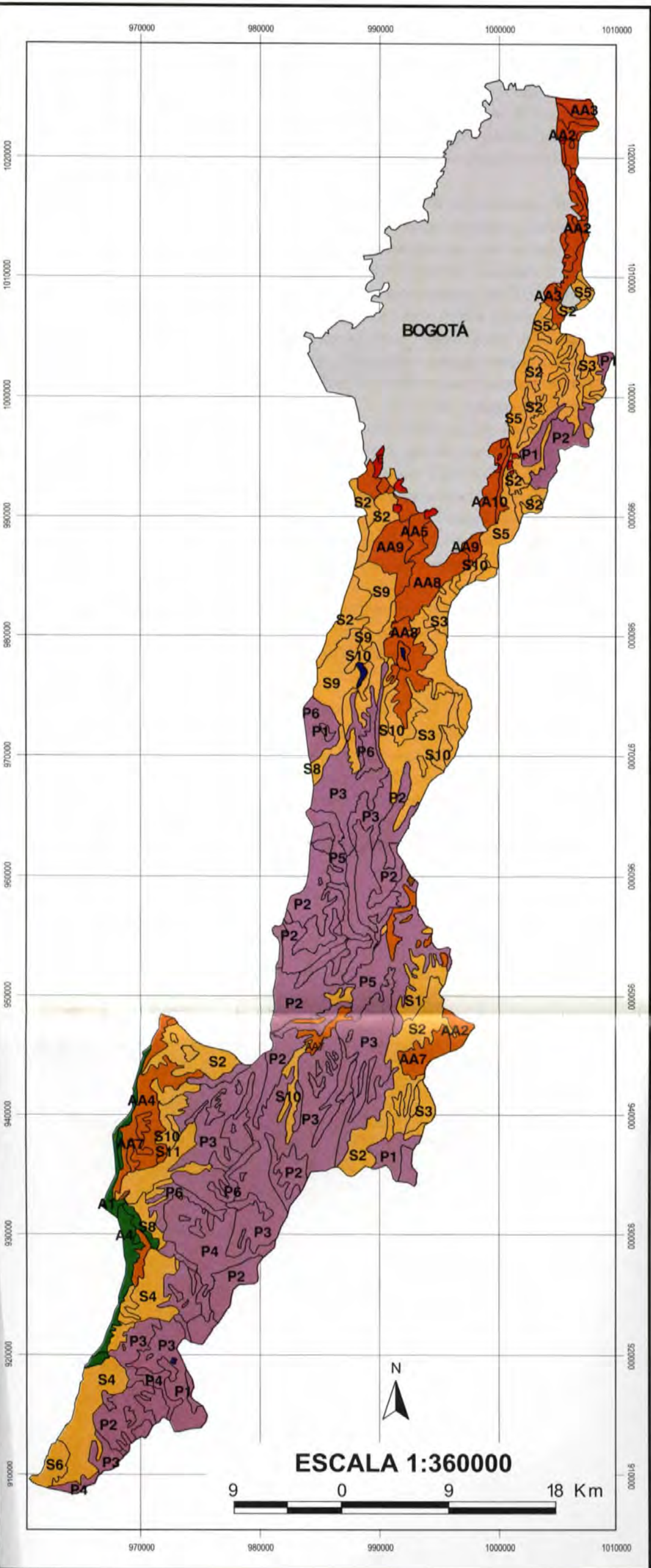
De lo anteriormente expuesto se puede concluir que el estado de fragmentación del paisaje rural de la ciudad es, en general, alto, con mayor riesgo para los ecosistemas de los pisos andino y páramo, por lo cual demandan una mayor atención, y dirigir, enfocar desarrollar actividades precisas de conservación en sus espacios. (ver Figura 9)

Bibliografía

- Acosta-Solis, M. 1962. *Terminología geográfica y ecológica para la América Tropical*. Rev. Acad. Cien. Ex. Fis. Quím. y Nat. 11 (44) : 351 - 358.
- Aguirre, J.; O, Rangel. 1986. *Estudios ecológicos en la Cordillera Oriental*. La vegetación de la cuenca del Lago de Tota (Boyacá). Caldasia 15 (71-75) : 263 - 311.
- Cadsa. 1997. *Estrategias de ordenamiento para las zonas rurales de las localidades de Usaqué, Chapinero, Santa Fe y San Cristóbal*. DAPD. Santa Fe de Bogotá.
- Cleff, A. 1981. *The vegetation of the paramos of the Colombian Cordillera Oriental*. The Quaternary of Colombia 9.
- Cuatrecasas, J. 1934. *Observaciones geobotánicas de Colombia*. Trabajos del Museo Nac. De Cienc. Nat. Madrid. Serie Botánica. Madrid.
- Cuatrecasas, J. 1958. *Aspectos de la vegetación natural de Colombia*. Rev. Acad. Cien. Ex. Fis. Quím. y Nat. 10 (4):225-264.
- Dale, M. 1979. *System Analysis and Ecology*. Ecology 51 (1): 2-16.
- Dama, 2000. *Plan de gestión ambiental*. Bogotá D.C.

- Eslava, J. 1986. *Los climas en Colombia (el sistema de Caldas Lang)*, *Atmósfera* No. 7 pp 41-79.
- Etter, A. 1990. *Introducción a la ecología del paisaje*. (Notas). IGAC, Subdirección de Docencia. Bogotá D.E.
- Fundación Bachaqueros - Dama - Corpoica. 1998. *Plan de manejo de ecosistemas estratégicos para las áreas rurales del Distrito Capital*. Bogotá D.C.
- Fundación Bachaqueros - Dama. 2000. *Protocolo distrital de restauración ecológica*. Bogotá D.C. 288 pp.
- Guhl, E. 1982. *La Sabana de Bogotá, sus alrededores y su vegetación*. Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá.
- Gómez, F. 1986. *La vegetación de Costa Rica*. Ministerio de Agricultura. San José. Costa Rica.
- Igac-Orstom, 1984. *Estudio regional del altiplano cundiboyacense*. Bogotá D.E.
- Igac, 2000. *Suelos de Cundinamarca*. Bogotá D.C.
- Lozano, G.; R. Schnetter, 1976. *Estudios ecológicos del páramo de Cruz Verde*, Colombia, II. Las comunidades vegetales. *Caldasia* 11(54): 54-68.
- Mateucci, S.; A., Colma. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Monografía No. 22, Serie Biología, Washington D.C.
- Mcgarigal, J. y D. Marks. 1995. *Fragstat*, Oregon University, Dep. Scien. For. Manual del Usuario.
- Mesa, O, G. Poveda y L. Carvajal. 1997. *Introducción al clima de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, facultad de Minas. Medellín.
- Montenegro, F. 1997. *Usme, Ciudad Bolívar, Sumapaz*. DAPD. Santafé de Bogotá D.C.
- Naveh, Z.; A. Lieberman. 1984. *Landscape Ecology. Theory and Applications*. Springer Verlag. N.Y.
- Páramo, G. 1990. *Ecología y corología de la vegetación colombiana*. Colombia Geográfica Vol XI No. 1, junio de 1990.
- Páramo, G. 1996. *Ecosistemas naturales colombianos en conflicto*. En: La manzana de la discordia. Ediciones Ecofondo, Serie Ecos No. 6. Santa Fe de Bogotá D.C.
- Pérez Arbeláez, E. 1986. *Un vistazo a la vegetación colombiana*. Pérez-Arbelaezia, Vol 1. No. 1. Bogotá.
- Prieto, J. – Fundación Erigaie: Unión Temporal. 1998. *Componente ambiental del Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital*. Bogotá D.C.
- Ramos, A. 1979. *Planificación física y ecología*. Biblioteca EMESA, Madrid.
- Rosnay, A. 1984. *Le Macroscope. Vers une vision globale*. Le Seuil. Paris.
- Sturm, H.; O. Rangel. 1985. *Ecología de los páramos andinos: Una visión preliminar integrada*. Bibl. José Jerónimo Triana. Bibl. José Jerónimo Triana. Editorial Guadalupe. Bogotá D.E.

- Turner, M. 1989. *Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process*. Annu. Rev. Ecol. Syst. (20): 171-197.
- Vargas, O.; S. Zuluaga, 1980. *Contribución al estudio fitosológico de la región de Monserrate (Ecosistemas Altoandinos)*. Tesis de grado, Depto. de Biología, Universidad Nacional de Colombia.
- Zonnerveld, I. 1979. *Land Evaluation and Landscape Ecology Science*. ITC. Texbook VII-4. Enschede, Holanda.



MAPA DE VEGETACIÓN
BOGOTÁ D.C.
(Área Rural) - Mapa 1


ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Jardín Botánico
José Celestino Mutis
Bogotá, D.C., Colombia



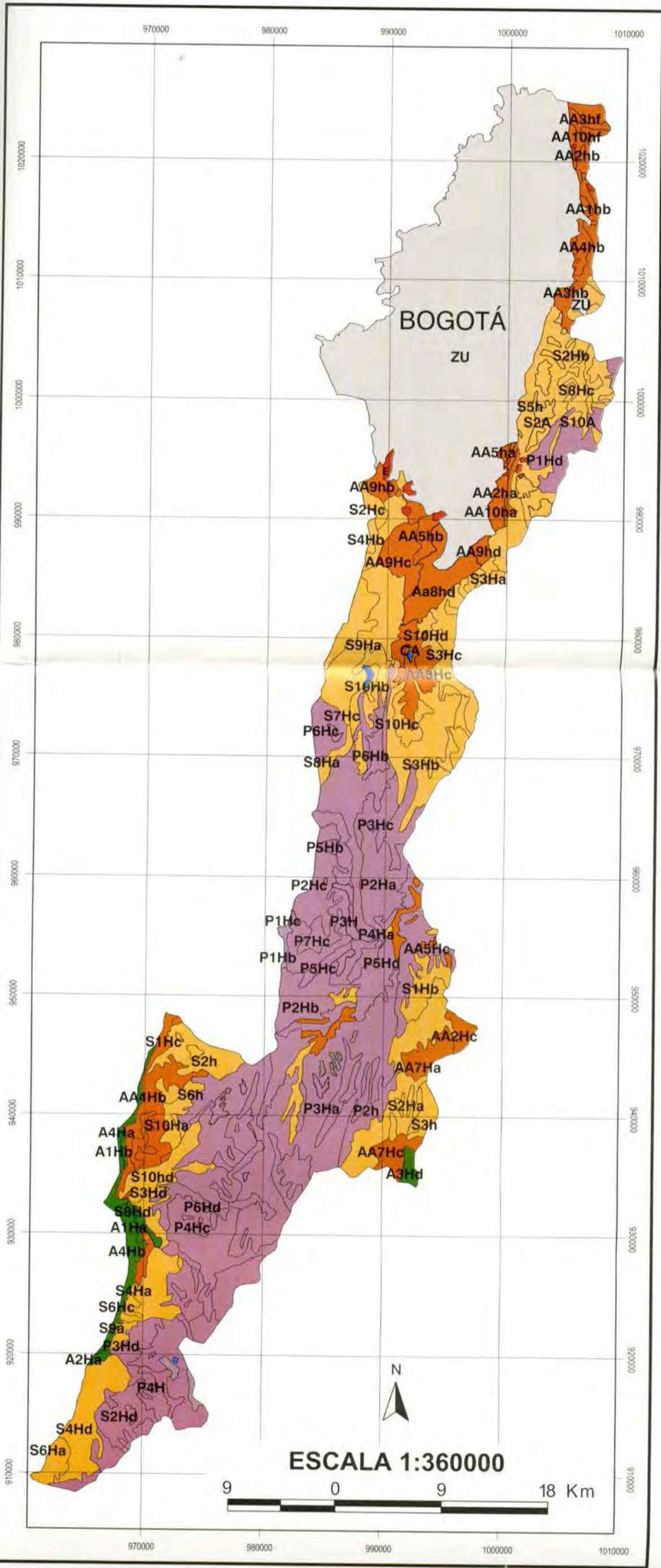
CLIMA	VEGETACIÓN					UNIDAD CARTO- GRÁFICA
PISO BIOCLIMÁTICO	GÉNESIS DE LA COBERTURA	FISIONOMÍA	ESTRUCTURA		COMPOSICIÓN	
			VERTICAL	HORIZONTAL	GÉNEROS MAS FRECÜENTES	
ANDINO	NATURAL	BOSQUE	ALTO	CERRADO	Nectandra, Cedrela	A1
				ABIERTO	Alnus, Miconia	A2
	NATURAL	MATORRAL	ALTO	ABIERTO	Duranta	A3
	CULTURAL	HERBAZAL	BAJO	PRADERAS	Pennisetum	A4
ALTOANDINO	NATURAL	BOSQUE	ALTO	CERRADO	Escallonia	AA1
			BAJO	CERRADO	Weinmania	AA2
				ABIERTO	Weinmania, ERICACEAS	AA3
			MATORRAL	BAJO	ABIERTO	ERICACEAS
	CULTURAL	BOSQUE	ALTO	CERRADO	Eucaliptus, Pinus	AA5
		MATORRAL	BAJO	CERRADO	Ulex	AA6
		MATORRAL	BAJO	ABIERTO	CULTIVOS	AA7
			ABIERTO	CULTIVOS/ BOSQUES	AA8	
		HERBAZAL	BAJO	PRADERAS	Pennisetum, Holcus	AA9
		MISCELANEA BOSQUES/MATORRAL	BAJO	ABIERTO		AA10
SUBPÁRAMO	NATURAL	BOSQUE	ALTO	CERRADO	Alnus	S1
				ABIERTO	Escallonia	S2
			BAJO	ABIERTO	Weinmania	S3
			ALTO	CERRADO	ERICACEAS	S4
		MATORRAL	ALTO	CERRADO	ERICACEAS, Alnus	S5
			BAJO	ABIERTO	ERICACEAS	S6
	CULTURAL	HERBAZAL	BAJO	PRADERAS	Calamagrostis	S7
		BOSQUE	ALTO	ABIERTO	Eucaliptus, Pinus	S8
		MATORRAL	BAJO	ABIERTO	CULTIVOS	S9
		HERBAZAL	BAJO	PRADERAS	Pennisetum, Holcus	S10
PÁRAMO	NATURAL	BOSQUE	ENANO	ABIERTO	Pollepis	P1
		MATORRAL	BAJO	ABIERTO	Hypericum, Espeletia, ERICACEAS	P2
			ALTO	ABIERTO	Calamagrostis, Espeletia	P3
		HERBAZAL	BAJO	PRADERAS	Calamagrostis, Cyperus	P4
				CERRADO	Lachemilla, Acaena, Plantago	P5
	CULTURAL	MATORRAL	BAJO	ABIERTO	CULTIVOS	P6
		HERBAZAL	BAJO	PRADERAS	Pennisetum, Holcus	P7
Eriales						E
Cuerpos de Agua						CA
Zona Urbana						ZU

MAPA DE ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DE BOGOTÁ D.C. (Área Rural) - Mapa 2



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Jardín Botánico José Celestino Mutis Bogotá, D.C., Colombia



CLIMA		GEOMORFOLOGÍA			LITOLOGÍA	CONTENIDO PEDOLÓGICO			VEGETACIÓN					UNIDAD CARTO-GRÁFICA		
PISO BIOCLIMÁTICO	RÉGIMEN DE HUMEDAD	MORFOGÉNESIS	MORFO-ESTRUCTURA	GEOFORMA DOMINANTE		RELIEVE	EROSIÓN	LIMITANTES	GÉNESIS DE LA CO-BERTURA	FISIONOMÍA	ESTRUCTURA		COMPOSICIÓN			
											VERTICAL	HORIZONTAL	GÉNEROS MAS FRECUENTES			
ANDINO	HUMEDO	DENUDACIONAL	Montaña	Comizas y Escarpes	Arcillolitas abigarradas/ Areniscas y Limolitas	De escarpado a muy Escarpado	De Moderada a Severa	Profundidad/ Pedregosidad/ Pendiente	NATURAL	BOSQUE	ALTO	CERRADO	Nectandra, Cedrela	A1Ha		
				Laderas Coluviales	Depositos Coluviales de Arenas y Arcillas	De escarpado a muy Escarpado	Severa	Profundidad/ Pedregosidad/ Pendiente	NATURAL	BOSQUE	ALTO	CERRADO	Nectandra, Cedrela	A1Ha		
				Laderas	Areniscas y Conglomerados	De escarpado a fuertemente Quebrado	Severa	Profundidad/ Salinidad	NATURAL	MATORRAL	ALTO	ABIERTO	Pennisetum	A4Hb		