

PÉREZ - ARBELAEZIA

Vol. 5 No. 12. Febrero 2001

ISSN 0120-7717



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

Junta Directiva del Jardín Botánico de Bogotá
José Celestino Mutis

Manuel Felipe Olivera Ángel
Cristian Samper Kutsshbach
Alberto Gómez Mejía
Enrique Forero González
Lázaro Rafael Mejía Arango

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.

Los editores se reservan el derecho de aceptar o rechazar los trabajos presentados a su consideración.

Carátula:

Roble *Quercus humboldtii* Bonpl.

PÉREZ - ARBELAEZIA

Jardín Botánico de Bogotá

José Celestino Mutis

Publicación del Jardín Botánico de Bogotá
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 de Bogotá. Debe su nombre a la exaltación que el ilustre botánico Linneo quiso hacer en homenaje a José Celestino Mutis, designado al género 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; esta especie se encuentra amenazada en los cerros de Bogotá.

PÉREZ - ARBELAEZIA

Vol. 5 No. 12. Febrero 2001

ISSN 0120-7717

Alcalde Mayor de Bogotá, D.C.

Enrique Peñalosa Londoño

Directora General

Jardín Botánico de Bogotá

José Celestino Mutis

María Consuelo Araújo Castro

Secretaria General

Margarita Hernández Valderrama

Subdirector Científico

David Rivera Ospina

Subdirector de Conservación

Francisco Sánchez Hurtado

Subdirectora Educativa y Cultural

María Margarita Gaitán Uribe

Programa Arborización Urbana

Alfonso López Quintero

Editor

David Rivera Ospina

Comité Editorial

María Consuelo Araújo Castro

María Margarita Gaitán Uribe

Francisco Sánchez Hurtado

Martha Losada Piamonte

Jesús Idrobo

Hernán Cardozo

Guadalupe Caicedo

Orlando Vargas

Juan Ricardo Olmos

Producción

Jardín Botánico:

Martha Losada Piamonte

Coordinadora Editorial

• Corrección de Estilo Especializado

Cesar Escallón

• Ilustración carátula

Alexandro Becerra Rodríguez

• Diseño y diagramación

Gráficas del Norte

Claudia Jazmín Vargas

José Laurentino Vargas

• Prerensa Digital

Alfacolor Editores

• Impresión

Gráficas del Norte

ISSN No. 0120-7717

Todos los artículos son el resultado de las investigaciones que adelanta el Jardín Botánico de Bogotá en cumplimiento de su misión institucional. Los autores de los artículos hacen parte del equipo de investigación de la institución.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis Av. (Cll.) 57 No. 61-13 E-mail: bogotanico@jbb.gov.co

www.jbb.gov.co Tel.: 4377060 Fax: 6305075

ALCALDÍA M.
DE BOGOTÁ
JARDÍN BOTÁN
JOSE CELESTINO



CONTENIDO

Presentación	6
La Investigación en el Jardín Botánico de Bogotá: periodo 1998-2000	7
David Rivera Ospina	
Composición Florística y diversidad alfa del parque Natural Chicaque ..	36
Wilson Ramírez Hernández, Mauricio Diazgranados Cadelo y David Rivera Ospina	
Evaluación del estado de conservación de <i>Wingginsia vorwerkiana</i> (Wenderman) D. M. Porter (Cactaceae) en las zonas semiáridas de la Sabana de Bogotá ..	66
Otto Reyes García, Juan Ricardo Olmos Soler y David Rivera Ospina	
Estructura poblacional y fenología de <i>Espeletia argentea</i> H. & B. en el páramo de Cruz Verde (Cundinamarca) resultados preliminares	74
María Victoria Vanegas N., y David Rivera Ospina	
Banco de germoplasma de orquídeas por medio de la micropropagación...	79
Ricardo Arturo Pacheco Salamanca y Daniel Humberto Galindo Guerra	
Propagación <i>in vitro</i> de <i>Cyathea caracasana</i> bajo diferentes condiciones de medio de cultivo	84
Arellys A. Fuentes Herrera, Ma.Virginia Lastre Rodríguez, Ricardo Pacheco Salamanca y Daniel Galindo Guerra	
Propagación <i>in vitro</i> de <i>Ceroxylon quindiuense</i> Wendl. a partir de embriones zigóticos aislados	89
Ricardo Pacheco Salamanca y Daniel Galindo Guerra	
Estructura y distribución de <i>Ceroplastes cundinamarcensis</i> Mosquera (Homoptera: Coccidae) en condiciones de ornato público en Bogotá D.C.	95
Esmeralda Castelblanco y Guadalupe Caicedo	



PRESENTACIÓN

Este número de la revista Perez-Arbelaezia presenta un resumen de la gestión del Jardín Botánico en la investigación realizada durante el periodo 1998-2000. Desarrollamos tres grandes programas. El primero centrado en la conservación de la flora andina cuyo énfasis principal fue la conservación de plantas amenazadas de extinción. Los primeros resultados destacan los logros del banco de germoplasma de orquídeas y el cultivo *in vitro* para posterior endurecimiento de las plántulas bajo condiciones de invernadero. A pesar de los esfuerzos del Jardín, vemos como el hábitat natural de estas plantas se reduce aceleradamente y el número de especies amenazadas tiende a aumentar, por lo tanto se requiere mayor investigación en flora amenazada y garantizar la protección y conservación de los ecosistemas.

El segundo Programa se propuso cómo evitar una degradación excesiva de los Cerros Orientales de Bogotá e implementó técnicas de restauración de ecosistemas involucrando en su desarrollo un fuerte componente social de rehabilitación de jóvenes. Los resultados preliminares abren perspectivas de gran interés ante la posibilidad de comprender cual es la respuesta de estos ecosistemas al disturbio y también se prueba una alternativa de rehabilitación social.

Finalmente, la investigación tuvo su escenario en el medio urbano en desarrollo del Programa de Arborización. Se presentan los primeros resultados sobre el monitoreo de la arborización urbana, relacionados con el estado fitosanitario. De esta manera el Jardín Botánico de Bogotá, rescata la investigación científica como una fortaleza para la toma de decisiones en la conservación y manejo de la flora andina y la arboricultura urbana.

David Rivera Ospina
Subdirector Científico
Jardín Botánico de Bogotá
Editor

LA INVESTIGACIÓN EN EL JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ: PERIODO 1998 - 2000

David Rivera Ospina
Subdirector científico

LA BIODIVERSIDAD COMO CONCEPTO UNIFICADOR

La investigación científica es una de las actividades importantes de los Jardines Botánicos, pues permite conocer las bases ecológicas de la estructura, composición y funcionamiento de los diferentes componentes de la biodiversidad local o regional (Ricklefs, 1984, 1987). Comprender cada componente es indispensable para desarrollar programas de educación ambiental con un fuerte contenido en problemas de conservación y uso sostenible de los recursos bióticos. Se conoce que la investigación es costosa, que hay recursos limitados y que estamos en un medio política y administrativamente inestables, por lo tanto cada jardín debe pensar cuidadosamente ¿cuáles deben ser sus prioridades de investigación?, ¿qué problemas fundamentales a resolver en su localidad y área de influencia?, ¿cuál es el estado real de conservación de la flora amenazada?, ¿cómo involucrar a la comunidad en los proyectos?, y además, mostrar pronto resultados en publicaciones, eventos científicos o en actividades educativas con la comunidad. En el Jardín Botánico de Bogotá intentamos dar respuesta a estas preguntas a partir de uno de los enfoques unificadores en la biología de la conservación, el concepto de biodiversidad (Solbrig, 1991) y tratar de comprender qué procesos originan diversidad, cuáles la mantienen y cómo se reduce o pierde la diversidad en los ecosistemas de montaña tropical.

La diversidad biológica ("biodiversidad", en el nuevo lenguaje) es la clave para mantener el mundo tal como lo conocemos (Wilson, 1988, 1994). La biodiversidad es un concepto unificador y direccionador de las tareas de los Jardines Botánicos de hoy y a la vez un gran reto para este milenio, la misión global en la conservación fue expresada en "Botanic Gardens Conservation Strategy (IUCN-BGCS-WWF, 1989 y más recientemente en la Agenda Internacional 2000 para la conservación en los Jardines Botánicos (Wyse Jackson, 2000), en la que se destaca la visión integral de la conservación de la biodiversidad vegetal a nivel de ecosistemas, especies,

poblaciones y a nivel molecular. Sin embargo, heredamos de la tradición europea de los jardines de aclimatación de plantas del siglo XVIII, una visión estática y ornamental de las colecciones y del accionar de los jardines con su entorno. Los Jardines Botánicos deben ser protagonistas en el territorio, en la región o área de influencia para profundizar en la biología de la conservación y la dinámica de los ecosistemas, procesos, organismos asociados y uso sostenible. Incidir inclusive en los planes de ordenamiento regional. Los Jardines Botánicos en Latinoamérica pueden ser un importante centro para la educación popular sobre conservación y la importancia de las plantas (Forero, 1989, 1991). Actualmente la biología de la conservación cuenta con un marco teórico y conceptual bien desarrollado, así como también recursos tecnológicos adecuados de sistemas de información geográfica para el monitoreo del estado de conservación de organismos y ecosistemas (Meffe y Carrol et al., 1994; Forman, 1998).

En el Jardín Botánico de Bogotá la problemática de la conservación de la biodiversidad se aborda a partir de la adopción de dos grandes estrategias: la *conservación ex situ*, que comprende todos los desarrollos dirigidos al mantenimiento de especímenes vivos fuera de su hábitat natural, necesariamente debe involucrar también una estrategia pedagógica en el jardín y fuera de él. La *Conservación in situ*, que comprende todos los desarrollos dirigidos a asegurar la conservación y restauración de ambientes naturales y ecosistemas allí donde ellos subsisten, con la gente y sus sistemas de producción (FAO, 1989; Rivera et al., 1997). Sin embargo, un programa combinado de las dos estrategias de conservación (*in situ* y *ex situ*) es el mejor método para salvar una especie críticamente amenazada. La estrategia en general involucra el concepto de equilibrio entre el hombre y sus recursos, vinculado a la capacidad operativa de cada uno de ellos, y el mantenimiento de la diversidad como un elemento o factor regulador de procesos que afectan el normal funcionamiento y estabilidad de los ecosistemas (Turner et al., 1983).

La estrategia propone el desarrollo de actividades en diferentes niveles de organización biológica (Noss, 1990), desde el paisaje (estudio de remanentes de bosque andino, áreas prioritarias para conservación y patrones de fragmentación), hasta el nivel de tejidos (cultivo *in vitro* de orquídeas). Genera además, la base científica para el desarrollo de actividades de ex-

tensión directa a la comunidad como programas de divulgación con cobertura a nivel popular y científico, la conformación de centros de documentación, el herbario, el banco de germoplasma y la oferta de servicios de asistencia técnica en gestión para la conservación.

Se establecieron tres niveles de aproximación y escalas de trabajo más apropiadas (Allen y Hoekstra, 1990; Allen y Starr, 1992; Rivera y Olmos, 2000), en el que se destacan algunos de los problemas prioritarios de investigación:

1. Análisis a nivel de paisaje (escala 1:100.000).
 - Identificación de ecosistemas estratégicos y hábitats prioritarios.
 - Análisis de procesos de fragmentación y pérdida de diversidad.
 - Patrones de distribución (corología), grado de endemismo.
2. Análisis a nivel de comunidades y poblaciones (escala 1:25.000).
 - Estructura de poblaciones y procesos demográficos, interacciones.
 - Diversidad alfa, efecto del disturbio.
 - Restauración, efecto de especies invasoras.
 - Análisis de procesos, dinámica vegetal.
3. Análisis a nivel de las especies u organismos (escala menor de 1:25.000).
 - Historia de vida de especies prioritarias o amenazadas de extinción.
 - Fitocartografía, corología.
 - Fenología, ecofisiología.

Para un desarrollo más detallado de los conceptos véase Noss (1992), Wilson (1988, 1994), Meffe y Carroll et al., (1994), Forman (1998). Sin embargo, de acuerdo con Wilcox, (1982, en FAO, 1989) es posible conservar un ecosistema y, no obstante, perder especies específicas, y conservar una especie y a su vez perder genéticamente poblaciones claramente definidas o genes que pueden ser de valor en la adaptación y en el futuro mejoramiento de la especie. Considero que aún no hay plena conciencia de la verdadera importancia y función de las colecciones vivas en los jardines botánicos, donde las plantas apenas superan el concepto de objetos ornamentales. Al respecto, Frankel y Soule (1981 en FAO 1989), destaca tres dimensiones principales en la selección de estrategias de conservación: cantidad, calidad y tiempo. La cantidad se refiere al número de ecosistemas, especies, poblaciones, individuos y/o genes considerados y a la cantidad

inherente de germoplasma disponible para utilización. La calidad se refiere tanto a la composición como a la distribución alélica y a sus fluctuaciones dentro de una especie y sus poblaciones. Finalmente destaca la "dimensión temporal de preocupación", corresponde al período en que se proyectan las actividades de conservación y fluctúa desde una utilización práctica de corto plazo, hasta una "responsabilidad evolucionaria" de largo plazo.

Con este enfoque, la estrategia desde el punto de vista operativo, ha definido como área directa de intervención el Distrito Capital y su área de influencia en la Sabana de Bogotá, colocando especial énfasis a los ecosistemas de páramo y selva andina (en sentido amplio, según Cuatrecasas 1934, 1958, Cleef, 1981; Cleef et al., 1983), puesto que presentan una gran relevancia para conservación por el alto grado de intervención actual que experimentan, considerado uno de los puntos más críticos (hotspots) y amenazados del mundo (Mittermeier et al., 1997), debido a que en ellos se desarrollan en mayor grado los procesos de apropiación y aprovechamiento económico intensivo de la tierra y alta densidad de población (Sarmiento et al., 1990; Monasterio y Celecia, 1991; Sarmiento y Monasterio, 1993; 1994; Molano, 1995).

De acuerdo con Forero(1989), los Jardines Botánicos deben preguntarse qué están haciendo en bien de la comunidad en general, de los ciudadanos y cada uno asumir la responsabilidad que le corresponde. De lo contrario, el impacto social y la importancia de los resultados de nuestro trabajo serán ignorados.

De otra parte, en el ámbito urbano surge el compromiso del Jardín con la arborización y calidad ambiental de grandes ciudades como Bogotá (decreto 984 del 26 de noviembre de 1998) y la conservación de los ecosistemas periféricos como oferta de bienes y servicios para la población. Actualmente una estrategia conjunta de conservación *in situ* y *ex situ* es una prioridad establecida a nivel mundial por la Estrategia Global de Jardines Botánicos (Ashton, 1987, 1988) y a nivel nacional en la ley de Jardines Botánicos (Ley 299 de 1996).

A continuación se presentará un resumen de los principales logros de programas y proyectos desarrollados durante la vigencia 1998-2000, que será más adelante tratados con mayor detalle como comunicaciones cortas.

Desde esta perspectiva, el Jardín Botánico de Bogotá desarrolla tres grandes programas de investigación:

1. Programa de conservación y manejo de la flora andina.
Subprograma 1. Estrategia de conservación *in situ*.
Subprograma 2. Estrategia de conservación *ex situ*.
2. Programa de restauración de ecosistemas estratégicos para el Distrito Capital.
3. Programa de arborización urbana.

PROGRAMA 1:

CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LA FLORA ANDINA

SUBPROGRAMA 1. CONSERVACIÓN *IN SITU*

La conservación *in situ* se refiere a la conservación de los organismos en su hábitat natural u original. Presenta la ventaja de no interrumpir la coevolución entre las plantas y su medio físico y biológico (incluidos sus parásitos y predadores), por eso las plantas protegidas continúan su evolución y pueden modificar su diversidad genética y específica (FAO, 1989). Como estrategia de conservación *in situ* se articula con la participación de las comunidades campesinas en la conservación.

Objetivo: Contribuir con la conservación de la flora y los ecosistemas estratégicos para el Distrito Capital y su área de influencia.

PROYECTOS EN DESARROLLO

1. Conservación de los remanentes de bosque andino y páramos en el Distrito Capital y su área de influencia.

Un remanente es un fragmento o parte de una extensión mayor de bosque andino o páramo, rodeado por una matriz de vegetación extraña de pastizales o cultivos, el proceso se denomina fragmentación (véase Risser, 1987; Turner, 1989, 1990; Saunders et al., 1991; Laurance y Bierregaard, 1997). Los remanentes o fragmentos presentan una configuración especial de tamaño, forma, composición, distribución, estructura y composición particular

(Turner, 1987; Forman, 1998; Turner y Gardner, 1991). El bosque andino y páramos en el Distrito Capital se encuentran en un proceso acelerado de disturbio, fragmentación e intervención antrópica con elevados costos ambientales por pérdida de biodiversidad, bienes y servicios (Vargas y Rivera, 1990; Verweij, 1995; Jaimes, 2000). Un primer avance de resultados se presentó sobre el cubrimiento del sector norte de la Sabana de Bogotá (Rivera et al., 1998).

Objetivo: Identificar los tipos de cobertura vegetal y caracterizar los remanentes de bosque andino y páramo en el Distrito Capital y su área de influencia mediante la utilización de sensores remotos y SIG, a escala 1:100.000.

Resultados.

- Tres mapas digitales de cobertura vegetal y uso del suelo de:
 - zona norte de la Sabana de Bogotá.
 - zona sur de la Sabana de Bogotá.
 - Páramo de Sumapaz (Localidad 20).
 - Base de datos espacial y cartográfica.

2. Caracterización de áreas de páramo y efecto del disturbio antrópico.

Los páramos representan un ecosistema de vital importancia para la ciudad de Bogotá y para Colombia (Rangel, 1989; Luteyn, 1992; Premauer, 2000). El conocimiento de su ecología frente a disturbios causados por el uso de la tierra nos permitirán establecer pautas de manejo y conservación.

Objetivo: Realizar el seguimiento fenológico de tres poblaciones de *Espeletia argentea* ubicadas en sectores con diferente estado sucesional y expuestas a pastoreo y cultivo en el Páramo de Cruz Verde. Esta investigación contribuirá con el desarrollo de la representación del medio ambiente páramo en el Jardín Botánico.

Resultados.

Siembra, mantenimiento y seguimiento a 439 plantas pertenecientes a 15 familias y 37 géneros en el medio ambiente páramo del Jardín.

Seguimiento fenológico en 9 parcelas permanentes y estudio de la dinámica de las poblaciones de *E. Argentea* con relación al disturbio por usos de la tierra en el páramo de Cruz Verde (Cundinamarca).

3. Conservación de la flora amenazada de extinción en el Distrito Capital y su área de influencia.

El objetivo general es desarrollar estudios de corología, fitocartografía, conservación y manejo de flora amenazada de las familias *Araceae*, *Bromeliaceae*, *Cactaceae*, *Labiatae*, *Melastomataceae* y *Orchidaceae* en el Distrito Capital y su área de influencia

A pesar que a nivel mundial los datos sobre flora amenazada son muy variables (Lugo, 1988), en el Jardín Botánico de Bogotá se realizó el primer encuentro nacional sobre la flora amenazada y se encontró que la amenaza de la extinción es real, con 1.397 especies amenazadas de 10.500 especies de angiospermas, con mayor número de especies amenazadas aparecen *Orchidaceae* (240), *Arecaceae* (85), *Ericaceae* (76), *Melastomataceae* (45) y *Rubiaceae* (44) (Rangel, 2000). Colombia el país más rico en palmas presenta 30 especies de 209 en alguna categoría de amenaza, 17 de ellas endémicas (Galeano, 2000). Samper (2000) estima 620 especies de plantas superiores amenazadas o en riesgo de extinción, la mayoría en la Región Andina. El panorama de extinción sobre las plantas criptógamas también se vislumbra crítico. De 1500 especies 61 especies se consideran amenazadas (Aguirre et al., 2000).

3.1. Conservación de Cactáceas. Evaluación del estado de conservación de *Wigginsia vorwerkiana*

Objetivo: Evaluar el estado de conservación de *W. vorwerkiana* en las zonas semiáridas de la Sabana de Bogotá y proponer una metodología para el análisis de conservación.

Resultados

- Localización y caracterización de poblaciones de *W. vorwerkiana* en la zona de la laguna de La Herrera.
- Seguimiento del comportamiento fenológico de las diferentes poblaciones.
- Seguimiento y análisis estadístico de variables que caracterizan el comportamiento demográfico de las poblaciones.

3.2. Conservación y propagación de Bromeliáceas.

Objetivos: Evaluar el estado de conservación, definir la distribución y establecer técnicas de propagación y establecimiento *ex situ* en la colección viva del Jardín.

Resultados

- Incremento de material vegetativo y reproductivo en cantidad y variabilidad (822 plántulas y 45.000 semillas).
- 27 nuevas especies accesadas (77.1% del total).
- Identificación de 3 individuos a especie y 22 a género.
- Exsiccados de 7 nuevas especies.
- Protocolo de propagación vegetativa de especies por hábito de crecimiento: Terrestres, tipo tanque y atmosféricas (crecimiento, desarrollo y enraizamiento en Grower's Oasis y cascarilla de arroz, entre otros).
- Ensayos de germinación y crecimiento y desarrollo de plántulas procedentes de 5.504 semillas de 7 especies.
- Montaje de 54 individuos en 3 árboles en área de epífitas del Jardín. Cartografía y corología.

3.3. Conservación de labiadas.

Objetivo: Evaluar el estado de conservación, definir la distribución y establecer técnicas de propagación y establecimiento *ex situ* de labiadas del Distrito Capital y su área de influencia.

Resultados

- Determinación por medio de bibliografía de la existencia de seis géneros de salvias para la Sabana de Bogotá.
- Reconocimiento de poblaciones de *Salvia sordida* y *S. cianocephala*, especie en vía de extinción para la zona.
- Replicación de material de las dos especies en el Jardín 150 individuos de 54 especies y variedades diferentes.
- Seguimiento del comportamiento fenológico. Floración continua a lo largo del periodo.
- Cartografía y corología.

3.4. Conservación de Melastomataceas.

Objetivo: Evaluar el estado de conservación, definir la distribución y establecer técnicas de propagación y establecimiento *ex situ* de melastomataceas del Distrito Capital y su área de influencia.

Resultados

- Determinación de la distribución de las poblaciones.
- Ensayos de germinación en invernadero.
- Reproducción vegetativa (esquejes) de especies *Miconia latifolia*, *Bouquetia sp*, *Tibouchina mollis*.
- Base de datos de acceso y caracterización ecológica con la finalidad de realizar la evaluación del estado de conservación de las especies.

4. Participación comunitaria y valoración de recursos florísticos en la Localidad de Sumapaz.

4.1. Acciones educativas para el conocimiento de la biodiversidad del bosque andino y páramo.

Objetivo: Desarrollar y promover la participación comunitaria en torno a la conservación y uso sostenible de la flora local.

Resultados: Acciones educativas para el conocimiento de la biodiversidad del bosque andino y páramos". Los protagonistas principales son los niños que han conformado un grupo ecológico denominado "Cazadores de semillas". Su tarea se inicia con el rescate de especies amenazadas de extinción como el "amarillo" (*Ocotea sp*), una madera valiosa de la familia *lauraceae*. Las actividades se realizan en coordinación con la ULATA de Sumapaz.

4.2. Prospección botánica de recursos fitogenéticos: diversidad y tratamientos hortícolas del llanten (*Plantago spp.*).

Objetivo: Estudiar la diversidad y potencialidad para el uso sostenible de especies silvestres del género *Plantago* en el Distrito Capital y su área de influencia.

Resultados

- Localización de poblaciones de especies silvestres del género *Plantago*.

- Se Identificaron 2 especies nativas 2 subespecies y una especie naturalizada.
- Identificación de *Plantago australis* ssp *oreades* como una subespecie ampliamente distribuida en la localidad de Sumapaz, presentando variación morfológica entre las poblaciones.
- Realización de un experimento de crecimiento y desarrollo ("domesticación") de esta subespecie bajo condiciones seminaturales, con aplicación de fósforo y nitrógeno en diferentes concentraciones utilizando suelo nativo como sustrato.
- Se obtuvo un valor más alto del esfuerzo reproductivo así como de la biomasa total de los individuos con aplicación de 38 mg/kg de fósforo y 107 mg/kg de nitrógeno bajo las formas de P_2O_5 y urea respectivamente.

5. Servicios para la conservación de la biodiversidad: apoyo a la conservación de reservas de la sociedad civil y entidades distritales.

5.1. Conocimiento de la estructura y diversidad del Parque Natural Chicaque y aplicación a la educación ambiental.

Objetivo: Estudiar la estructura y la diversidad de la vegetación del Parque Natural Chicaque para generar un plan de manejo y conservación que permita adelantar procesos de preservación y restauración de áreas de especial interés científico, social y cultural en la zona.

Resultados: Con la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se determinaron en total 14 Unidades Fisonómicas de Vegetación (UFV) (ver Leyenda del Mapa de Vegetación). Se contaron 5.420 individuos, pertenecientes a 400 especies (275 géneros; 121 familias; 20 especies amenazadas y 42 promisorias). Se determinaron 297 especies de dicotiledóneas, 76 de monocotiledóneas, 23 de helechos y 4 de gimnospermas. Las dos familias más diversas fueron *Asteraceae* (30 spp.) y *Orchidaceae* (22 spp.). Se analizaron estructuralmente 1.427 individuos con DAP mayor o igual a 2.5 cm, pertenecientes a 154 especies.

5.2. Apoyo a la conservación de la microcuenca quebrada la Cantera, Barrio Arauquita, Localidad de Usaquen. "Bajando el bosque al barrio".

Objetivo: Realizar procesos de sensibilización en aspectos que conlleven al cuidado del entorno y conservación de los hábitats naturales remanentes

de bosque andino y páramo de la localidad y generar una cultura ecológica de apropiación del entorno.

Resultados

- Mapa de cobertura vegetal.
- Lista de especies a plantar en la zona de ronda de la quebrada y en los bosques aledaños.
- Mapa topográfico de la microcuenca, mapa de uso actual del suelo.
- Proyecto de adecuación paisajística de la microcuenca La cantera.
- Estrategia de sensibilización social a través de talleres ecológicos y ambientales "Bajando el Bosque al Barrio".
- Reseña histórica del sector Santa Cecilia parte alta y Arauquita 1955 a 1998. Aspectos poblacionales y asuntos organizativos.

SUBPROGRAMA II. CONSERVACIÓN *EX SITU*

La conservación de las especies fuera de su hábitat natural se conoce como conservación *ex situ*, en bancos de genes como semillas, tejidos o polen, en plantaciones o en otras colecciones vivas (Jardines Botánicos, viveros, rodales de conservación, bancos de germoplasma "*in vitro*") (FAO/PNUMA, 1989). Ashton (1987), Rivera et al., (1997), Ramírez (1997), destacan la función de la *conservación ex situ* principalmente en la investigación y educación.

Objetivo: Contribuir a la conservación de la flora andina mediante técnicas de propagación y manejo bajo condiciones de laboratorio o cultivo en colecciones vivas.

PROYECTOS

1. Conservación y manejo del banco de germoplasma

Los bancos de germoplasma vegetal, son centros de recursos en los cuales se conserva el material genético responsable de las características de una planta que se transmiten de una generación a otra. El objetivo es mantener el material vegetal vivo, preservando sus características para el futuro beneficio de la humanidad y del ambiente. Los bancos de germoplasma pueden ser de varios tipos dependiendo de la parte de la planta que se preten-

de conservar: bancos de semillas, bancos de polen, bancos de clones, bancos de propagación y conservación *in vitro* (Cuevas, 1988, citado por Hidalgo, 1995; Engelmann, 1991; Mafla, 1995).

Objetivo: Lograr una representación y conservación en el Jardín Botánico del germoplasma vegetal de las principales especies vegetales de los ecosistemas de bosque andino y páramo, mediante una colección sistemática de semillas y material vegetativo para ser utilizados en programas de conservación y educación.

1.1. Conservación y manejo del banco de semillas de la flora andina

Objetivo: Estudiar las condiciones de almacenaje, propagación y ecofisiología de la germinación de especies nativas, con prioridad en flora amenazada, especies para restauración de ecosistemas o arborización y plantas ornamentales, en condiciones de laboratorio o vivero.

Resultados

- 150 nuevas accesiones al Jardín en 1.999, que corresponden a 66 especies de orquídeas y 15 especies entre bromelias y anturios.
- Por uso se estudian 13 especies para restauración, 24 para arborización y 32 para jardinería.
- Obtención de semillas de 18 especies de orquídeas para propagación *in vitro*.
- Transplante de 5.039 plantas en invernadero para propagación.
- 3.077 plantas germinadas a partir de semilla recolectada en el campo.
- Almacenadas en cuarto frío (banco de semillas) 3.000 semillas pertenecientes a 5 especies.

1.2. Germinación de especies leñosas de rápido crecimiento para restauración.

Los procesos de repoblación natural en áreas disturbadas han conducido a la necesidad de seleccionar especies de rápido crecimiento. El comportamiento del Trompeto (*Bocconia frutescens*) observado en campo, permite identificarla como una especie con potencial para la solución de problemas de restauración.

Objetivo: Estudiar el proceso de germinación de *B. frutescens* L. desde una perspectiva ecofisiológica que contribuya al conocimiento de las estrate-

gias de propagación por semilla de especies pioneras de rápido crecimiento de ecosistemas andinos.

Resultados:

- Establecimiento de un protocolo para el manejo de semillas de especies pioneras con fines de almacenamiento y obtención de información en sus procesos fisiológicos.
- Determinación de efectos morfológicos de las semillas de trompeto sobre sus procesos de dormancia.
- Corroboración de hipótesis de los efectos de fenoles, inhibidores y nitratos exógenos sobre los procesos de dormición fisiológica.
- Ubicación y seguimiento de árboles productores de semillas de buena calidad con fines de almacenamiento y aplicación de tratamiento en laboratorio.
- Almacenamiento de 14.000 semillas de trompeto.

2. Manejo integral fitosanitario de las colecciones vivas del Jardín y la arborización urbana.

Una planta sana es el resultado de complejas relaciones suelo, planta, atmósfera y organismos (relaciones hospedero-patógeno). El estudio y manejo adecuado de estas variables contribuye a una colección libre de enfermedades y una arborización sana.

Objetivo: Conocer los agentes causales de plagas y de las relaciones hospedero patógeno con el fin de evaluar posibles medidas de regulación preferiblemente biológicas. Búsqueda y propagación a escala de cepas entomopatógenas, para ser implementadas en planes M.I.P. (Manejo Integrado de Plagas). Generar pautas para el manejo adecuado y control de patógenos de la flora del Jardín y plantas de ornato público.

Resultados

- Realización de tratamientos de germinación y definición de limitantes fitosanitarios en *Schinus mole*, *Shefflera fontiana*.
- Se realizaron pruebas de diagnóstico bacteriano y del grado de enfermedad (índice de incidencia y severidad parcial) por *Pseudomonas* en las orquídeas del Jardín Botánico.

- Diagnóstico, evaluación y control de agentes patógenos en la arborización actual de Bogotá. Urapan, Caucho sabanero, falso pimiento, entre otros.
- Se realizaron aplicaciones de fertilizantes, regulación y monitoreo fitosanitarios al material de colección y de investigación del Jardín (Orquídeas, Bromelias).

3. Cultivo de tejidos vegetales (*in vitro*): banco de germoplasma de orquídeas y otras especies prioritarias.

El cultivo de tejidos, como tecnologías asociadas con la producción vegetal. Consisten en el cultivo bajo condiciones asépticas de diferentes partes de una planta.

Objetivo: obtener protocolos de propagación de especies de difícil propagación o amenazadas de extinción, mediante técnicas de cultivo *in vitro*.

Resultados

- Mantenimiento bajo la técnica *in vitro* de 55 especies de 18 géneros, para un total de 3.723 recipientes con más de 100.000 plántulas y de embriones.
- Establecimiento de protocolos de propagación para medios de cultivo, endurecimiento y desinfección.
- 5.677 plántulas de diferentes especies de orquídeas producidas a invernadero y en fase de endurecimiento.
- 2850 plantas producidas: *in vitro* (fase de laboratorio) para la venta como souvenir.
- Desarrollo de tesis de grado: germinación *in vitro* de embriones aislados a partir de semillas de la palma *Ceroxylon alpinum* subespecie *alpinum*; Propagación *in vitro* del helecho *Cyathea caracasana* bajo diferentes condiciones; Adaptación a condiciones *in vitro* de hojarasco (*Talauma caricifragrans*); Micropropagación masiva de tuno roso (*Centronia mutabilis*).

1.4. Seguimiento fenológico de árboles de la colección viva.

Fenología se refiere al comportamiento de las plantas en cuanto a sus ritmos en el tiempo de cambios de follaje, floración, fructificación, dis-

persión de semillas. La mayor parte de los árboles del Jardín florecen y fructifican, sin tener certeza de la magnitud de este fenómeno el cual tiene grandes implicaciones para su propagación y conservación de semillas.

Objetivo: Monitorear el comportamiento fenológico de las especies del Jardín y su correlación con las variables ambientales.

Resultados Se posee información del comportamiento fenológico por un periodo de 1 año de 10 especies de árboles de la colección viva del Jardín.

5. Desarrollo de las colecciones vivas en el Jardín Botánico y política de accesiones.

Se refiere a las colecciones vivas bajo cultivo, al aire libre o dentro del circuito de invernaderos o Tropicario y al manejo de las bases de datos relacionadas.

Objetivo: Definir una política de accesiones y representatividad de las colecciones.

5.1. Zonificación y representación de ambientes y jardines especiales y georreferenciación.

Objetivo: Establecer en el Jardín Botánico una zonificación con base en la representación de ecosistemas del Distrito Capital y su área de influencia y jardines y/o colecciones especiales.

Resultados

- Mapa de zonificación.
- Caracterización de las diferentes representaciones ecosistémicas del Jardín.
- Mapa de georreferenciación y levantamiento topográfico de las zonas.

5.2. Política de accesiones

Objetivo: Desarrollar una estrategia de sistematización y manejo de la información de las colecciones vivas del Jardín Botánico

Resultados

- Durante 1999 y hasta la fecha se han realizado 833 accesiones, de las cuales se destaca el grupo de Bromelias compuesto por 333 accesiones, seguido por 171 de especies propias de páramo. Dichos individuos se encuentran en procesos de germinación (semillas) y adaptación (individuos adultos).
- El Jardín Botánico de Bogotá cuenta 1.242 especies representadas en 8.101 individuos y un porcentaje mínimo de especies exóticas adquiridas para enriquecer la colección.
- Desarrollo de la base de datos sistematizada BG-Recorder2 y del sistema de información geográfica Atlas GIS como respaldo de la colección y consulta interna de funcionarios y usuarios del Jardín.

5.3. Desarrollo del herbario

Objetivo: Establecer y manejar una colección de exsiccados de las especies vegetales que existen en el Jardín Botánico, en el Distrito Capital y su área de influencia, como insumo básico para la determinación de las especies del Jardín y de los proyectos de investigación que lleva a cabo la institución.

Resultados: El herbario tiene actualmente 2.700 exsiccados, distribuidos en 1.363 especies, 711 géneros y 191 familias, organizados alfabéticamente por familias, géneros y especies, de los cuales el 95% pertenecen a la colección viva del Jardín Botánico y el restante 5% provenientes de trabajos de investigación y conservación de la flora remanente de los bosques andinos y páramos de la Sabana de Bogotá y sus alrededores. La familia con mayor número de ejemplares de herbario es la *Asteraceae* seguida por *Orchidaceae*, *Solanaceae* y *Lamiaceae*. También se ha desarrollado el *carpofilaceo*, que comprende una colección de 596 semillas y frutos procesados y de referencia.

La colección viva del Jardín Botánico va acompañada de un exsicado de herbario, con su correspondiente registro de colección, base fundamental de la información de cada individuo cultivado. Actualmente las instalaciones se amplían a 40 m² con el fin de mejorar la curatoría y aumentar la colección especializada en la flora del Distrito Capital a 10.000 exsiccados y prestar un mejor servicio a los usuarios.

6. Apoyo y asesoría a la Red Nacional de Jardines Botánicos.

Objetivo: evaluar la representatividad geográfica de las colecciones vivas en los Jardines Botánicos de Colombia.

Resultados

- Mapa de georreferenciación de los Jardines Botánicos de Colombia.
- Determinación e identificación de ecosistemas naturales y áreas vulnerables en la zona de influencia de los Jardines Botánicos.
- Verificación del registro de accesiones y comparación florística con los ecosistemas del área de influencia de los Jardines Botánicos.
- Evaluación de la representatividad geográfica de los Jardines Botánicos de Cartagena, Quindío y Bogotá.
- Se encontró una baja representatividad de ecosistemas (aprox. 20%) en los Jardines analizados.
- Falta de claridad en la definición y desarrollo de la misión y el objeto de conservación de los jardines.
- Falta una definición clara de prioridades de conservación en los Jardines.

PROGRAMA II

RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS PARA EL DISTRITO CAPITAL

La restauración ecológica trata sobre la recuperación de la estructura, composición y funcionamiento original de un ecosistema que ha sido alterado por factores naturales o antrópicos (Bradshaw, 1993; Brown y Lugo, 1994).

Objetivo: establecer lineamientos de restauración del bosque andino y desarrollar procesos de participación comunitaria para la sostenibilidad de la restauración a largo plazo.

PROYECTOS

1. Restauración de áreas quemadas e invadidas por retamo (*Ulex europaeus*) en los Cerros Orientales.

El fuego es un factor temporal tensionante de los ecosistemas y las quemas reiteradas terminan por ser un disturbio severo y de lenta recuperación. Los

incendios forestales ocurridos a finales de 1997 afectaron un amplio sector del Cerro de Monserrate, Guadalupe y El Cable. El fuego afectó remanentes de vegetación natural del bosque andino y plantaciones forestales de pinos y eucaliptos. Antiguas áreas invadidas por retamo espinoso (*Ulex europaeus*) cobraron mayor fuerza, convirtiéndose en matorrales homogéneos de difícil control (Casal, 1987; Basanta et al., 1988; Ojea et al., 1988).

Objetivo: diseñar y aplicar tratamientos de restauración del bosque andino con base en el comportamiento de especies pioneras y dinámica de la vegetación.

1.1. Sector Cerro de Monserrate.

Objetivo: desarrollar un modelo de restauración ecológica en áreas afectadas por el fuego e invadidas por el retamo espinoso (*Ulex europaeus*) en el Cerro de Monserrate y diseñar un plan para el control, erradicación y monitoreo del retamo espinoso.

Resultados:

- Adecuación de 38 Has. ubicadas en la parte baja del Cerro de Monserrate, sobre la Avenida Circunvalar.
- Establecimiento de parcelas experimentales permanentes para evaluar el crecimiento de especies pioneras y tratamientos de control manual del retamo.
- Siembra de 15.000 árboles, seguimiento y control de crecimiento de especies nativas en el área experimental. (*Baccharis bogotensis* y *Phytolacca bogotensis*).
- Estimación y medición de variables indicadoras de procesos de restauración y dinámica de la vegetación.

PROGRAMA III

MONITOREO DE LA ARBORIZACIÓN URBANA EN BOGOTÁ D.C.

Arborización es la siembra y mantenimiento de árboles en el espacio público. Requiere de un conjunto de normas, diseños y especificaciones técnicas sobre los árboles adecuados para el medio urbano.

Objetivo: desarrollar el componente técnico-científico y cartográfico que contribuya a la implementación de un programa de arborización planificada, técnica y participativa.

SUBPROGRAMA 1. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MONITOREO DE LA ARBORIZACIÓN.

1. Diseño, desarrollo y actualización del Manual Verde.

El Manual Verde busca ser una herramienta práctica para el desarrollo de la arboricultura urbana en Bogotá.

Objetivo: evaluar el estado actual de la arborización urbana con la aplicación de sistemas de información geográfica y diseñar criterios unificados de arboricultura y monitoreo de la malla verde.

Resultados:

Diseño Preliminar del Manual Verde (Jardín Botánico de Bogotá-CIFA, 1998). Documento de 8 tomos donde se define una zonificación ambiental para la arborización de Bogotá, zonas de ubicación de 15 especies seleccionadas para la arborización y 18 especies existentes en la actualidad, metodología para la determinación de zonas aptas para la ubicación de especies a sembrar, consulta ciudadana sobre la arborización y normatividad existente y propuesta preliminar para el desarrollo en el tema de arborización.

Caracterización biológica, ecológica y sobre comportamiento en el medio urbano para las especies seleccionadas.

Actualización de la documentación sobre especies seleccionadas para arborización entregada para su publicación.

2. Georreferenciación de los proyectos de arborización desarrollados por el Jardín Botánico de Bogotá.

Parte fundamental del programa de arborización es la georreferenciación de los proyectos realizados. La georreferenciación es el proceso mediante el cual se asigna una localización geográfica a un objeto. La localización geográfica se establece mediante coordenadas.

Objetivo: generar un mapa georreferenciado y base de datos anexa, que posibilite realizar el seguimiento y control de las actividades realizadas dentro del programa de arborización.

Resultados. Mapa quincenal de actividades realizadas y modelo de base de datos para el manejo de la información.

3. Arborización en rondas de Quebradas, humedales y canales.

Las zonas hídricas que tiene la ciudad enfrentan procesos de deterioro y son utilizados como botaderos de desechos y escombros, como asentamientos ilegales y sitios de inseguridad, es por ello necesario contribuir a su recuperación a través del programa de arborización para que sirvan como verdaderas zonas de espacio público y posibiliten el mejoramiento de la calidad ambiental de la ciudad.

Objetivo: arborizar las rondas de quebradas, canales y humedales del sistema hídrico de Bogotá como parte del proceso de recuperación de las fuentes hídricas, de zonas de canales y quebradas como espacio público.

Resultados

- Apoyo al diagnóstico de la alcaldía de Usme, Ciudad Bolívar, Q. Santa Librada, Q. Limas, a EAAB e IDU. Q. La Hoya del ramo, Q. Chorro Colorada en Usme y Diagnóstico y viabilidad Río Tunjuelo y Bosa.
- Diseño de la arborización en la zona aledaña al Canal Río seco, Puente Aranda.
- Viabilidad de la arborización en la Q. Alejandria, Vanega y Agua Benditas, y Humedal Juan Amarillo.
- Diagnóstico, diseño y arborización en el Colector Cataluña, Chapinero.
- Diagnóstico y Diseño. Proyecto IDU del Humedal el Burro, Kennedy.
- Apoyo Diagnóstico, diseño y entrega material vegetal, proyecto FOPAE-J.B para la Q. La Hoya del Guira, Rafael Uribe.
- Apoyo técnico, arborización y entrega material vegetal al proyecto IDU-J.B-DAMA, Humedal Cofradia.
- Siembra de 300 árboles J.B-DAMA en humedal Burro, humedal Techo, humedal Vaca, Kennedy.

SUBPROGRAMA 2. MONITOREO DE LA ADAPTACIÓN DE LOS ÁRBOLES EN EL MEDIO URBANO

PROYECTOS

1. Seguimiento de plagas y enfermedades en árboles del medio urbano.

El principio fundamental es la prevención y detección temprana de focos de plagas y enfermedades de los árboles en las principales calles, avenidas y parques, mediante el diagnóstico, manejo y control integrado.

Objetivo: lograr un control fitosanitario de la arborización urbana en las principales calles, avenidas y parques de Bogotá.

Resultados

- Se ha evaluado el desarrollo de las diferentes aspersiones realizadas en las zonas de la ciudad en tratamiento.
- Se realizó el plan de fertilización de árboles de caucho sabanero (*Ficus soatensis*) en la ciudad.
- Realización de controles de erradicación de masas algodonosas producida por *Pseudococcidos* mediante métodos físico-mecánicos para evaluar su acción.
- Se realizaron manejos fitosanitarios en la ciudad sobre otras especies importantes de la arborización.

2. Respuesta ecofisiológica y adaptación de cinco especies de árboles en el medio urbano.

Los árboles evolucionaron en un ambiente natural, sujetos a diferentes factores de presión de selección. En el medio urbano deben afrontar variables ambientales resultado principalmente de la acción del hombre, para lo cual se esperaría que presenten una respuesta diferencial al efecto de gases contaminantes, deposiciones atmosféricas, estrés hídrico, pobreza de nutrientes y daños mecánicos entre otros.

Objetivo: evaluar el estado de crecimiento y adaptación de cinco especies de árboles utilizadas por el Jardín para la arborización de la ciudad.

Resultados

- Se trabajó con 5 especies de árboles utilizados en la arborización urbana, caucho sabanero, liquidambar, falso pimiento, guayacán y roble, en zonas con diferentes características ambientales, zona seca, zona intermedia y zona húmeda.
- Se trabajaron aproximadamente 84 individuos que arrojaron más de 2500 datos de 7 variables analizadas.
- Se tomaron datos en las diferentes zonas de contaminación del aire, temperatura, etc.
- El caucho sabanero (*Ficus soatensis*) crece muy bien en zonas secas. En zonas intermedias se nota la presencia de daños ocasionados por mal trato. El guayacán (*Lafoensia acuminata*) es sensible a la humedad baja y el viento. El roble (*Quercus humboldtii*) presentó un buen crecimiento en zonas definidas ambientalmente como intermedias. El falso pimiento (*Schinus molle*) y el liquidambar (*Lyquidambar styraciflua*) experimentaron un buen crecimiento y desarrollo en zonas intermedias.
- La diagnosis del estado nutricional a partir del análisis foliar y suelo, revela en el suelo valores de pH bajos, los niveles de fósforo son muy altos en más del 50% de las muestras, la cantidad de nutrientes foliares (NPK), varían entre especies, edad y sitio.

Conclusión general

El Jardín Botánico de Bogotá durante esta administración ha logrado consolidar tres grandes programas de investigación con sus proyectos específicos:

- 1) El programa de conservación *in situ*- *ex situ* y manejo de la flora andina. A futuro esperaría aumentar el conocimiento de la flora del Distrito Capital y su historia natural, consolidar áreas satélites de conservación y educación y profundizar en la ecología de especies amenazadas de extinción, así como también en la conservación de recursos fitogenéticos de importancia medicinal o económica de la Región Andina. Aún se requiere mucho trabajo de investigación, horticultura y curatoria para que las colecciones del Jardín lleguen a una estructu-

ra y composición esperada acorde a los ecosistemas o ambientes que se quieren representar.

- 2) El programa de restauración de ecosistemas es novedoso en el Jardín y quizás único modelo a nivel latinoamericano. Involucra jóvenes en proceso de resocialización del DABS e IDIPRON y el componente ecosistémico con la siembra de árboles en la restauración ecológica de los Cerros Orientales de Bogotá. En la investigación quedan muchas preguntas por responder tanto sobre la dinámica de la vegetación y el comportamiento de las especies sembradas, así como también sobre el impacto social y recuperación de los jóvenes. El proceso de restauración y monitoreo es a largo plazo.
- 3) El programa de monitoreo de la arborización urbana.
A pesar de la larga experiencia del Jardín en la siembra de árboles en la ciudad, se cuenta con un conocimiento muy incipiente sobre el comportamiento de las especies sujetas a diferentes condiciones de estrés en el medio urbano. Esto abre nuevas expectativas de investigación en ecofisiología que apenas empezamos a explorar con la adquisición reciente de equipos adecuados.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi especial agradecimiento al Alcalde Enrique Peñalosa por el amplio apoyo proporcionado al Jardín, a la directora del Jardín Botánico María Consuelo Araujo quien me dio la oportunidad de hacer investigación en el Jardín y por su apoyo incondicional, al equipo de investigadores de la subdirección y operarios que hicieron realidad los proyectos, a Margarita Gaitán y Francisco Sánchez por el acompañamiento constante a lo largo de este periodo, a Margarita Hernández, Nohemi Alvarado, Ismael Cortés, Ricardo Romero por su constante preocupación y gestión en la administración de los recursos y a todas las personas que contribuyeron con su apoyo al desarrollo de los proyectos de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J., Pulido, M., Henao-M., L.G., Restrepo-M., D.L., Murillo, M., Murillo, J., Linares, E. y Churchill, S. 2000. La flora amenazada de criptógamas. *Pérez-Arbelaesia* 5(11):47-67.

- Allen, T.F.H. and Hoekstra, T.W. 1990. The confusion between scale-defined levels and conventional levels of organization in ecology. *J.Veg. Science*, 1: 5-12.
- Allen, T.F.H. and Starr, T.B. 1992. *Hierarchy: perspectives for ecological complexity*. University of Chicago Press, Chicago.
- Ashton, P.S. 1987. Biological consideration *in situ* vs. *ex situ* plant conservation. In: Bramwell, D., Hamnnn, O., Heywood, V. And Synge, H., *Botanic gardens and the World Conservation Strategy*. Academic Press, London and New York. pp. 117-130.
- Basanta, M., Díaz Vizcaíno, E. and Casal, M. 1988. Structure of shrubland communities in Galicia (NW Spain). In: During, H.J., Werger, M.J.A. and Willems, J.H. (eds.). *Diversity and pattern in plant communities*. Academic Publishing, The Hague, The Netherlands. Pp. 25-36
- Bradshaw, A.D. 1993. Restoration ecology as a science. *Restoration Ecology*, 1(2): 71-73.
- Brown, S. and Lugo, A.E. 1994. Rehabilitation of tropical lands: A key to sustaining development. *Restoration ecology*, 2(2): 97-111.
- Casal, M. 1987. Post-fire dynamics of shrubland dominated by Papilionaceae plants. *Ecología Mediterránea*, 12 (4):87-97.
- Cleef, A. M. 1981. The vegetation of the páramos the Colombian Cordillera Oriental. *Dissertationes Botanicae* 61. J. Cramer, Vaduz.
- Cleef, A.M., Rangel, O. y Salamanca, S. 1983. Reconocimiento de la vegetación de la parte alta del transecto «Parque Los Nevados». En: Van der Hammen, T., Pérez, A y Pinto P. (eds): *Estudios de ecosistemas tropandinos. I La Cordillera Central Colombiana, Transecto Parque «Los Nevados»*. Cramer, Vaduz. pp. 150-173.
- Cuatrecasas, J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Ser. Bot.* 27: 1-144. Madrid.
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Rev. Ac. Col. Cienc. E.F. Nat*, 10(40): 221-264.
- Engelmann, E. 1991. "in vitro" conservation of tropical plant germplasm a review. *Euphytica*, 57:227-243.

- FAO. 1989. Recursos fitogenéticos. Su conservación "*in situ*" para el uso humano. Roma. Italia.
- Forero, E. 1989. Los Jardines Botánicos y la conservación de la naturaleza. Acta Bot. Bras. 3(2): Supl. Pp. 315-325.
- Forero, E. 1991. Needs and opportunities of South american botanic gardens for conservation. Academic Press.
- Forman, R.T.T. Land mosaics: The ecology of landscapes and regions. Cambridge, University Press.
- Forman, R.T.T. and Godron, M. 1986. Landscape ecology. Wiley y Sons, New York.
- Galeano, G. 2000. Estado de conservación de las palmas en Colombia. Pérez-Arbelaezia, 5(11): 68-70.
- Gonzalez, F. y Cardenas, F. 1995. El páramo un paisaje deshumanizado: el caso de las provincias del Norte y Gutierrez (Boyacá, Colombia) En: El Páramo. Ecosistema de Alta Montaña. Serie Montañas Tropoandinas. Vol. 1. Fundación Ecosistemas Andinos. Pp 64-81.
- Hernandez-Camacho, J. 1992. Caracterización geográfica de Colombia. En: G. Halffter. (Comp.). La diversidad biológica en Iberoamérica, I. Instituto de Ecología, Xalapa, Ver. México. pp. 45-104.
- Hidalgo, R. 1995. Conservación *ex situ*. En: Documentación de recursos fitogenéticos. Universidad Nacional de Colombia-sede Palmira, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). CIAT. Palmira. Pp. 1-9.
- IUCN, BGCS and WWF. 1989. The botanic gardens conservation strategy. IUCN Botanic Gardens Conservation Secretariat, Kew Ritchmond UK and WWF and IUCN Gland, Switzerland.
- Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis y Universidad de los Andes, Centro de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura (CIFA). 1998. Diseño preliminar para el Manual Verde de Bogotá D.C. Informe Técnico. Jardín Botánico de Bogotá.

- Laurance, W.F. and Bierregaard, Jr., R.O. 1997. Tropical forest remnants. Ecology, management, and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press, United States of America.
- Lugo, A.E. 1988. Estimating reductions in the diversity of tropical forest species. In: Wilson, E.O., and Frances M., P. (Eds.). Biodiversity. National Academy Press, Washington, D.C. pp. 58-70.
- Luteyn, J.L. 1992. Páramos: ¿Why study them?. In: H. Balslev and Luteyn, J.L. Páramo. An Andean Ecosystem under Human Influence. Academic Press.
- Mafla, G. 1995. Manejo de datos e información de la colección *in vitro* de yuca (*Manihot esculenta*, Crantz. En: Documentación de recursos fitogenéticos. Universidad Nacional de Colombia-sede Palmira, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). CIAT. Palmira. Pp. 1-11.
- Meffe, G.K., Carroll, C.R. et al., 1994. Principles of conservation biology. Sinauer Associates. Sunderland.
- Mittermeier, R.A., Robles, G.P. y Goettsch, M.C. 1997. Megadiversidad: Los países biológicamente más ricos del mundo. CEMEX, Canada.
- Molano, J. 1995. Paisajes de la alta montaña ecuatorial. En: el Páramo. Ecosistema de Alta Montaña. Serie Montañas Tropoandinas. Vol. I. Fundación Ecosistemas Andinos.
- Monasterio, M. y J. Celecia. 1991. El norte de los Andes tropicales, Sistemas naturales y agrarios en la Cordillera de Mérida. UNESCO. Revista Ambiente No. 68, La Plata Argentina.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. Conservation Biology, 4(4): 355-364.
- Ojeda, I., Pereiras, J. And Basanta, M. 1988. Vertical distribution of photosynthetic and non-photosynthetic phytomass in *Ulex europaeus*. In: Werger, W.J.A., van der Aart, P.J.M and Verboeven, J.T.A. (eds.). Plant form and vegetation structure. Academic Publishing, The Hague, The Netherlands. Pp. 183-190.

- Premauer, M. J.M. 2000. Efecto de diferentes regímenes de disturbio por fuego y pastoreo sobre la estructura horizontal y vertical de la vegetación del páramo (Parque Nacional Natural Chingaza). Tesis de pregrado en Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Ramírez, C., Carrizosa, S., Rivera, O.D. y Linares, E. 1997. Conservación de germoplasma de moras silvestres (*Rubus* spp) en la cuenca del río El Palmar, Municipio de Ubaque, (Cundinamarca, Colombia): II. Conservación y manejo ex situ. Plant Genetic Resources Newsletter, 115:13-22.
- Rangel Ch., J.O. 2000. Amenazas sobre la flora, la vegetación y los ecosistemas de Colombia. Pérez-Arbelaesia 5(11): 18-26.
- Ricklefs, R. 1987. Community diversity: Relative roles of local and regional processes. Science 235:167-171.
- Ricklefs, R.E., Naveh, Z. and Turner, R.E. 1984. Conservation of ecological processes. IUCN. Vol.4, supl. No.8.
- Risser, P.G. 1987. Landscape ecology: state of the art. In: Billings Colley, F:A; Lange, O.L; Olson, J.S; Remmert H. Ecological studies landscape heterogeneity and disturbance. Pp. 3-14.
- Rivera O., Olmos S., J.R., Flórez G., O.E., Sánchez, L.R. y Cordoba, C. 1998. Conservación del bosque andino y páramos de la Sabana de Bogotá. Avances de Proyecto. Jardín Botánico de Bogotá, Alcaldía mayor de Bogotá D.C.
- Rivera, D., Linares, E., Carrizosa, M.S. y Ramírez S., C. 1997. Conservación de germoplasma de moras silvestres (*Rubus* spp) en la cuenca del río El Palmar, Municipio de Ubaque, (Cundinamarca, Colombia): I. Distribución y ecología. Plant Genetic Resources Newsletter, 111:40-52.
- Samper, C. 2000. Explicación de fenómeno de la pérdida de diversidad, específicamente la extinción de plantas. . Pérez-Arbelaesia, 5(11):11-17.
- Sarmiento, L.; Monasterio, M. and Montilla, M. 1990. Succession, regeneration and stability in high andean ecosystems and agroecosystems: the rest-fallow strategy in the "páramo Gavidia". Ve-

- nezuela. *Geographica Bernensia*. African Studies series. A8. Pp.197-210.
- Sarmiento, L. y Monasterio, M. 1993. Elementos para la interpretación ecológica de un sistema agrícola campesino de los páramos venezolanos. En: M. Rabey (ed.). *El uso tradicional de los recursos naturales en montañas: Tradición y transformación*. UNESCO-ORCYT, Montevideo. Pp. 55-77.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J. and Margules, C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation. *Conservation Biology*, 5:18-32.
- Solbrig, O.T. 1991. Biodiversity: Scientific issues and collaborative research proposals. MAB Digest 9, UNESCO, Paris.
- Sturm, H. y Rangel-Ch, J.O. 1985. *Ecología de los páramos andinos: Una visión preliminar integrada*. Biblioteca J. Jerónimo Triana. Instituto de Ciencias Naturales-MHN., No. 9. Bogotá.
- Turner, M.G. 1989. Landscape ecology: The effect of pattern on process. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 20:171-197.
- Turner, M.G. and Gardner, R.H.. 1991. Quantitative methods in landscape ecology: An introduction. In: Turner, M.G. and Gardner, H.R. (eds.). *Quantitative methods in landscape ecology. The analysis and interpretation of landscape heterogeneity*. Springer-Verlag. New York. Pp. 3-14.
- Turner, M.G., (ed.). 1987. *Landscape heterogeneity and disturbance*. Springer-Verlag, New York.
- Turner, M.G., Romme, W.H., Gardner, R.H., O'Neill, R.V. and Kratz, T.K. 1983. A revised concept of landscape equilibrium: Disturbance and stability on scaled landscapes. *Landscape Ecol.* 8(3): 213-227.
- Vargas, R. O. y Rivera, O.D. 1990. El Páramo un ecosistema frágil. *Cuadernos de Agroindustria y Economía Rural*, No. 25, Pp. 145-163. Universidad Javeriana, Bogotá.
- Verweij, P.A. 1995. *Espatial and temporal modelling of vegetation patterns. Burning and grazing in the paramo of los Nevados National Park, Colombia*. ITC No. 30. Enschede, The Netherlands.

- Wilson, E.O. 1994. La diversidad de la vida. Crítica, Barcelona.
- Wilson, E.O., and Frances M., P. (Eds.). 1988. Biodiversity. National Academy Press, Washington, D.C.
- Wyse Jackson, P.S. and Sutherland, L.A. 2000. International agenda for botanic gardens in conservation. Botanic Gardens Conservation International, U.K.