

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
ARBELAEZIA

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 clematis 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
Heliodoro Sánchez	Ingeniero Forestal - Investigador - Docente	Francisco José de Caldas
Jaime Aguirre	Director	Independiente
		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.

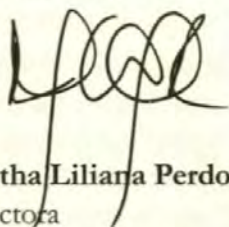
También encontrarán los artículos: Planes locales de arborización urbana: estructura y distribución del arbolado de la localidad de chapinero; Producción de estructuras reproductivas de *Ulex europaeus* y *Teline monspessulana* en tres tipos de vegetación en el Cerro de Monserrate, Bogotá D.C., Colombia; 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

Planes locales de arborización urbana: estructura y distribución del arbolado de la localidad de Chapinero

Por

MANUEL JOSÉ AMAYA ARIAS¹

Recibido: 12 de julio de 2006 / Aceptado: 17 de noviembre de 2006

Resumen

Este artículo presenta la estructura metodológica y el contenido básico que deberán considerar los Planes Locales de Arborización Urbana PLAU, que se formularán a partir de la información colectada y procesada en el marco del censo del arbolado urbano de Bogotá D.C. Posteriormente se expone a modo de estudio de caso el análisis de la estructura y distribución del arbolado urbano de la localidad de Chapinero, como ejemplo de la utilidad de la información del censo arbóreo en el ejercicio de planificación.

Palabras clave

Censo, arbolado, árbol, especie, georeferenciación, diversidad, plan, urbano.

1. Ingeniero Geógrafo de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Especialista en recursos hídricos de la Universidad Politécnica de Cataluña (Barcelona). mjamaya@lycos.com, mamaya@jbb.gov.co



Local urban tree planting programs: structure and distribution of tree cover in Chapinero locality.

Abstrac

In this article the suggested methods and basic contents for a local urban tree planting action are presented. These were formulated based upon the inventory of urban trees in Bogotá, D. C. A case study on urban tree structure and distribution from the locality of Chapinero is presented, proposing it as an example of how to use information from the inventory as input for the planning process.

Key words

Urban tree inventory, tree, species, geo-data, diversity, urban planning.

INTRODUCCIÓN

Uno de los retos principales de la planeación urbana moderna es prever, diseñar y garantizar los recursos para dotar a las ciudades de espacios verdes y áreas naturales que contribuyan a la construcción de mejores hábitats.

La conformación o el mantenimiento de las áreas naturales urbanas constituye simultáneamente una meta orientada al logro, propósito del desarrollo urbano sostenible. Las tendencias mundiales más avanzadas en torno a la planificación urbana consideran las áreas naturales y los espacios verdes como un aspecto prioritario.

Bogotá ha entendido la importancia de los espacios naturales en la ciudad. Desde el Plan de Ordenamiento Territorial y el Plan de Gestión Ambiental se tuvo en consideración la conformación de una estructura ecológica principal, EEP integrada e interconectada por zonas verdes, vegetación y arbolado urbano. Esta estructura ecológica, contrario a lo que habitualmente se piensa, no solo la conforman las rondas y zonas asociadas al sistema hídrico. También hacen parte de ella los parques y corredores de vegetación que conectan diferentes ecosistemas (e.g. cerros orientales y río Bogotá). No obstante, la visión de estas herramientas de planeación debe materializarse. La ciudad debe proponerse un conjunto de metas técnica y financieramente factibles orientadas al logro de estos retos de planeación.

El arbolado urbano es una pieza central de la EEP y determinante en la calidad de vida de la ciudad. Por tanto, la labor de planificación y gestión del mismo debe ser cuidadosa y basada en información de elevados estándares de calidad (Amaya, 2006).

La planificación del arbolado urbano de Bogotá está prevista normativamente en el artículo 3 del decreto distrital 472 de 2003. En esta norma, como principal herramienta de la planeación de la arborización se prevé el censo georeferenciado del arbolado urbano localizado en espacio público de uso público (dentro del perímetro urbano). El censo arbóreo proporciona la información más precisa posible para la planeación del arbolado (sanidad, mantenimiento, conectividad, mitigación del riesgo, plantación, etcétera.). Por ello la ciudad ha visualizado el censo arbóreo y sus productos como la base oficial de información para la gestión de la arborización.

El censo del arbolado es la base de información sobre la cual se deben formular planes de arborización. Con el censo es posible planificar razonablemente la ejecución de los escasos recursos de inversión disponibles para la arborización urbana. Solo así se tendrá en la ciudad una actuación (mantenimiento, manejo del riesgo y plantación) más costo efectiva.

¿Cuántos árboles hay en la ciudad?, ¿dónde se localizan?, ¿cuáles son las especies dominantes?, ¿cuál es el estado fitosanitario de los mismos?, ¿cuál es su distribución geográfica?, ¿dónde se ubican los árboles que presentan riesgo de volcamiento?, ¿cuáles son las zonas más deficitarias en cuanto a arbolado se refiere?, ¿cuáles son y dónde se localizan las áreas con potencial de plantación? Estas son preguntas directamente relacionadas con la planeación del arbolado urbano y cuyas respuestas son poco razonables sin la información derivada de un censo arbóreo.

En la gestión del arbolado de Chapinero están involucradas y comparten responsabilidades múltiples instancias de gobierno, la comunidad y el sector privado. Las Alcaldías Locales deben entrar a jugar un papel más activo en dicha gestión. La formulación de prioridades y la ejecución de proyectos estratégicos derivados del plan local de arborización urbana –PLAU– depende en gran medida del compromiso que asuman estas instancias de gobierno. Se requiere por tanto una estrecha coordinación entre los organismos competentes (definidos en el Decreto 472 de 2003) y los actores locales para la puesta en marcha del plan.



La estructura institucional de gestión del arbolado en Bogotá aun es imperfecta y está más que demostrado que las actividades de arborización no pueden ser ajenas a los actores locales. Por ello, la necesidad de dotar a las localidades de una herramienta de planeación para que junto a los organismos competentes realicen una gestión del arbolado técnica y económicamente más eficiente.

El PLAU contiene una evaluación comprensible del arbolado hasta ahora jamás desarrollada para las localidades. El plan deberá incorporar un conjunto de metas y acciones formuladas por un grupo de profesionales del Jardín Botánico y de las Localidades, orientadas a su futuro manejo.

La visión del PLAU ayudará directamente a los gestores y organizaciones competentes a incrementar la cobertura arbórea, mejorar la sanidad vegetal, reducir el riesgo y, consecuentemente, derivar de estas acciones beneficios ambientales y sociales que aportarán en los retos del desarrollo sostenible de la localidad. El PLAU podrá integrarse con otras iniciativas comunitarias que propendan por el mejoramiento de la calidad de vida de los residentes.

Este trabajo no versa sobre las bondades de las zonas naturales en el desarrollo urbano, tan solo se aproxima al planteamiento de algunos aspectos conceptuales y metodológicos de básica consideración en la planeación del arbolado urbano, como producto del censo arbóreo. En particular se refiere al análisis de la estructura y distribución del arbolado, con base en la información generada en el censo arbóreo de la ciudad.

El artículo se escribió fundamentado en la información recolectada y procesada por un equipo multidisciplinario del Jardín Botánico en el marco del proyecto institucional del censo del arbolado urbano de Bogotá, D.C que actualmente ejecuta nuestra entidad mediante convenios con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE². Por tanto, los resultados que se exponen más que un producto personal de investigación corresponden a un esfuerzo institucional en donde participaron varios ingenieros y profesionales de las ciencias de la tierra.

METODOLOGÍA

A continuación se exponen los elementos metodológicos y criterios principales para la formulación de los Planes Locales de Arborización Urbana.

2. El artículo se elaboró con fundamento en la información entregada por el DANE con corte a enero de 2006.

Formulación del Plan Local de Arborización Urbana PLAU

Diseñado para proveer una ruta de acción para formuladores de política y ejecutores de las mismas, el plan identifica cinco metas de crítica ejecución para maximizar el valor del recurso forestal en las localidades. Estas metas están dirigidas a los organismos y estructura de gestión, así como a la comunidad de la localidad:

1. Mantener y conservar el arbolado urbano existente.
2. Incrementar el arbolado urbano a través de nuevas plantaciones.
3. A través de campañas de educación, dar a conocer el valor del arbolado urbano a la comunidad, para que esta se involucre en la gestión del mismo.
4. Gestionar (planificación, mantenimiento —poda, tala, sanidad, plateo— y siembra) el arbolado de una forma responsable y efectiva.
5. Identificar aproximaciones sostenibles para la implementación de proyectos e iniciativas comunitarias y gremiales orientadas al mejoramiento del arbolado urbano.

Estas metas conducen a un diverso grupo de acciones. El Jardín Botánico ha identificado 9 acciones que tienen la más inmediata prioridad:

- El Jardín Botánico debe desarrollar un conjunto de estándares y mejores prácticas para la selección de los árboles a adquirir, plantar y mantener. Lo anterior podría garantizar que todos los organismos competentes utilizaran dichos estándares.
- Las localidades deben proteger los árboles espacio público que se encuentren en peligro de extinción, mediante herramientas normativas y políticas públicas. El Distrito debe proveer un marco legal consistente y efectivo.
- Las localidades deben establecer metas para la reposición de los árboles que deban ser sustituidos en virtud de su condición de riesgo o estado fitosanitario.
- Las localidades deben instituir y apoyar un programa de plantación de árboles en las áreas más deficitarias y con menor cantidad de árboles *per cápita*.
- Las localidades, en conjunto con los organismos distritales competentes deben asegurar la apropiación de recursos necesarios para las actividades de plantación y mantenimiento del arbolado urbano.



- Las localidades deberían establecer una meta de árboles por habitante en el marco del plan local de arborización.
- El Jardín Botánico debe actualizar permanentemente la lista de las especies recomendadas (dependiendo del emplazamiento urbano) para hacer parte de su arbolado.
- Las localidades deben trabajar con el Jardín Botánico, líderes comunitarios y grupos de vecinos para iniciar campañas de plantación en áreas actualmente desprovistas de cobertura arbórea.
- Las localidades deben comprometer a las Instituciones Educativas (a través de los PRAES) en campañas de plantación y mantenimiento de los árboles.

El Jardín Botánico José Celestino Mutis cree que estas metas están estrechamente relacionadas entre sí y no pueden ser ignoradas o eliminadas. Todas son críticas para la gestión del arbolado urbano. Cuando sean implementadas las localidades tendrán más árboles y por tanto serán percibidos mayores beneficios sociales.

Índices de diversidad

Una forma de aproximarse a la evaluación de la diversidad de especies en función de la abundancia relativa es mediante el cálculo del índice de diversidad Shannon Weber, que se define como una medida de la diversidad y abundancia relativa de especies en un área de interés en un período de tiempo determinado.

Este índice se calcula mediante la siguiente ecuación: $SDI_{bt} = -\sum_{i=1}^m P_i \cdot \ln P_i$

Donde:

$\frac{SDI_{bt}}$ es la medida de la diversidad y abundancia relativa de especies del arbolado urbano de Chapinero.

$\frac{P_i}{m}$ es el número de individuos de cada especie.

$\frac{m}{m}$ es el número total de especies del arbolado en la localidad de Chapinero.

Un índice más fácil de entender respecto a la diversidad de especies, es el de equitatividad (SEI) $_{bt}$ que significa una medida de la equidad con que las diferentes especies i ocupan un área de interés b en un período de tiempo t .

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$SEI_{bt} = \frac{-\sum_{i=1}^m P_i \cdot \ln P_i}{\ln m}$$

Donde:

$\frac{SEI_{bt}}$ es una medida de la equidad con que las diferentes especies i ocupan un área de interés b en un tiempo t .

P_i es el número de individuos de cada especie.

m es el número total de especies del arbolado en la localidad de Chapinero.

El valor de este índice se mueve entre 0 y 1. Es 0 cuando el área de interés b presenta una sola especie, aumenta aproximándose a 1 a medida que aumenta el número de especies; presentes en el área de interés y su distribución en superficie se hace más equitativa; y es igual a 1 cuando la distribución de los individuos entre las diferentes especies es idéntica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura y distribución del arbolado urbano de Chapinero

29.129 árboles comprenden el arbolado urbano de Chapinero. Es fácil reconocer que los árboles del parque El Virrey, los del parque de la 93 o los del parque El Nogal hacen parte del arbolado urbano. Pero, ¿los árboles de la Av. Caracas o de la Carrera 7ª o de la Carrera 13 tienen igual reconocimiento? Todos ellos son parte de la arborización urbana de la localidad.

Solo el 36 por ciento de estos árboles son nativos³. Casi todos fueron plantados por vecinos, comerciantes y organizaciones que reconocieron que Chapinero podría ser un mejor sitio para vivir con árboles en los parques y en las calles.

El arbolado urbano de Chapinero juega tres papeles principales en la ciudad

Primero, es parte esencial de la localidad. Sin el arbolado urbano la localidad sería menos atractiva y tendría un menor nivel de vida⁴. Los árboles a lo largo de las calles y en los parques son mucho más que parte de la infraestructura o del mobiliario de la ciudad, son un elemento estructurante del espacio público y de la calidad ambiental.

3. Se han considerado como nativos aquellos originarios de Colombia y no exclusivamente de Bogotá.

4. Con una población del 5,9 por ciento con NBI, es una de las localidades con mejor calidad de vida. Fuente: NBI por Localidades: DABS, Proyección de NBI, 1997. Población Total: DANE. Cálculos Secretaría de Hacienda Distrital. Tomado de Foro sobre Pobreza y Redistribución del Ingreso, SHD, 2001.



Segundo, el arbolado urbano provee importantes beneficios económicos y ambientales a la comunidad y crea espacios donde la gente puede escapar de la intensidad de la vida urbana. La localidad de Chapinero formalmente reconocerá la importancia del arbolado urbano, cuando la Alcaldía Local y la Junta Administradora Local, JAL, de Chapinero adopten formalmente el PLAU.

Tercero, la recreación en exteriores está íntimamente conectada con la arborización urbana. Hay evidencia demostrada que las áreas naturales en la ciudad reducen los niveles de estrés y la fatiga mental (Amaya, 2006). Lo anterior está directamente asociado con el mejoramiento de la salud humana y el bienestar. La necesidad de escenarios naturales en la localidad y su poder de «bienestar» es absolutamente crítica.

El PLAU es el resultado de la necesidad de contar con una herramienta que permita prospectar el futuro del arbolado urbano de Chapinero y que posibilite una intervención más costo efectiva. Así mismo, el PLAU será la base de diseños detallados de proyectos de arborización en la localidad y de programación del mantenimiento. La información de base para la formulación del PLAU proviene en su totalidad del censo del arbolado urbano ejecutado por el Jardín Botánico en el 2005.

Una de las principales recomendaciones del PLAU es la necesidad de coordinar esfuerzos de gestión para el manejo del arbolado urbano entre los diversos organismos del gobierno distrital, del gobierno local y la comunidad.

Uno de los componentes principales del Plan son los parques, las zonas verdes y el arbolado en las vías y calles. Todas las recomendaciones programáticas del Plan están orientadas a la gestión del arbolado urbano localizado en espacio público de uso público dentro del perímetro urbano del Distrito Capital. Se reconoce que muchas de las zonas arboladas en la localidad no han surgido de forma espontánea, al contrario han sido producto de una cuidadosa planeación e implementación. No obstante, también es un hecho que en ciertas zonas de la localidad las labores de plantación y mantenimiento no necesariamente han sido objeto de un tratamiento técnico (e.g arbolado de las UPZ de Pardo Rubio y Chapinero).



En este sentido del Plan surgen recomendaciones para la plantación en áreas deficitarias, atención del riesgo y mantenimiento en función de las condiciones fitosanitarias analizadas con base en la información del censo del arbolado urbano.

Los PLAU serán un insumo para que a futuro el Distrito Capital conforme un plan marco del arbolado urbano de toda la ciudad en donde se establezcan con claridad las políticas en materia de arborización urbana.

Hay cinco elementos directores que se deben considerar en la formulación del PLAU:

1. La formulación del PLAU se circunscribe al espacio público de uso público dentro del perímetro urbano.
2. El arbolado urbano provee importantes beneficios sociales, económicos y ambientales a los residentes de la localidad y a los miles de personas que diariamente la visitan o habitan.
3. El arbolado urbano requiere una gestión activa. Una aproximación pasiva a este tema puede significar una pérdida significativa de los recursos actualmente invertidos y, peor aún, pueden derivarse riesgos que afecten la comunidad y la infraestructura.
4. El arbolado urbano debe ser considerado como una dotación vital de la localidad, por tanto no puede ser ignorado dentro de las herramientas de planeación de la ciudad. El árbol es parte integral de la ciudad y no un elemento accesorio o de mero ornato.
5. El PLAU se focaliza en los árboles, no obstante las recomendaciones de él emanadas pueden aplicar en muchas áreas de la estructura ecológica principal de la localidad.

Organización del plan. El PLAU debe considerar por lo menos tres secciones principales:

1. Una breve reseña histórica del arbolado.
2. Una descripción del arbolado urbano, composición de especies, distribución, estructura, susceptibilidad al volcamiento y diagnóstico marco de condiciones físicas y fitosanitarias. Este «estado del arte» se realiza con la información proveniente del inventario georeferenciado del arbolado urbano que ejecutó el Jardín Botánico en septiembre del 2005.



3. Identificación de metas y acciones principales derivadas del diagnóstico. Esta sección convierte los buenos propósitos en acciones desarrolladas consistentemente. Lo anterior incluye una adecuada programación de recursos, fuentes de financiamiento y responsables.

Muchos habitantes de Chapinero reconocen que el arbolado urbano hace de la localidad un sitio agradable para vivir. Ellos valoran la belleza de los parques y de los árboles a lo largo de las calles.

Más allá de las sensaciones o beneficios que supone el arbolado de Chapinero se requiere de herramientas de planeación que hagan posible una gestión más eficiente. Esta planeación del arbolado no es posible sin tener conocimiento de cuántos árboles hay en la localidad, cuál es su distribución por especie, dónde están localizados, cuál es su estado físico y sanitario y cuál es la valoración del riesgo. Estas preguntas son posibles de responder gracias a la información que ha arrojado el Censo del Arbolado Urbano (en adelante CAU) que ejecutó en la localidad el Jardín Botánico en septiembre de 2005.

Según el CAU en Chapinero existen 29.129 árboles localizados en espacio público de uso público. En el Mapa 1 se presenta la localización de todos y cada uno de los individuos arbóreos inventariados y georeferenciados en el censo del arbolado urbano ejecutado por el Jardín Botánico en el 2005. Estos árboles están representados en 196 especies, con la distribución que se presenta para las diez especies más frecuentes (Figura 1). Se observa que la especie más abundante en la localidad es el Urapán.

Por su parte, el 50 por ciento del total de la población arbórea de Chapinero está representado en las diez especies de la Gráfica 1. De este grupo, tan solo 2.154 individuos (7.4 por ciento) corresponden a especies nativas: caucho sabanero *ficus soatensis* y guayacán de Manizales *Lafloensia speciosa*.

La Tabla 1 resume la distribución de las 10 especies más frecuentes en Chapinero. Del total de especies 97 son foráneas y 99 son nativas. A su vez, de los 29.129 árboles de Chapinero, 21.359 individuos (73 por ciento) corresponden a especies foráneas y 7.770 (27 por ciento) a especies nativas (Figura 2).



Mapa 1. Localización del arbolado urbano en espacio público de uso público de la localidad de Chapinero. Germán Herreño J.B.B.



Especie		Altura promedio
Nombre común	Nombre científico	
Urapán	<i>Fraxinus chinensis</i>	14.87
Jazmín del cabo	<i>Pittosporum undulatum</i>	4.62
Sauco	<i>Sambucus peruviana</i>	3.77
Cerezo, Capulí	<i>Prunus serotina</i>	5.06
Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i>	10.17
Caucho sabanero	<i>Ficus soatensis</i>	6.34
Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	6.35
Guayacán de Manizales	<i>Laflesia speciosa</i>	4.63
Palma yuca	<i>Yucca elephantipes</i>	3,33
Acacia negra	<i>Acacia decurrens</i>	6.98

Tabla 1. Número de árboles por especie localidad de Chapinero.

Fuente: Jardín Botánico José Celestino Mutis – Bogotá 2005.

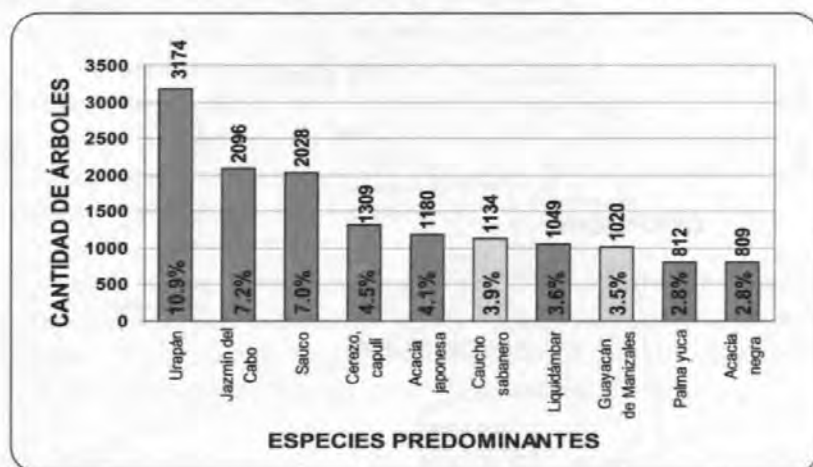


Figura 1. Distribución de las 10 especies más frecuentes en la localidad de Chapinero.

Fuente: Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2005

Diversidad en la Localidad.

Índice de diversidad Shannon Weber

De acuerdo con los datos arrojados por el censo del arbolado en la localidad de Chapinero tenemos que la cantidad de especies diferentes m es igual a 196,

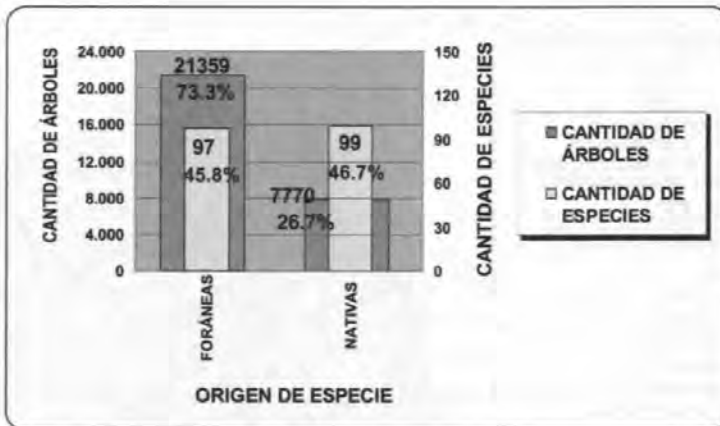


Figura 2. Especies nativas vs especies foráneas

Fuente: Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2005

por consiguiente y una vez tabulados todos los datos por especie, el índice de Shannon arrojó el siguiente resultado:

$$SDI_{ht} = 3.869$$

Equitatividad (SEI)_{ht}

Según los datos arrojados por el censo del arbolado en la localidad de Chapinero se tienen los siguientes resultados:

$$Ln(m) = Ln(196) = 5.27$$

$$SEI_{ht} = 0.733$$

De acuerdo con el resultado anterior, por estar próximo a 1 (casi $\frac{3}{4}$ partes) el índice de equidad, se concluye que la localidad de Chapinero presenta una alta diversidad de especies, además de una distribución en superficie muy equitativa.

Es importante esta información en la medida que devela la inexistencia de una gran homogeneidad en la distribución (en cantidad) de una o dos especies. Hay una importante diversidad ecosistémica, la cual debe aprovecharse en términos de la restauración de áreas prioritarias para lograr conectividad entre los cerros orientales y el río Bogotá. No obstante, si se compara con los bosques altoandinos, 196 especies es un número muy bajo, teniendo en cuenta datos de Alwyn Gentry que estiman para el cinturón de 2500-2900 m 139 géneros y 72 familias (Gentry, A. 2001. *Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas Neotropicales*. Pp 85-123. En: Kappelle, M., A.D. Brown (Eds.) *Bosques Nublados del Neotrópico*. Editorial InBio, San José, Costa Rica). Esta diversidad simultáneamente introduce una mayor complejidad en el manejo y gestión del



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ



JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS SUBDIRECCIÓN TÉCNICO OPERATIVA PROGRAMA DE ARBORIZACIÓN

MAPA N° 2
PLAN LOCAL DE ARBORIZACIÓN URBANA
ESPACIALIZACIÓN DE LAS 10 ESPECIES
MÁS FRECUENTES EN CHAPINERO

CONVENCIONES

- Acacia japonesa
- Acacia negra, gris
- Caucho sabanero
- Cerezo, capullí
- Guayacán de Manizales
- Jazmín del cabo, laurel hueito
- Liquidámbar, estoraque
- Palma yuca, palmiche
- Sauco
- Urapán, Fresno
- Malla Vial
- Barríos



Mapa 2. Distribución geográfica de las 10 especies más abundantes del arbolado urbano en espacio público de uso público de la localidad de Chapinero. Germán Herreño J.B.B.

arbolado urbano, sobre todo en cuanto hace a la fitosanidad. Se debe anotar que no necesariamente un elevado índice de diversidad se traduce en una elevada calidad de los ecosistemas. La distribución geográfica de las diez especies más comunes se presenta en el Mapa 2.

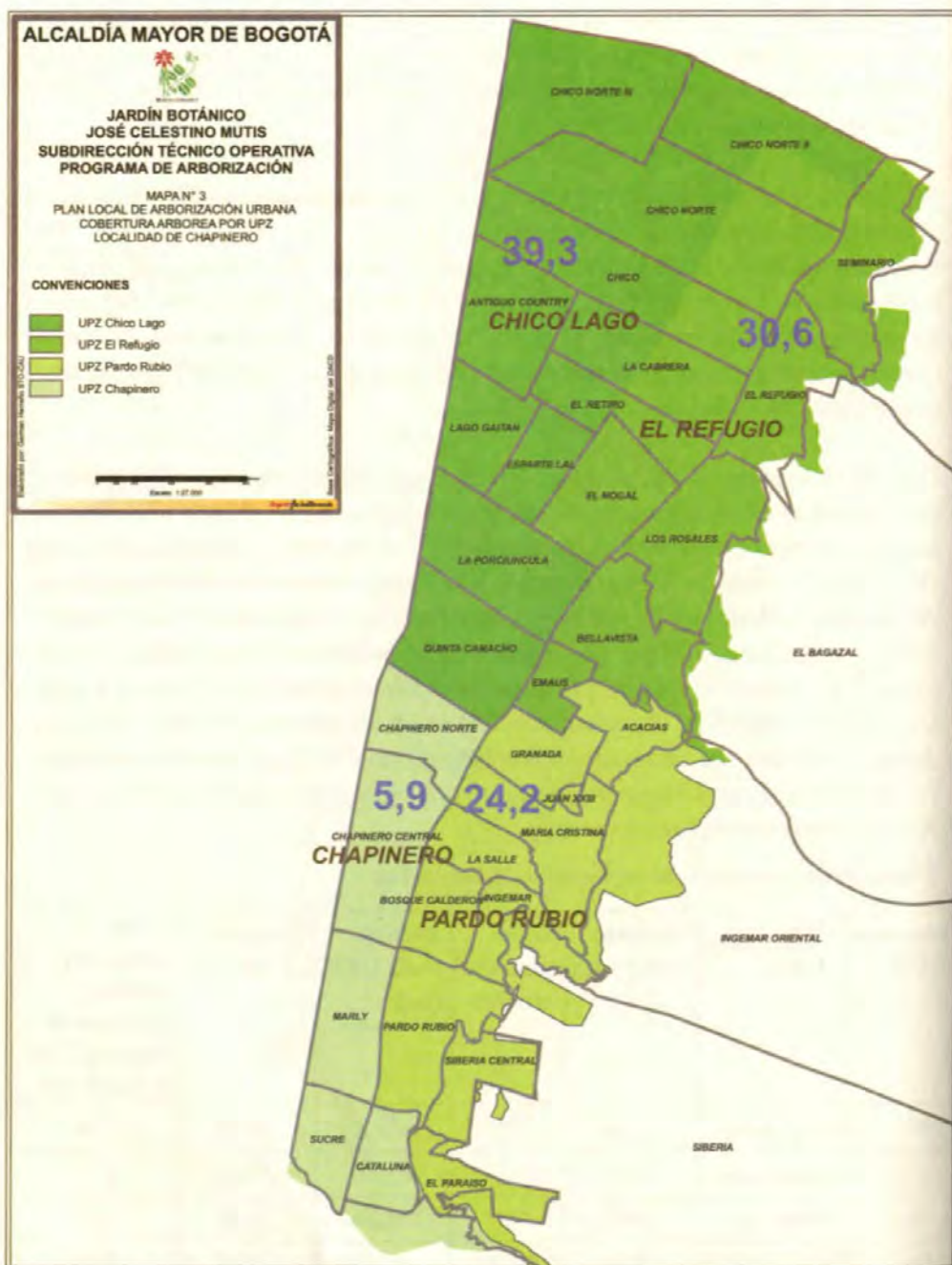
Se observa una concentración espacial y una presencia marcada de Urapán en el norte de la localidad (El Retiro, Chicó, Antiguo Country y la Cabrera). En tanto que en el sur de la localidad (Chapinero, Marly, Pardo Rubio) es notable la presencia de Jazmín del Cabo y Sauco. El Urapán es la especie más frecuente en emplazamientos asociados al perfil vial (andenes y separadores), en tanto que en los parques y otras zonas verdes (v.g. parque El Virrey) se presenta una importante diversidad de especies.

Un 5.55 por ciento (67.03 hectáreas) del área urbana de Chapinero está cubierta por árboles lo que comparativamente con conglomerados urbanos importantes sugiere una pobre cobertura de su arbolado⁵. Por ejemplo la ciudad de Syracuse (N.Y.) en E.U. tiene un 26.6 por ciento de cobertura en árboles, Washington un 28 por ciento, Berlín un 20 por ciento, San Francisco 12 por ciento, Los Angeles 5 por ciento, Chicago 28 por ciento y Seattle 34 por ciento. En la Tabla 2 y en el Mapa 3 se presenta el cálculo y la distribución de la cobertura arbórea por cada UPZ de la localidad. Se observa que la cobertura (en términos de superficie) y la densidad (árboles por hectárea) del arbolado urbano de Chapinero son más bajas en las UPZs del sur (Chapinero), en tanto que en las UPZs del norte (Chicó y el Refugio) alcanzan valores aceptables.

5. Tomado de <http://www.treesforcities.org/html/infosearch/citytreedata/>

Número UPZ	Nombre UPZ	Número de árboles	% del total de árboles	Área de cada UPZ (ha)	Número de árboles / ha	% de cobertura arbórea respecto al área total de la localidad
99	Chapinero	1726	5.9	163.68	10.54	0.34
97	Chicó Lago	11441	39.3	423.36	27.02	2.79
88	El Refugio	8923	30.6	334.34	26.69	1.83
90	Pardo Rubio	7039	24.2	285.53	24.65	0.59
Total		29.129	100	1206.91	24.13	5.5

Tabla 2. Porcentaje de cobertura arbórea por UPZ.



Mapa 3. Distribución del indicador de cobertura arbórea por UPZ en la localidad de Chapinero. Germán Herreño J.B.B.

Cobertura de árboles		Áreas sin vegetación construcciones infraestructura		Cuerpos de agua		Otras coberturas vegetales	
Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
67.03	5.55	1075.73	89.13	20.44	1.69	43.71	3.62

Tabla 3. Cobertura arbórea respecto a otras coberturas.

Fuente: Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá, 2005.

Número UPZ	Nombre UPZ	Número de árboles	% del total de árboles	Área de cada UPZ (ha)	Número de árboles / ha
97	Chicó	11441	39.3	423.36	27.02
88	El Refugio	8923	30.6	334.34	26.69
90	Pardo Rubio	7039	24.2	285.53	24.65
99	Chapinero	1726	5.9	163.68	10.54
Total		29129	100.0	1206.91	24.13

Tabla 4. Número de árboles por unidad de planeación zonal UPZ.

Vale anotar que en la UPZ Pardo Rubio se presenta una densidad similar a las de las UPZs del norte y comparativamente a estas tiene un área de cobertura muy baja. Aparentemente esta situación es ilógica, no obstante se explica debido a que el arbolado de esta UPZ es joven, de alturas medias inferiores a 4 metros y diámetro ecuatorial (medio) de las copas de menos de la mitad que el de las UPZs del norte.

Respecto a otras coberturas, el arbolado urbano de Chapinero tiene las proporciones definidas en la Tabla 3.

Se puede decir que el peso del arbolado en términos de cobertura en la zona urbana en la localidad es muy bajo. La mayor parte de la cobertura de la localidad (casi el 90 por ciento) es construcciones e infraestructura. Lo anterior induce a pensar en fortalecer la plantación de árboles, sobre todo en el área sur de la localidad. No obstante, las áreas disponibles para esta actividad son escasas.

El número de árboles y la densidad (número de árboles por hectárea) por UPZ en la localidad de Chapinero se presentan en la Tabla 4 y en la Gráfica 3.

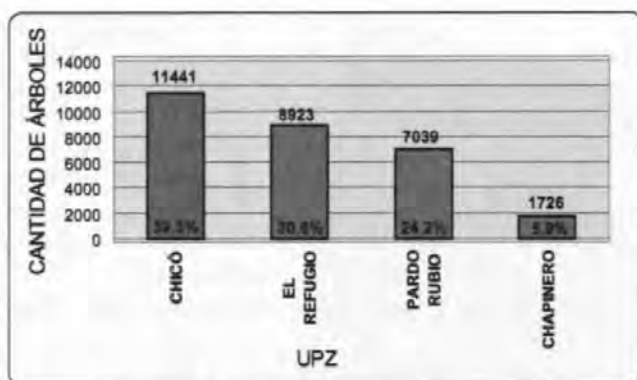


Figura 3. Número de árboles por UPZ.

Fuente: Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2005.

En la Tabla 4 se puede ver que la UPZ de Chapinero es la más deficitaria y la que presenta indicadores de densidad y cobertura más bajos. En esta UPZ deberán focalizarse de forma prioritaria los esfuerzos de plantación, previa identificación de áreas potenciales y realización de diseños adecuados.

Las UPZ con menos número de árboles son Pardo Rubio y particularmente Chapinero, que corresponden a los barrios Chapinero Norte, Chapinero Central, Marly, Sucre y Cataluña. Es evidente que, históricamente, el urbanismo de estas áreas no ha considerado el arbolado urbano como uno de sus campos más importantes. La actividad comercial y la gestión del espacio público en estas zonas no han tenido en cuenta a profundidad el arbolado urbano. La consecuencia de ello se refleja en los indicadores anteriormente expuestos.

Respecto a la cobertura del arbolado en Chapinero se puede concluir que además de las zonas de importancia (en términos de diversidad y densidad) se encuentran zonas deficitarias que sumarían 103148 m² como área potencial (dentro del espacio público de uso público) para implementar programas de plantación. A razón de un árbol por cada 9 m² ⁶ se podría tener un programa de plantación que involucrara por lo menos 2.413 individuos. En el Mapa 4 se muestran de forma general estas áreas.

Para el caso de alineamientos viales se estima que 10.85 km (por 2 andenes) no tienen arborización, principalmente la Avenida carrera 7ª entre las calles 47 y 58, y las calles 46, 47, 48 y 49. El área potencial para plantación (por UPZ) se detalla en la Tabla 5.

6 Manual Verde. Jardín Botánico José Celestino Mutis. Pp 18. Bogotá, 2005.

Número UPZ	Nombre UPZ	Área Potencial para Plantación (m ²)	%
99	Chapinero	54225	5257
97	Chicó Lago	28413	2755
88	El Refugio	712	069
90	Pardo Rubio	19798	1919
Total		103.48	100

Tabla 5. Potencial de plantación por UPZ.

Fuente: Censo del Arbolado Urbano del D.C.- J.B.J.C.M., 2005.

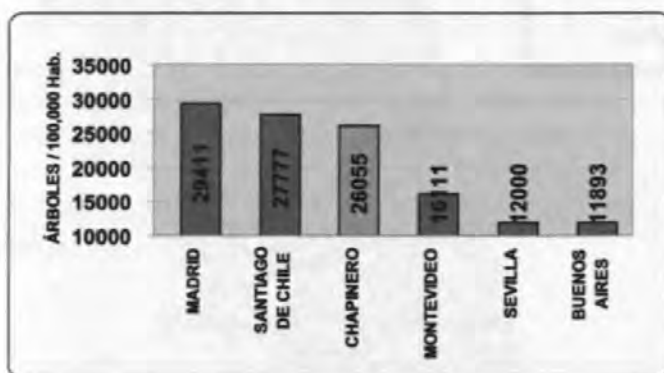


Figura 4. Comparativo árboles/100.000 habitantes

Fuente: Censo del Arbolado Urbano del D.C.- J.B.J.C.M., 2005.

En Chapinero hay 26.055 árboles por cada 100.000 habitantes (0.26 árboles/habitante), lo que *comparativamente con algunas ciudades iberoamericanas* (Figura 4) sitúa a la localidad en indicadores similares a los de Santiago de Chile, Madrid y Brooklyn (N.Y.)

Aunque el indicador anterior no pretende estandarizar los árboles per cápita, ya que este depende estrechamente de una gran cantidad de factores (climáticos, urbanísticos, geográficos, biológicos, etcétera) sí da una idea de la relevancia del arbolado urbano en las agendas políticas de las ciudades. Es bueno advertir que no necesariamente siempre un indicador per cápita bajo debería inducir programas agresivos de plantación. Por ejemplo, en Chapinero no hay suficientes áreas potenciales (urbanas) para arborización.



Mapa 4. Zonas de la localidad de Chapinero con potencial para plantación de árboles.
 Germán Herreño J.B.B.

Si lo estimado como potencial de plantación en la localidad es de 2.413 individuos (sin contar con la reposición por talas) se podría decir que en este escenario de plantación de todas las áreas disponibles el indicador se podría elevar a 28.000 árboles/100.000 habitantes en la localidad. Lo cual se podría constituir en un valor meta para un plazo inferior a un año.

La distribución por Perímetro a la Altura del Pecho, PAP, da una idea del volumen de biomasa, así como de la edad del arbolado. En general un arbolado antiguo se asocia con mayores PAP y alturas. La evaluación de longevidad involucra otras variables importantes, como la especie.

En la Figura 5 se observa la distribución del PAP para la localidad de Chapinero. También se muestra esta distribución espacialmente en el Mapa 5 para PAP entre el rango 0 a > 1.8 m. La media de la altura de los árboles con un PAP mayor o igual a 4 m es 22 m. Así no se sepa la edad exacta, se puede decir que este grupo de árboles corresponde a arbolado antiguo.

La distribución por rangos de altura (total) del arbolado de Chapinero se presenta en la Figura 6.

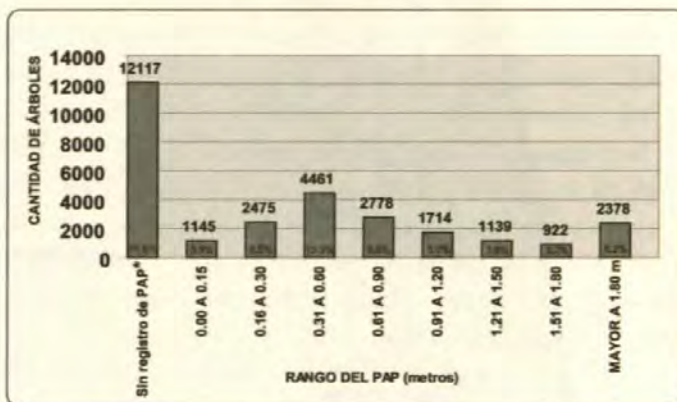


Figura 5. Distribución por intervalos de PAP.

Fuente: Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2005.

(*) Sin registro de PAP: a los árboles con altura total inferior a 1.3 m no se les tomó este registro en el Censo del Arbolado Urbano, debido a que técnicamente el PAP se debe tomar a árboles cuyo fuste tiene una altura igual o superior a 1.3 m.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ



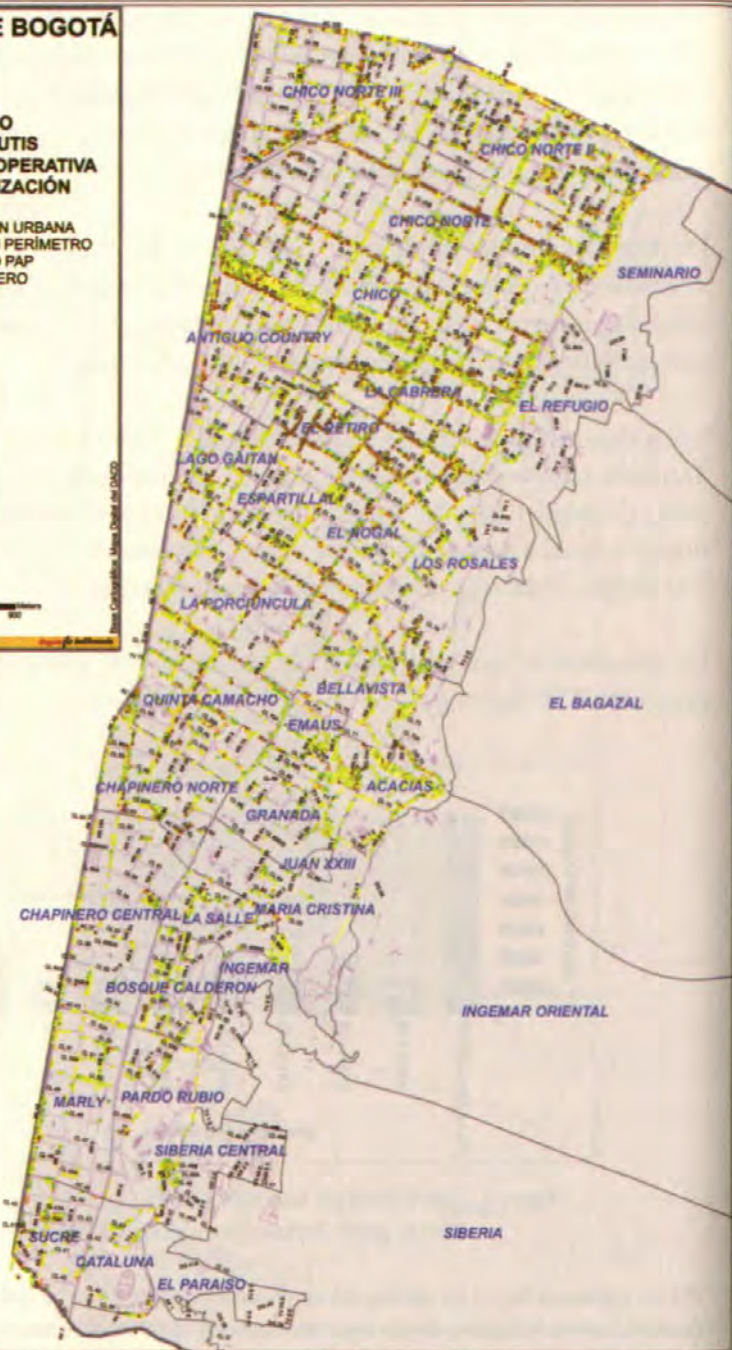
JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS SUBDIRECCIÓN TÉCNICO OPERATIVA PROGRAMA DE ARBORIZACIÓN

MAPA N° 5
PLAN LOCAL DE ARBORIZACIÓN URBANA
DISTRIBUCIÓN DE ÁRBOLES CON PERÍMETRO
A LA ALTURA DEL PECHO PAP
LOCALIDAD DE CHAPINERO

CONVENCIONES

- Límite de Barrios
- Malla Vial
- PAP DE 0 A 0.15 M
- PAP DE 0.16 A 0.30 M
- PAP DE 0.31 A 0.60 M
- PAP DE 0.61 A 0.90 M
- PAP DE 0.91 A 1.20 M
- PAP DE 1.21 A 1.50 M
- PAP DE 1.51 A 1.80 M
- PAP > 1.80 M

0 112.5 225 450 675 900
Escala: 1:27.000



Mapa 5. Distribución espacial del arbolado urbano de la localidad de Chapinero por rangos de Perímetro a la Altura del Pecho, PAP. Germán Herreño J.B.B.

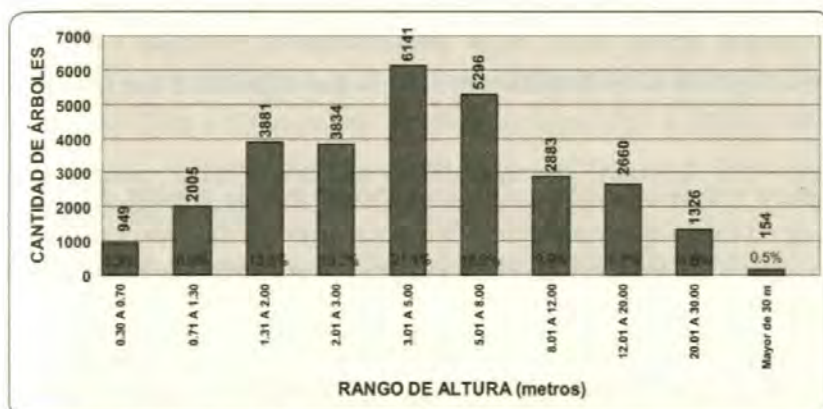


Figura 6. Distribución por rangos de altura.

Fuente: Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá, 2005.

De las gráficas anteriores se puede inferir de forma muy general que aproximadamente un 40 por ciento (aprox. 12.000 árboles) del arbolado de Chapinero es arbolado joven (menos de 4 años), un 50 por ciento (aprox. 14.000 árboles) es arbolado adulto (entre 4 y 10 años) y el 10 por ciento es arbolado senil (aprox. 3.000 árboles). Por su parte el arbolado joven demandará mayor intensidad y frecuencia en las labores de mantenimiento (riesgo, plateo, sanidad, fertilización, etcétera.).

Se puede concluir que el arbolado de mayor porte (habitualmente asociado a arbolado adulto o senil) se concentra en las UPZs del norte (Chicó, El Refugio, Antiguo Country, El Retiro y El Nogal) la mayoría de éstos árboles están ubicados en los separadores de las vías y en andenes. Por su parte, el arbolado joven se ubica en las UPZs del sur Chapinero y Pardo Rubio, en los barrios de Marly, Sucre y Cataluña. Esta circunstancia coincide con los recientes programas de arborización de la Cra. 13 implementados por el D.C. Como las actividades de mantenimiento se deben concentrar principalmente, pero no exclusivamente en el arbolado joven, el PLAU de Chapinero deberá enfocar sus esfuerzos hacia los barrios de las UPZs de Chapinero y Pardo Rubio.

CONCLUSIONES

El censo arbóreo por enumeración completa que está llevando a cabo el Jardín Botánico es una herramienta ineludible para la planificación y gestión del arbolado urbano de la ciudad. Con este instrumento será posible ser más asertivos en la toma de decisiones respecto a las actividades de mantenimiento integral, plantación y mitigación del riesgo.



La formulación de los PLAU debe inexorablemente vincular a los actores locales y comprometer programáticamente su participación en la ejecución de proyectos.

Es necesario redefinir la estructura institucional para la gestión del arbolado urbano, de tal forma que se aproveche la capacidad de acción local y se fortalezca el flujo efectivo de recursos de inversión para el conjunto de actividades que esta demanda.

A partir de la información del censo del arbolado se pueden desarrollar investigaciones básicas y aplicadas con relación a la estructura ecológica principal y al diseño de corredores que permitan su conectividad. Se espera que las bases de datos del censo arbóreo sean una cantera para investigaciones en arborización urbana.

En la toma de decisiones sobre el arbolado es indispensable insertar criterios de planificación fundamentados en información fidedigna y actualizada. Las políticas de arborización, los proyectos y prioridades deberán ser producto del análisis de la información y no de juicios de valor o suposiciones.

Agradecimientos

Este artículo fue posible gracias a la vital colaboración del Ingeniero Rolando Higuita, Subdirector Técnico Operativo del Jardín Botánico, así como al equipo base del censo del arbolado urbano de nuestra entidad. Me refiero a los ingenieros Gilberto Mahecha, Fredy Urrea, Germán Herreño, Germán Álvarez y Anyelina Cáceres.

También expreso mis sentimientos de gratitud a la Directora del Jardín Botánico, doctora. Martha Liliana Perdomo por sus valiosos aportes conceptuales y acertadas orientaciones metodológicas.

Al biólogo Wilmer González, cuya revisión, correcciones del texto y orden metodológico fueron definitivos en la construcción del producto final.

Bibliografía

- Departamento Administrativo de Planeación Distrital.** 2003. *Decreto 190 de 2003 Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.* Bogotá D.C.
- Departamento Administrativo de Planeación Distrital.** 2004. *Recorriendo Chapinero.* Bogotá.
- <http://www.treesforcities.org/html/inforesearch/citytreedata/>. Acceso lunes 5 de junio de 2006.
- Jardín Botánico José Celestino Mutis.** 2002. *Manual Verde.* Bogotá.
- Northeastern Research Station. Brooklyn's Urban Forest.** *Syracuse N.Y.* General Technical Report NE-290.
- Secretaría de Hacienda Distrital.** 2001. *Memorias - Foro sobre pobreza y redistribución del ingreso.* Secretaría de Hacienda Distrital (Ed). Bogotá,
- USDA Forest Service 2004.** Plan Maestro de Arborización Urbana de Syracuse N.Y.