

PÉREZ ARBELAEZIA

Diciembre de 2006

ISSN 0120-7717



Mutisia clematis L

Jardín Botánico de Bogotá
José Celestino Mutis
Centro de Investigación y Desarrollo Científico



ENRIQUE PÉREZ ARBELÁEZ
1986 - 1972

Sacerdote - Investigador
Fundador del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

PÉREZ
ARBELÁEZIA

Publicación del Jardín Botánico de Bogotá 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 clematilis L.

Planta ornamental nativa seleccionada 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*.

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



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D. C.**

Alcalde Mayor de Bogotá D. C.
Luis Eduardo Garzón

Jardín Botánico de Bogotá
"José Celestino Mutis"

Directora
Martha Liliana Perdomo Ramírez

Secretaria General
Angélica Díaz Ortiz

Jefe Oficina Asesora Jurídica
Edna Patricia Rangel Barragán

Jefe Oficina Asesora de Control Interno
Nancy Sanabria Rojas

Asesor de Planeación
Vladimir Forero Serrano

Subdirectora Científica
Claudia Córdoba García

Subdirector Técnico Operativo
Rolando Higueta Rodríguez

Subdirectora Educativa y Cultural
Paola Liliana Rodríguez Suárez

PÉREZ ARBELAEZIA

Número 17 - Diciembre de 2006

Publicación Anual

PÉREZ - ARBELAEZIA

La revista *Pérez Arbelaezia* es la publicación científica anual del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Está dirigida a investigadores, estudiantes, científicos y a todas las personas interesadas en los temas que esta aborda.

Publica artículos científicos originales e inéditos que desarrollan temas de botánica, biología de especies y ecología de ecosistemas altoandinos; a la vez, abre el espacio para la presentación de ensayos, reflexiones, revisiones y conferencias que aportan al conocimiento de dichas disciplinas, así como de otras áreas misionales de la entidad tales como la arborización urbana, la agricultura urbana y la educación ambiental.

Comité Editorial

Martha Liliana Perdomo	Directora
Claudia Córdoba	Subdirectora Científica
Paola Rodríguez	Subdirectora Educativa y Cultural
Santiago Madriñán Restrepo	Profesor. Departamento de Ciencias Biológicas Universidad de los Andes
Hernán Mauricio Romero	Profesor. Departamento de Biología Universidad Nacional de Colombia
Andrés Etter Rothlisberger	Profesor - Investigador Departamento de Biología y Territorio Universidad Javeriana

Editores

Patricia Jaramillo Martínez
Germán I. Andrade Pérez

Comité Científico



Alberto Gómez Mejía	Presidente	Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia
Claudia Córdoba	Subdirectora Científica	Jardín Botánico
Francisco Sánchez	Asesor	Jardín Botánico
Gustavo Morales	Coordinador Colecciones	Jardín Botánico
Ricardo Pacheco	Investigador	Jardín Botánico
Rito Hernán Cardozo	Investigador	Jardín Botánico
Rolando Higueta	Subdirector	
	Técnico Operativo	Jardín Botánico
Sandra Cortés	Investigadora	Jardín Botánico

Grupo de Árbitros

Antonio Luis Mejía	Biólogo - Investigador	Labfarve
Carlos César Parrado	Director	Institución Ferial de Barbastro - IFB
Carlos Valderrama	Coordinador Diseño de Áreas y SIG	Wildlife Conservation Society - Programa Colombia
David Rivera	Biólogo - Investigador	Independiente
Edgar E. Cantillo H.	Ingeniero Forestal - Investigador - Docente	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Heliodoro Sánchez	Ingeniero Forestal - Investigador - Docente	Independiente
Jaime Aguirre	Director	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
María Teresa Pulido	Profesora - Investigadora	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Méjico.
Marina A. Correa	Docente	Universidad Nacional de Colombia
Orlando Vargas	Profesor - Investigador	Universidad Nacional de Colombia
Santiago Díaz P.	Presidente	Academia de Historia

PÉREZ ARBELAEZIA

Publicación anual

© 2006 - Jardín Botánico de Bogotá 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.

Coordinación general

Paola Rodríguez Suárez - Subdirectora Educativa y Cultural

Coordinación editorial

Patricia Jaramillo M. - Comunicación Ambiental

- Corrección:

Germán Ignacio Andrade Pérez

Camila Gaitán Gaitán

Juan Carlos Gómez Amaya

- Diseño y diagramación: Bibiana Andrea Alturo M.

Impresión

Universidad Nacional de Colombia - Unibiblos

Ilustración carátula

Alfonso Robledo Anzola - Arquitecto.

Logo Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Mutisia clematis L.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Av. Calle 63 No. 68-95 / Teléfono: 437 7060 / Fax: 630 5075

www.jbb.gov.co

CONTENIDO

Presentación.....	8
Dinámica de la germinación y desarrollo plantular en <i>Plantago australis</i> Lam. ssp. <i>oreades</i> (Decne) Rahn	
Héctor Orlando Lancheros.....	11
Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre la producción de biomasa en <i>Plantago australis</i> Lam. ssp. <i>oreades</i> (Decne) Rahn	
Héctor Orlando Lancheros / Hernán Cardozo.....	23
Estudio etnobotánico del manejo, uso y comercialización de plantas arvenses comestibles en las plazas de mercado de Bogotá, D.C. Colombia	
Nathalia Molina.....	37
Extracción de taninos de frutos del mortiño, <i>Hesperomeles goudotiana</i> Decne Killip. Rosaceae, Para ser utilizado en la formulación de un jabón con propiedades astringentes	
María Eugenia Torres.....	53
Planes locales de arborización urbana: estructura y distribución del arbolado de la localidad de Chapinero	
Manuel José Amaya Arias.....	67
Producción de estructuras reproductivas de <i>Ulex europaeus</i> y <i>Teline monspessulana</i> en tres tipos de vegetación en el Cerro de Monserrate, Bogotá, D.C. – Colombia	
Héctor Felipe Ríos A.....	93
Contribución al estudio de la distribución vertical de epifitas vasculares en un relicto boscoso de Junín, Cundinamarca. Colombia.	
Carlos A. Rodríguez Beltrán.....	121
Hongos liquenizados como bioindicadores: macrozonas de isocontaminación atmosférica de Bogotá, D.C. (Cundinamarca, Colombia)	
Wilmer González Aldana.....	137
Hongos fitopatógenos de cuatro especies arbóreas en el contexto urbano	
Raúl Manuel Posada.....	155
Los ecosistemas de manglar en Colombia: situación actual y perspectivas	
Ricardo Álvarez León.....	169
Estudio corológico y fenológico de ocho especies del bosque andino con fines de restauración ecológica	
Yesid Lozano Ramírez / Leonardo Molina Portuguese / Jairo Silva Herrera / Claudia Alexandra Pinzón.....	187
Requerimientos de edición para la publicación de artículos en la revista.....	211

PRESENTACIÓN

Apreciado lector:

Me complace mucho tener el gusto de presentar el ejemplar número 17 de la revista científica del Jardín Botánico *Pérez Arbelaez*. Con este hemos logrado dar continuidad a la publicación y cumplir los requisitos para su indexación, posición que vincula las investigaciones aquí presentadas al saber de la comunidad científica internacional. Esperamos sea un logro a partir de este número, en el cual podremos apreciar cómo cada vez con mayor claridad se perfila la especialización de las investigaciones adelantadas en el Jardín por un selecto grupo de científicos, así como por parte de las entidades afines sobre los ecosistemas tropicales de alta montaña.

Por tal motivo encontrarán en este ejemplar los resultados de investigaciones que aportan al conocimiento de nuestros ecosistemas y sus componentes como: Dinámica de la germinación y desarrollo plantular en *Plantago australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne) Rahn; Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre la producción de biomasa en *Plantago australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne) Rahn; Estudio etnobotánico del manejo, uso y comercialización de plantas arvenses comestibles en las plazas de mercado de Bogotá, D.C., Colombia; Extracción de taninos de frutos del mortiño (*Hesperomeles goudotiana* Decne Killip. Rosaceae) para ser utilizados en la formulación de un jabón con propiedades astringentes.

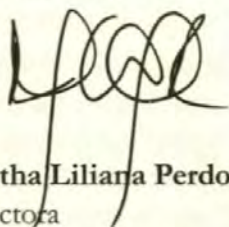
También encontrarán los artículos: Planes locales de arborización urbana: estructura y distribución del arbolado de la localidad de chapinero; Producción de estructuras reproductivas de *Ulex europaeus* y *Teline monspessulana* en tres tipos de vegetación en el Cerro de Monserrate, Bogotá D.C., Colombia; Contribución al estudio de la distribución vertical de epifitas vasculares en un relicto boscoso de Junín, Cundinamarca, Colombia; Hongos liquenizados como bioindicadores: macrozonas de isocontaminación atmosférica de Bogotá,

D.C., Cundinamarca, Colombia; Hongos fitopatógenos de especies arbóreas;
Los ecosistemas de manglar en Colombia: situación actual y perspectivas;
Estudio corológico y fenológico de ocho especies del bosque andino con fines
de restauración ecológica.

Sea esta la oportunidad para despedirme, pues a partir del próximo año estaré
prestando mis servicios al Distrito y a la comunidad a través de la dirección de la
recién creada Secretaría Ambiental, desde donde seguiré velando por el futuro
del Jardín, entidad en la cual, gracias a un equipo humano comprometido, pude
avanzar en la concreción de muchos de sus objetivos y proyectos.

Espero que el conocimiento aquí publicado sea de gran utilidad para la
conservación, conocimiento y adecuado manejo de nuestros ecosistemas.

Cordialmente,



Martha Liliara Perdomo Ramírez

Directora

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Estudio corológico y fenológico de ocho especies del bosque andino, Bogotá D.C., Cundinamarca – Colombia.

Por

YESID LOZANO RAMÍREZ¹

LEONARDO MOLINA PORTUGUEZ²

JAIRO SILVA HERRERA³

CLAUDIA ALEXANDRA PINZÓN⁴

Recibido: 23 de abril de 2007 / Aceptado: 29 de mayo de 2007

Resumen

Los cambios de uso y de ocupación del suelo en las áreas rurales del Distrito Capital han llevado a la fragmentación de sus bosques andinos. Para diseñar proyectos de conservación y restauración ecológica orientados a establecer las condiciones iniciales de estos ecosistemas es necesario conocer la biología de las especies que habitan estas formaciones vegetales. La presente investigación tuvo como objeto estudiar la corología y fenología para las especies *Ageratina aristei*, *Buddleja bullata*, *Cordia cylindrostachya*, *Eupatorium angustifolium*, *Holodiscus argenteus*, *Miconia squamulosa*, *Palicourea vaginata* y *Piper bogotense*.

Luego del análisis espacial se encontró que la distribución de estas especies se da en los pisos bioclimáticos andino, altoandino y subpáramo, entre regímenes de humedad húmedo y semihúmedo, con precipitaciones de 900 a 1200 mm y temperaturas menores a 13°C, con una pendiente máxima de 50° y la distribución potencial se da en los cerros orientales, la parte sur de la localidad de Sumapaz y las veredas Los Ríos, Peñaliza, Laguna Verde y Santa Helena.

1. Ingeniero Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. forestalyr@yahoo.com

2. Ingeniero Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. leo_forestal@yahoo.com

3. Ingeniero Forestal. Docente de Silvicultura y Fitomejoramiento. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Director interno de la investigación. lsilva@udistrital.edu.co

4. Ingeniera Forestal. Profesional Universitaria Subdirección Científica. Jardín Botánico de Bogotá.

Directora externa de la investigación. apinzon@jbb.gov.co

* Artículo producto de la investigación realizada dentro del convenio Cooperación Interadministrativo No. 369 de 2004, celebrado entre del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, con el apoyo de la Secretaría Distrital de Ambiente.



El comportamiento fenológico de las ocho especies se muestra en dendrofenogramas que relacionan los factores climáticos con las fenofases presentes en la especie en un momento determinado; el brillo solar es el factor que influye en la mayoría de las especies para la aparición de los fenómenos. Se sugieren observaciones más detalladas a partir del comportamiento de las especies y la situación encontrada en las zonas de estudio.

Palabras Clave

Corología, distribución geográfica, bosque andino, fenología, dendrofenogramas, cerros orientales, Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia.

Corological and fenological research about eight species that inhabit andino forest in Bogota D.C. (Cundinamarca, colombia)

Abstract

Changes in land use and occupation in rural areas of Bogota have produced the fragmentation of their andino forests. To be able to design ecological conservation and restoration projects oriented to establish the initial conditions of these ecosystems, it is necessary to know the biology of species that inhabit these vegetal formations. The main objective of the research that we are presenting here was to study the corology and fenology of the following species: *Ageratina aristei*, *Buddleja bullata*, *Cordia cylindrostachya*, *Eupatorium angustifolium*, *Holodiscus argenteus*, *Miconia squamulosa*, *Palicourea vaginata* y *Piper bogotense*.

After spatial analyses, we could determine that the distribution of these species is spread out in the following bioclimatic zones: andino, high-andino and sub-moor, in humidity regimes that vary from 900 to 1200 and temperatures which are less than 13° Celcius, whose highest gradient is 50°. The potential distribution is extended over the eastern hills, the southern region of Sumapaz, and Los Ríos, Peñaliza, Laguna Verde y Santa Helena sidewalks.

The fenological behavior of these species is shown in the dendrofenograms, where climatic factors were related to the fenophases detected at a specific time. Sunlight is the most important influence on almost all these species, so it is essential to generate the phenomena. More detailed observations are suggested considering the behavior of these species and the situation found in the study areas.



Key words

Corology, geographic distribution, andino forest, fenology, dendro-fenograms, eastern hills, Bogota D.C., Cundinamarca, Colombia.¹

INTRODUCCIÓN

Los bosques andinos se caracterizan por cumplir un papel importante en la regulación de los ciclos hidrológicos en los sistemas de montaña, por albergar diversidad biológica y por la dificultad que existe para utilizarlos sin producir cambios irreversibles. En Bogotá D.C. se encuentran reservas de bosques andinos ubicadas principalmente en el área de la cordillera oriental donde, gracias a gestiones estatales, se han logrado conservar estas áreas de importancia ecológica para la ciudad y el país.

La fuerte presión antrópica ejercida sobre los hábitats naturales aledaños al Distrito Capital ha generado un cambio en el paisaje que tiene como respuesta alteraciones de orden biótico y abiótico que inciden en la dinámica de estos sistemas biológicos. El desconocimiento general de la estructura, composición e interacción de las especies vegetales que componen estos ecosistemas hace necesario interpretar sus ritmos biológicos junto con su capacidad de distribución en el mosaico montañoso de los Andes.

Los autores de estudios corológicos y fenológicos de la vegetación que se localiza en las áreas rurales del Distrito Capital son escasos, entre estos se encuentran los aportes de Cuatrecasas 1958, Lozano y Schnetter 1976, Aguirre y Rangel 1986, Roncancio et al. 1988, Vargas y Zuluaga 1985, Páramo 1990 y Salamanca y Camargo 1993, que estudian en su mayoría aspectos ecológicos a nivel de comunidad y no de poblaciones.

El presente trabajo buscó estudiar la corología —estudio de las leyes por las cuales se rige la distribución de las plantas sobre la tierra— y la fenología —estudio de la temporalidad de los eventos biológicos cíclicos— de *Ageratina aristei*, *Budleja bullata*, *Cordia cylindrostachya*, *Eupatorium angustifolium*, *Holodiscus argenteus*, *Miconia squamulosa*, *Palicourea vaginata* y *Piper bogotense*, especies que se caracterizan por ser pioneras y que ayudan a la reactivación de la dinámica sucesional en los bosques andinos.

1. Traducción realizada por Myriam Ximena Arenas Orbegozo. xsueno@hotmail.com.



Los resultados de esta investigación son: identificación de las áreas donde se presentan las mayores probabilidades de encontrar individuos de las especies evaluadas —distribución potencial—, la distribución real de sus poblaciones, dos dendrofenogramas en los que se describen cambios sexuales y asexuales por especie, un mapa base de áreas prioritarias para conservación y restauración ecológica y ocho fichas técnicas que reúnen toda la información anterior, convirtiéndose en una herramienta básica para complementar estudios relacionados con la restauración ecológica de la vegetación natural ubicada en las zonas andina y altoandina del Distrito Capital.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Metodología aplicada al estudio corológico

Para esta investigación se utilizó, con algunas modificaciones, la metodología planteada por el especialista Gabriel Páramo (2003). Los cambios están asociados con la introducción de dos nuevos parámetros —piso bioclimático y estrato— a las tablas de distribución, con el filtro de la información que no era útil —hecho que facilitó la reclasificación de la información al momento de realizar la modelación espacial para llegar a definir la distribución potencial de las especies— y con la definición de los polígonos de extensión de la presencia (IUCN 2001) dentro de las cartas corológicas finales. En el análisis espacial se tuvieron en cuenta todas las características encontradas en cada uno de los individuos muestreados, ya fuera dentro de una población o como una referencia aislada, con el fin de no generar un sesgo en la reclasificación de la información y, por lo tanto, dar un resultado preciso de distribución potencial por especie.

El estudio de *Ageratina aristei*, *Buddleja bullata*, *Cordia cylindrostachya*, *Eupatorium angustifolium*, *Holodiscus argenteus*, *Miconia squamulosa*, *Palicourea vaginata* y *Piper bogotense* se realizó en el Jardín Botánico de Bogotá. Estas especies son aptas para la conservación por su alto valor ecológico, la fragilidad de sus poblaciones y las características biológicas que tienen para propiciar la restauración ecológica de las áreas rurales del Distrito Capital. Se consultó la información disponible sobre la distribución geográfica y las características morfológicas y ecológicas de cada una de ellas. Se tomaron datos sobre la localización y los sitios donde han sido colectadas; para esto se revisaron: el herbario del Jardín

Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, JBB, las referencias publicadas por el Herbario Nacional colombiano, COL, y el Herbario Gilberto Emilio Mahecha de la Universidad Distrital y las bases de datos disponibles por Internet de los herbarios del Missouri Botanical Garden, MO, del New York Botanical Garden, NY, del Kew Herbarium y del Smithsonian Institution.

Para reconocer la distribución real y determinar una distribución potencial se efectuaron salidas de campo (Tabla 1) que cubrieron la mayor parte del área de estudio —los cerros orientales y la localidad rural de Sumapaz—; en ella se observaron y se determinaron las condiciones de hábitat de cada una de las especies seleccionadas, se identificaron individuos y se determinó para cada uno la ubicación geográfica mediante GPS, con una precisión de 12 m. Una vez obtenida la información sobre la localización de cada una de las especies se sistematizó dicha información en una base de datos en la cual se registró la siguiente información por especie: código, municipio, vereda, sitio, altitud, coordenadas norte y este, colector y herbario, localidad, piso bioclimático y estrato.

Para los pisos bioclimáticos se tuvo en cuenta la clasificación propuesta por Cuatrecasas (1958) así: andino (2600 – 2800 m); altoandino (2800 – 3100 m); subpáramo (3100 – 3400 m) y páramo (3400 – 3800 m). La distribución de individuos por estrato —estructura— se hizo siguiendo la propuesta de Rangel & Lozano (1986) así: herbáceo (h): 0.3 – 1.5 m; arbustivo (ar): 1.5 – 5 m; subarbóreo o de arbolitos (ar): 5 – 12 m; arbóreo inferior (ai): 12 – 25 m y arbóreo superior (as): >25 m.

Nombre del recorrido	Longitud (km)	Reserva visitada
Parque Nacional	4	Cerros orientales
Boquerón – Cll. 72	18,8	Cerros orientales
Granizo – Monserrate	15	Cerros orientales
San Francisco – La Calera	12	Cerros orientales
La Aguadora – La Calera	11	Cerros orientales
Parque entre nubes	10	Cerros orientales
San Cristóbal – Cerro Cruz Verde	11,5	Cerros orientales
PNN Sumapaz	10,3	PNN Sumapaz

Tabla 1. Salidas de campo y reservas visitadas.



Una vez alimentadas las bases de datos por especie se procedió a la realización de los mapas de ubicación y distribución utilizando la cartografía base IGAC de Bogotá suministrada por el Jardín Botánico (escala 1:100000) y teniendo como soporte el SIG ARC VIEW versión 3.2. De esta manera cada localidad registrada indica la existencia de la especie lo cual es representado por un punto como una abstracción de la realidad.

En términos operativos se suele aceptar que una población está formada por un grupo de individuos de un taxón que se encuentra separado de otros grupos del mismo taxón por una distancia tal que hace esporádico o despreciable el flujo génico entre ellos. No obstante, diversas razones de tipo práctico relacionadas con la aplicación de los criterios establecidos según IUCN (2001), sugieren que la distancia umbral que marca la separación entre dos poblaciones es de 1 km, aunque esta pauta deberá ajustarse a las peculiaridades de cada especie (Krebs 1986). Los modelos espaciales incluyen un mapa de pisos bioclimáticos con base en las curvas de nivel, un mapa de isotermas, un mapa de isoyetas, un mapa de pendientes en grados —con 10 rangos (0° – 84°) que permiten la obtención de información específica por individuo— y un mapa de coberturas vegetales para el Distrito Capital desarrollado por Páramo (2003).

Se realizaron operaciones algebraicas y topológicas entre los mapas —intersecciones, uniones y disoluciones— con la información contenida en los mapas base, en las localidades confirmadas y aproximadas de las especies —distribución real—, en los núcleos poblacionales, en los pisos bioclimáticos y en las pendientes y coberturas vegetales. Estas operaciones dieron como resultado la clasificación de áreas donde es posible tener mayor probabilidad de encontrar y reubicar individuos de las especies estudiadas, gracias a sus características fisiográficas y climáticas.

Metodología aplicada al estudio fenológico

Localización de las áreas de muestreo

En esta fase del proyecto se realizaron las respectivas visitas de campo a las áreas reservas forestales de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB, en los cerros orientales.



Especies	Reservas seguimiento fenológico
<i>Ageratina aristei</i>	Predio Granizo - Monserrate, reserva San Francisco
<i>Eupatorium angustifolium</i>	Predio Granizo - Monserrate, reserva San Francisco
<i>Holodiscus argentens</i>	Predio El Boquerón - Monserrate, reserva San Francisco
<i>Buddleja bullata</i>	Vía Bogotá - Choachí
<i>Palicourea vaginata</i>	Reserva La Aguadora
<i>Cordia cylindrostachya</i>	Reserva La Aguadora
<i>Miconia squamulosa</i>	Reserva La Aguadora
<i>Piper bogotense</i>	Reserva La Aguadora

Tabla 2. Localización de las especies.

Selección de individuos para las observaciones fenológicas

Para la selección de los individuos se tuvieron en cuenta las siguientes características:

- Grado de madurez del individuo. Se seleccionaron individuos maduros o jóvenes en transición a la madurez, no árboles en senectud o niñez.
- Plagas y enfermedades. Cada uno de los individuos seleccionados se encontraba en buen estado fitosanitario.
- Cantidad de individuos. Con base en las observaciones de campo y para facilitar la toma de datos se decidió que la cantidad de individuos por especie fuera de un mínimo de cinco.

Los fenómenos observados fueron:

- Floración. Botón floral y flor abierta.
- Fructificación. Frutos verdes y frutos maduros.
- Follaje. Brote y follaje maduro.

Recopilación de la información fenológica

Cada uno de los fenómenos anteriormente descritos fue registrado en un formulario, a partir de la información tomada de tres ramas distribuidas por la copa de los árboles, ramas que abarcaban el área superior, inferior y media, para cada uno de los cinco individuos seleccionados por especie.

El formulario contiene el código asignado a cada especie—iniciales del nombre científico—, su nombre científico, su nombre común, la familia, la fecha del registro, las observaciones adicionales —control de malezas, fertilizaciones, aparición y control de plagas y enfermedades, cosecha, etcétera— y el nombre del observador.



La tabla de reporte fenológico contiene filas con la numeración específica para cada individuo evaluado por especie y columnas con la información referente a floración —botón, abierta—, fructificación —verde, maduro— y follaje —brote, maduro— en cada una de las ramas —R1, R2 y R3— de los árboles.

En el formulario se manejaron dos escalas, una de tipo cuantitativo (Fournier 1975) que permite establecer el número preciso de flores, frutos y follaje y que se complementa con la medición del crecimiento de las ramas, y otra de tipo cualitativo que permite correlacionar los datos obtenidos con el comportamiento en general de todo el individuo.

La toma de datos se llevó a cabo con una intensidad de una o dos veces por mes según la fenofase presente en el árbol y la incidencia de los factores climáticos en su desarrollo.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

El procesamiento de los datos se hizo aplicando la herramienta estadística SPSS 14.0 para *Windows*, lo que facilitó la interpretación de los resultados. Para evitar el sesgo de los datos climáticos, a partir de un solo dato obtenido de la estación más cercana al sitio de muestreo, se modeló la información suministrada por las siete estaciones meteorológicas con influencia sobre el área de estudio mediante el software *Golden Surfer* 8.0 modelación Kriging. Esto permitió sobreponer las coordenadas de los lugares de muestreo fenológico y de esta manera se obtuvo el dato exacto de la variable climática evaluada, haciendo que el resultado fuera preciso.

Elaboración de los dendrofenogramas

Los gráficos contienen dos escalas, la primera representa el promedio de los cambios biológicos evaluados en campo y la segunda corresponde al análisis multianual de los factores climáticos —precipitación y brillo solar—; todo esto sobre la escala de tiempo, que en relación con el estudio inicia en el mes en el que se tomaron los primeros datos fenológicos.

La utilización de los dendrofenogramas da una visión rápida del comportamiento fenológico de los árboles durante un año y permite descubrir relaciones entre los fenómenos y el clima mediante un gráfico (Fournier 1966).



RESULTADOS

Nombre científico: *Ageratina aristei* (B.L. Rob)

Familia: Asteraceae **Nombre común:** Amargoso

El total de los individuos está agrupado en seis núcleos poblacionales que se encuentran apartados por condiciones topográficas. La especie se distribuye en los pisos bioclimáticos andino, altoandino y subpáramo, sin superar los 3200 m; los individuos se encuentran en orillas de caminos o potreros asociados a *Eupatorium angustifolium* y *Piper bogotense*. Las áreas probables de distribución para *A. aristei* se enmarcan en pendientes que van desde los 0° hasta los 40°, con topografía plana a escarpada, temperaturas entre los 6° y 13°C, precipitaciones medias multianuales de 900 a 1100 mm, altura promedio de 3000 m y zonas abiertas con tolerancia total a la luz (Figura 1).

Las variables de carácter sexual —floración y fructificación— evaluadas para la especie presentan para botón floral un comportamiento que surge como respuesta al brillo solar y gráficamente se puede evidenciar este comportamiento teniendo los valores máximos entre los meses de agosto y octubre del año 2005 y junio y julio del año 2006; sin embargo, el período de principio de año con época seca muestra un incremento en brotes florales pero alternado con la presencia muy representativa de frutos verdes (Gráfico 1).

Nombre científico: *Buddleja bullata* (Kunt & Humboldt)

Familia: Buddlejaceae **Nombre común:** Salvia

La extensión de presencia agrupa dos núcleos poblacionales con algunos individuos aislados. No se halló la presencia de individuos en estado de brinjal o áreas con buena regeneración natural. La distribución potencial se caracteriza por pendientes que van hasta los 40°, topografía plana a poco inclinada, altura promedio de 2974 m, zonas de alta humedad, vegetación boscosa, temperatura promedio de 13°C y precipitación media multianual de 1000 mm. La distribución potencial se ve limitada principalmente por las condiciones topográficas del área de estudio, ya que las zonas húmedas se localizan en los enclaves montañosos asociados a pequeñas quebradas (Figura 2).

El comportamiento de los fenómenos de floración y fructificación para la especie se dan de manera secuencial, coincidiendo el valor cuantitativo máximo de botones florales con el valor máximo de brillo solar (Gráfico 3).

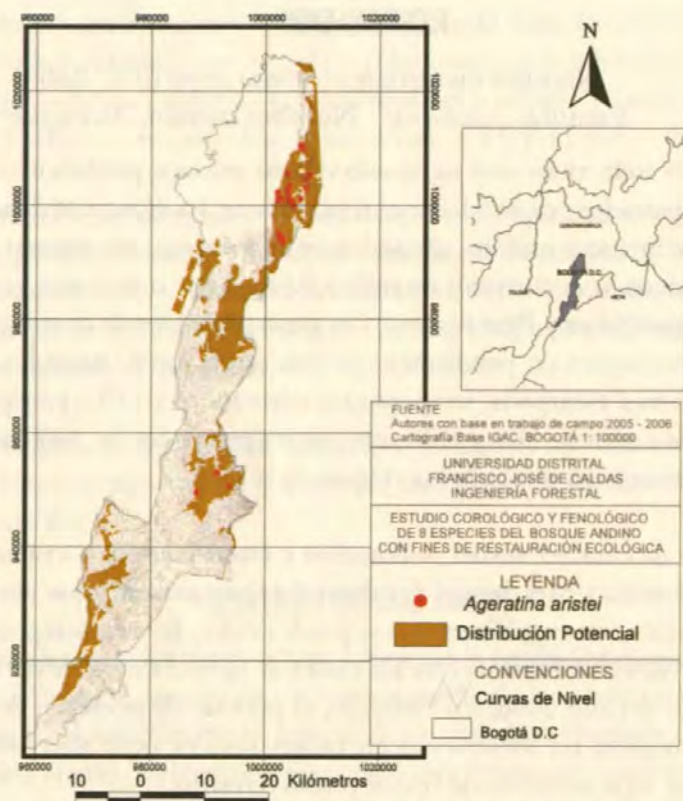
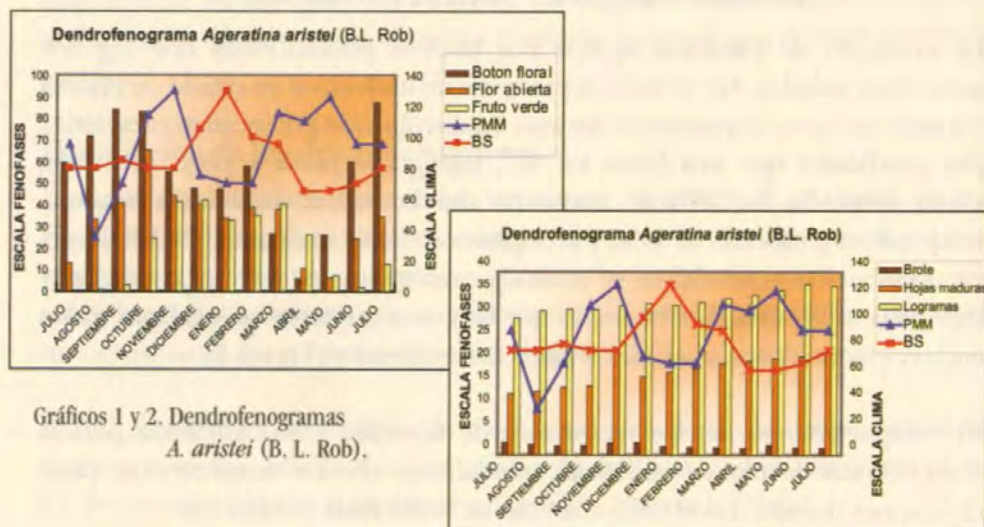


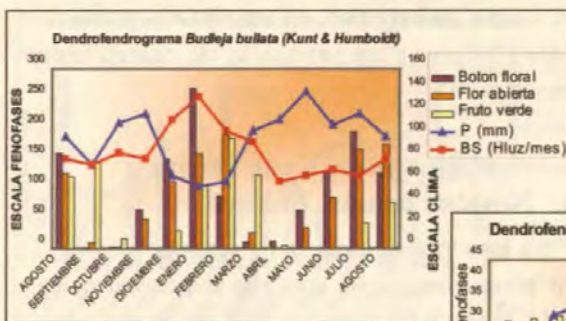
Figura 1. Carta corológica *A. aristei* (B. L. Rob).



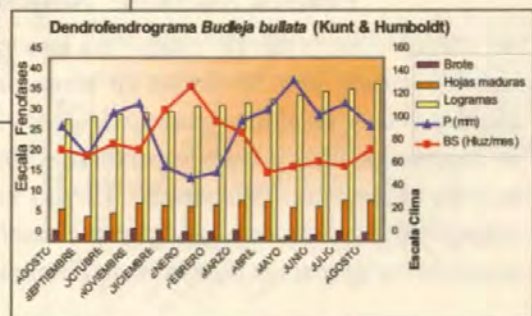
Gráficos 1 y 2. Dendrofenogramas
A. aristei (B. L. Rob).



Figura 2. Carta corológica y dendrofenogramas *B. bullata* (Kunt & Humboldt).



Gráficos 3 y 4. Dendrofenogramas *B. bullata* (Kunt & Humboldt).





La especie mantiene un promedio de dos brotes foliares en una longitud de rama de 30 cm y su crecimiento durante el período evaluado fue cercano a los 9 cm en promedio, mostrando un desarrollo constante y gran vigorosidad (Gráfico 4).

Nombre científico: *Cordia cylindrostachya* (Ruiz & Pav.) Roem & Schult

Familia: Boraginaceae **Nombre común:** Salvio negro

Los individuos se encuentran en bosques bajos y matorrales altos. *C. cylindrostachya* se distribuye altitudinalmente desde los 2693 hasta los 3000 m, en zonas semihúmedas, húmedas y semiáridas, ocupando los pisos bioclimáticos andino y altoandino. Las poblaciones de esta especie están espaciadas por configuraciones geomorfológicas abruptas propias del terreno como crestas u ondulaciones. La distribución potencial se enmarca en áreas con alturas promedio de 2820 m, con preferencia de pendientes suaves a moderadas, coberturas vegetales con alturas entre los 1.5 y los 10 m, temperaturas promedio entre 8 y 15°C y precipitación media multianual de 900 a 1100 mm (Figura 3).

La precipitación es el fenómeno que incide claramente en la aparición de botones florales en la especie, teniendo la mayor cantidad pasada la época de más precipitaciones, pero sin coincidir con el brillo solar. Sus valores más representativos se dan entre los meses de octubre y diciembre y la ausencia casi total de estos en los meses de febrero a abril (Gráfico 5).

Su actividad fisiológica es bastante vigorosa en las ramas iniciales, con un promedio de 13 hojas maduras en 40 cm de longitud; en un año de evaluación pasó a 51 cm, con cerca de 21 hojas maduras y un promedio de cuatro brotes constantes en su desarrollo (Gráfico 6).

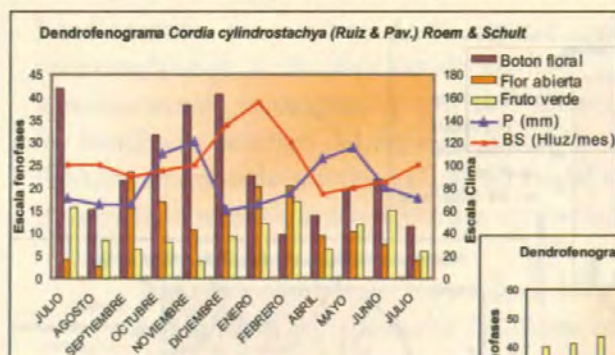
Nombre científico: *Eupatorium angustifolium* (Kunt) Spreng.

Familia: Asteraceae **Nombre común:** Blanquillo

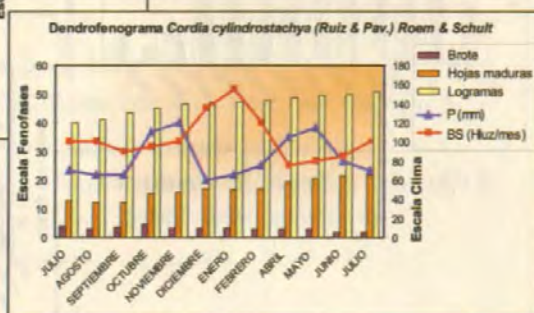
Se encontró un total de cuatro núcleos poblacionales representados por 20 individuos cada uno. Se ubican en zonas despejadas con alta influencia de luz, distribuyéndose en alturas que van desde los 2600 hasta los 3250 m, en coberturas de matorrales altos y bajos y pendientes suaves. Ocupa los pisos bioclimáticos andino, altoandino y subpáramo. El alto rango de distribución altitudinal y la adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas de *E. angustifolium* son parámetros que influyen de manera directa en su distribución potencial (Figura 4).



Figura 3. Carta corológica *C. cylindrostachya* (Ruiz & Pav.).



Gráficos 5 y 6. Dendrofenogramas *C. cylindrostachya* (Ruiz & Pav.).



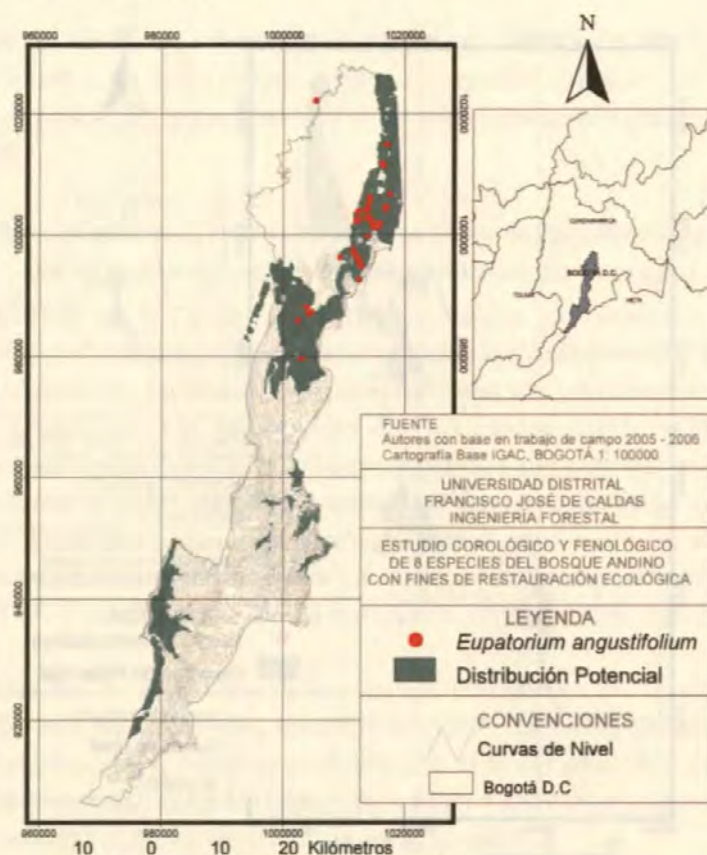
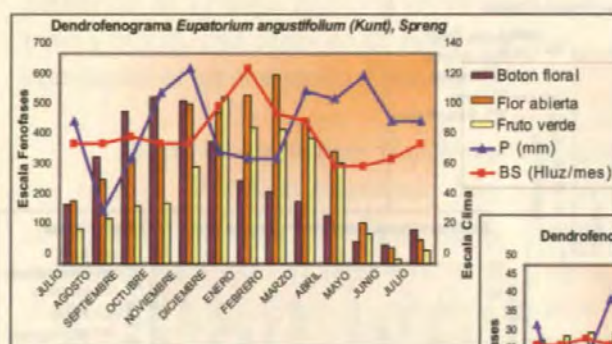
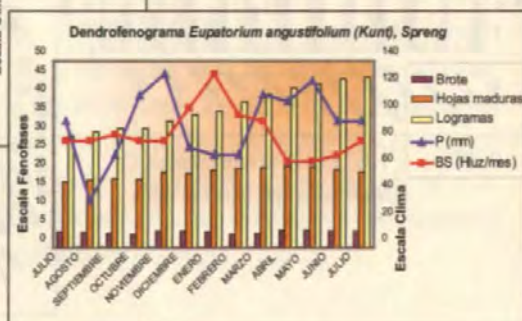


Figura 4. Carta corológica y *E. angustifolium* (Kunt). Spreng.



Gráficos 7 y 8. Dendrofenogramas *E. angustifolium* (Kunt). Spreng.





La familia Asteraceae es la que tiene mayor representatividad en este ecosistema en cuanto a diversidad y abundancia, manteniéndose evolutivamente por estrategias fisiológicas como la alta producción de flores y frutos a lo largo del año, en asocio con factores climáticos determinantes para su distribución. Es así como la especie a lo largo del año mantiene una producción constante de flores y frutos sin respuesta clara a los fenómenos climáticos de brillo solar y precipitación (Gráfico 7).

Nombre científico: *Holodiscus argenteus* (L.F.) Maxim

Familia: Rosaceae **Nombre común:** Cenizo

Se encontró un solo núcleo poblacional con un total de 20 individuos. Se ubican en zonas abiertas con influencia agropecuaria, riberas de caños y orillas de caminos. Se distribuye en alturas que van desde los 2920 hasta los 3450 m, con una altitud media de 3110 m, situándose en los pisos bioclimáticos altoandino y subpáramo, en pendientes muy suaves y zonas con temperatura promedio de 11°C y 1000 mm de precipitación media multianual y regímenes de humedad que van de semihúmedos a superhúmedos (Figura 5).

Los fenómenos reproductivos de floración y fructificación están presentes en buena forma durante todo el año (Gráfico 9), siendo flores abiertas el fenómeno con mayor representatividad y teniendo sus máximos en los primeros meses del año. El paso de botón floral a flor abierta es un fenómeno que no tiene un lapso de tiempo grande.

La dispersión de semillas de la especie está totalmente limitada, hecho relacionado con la distribución de los individuos. Se evidenció durante los levantamientos corológicos y por las observaciones generales realizadas a los bancos de semillas del suelo de los individuos evaluados que una de las limitantes para su desarrollo es el uso actual del suelo —potreros— y la ausencia de organismos biológicos que puedan ayudar a su dispersión.

Nombre científico: *Miconia squamulosa* (H. Karst. Ex Triana)

Familia: Melastomataceae **Nombre común:** Tuno esmeraldo

Para *Miconia squamulosa* se reportó un total de cuatro poblaciones asociadas a especies como *Cordia cylindrostachya*, *Piper bogotense*, *Eupatorium angustifolium* y *Ageratina aristei*. La distribución potencial se ve limitada a pequeñas áreas caracterizadas principalmente por ubicarse en zonas de alta humedad, en

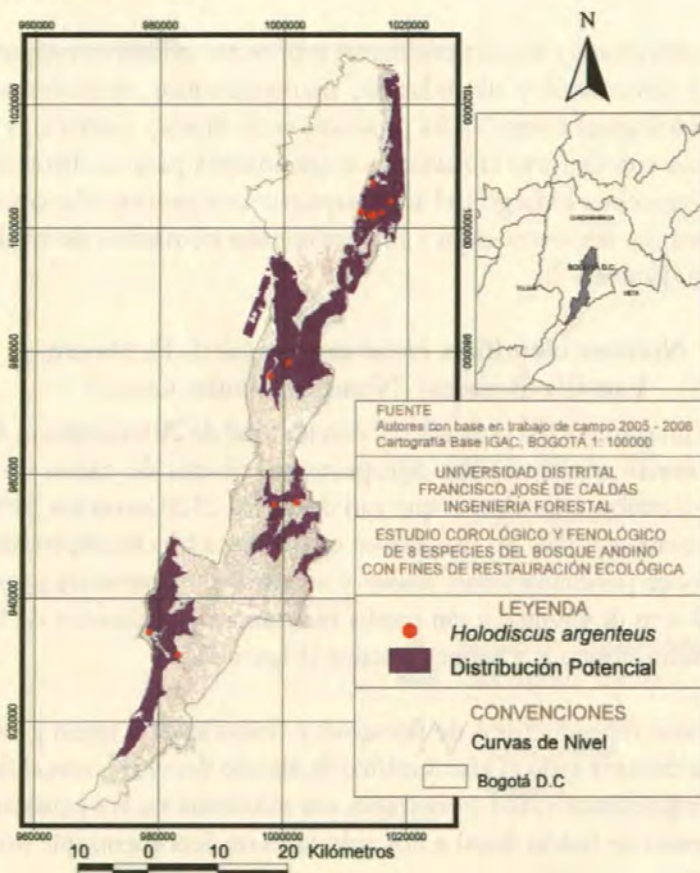
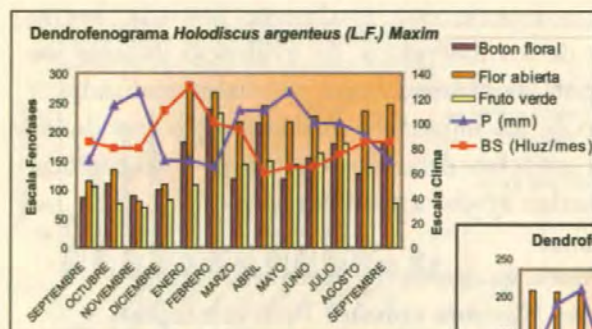
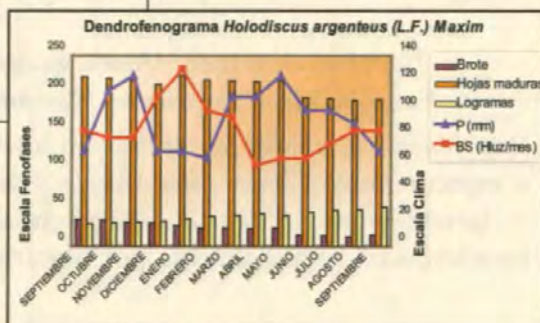


Figura 5. Carta corológica y *H. argenteus*. (L.F) Maxim.



Gráficos 9 y 10. Dendrofenogramas *H. argenteus* (L.F) Maxim.



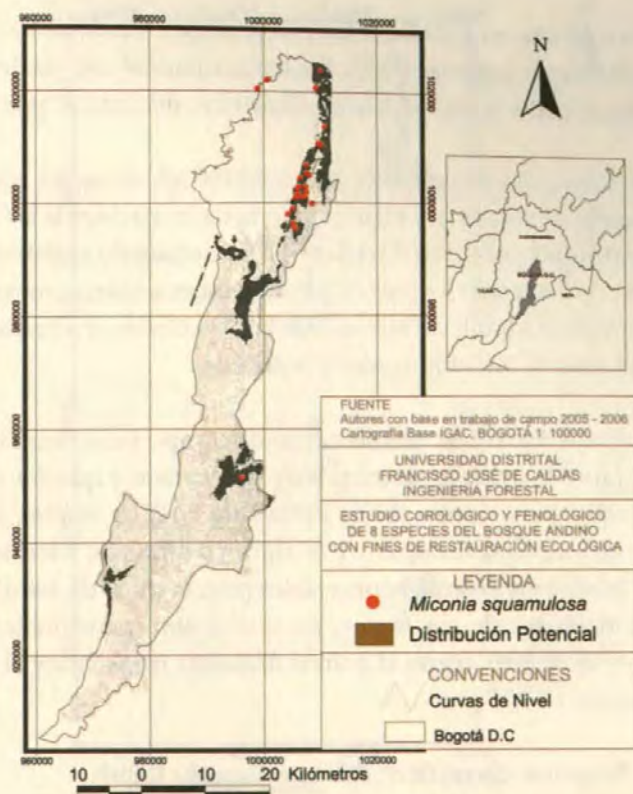
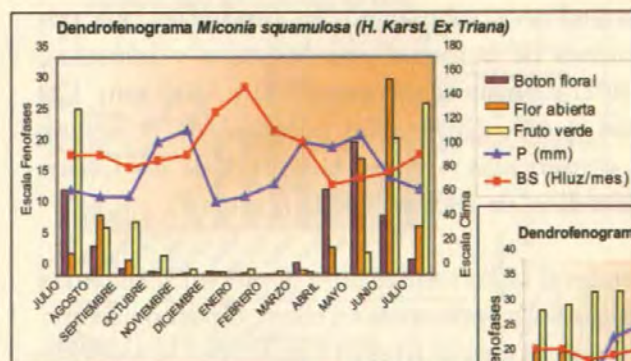
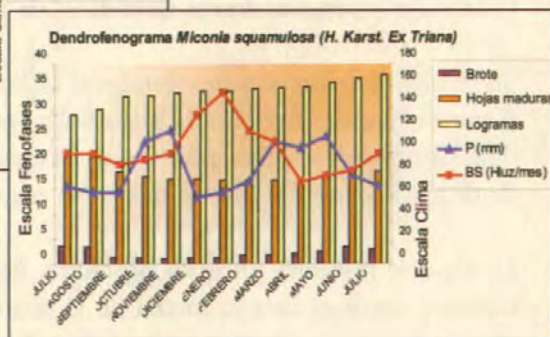


Figura 6. Carta corológica y *M. squamulosa* (H. Karst. Ex Triana).



Gráficos 11 y 12. Dendrofenogramas *M. squamulosa* (H. Karst. Ex Triana).





pendientes que van de suaves a moderadas y alturas que van de 2600 a 2800 m. Este resultado refleja que las principales limitantes para el establecimiento de esta especie son la altitud y las condiciones climáticas del área (Figura 6).

La especie muestra un comportamiento monomodal aparente, en cuanto a las fenofases de floración y fructificación, teniendo la culminación de las fenofases durante los meses de julio a octubre (Gráfico 11), manteniendo registros alejados de los fenómenos en el lapso de los meses de noviembre a marzo, mes en el cual se inicia claramente la aparición de brotes florales, los cuales se alternan con los fenómenos de flor abierta y frutos verdes y maduros.

Las observaciones ecológicas complementarias de campo mostraron que en los meses de mayo y junio la especie presenta mayor floración y que sus flores son visitadas por himenópteros como abejas domésticas, *Aphis melifera*, abejorros, *Bombus spp*, diferentes tipos de avispas y por algunos dípteros; además, que los meses de julio y agosto son los más aconsejables para la toma de semillas de los individuos por la madurez de sus frutos, los cuales son consumibles y hacen parte de la dieta de aves tales como el colibrí *Metallona tyrianthina* y el clarinero *Anisognathus igniventris*.

Nombre científico: *Palicourea vaginata* Benth

Familia: Rubiaceae **Nombre común:** Tominejero

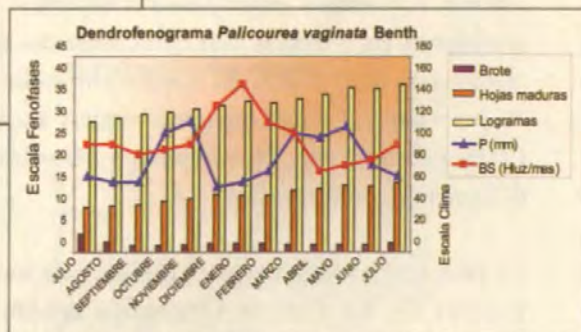
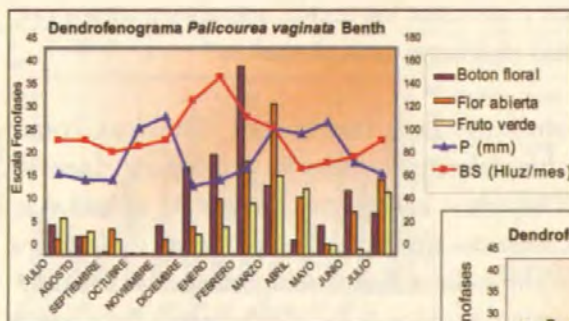
Palicourea vaginata ocupa alturas desde los 2845 m hasta los 3153 m, ubicándose en los pisos bioclimáticos altoandino y subpáramo, en pendientes que van de suaves a inclinadas, regímenes de humedad semihúmedos y húmedos, temperaturas menores a los 10°C y precipitación entre 900 y 1200 mm. Las anteriores características hacen que la distribución potencial de *P. vaginata* se vea reducida a áreas muy conservadas —como la reserva de los Cerros Orientales—, en una franja altitudinal de 2800 a 2900 m (Figura 7).

La respuesta de los botones florales al brillo solar es clara (Gráfico 13): mientras el punto máximo de horas de brillo solar se presenta en enero, el punto máximo de brotes florales se da a principios del mes de febrero seguido por la aparición de flores abiertas y frutos verdes en su mayoría.

La especie presenta un gran problema fitosanitario debido a la presencia de insectos desde el estado inicial de la semilla, hecho que le impide un mejor desarrollo y por consiguiente baja abundancia en las zonas de estudio.



Figura 7. Carta corológica y *P. vaginata* Benth.



Gráficos 13 y 14. Dendrofenogramas *P. vaginata* Benth.



Nombre científico: *Piper bogotense* C. D.C.

Familia: Piperaceae **Nombre común:** Cordoncillo

P. bogotense se adapta a zonas semihúmedas, semiáridas y húmedas de la cordillera oriental. La distribución altitudinal de la especie va desde los 2500 hasta los 3400 m, ubicándose en los pisos bioclimáticos andino, altoandino y subpáramo, en pendientes que van de 0° a 50°. Las pocas exigencias ecológicas de *P. bogotense* se reflejan en su distribución potencial, ya que dentro de las ocho especies evaluadas esta es la que tiene mayor área de distribución (Figura 8).

El fenómeno más representativo de la especie a lo largo del año de estudio fue el de botón floral. La inspección de sus flores y frutos requirió de un análisis mucho más detallado. Las variables climáticas no pudieron ser bien discriminadas en la aparición de las fenofases. El fenómeno más acorde con una de ellas fue la aparición de fruto verde durante la época de mayor intensidad en el brillo solar (Gráfico 15).

CONCLUSIONES

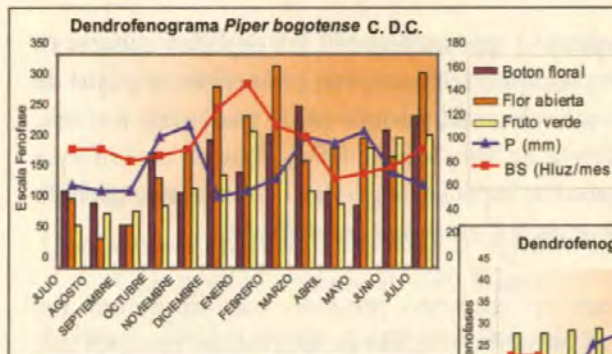
Las cartas corológicas permiten una descripción imparcial y reemplazan las apreciaciones y opiniones; son el término medio de cualquier medida o bien dejan en claro la necesidad de obtener mayor información. Feliu (2003) destaca también —en razón de la evolución de las formas modernas de expresión científica— que tienden a alivianar los textos, reemplazándolos por presentaciones más sintéticas y más rápidamente explotables.

Se confirmó que las especies están limitadas a condiciones climáticas, como humedad, y fisiográficas, como la altitud, las geoformas y las pendientes; *Ageratina aristei* y *Eupatorium angustifolium* comparten los mismos rangos de altitud y se establecen en terrenos con características similares; *Buddleja bullata* y *Holodiscus argenteus* no descienden del bosque altoandino; *Palicourea vaginata* prefiere lugares de pendientes fuertes en sotobosque y no supera los 3000 msnm; finalmente *Cordia cylindrostachya*, *Piper bogotense* y *Miconia squamulosa* comparten un alto rango de distribución altitudinal.

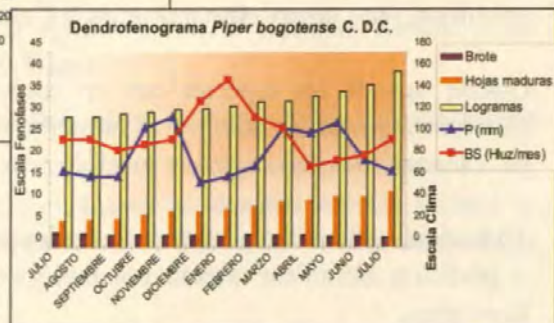
El área con mayores registros reales de individuos por especie fue la reserva forestal de los Cerros Orientales debido a su estado de conservación y variabilidad de ecosistemas. En la parte sur del Distrito Capital, hacia la localidad



Figura 8. Carta corológica y *P. bogotense* C. D.C.



Gráficos 15 y 16. Dendrofenogramas *P. bogotense* C. D.C.





de Sumapaz, la distribución geográfica de las especies se ve restringida gracias a que los bosques han sido fragmentados o limitados a márgenes de ríos o cercas vivas para dar paso a cultivos y a zonas de expansión ganadera.

La creación de la Base de Datos con la ayuda de sistemas de información geográfica, SIG, permitió realizar una tipificación de las localidades aproximadas y confirmadas. Esta base de datos complementa la carta corológica y, dentro de esta, los polígonos de extensión de presencia permiten reconocer las áreas donde es probable encontrar más individuos de las especies evaluadas, ya que indica el sitio exacto con coordenadas geográficas donde se puede ubicar el individuo muestreado por especie.

Los patrones fenológicos que caracterizan estas especies son muy variables. En algunos casos los factores condicionantes son intrínsecos a las especies y en otros son extrínsecos que disparan los eventos fisiológicos.

La importancia de la irradiación solar en la determinación de la época de floración fue señalada desde los primeros estudios fenológicos formales en el geotrópico por Fournier & Salas (1966).

Con relación al factor de precipitación el comportamiento es interesante, teniendo en cuenta que la gran mayoría de las especies responde a él de forma negativa y *C. cylindrostachya* lo hace en forma positiva en la fenofase de botón floral.

Los rasgos de evolución y adaptación que moldearon las especies conservan una sincronía en su desarrollo y comportamiento. Por tal motivo, el papel de la filogenia representa un enfoque relevante, aunque poco usado hasta ahora, en los estudios fenológicos (Wright & Van Schaik 1994). Este es un enfoque determinante si se pretenden estudiar especies vegetales de familias o géneros próximos, tales como *Ageratina aristei* y *Eupatorium angustifolium*.

Quizás una de las especies que en conjunto presentó más limitantes fue *Holodiscus argenteus*, no solo por el número reducido de individuos sino por que sus características ecológicas y morfológicas son realmente delicadas.

Miconia squamulosa es la especie con resultados ecológicos más sobresalientes, porque se pudieron identificar organismos biológicos asociados a su comportamiento fenológico.



Palicourea vaginata responde directamente al brillo solar en botón floral. La especie posee limitaciones de orden fitosanitario, lo que está estrechamente relacionado con el estado de presencia de individuos en las áreas muestreadas y puede ser un factor decisivo en el estado de las poblaciones totales encontradas.

Piper bogotense mantiene un número promedio de hojas y su crecimiento es constante a lo largo del año. Al comparar la frecuencia y la intensidad de la floración entre los individuos localizados en claros y bajo el dosel cerrado es importante tener en cuenta factores intrínsecos de la especie como su poda natural para la obtención de material vigoroso, así como su estado dentro del bosque y el efecto del micrositio.

Es necesario el desarrollo de estudios corológicos y fenológicos de especies vegetales con el fin de complementar la información y debido a su importancia para dirigir procesos de restauración ecológica en áreas degradadas.

Agradecimientos

A los profesionales delegados al convenio interadministrativo No. 369 de 2004, por parte del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis y de la Universidad Distrital por sus constantes aportes y edificantes observaciones a lo largo del desarrollo de esta investigación; así como a los profesionales apoyo de la Secretaría Distrital de Ambiente.

A la ingeniera forestal María Angélica Cepeda por su valiosa contribución en el análisis estadístico y geoestadístico, y al ingeniero catastral MSc Luis Molina por sus aportes en el manejo del SIG.

Bibliografía

- Cuatrecasas, J. 1958. *Aspectos de la vegetación natural de Colombia*. Revista Acad. Colombia. Ci. Exact. 10 (40): Bogotá.
- Feliu, P. 2003. *Corología y vegetación de la albera*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 350 p.
- Fournier, L. A. & D. Salas. 1966. *Algunas observaciones sobre la dinámica de la floración en el bosque tropical húmedo de Villa Colón*. Revista de Biología Tropical 14: 75 – 85.



- Fournier, L. A & Charpantier.** 1975. *El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales.* Turrialba 25: 45 – 48.
- Guariguata, M. R. & Kattan (eds.).** 2002. *Ecología y conservación de bosques neotropicales.* 407 – 432.
- Krebs, J. C.** 1986. *Ecología.* Ediciones Pirámide, S.A. Madrid. 782 p.
- Lozano, G. & Schnetter.** 1976. *Estudios ecológicos del páramo de Cruz Verde, Colombia*, II. Las comunidades vegetales. *Caldasia* 11 (54): 54 -68.
- Páramo, G.** 2003. *Composición, heterogeneidad especial y conectividad de los paisajes de las áreas rurales del Distrito Capital de Bogotá, Colombia.* Jardín Botánico José Celestino Mutis. Colombia. 25 - 71.
- Van Der Hammen, T & J. O. Rangel.** 1997. *El estudio de la vegetación en Colombia (recuento histórico - tareas futuras).* En J. O. Rangel-Ch, P. Lowy & M. Aguilar. Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional. Bogotá, Colombia. Páginas 59 – 87.
- Vargas, O.** 1985. *Estudio fitoecológico de la región de Monserrate.* Biblioteca J. J. Triana.
- Wright S. J. & Van Schaik.** 1994. *Light and the phenology of tropical trees.* *American Naturalist.* 192 – 199.