

Arbolado urbano de Bogotá

Identificación, descripción y bases para su manejo



Desde pequeño sentí gran atracción por los árboles, que creció con los años hasta el punto que me han calificado como el hombre que puede hablar con los árboles.

Gracias a los campesinos entre quienes crecí en Pacho, Cundinamarca, aprendí a conocerlos y luego un poco más al elaborar en el colegio un herbario de la organografía y de las familias de las plantas.

Decidí entonces buscar la manera más fácil de identificarlos mediante una clave vegetativa, según la cual al conocer las hojas se van descartando caracteres hasta llegar a identificar las familias y las especies.

Este libro, al que muchos estudiosos de los árboles en la ciudad han aportado conocimientos, ofrece una guía para que los ciudadanos aprendan a entender la multiplicidad de funciones y beneficios que los árboles nos brindan y por tanto a respetarlos y cuidarlos adecuadamente.

Como maestro y dendrólogo hago un llamado para que desde el hogar y los claustros se enseñe y eduque al niño en el conocimiento y manejo de la vegetación, en especial de los árboles. Así mismo, deseo que este libro sea útil para que los adultos asuman que los árboles puedan vivir sin nosotros, pero nosotros sin ellos no.

Gilberto Emilio Mahecha.

«El hombre que puede hablar con los árboles»



*Este árbol*¹

Este árbol
en la acera de mi calle
en medio del cemento
crece solitario
sin bosque
sin pájaros sin insectos sin arroyo;
pero verdea siempre en silencio
sumiso entre sol o noche
bajo el aire grueso de la urbe
y es su vida
estar allí transformando polución en frescura
con tronco ramas hojas flores
como un filtro de luz
y un apuesto vigía.

Óscar Gerardo Ramos²
(1928 -)

¹. Patiño, Víctor Manuel. La flora en la poesía. Antología. Cali. 1976.

². Doctor en Filosofía y Letras. Magíster en Administración Industrial,
Doctor Honoris Causa en Literatura y Gran Cruz, Universidad del Valle.
www.valledelcauca.gov.co/publicaciones.php?id=2383.

Alcaldía Mayor de Bogotá

Samuel Moreno Rojas
Alcalde Mayor

Secretaría Distrital de Ambiente

Juan Antonio Nieto Escalante
Secretario Distrital de Ambiente

Samir José Abisambra Vesga
Subsecretario General y de
Control Disciplinario

Germán Dario Álvarez Lucero
Director de Control Ambiental

Wilson Eduardo Rodríguez Velandia
Subdirector de Silvicultura
Flora y Fauna Silvestre

Hernán Gonzalo Cadena Carreño
Coordinador editorial
profesional especializado
Subdirección Silvicultura
Flora y Fauna Silvestre

Germán Tovar Corzo
Asesoría Técnica
profesional especializado
Subdirección Silvicultura
Flora y Fauna Silvestre

Maribel Torres Ramírez
Oficina Asesora de Comunicaciones

Jardín Botánico José Celestino Mutis

Herman Martínez Gómez
Director

Amparo Morales Amado
Secretaria General

Julio César Pulido Puerto
Subdirector Científico

Édgar Mauricio Garzón González
Subdirector Educativo y Cultural

Federico de Jesús Bula Gutiérrez
Subdirector Técnico y Operativo

Hugo Alejandro Sánchez H.
Jefe Oficina Asesor Jurídico

Francisco Bocanegra Polanía
Jefe Oficina de Planeación

Claudia Alexandra Pinzón Osorio
Jefe Oficina de Arborización

Janeth Ardila Ochoa
Jefe Oficina de Control Interno

© Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., Secretaría Distrital de Ambiente, SDA

- Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.

ISBN No. 978-958-9387-60-3

Primera edición.

Agosto de 2010.

Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá, D.C., Colombia.

Impreso en Colombia - Editorial Scripto Gómez y Rosales Asociados Compañía LTDA.

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida total ni parcialmente, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni en ningún medio sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la entidad.

*Arbolado urbano de
Bogotá*

Autoría

Gilberto Emilio Mahecha Vega: investigación, coordinación científica y dirección general.

Francisco Sánchez Hurtado: aportes sobre dasonomía y silvicultura.

Jairo Alexander Chaparro Guerra: compilación de la información para las fichas y etimología.

Hernán Gonzalo Cadena Carreño: redacción fichas, asesoría, investigación y revisión técnica de contenidos.

Germán Tovar Corzo: asesoría y revisión técnica de contenidos.

Luis Armando Villota Ojeda: aportes sobre silvicultura urbana y manejo fitosanitario.

Gustavo Morales Lizcano: aportes sobre taxonomía.

José Arnulfo Castro Alvarado: aportes sobre aspectos fitosanitarios.

Francisco Bocanegra Polanía: aportes sobre silvicultura urbana.

Miguel Antonio Quintero: viverista. Aportes sobre silvicultura urbana.

Producción editorial

Asociación ComunicAcción

Patricia Jaramillo Martínez: investigación y redacción capítulos preliminares; edición y coordinación general.

Juliana Curcio Valencia: apoyo en la redacción capítulos preliminares.

Juan Carlos Gómez Amaya: corrección de estilo.

Bibiana Alturo Mendoza: diseño y diagramación.

Jovana Noguera Velazco: digitalización de diapositivas.

Digitadoras: Bibiana Pinzón, Isabel Cristina Parra y Yesenia Vázquez.

Mapas: Niveles de precipitación: Jardín Botánico José Celestino Mutis. Germán Herreño Fierro. Densidad del Arbolado Urbano. Secretaría Distrital de Ambiente.

Fotografías: La mayor parte del material fotográfico fue aportado por el profesor Gilberto Emilio Mahecha Vega y en segunda instancia por Daniel Alberto Rodríguez Garavito.

Colaboraron con algunas fotos: Germán Herreño Fierro, Carlos Alberto Hernández Castrillón, Herbario Forestal Gilberto Mahecha-Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Archivo fotográfico del Jardín Botánico de Bogotá.

Fotografía de portada: Litta Buitrago Sandoval, coordinadora editorial JBB.

Ilustraciones: Diego Felipe Moreno, oficina de comunicaciones, JBB.

Agradecimientos a: Paola Rodríguez Suárez, Nubia Amparo Cárdenas, Adelaida Callejas, Diana Wiesner Ceballos, Juan Carlos Linero González, Rodrigo Martínez Triana; Vannessa Cortés M. Maribel Torres Ramírez, Oficina de Comunicaciones Secretaría Distrital de Ambiente y a todos aquellos que en una u otra forma colaboraron con la realización de la presente publicación.

*Arbolado urbano de
Bogotá*

Identificación, descripción y bases para su manejo



Contenido

Presentación.....	9
Notas de la editora.....	13
Introducción.....	15
1. Los árboles y la ciudad.....	18
• ¿Qué se entiende por silvicultura urbana?.....	18
• ¿Por qué pensar en la arborización de la ciudad?.....	18
• La arborización urbana como parte de un sistema.....	19
2. Importancia de los árboles en el contexto urbano.....	22
• Son productores de oxígeno.....	23
• Aportan a la calidad estética y, por lo tanto, al goce y a la paz espiritual.....	23
• Implican valores simbólicos, recreacionales y pedagógicos.....	23
• Aportan a la planeación de la movilidad en la ciudad.....	24
• Actúan como reguladores climáticos.....	24
• Mitigan la acción del viento.....	25
• Generan sombra.....	25
• Mitigan la contaminación.....	26
• Contrarrestan reflejos peligrosos o incómodos.....	28
• Amortiguan el ruido o sonidos molestos.....	28
• Controlan la erosión y contribuyen a la estabilización de taludes.....	29
• Producen frutos.....	29
• Protegen las cuencas hidrográficas y los cuerpos de agua.....	29
• Valorizan la propiedad.....	30



3.	Reseña de la silvicultura urbana en el ámbito internacional.....	32
4.	Notas sobre la historia de la arborización de Bogotá.....	38
5.	¿Qué hace tan complejo el proceso de arborización urbana?.....	46
6.	Manejo del arbolado en Bogotá.....	50
	• Antecedentes de los aspectos jurídicos e institucionales.....	50
	• El Censo del Arbolado Urbano como herramienta para su planeación y manejo.....	52
	• Planes Locales de Arborización Urbana «PLAUS».....	53
	• Gestión de la comunidad frente al manejo del arbolado en la ciudad.....	54
	• Campaña «Adopta un Árbol».....	56
	• ¿Con qué criterios definir las especies que deben conformar la arborización de Bogotá?.....	57
	• Notas sobre la avifauna de Bogotá.....	63
	• Lugares adecuados para plantar árboles en la ciudad.....	64
7.	Manejo silvicultural.....	66
	• Selección de especies y material.....	66
	• Propagación.....	67
	• Bloqueo y traslado.....	68
	• Podas.....	70
	• ¿Cómo podar?.....	72
	• Refuerzos, cables y varillas.....	72
	• Generalidades acerca del sistema radicular.....	73
	• Fertilización.....	73
	• Mantenimiento permanente del arbolado joven y antiguo.....	74
	• Intervenciones en el espacio urbano.....	75
	• Plagas y enfermedades comunes en el arbolado Bogotano.....	76
8.	Clave dendrológica.....	78
	• Árboles y arbustos.....	78
	• Palmas y similares con hojas simples y compuestas agrupadas en rosetón sobre uno o varios ejes.....	79
	• Ilustraciones de hojas, estípulas y copas.....	80
9.	Especies más representativas.....	82
	• Descripción de las fichas técnicas de las especies.....	82
	Glosario.....	379
	Bibliografía.....	385
	Índice alfabético de familia, nombre científico y nombre común.....	389





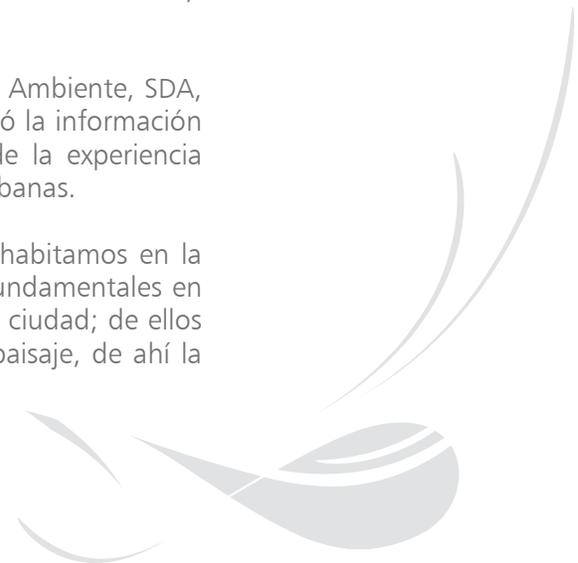
Presentación

El libro *“Arbolado Urbano de Bogotá, identificación, descripción y bases para su manejo”*, surgió con la intención de publicar la investigación realizada por el profesor Gilberto Mahecha para el Jardín Botánico de Bogotá sobre la dendrología o identificación de los árboles, arbustos y palmas de la Sabana, la cual evolucionó hacia esta publicación, en el contexto urbano, que hoy tenemos el gusto de presentar.

Registra las especies más representativas plantadas en la ciudad de Bogotá, a partir de la información obtenida en el Censo del Arbolado Urbano, CAU, realizado entre 2005 y 2007 por el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, en convenio con la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, UAESP, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB - ESP, el Departamento Administrativo de Estadística, DANE, y el Fondo Rotatorio del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Fondane.

El libro es el resultado de un convenio entre la Secretaría Distrital de Ambiente, SDA, que financió la publicación y el Jardín Botánico de Bogotá que aportó la información y el conocimiento, producto del trabajo de sus investigadores y de la experiencia construida durante más de cuarenta años de labores silviculturales urbanas.

Su tema central son los árboles, arbustos y palmas con los que cohabitamos en la ciudad y de quienes depende la vida de todos los seres, pues son fundamentales en el ciclo del agua, por tanto de ellos depende su disponibilidad en la ciudad; de ellos depende el aire puro, por ende la respiración, aportan el verde al paisaje, de ahí la



fuerza anímica que nos imprimen al contemplarlos. Así mismo, cumplen una serie de funciones como generar sombra, frutos comestibles, madera, leña, servir de hábitat y alimento a la fauna, retener el suelo, entre otras funciones que en esta publicación se exponen.

El producto de este libro es el compendio del saber acumulado por muchos ingenieros forestales, botánicos, estudiosos de la flora, jardineros y arquitectos paisajistas, a quienes queremos hacer un reconocimiento público, a los aportes que sobre el estado del conocimiento actual del arbolado urbano han hecho personas independientes o vinculadas a entidades privadas u oficiales.

El libro continúa la presentación del conocimiento relacionado con los requerimientos, limitaciones, características, condiciones y beneficios que brindan los árboles. Pretende ofrecer a los habitantes del Distrito Capital mayor información sobre los mismos y fundamentar el actuar de las entidades a cargo, teniendo en cuenta que el arbolado urbano demanda criterios de manejo que difieren de aquellos de los bosques naturales y de los programas de reforestación.

Cabe anotar que como resultado del Censo, la ciudad cuenta con el inventario georeferenciado de todos los árboles ubicados en espacio público de uso público que caracteriza 43 variables por individuo, información manejada mediante una plataforma de sistemas de información geográfica –SIG-, que soporta el Sistema de Gestión para el Arbolado Urbano –SIGAU- la cual permite su actualización permanente con el fin de mantener esta herramienta como base fundamental para la planificación del manejo del arbolado.

El Censo indica que Bogotá en 2007 contaba con 1'114.765 árboles en su espacio público, 36,3 unidades por hectárea y uno por cada seis habitantes aproximadamente.

La información presentada se ha orientado a ofrecer elementos en la construcción de la Política Distrital de Arborización Urbana, dado que la planeación, y manejo inteligente y ético del arbolado es garantía de calidad ambiental urbana.

Por lo anterior, teniendo en cuenta que desde 1998, Bogotá desarrolla una política para la gestión del árbol urbano, ante el preocupante estado físico y sanitario de muchos de sus individuos, causantes de frecuentes accidentes por caída de ramas y volcamiento total de sus estructuras; además, por su afectación debido al auge de la construcción y remodelación de la infraestructura pública y privada.

Por tanto, se ha establecido un orden institucional, jurídico y técnico con el fin de efectuar un manejo adecuado de la cobertura arbórea urbana garantizando su permanencia en condiciones óptimas y en convivencia con la infraestructura urbana.

Los resultados de la organización administrativa en cuatro gobiernos consecutivos han implicado la revisión permanente de la normatividad local, la cual ha sido ajustada en tres oportunidades.

La continuidad de esta política está asegurada, dado que en el Plan de Desarrollo que regirá la ciudad hasta el 2012, el programa Bogotá Reverdece, apropió recursos por veintiún mil millones de pesos que son ejecutados por diferentes entidades del Distrito y destinados a mantenimiento del arbolado existente y diez mil millones de pesos, ejecutados por el Jardín Botánico de Bogotá para la plantación de 100.000 árboles más que serán establecidos en el espacio público de uso público en la ciudad.

La Secretaría Distrital de Ambiente y el Jardín Botánico de Bogotá aportan con la publicación de este libro al cumplimiento del Plan de Desarrollo "*Bogotá Positiva*" del Alcalde Mayor, Samuel Moreno Rojas, que busca afianzar una ciudad en la que todos y todas vivamos con mejor calidad de vida y se reconozcan, garanticen y restablezcan los derechos humanos y ambientales, para hacer una ciudad responsable con el ambiente e integrada con su territorio circundante, con la nación y con el mundo.

Le invitamos a usar este libro, apropiarse de este conocimiento para cuidar los árboles que hacen posible la vida en nuestra ciudad, a disfrutarlo y compartirlo con los suyos.

¡Por una Bogotá Positiva: para vivir Mejor!



Juan Antonio Nieto Escalante
Secretario Distrital de Ambiente



Herman Martínez Gómez
Director
Jardín Botánico de Bogotá
José Celestino Mutis



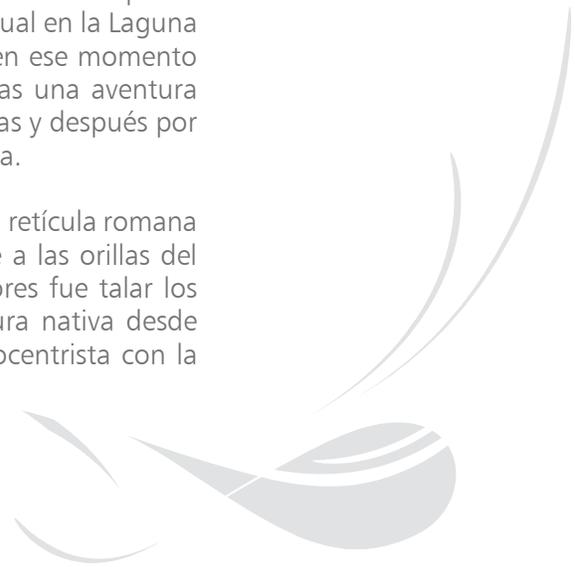


Notas de la editora

Bogotá Distrito Capital es hoy nuestro hábitat. Se gestó en la sabana de Bacatá, como asentamiento humano a través de los muisca, quienes evolucionaron durante milenios en las altas montañas y páramos andinos de la Cordillera Central; engranados en paisajes plenos de vida, verdes, muy verdes, ocre, rojos, naranjas, amarillos, azules, lilas... Los muisca obtenían todo lo que requerían para vivir de los bosques de sagrados nogales, cedros, palmas y sietecueros, chusques, pajonales y frailejones que a su vez eran habitados por venados, dantas, tapires, osos de anteojos, tigrillos, jaguares, conejos, ardillas, colibríes y otra infinidad de manifestaciones de la vida de la que hacemos parte integral, más no fundamental.

En su evolución espiritual habían sacralizado la naturaleza al punto por ejemplo de decorar los bosques con laminillas de oro de manera que tintinearan mecidas por el viento y su máximo líder rendía homenaje al dios Sol en un sagrado ritual en la Laguna de Guatavita. Este paradisíaco y mágico escenario, con los muisca en ese momento de evolución, fue lo que encontraron los españoles a su llegada, tras una aventura trasatlántica en la que se embocaron, en principio en busca de especias y después por ansias de oro y poder que impusieron a través de la religión y la fuerza.

El asentamiento español se inicia con Santa Fe de Bogotá, insertando la retícula romana en el ecosistema altoandino, en la base de Monserrate y Guadalupe a las orillas del río San Francisco. Una de las primeras órdenes dadas por los invasores fue talar los nogales, por su carácter sagrado, en su intento de destruir la cultura nativa desde sus raíces hasta sus símbolos e imponer la visión de civilización eurocentrista con la



cruz, en lugar del Sol como símbolo divino y la espada por estandarte. Pasa de tener unos pocos habitantes en su fundación por parte de Gonzalo Jiménez de Quesada, a 7.307.353 habitantes en 2009, de acuerdo con datos de la Secretaría Distrital de Planeación.

Desde entonces, el Distrito ha venido creciendo en un proceso de urbanización, desde el punto de vista natural con características de plaga, mientras históricamente las administraciones locales y regionales se ven cada vez en mayores dificultades para responder oportuna y adecuadamente a la creciente demanda de suelos, agua, energía, oferta laboral, movilidad, posibilidades de nutrición y salud para un cada vez mayor número de habitantes, en los últimos años, desplazados por la violencia en nuestro rico – pobre y complejo país.

La sobrevivencia de los habitantes de Bogotá, es decir, tuya y mía, está determinada por la calidad ambiental y esta a su vez por las zonas verdes que hacen parte del espacio privado, del espacio privado de uso público y del espacio público de uso público, que están conformadas por pastos, jardines, arbustos, palmas y árboles y en algunos casos por procesos de agricultura urbana. Su efectividad en la oferta de calidad ambiental, que implica la calidad estética, depende del área por habitante, de la conectividad entre las mismas, de la capacidad de las especies para absorber o transformar agentes contaminantes del aire y del adecuado diseño y plantación de las especies que allí se dispongan.

Los árboles sembrados al lado de las calles y avenidas de manera continua se tornan en los agentes de la conectividad necesaria para garantizar la sostenibilidad de la estructura ecológica o biológica principal que nos articula con el nicho verde del entorno regional en que se inserta la ciudad. En este momento de nuestra historia se está definiendo la política para la arborización urbana, de acuerdo con la ley en su definición tenemos deberes y derechos tanto el sector público y la sociedad civil representada por las organizaciones agremiadas en torno al tema.

Corresponde al Alcalde Mayor y a los Alcaldes locales, al Secretario Distrital de Ambiente y al director del Jardín Botánico, a funcionarios y contratistas de las entidades comprometidas oficialmente con la protección, diseño y manejo, velar porque Bogotá sea verdaderamente una ciudad habitable y bella. Esto no es posible si no entendemos que hacemos parte de la naturaleza, que las zonas verdes son, entre otros como el suministro de agua, las que hacen las ciudades habitables en términos ambientales, que el espacio público es de todos, que la ciudad es nuestro hábitat y que todos tenemos el derecho de participar en su mejoramiento continuo y que es necesario fortalecer los mecanismos para lograrlo.

Velar por que la construcción de ciudad sea un proceso compartido que cuente con la participación de la sociedad civil es un deber de los funcionarios, velar por que los funcionarios cumplan a cabalidad su misión es un deber de los ciudadanos. La construcción solo es posible si se unen el pensamiento, la palabra y la acción. Bogotá es nuestra ciudad, es entre todos que podemos hacerla cada vez mejor o hacer de ella un infierno. Que sea la inteligencia humana utilizada con amor en pro de nuestro bienestar el que nos mueva.

Patricia Jaramillo Martínez
Editora

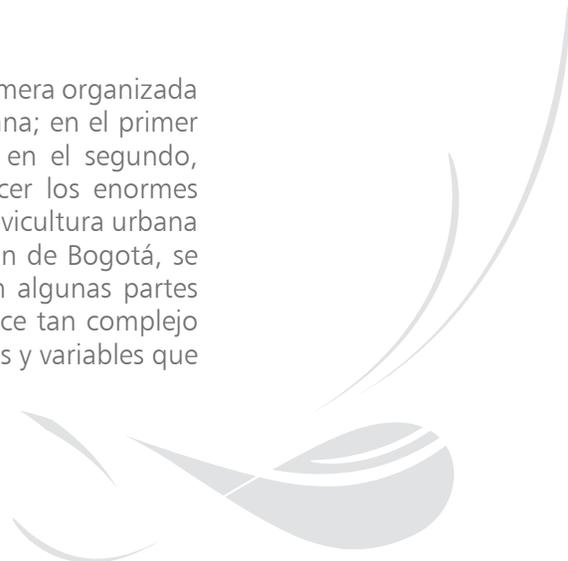


Introducción

En esta publicación encontrará información sobre 146 especies vegetales de los biotipos árboles, arbustos y palmas, más representativas presentes en Bogotá, D.C. con las potencialidades o limitaciones para su utilización en la arborización urbana, así como otros aspectos interesantes sobre las mismas.

Recoge la experiencia y los resultados de las actividades de gestión, planificación y manejo realizados históricamente por los actores encargados del arbolado urbano que han posicionado a Bogotá, D.C. en el ámbito regional e internacional en esta temática. Además de los servidores públicos de las entidades oficiales y de los tomadores de decisiones, el libro está dirigido a planificadores, arquitectos, paisajistas, ingenieros civiles y forestales, biólogos, constructores, empresas de servicios públicos, líderes de acción comunal, jardineros profesionales y aficionados y en general a los habitantes de la ciudad que aprecian los árboles.

El libro está estructurado en dos partes claramente diferenciadas, la primera organizada en siete capítulos, aborda diferentes aspectos de la arborización urbana; en el primer capítulo, Los árboles y la ciudad, se conceptualiza sobre el tema; en el segundo, Importancia de los árboles en el contexto urbano, se dan a conocer los enormes beneficios que estos nos prestan; en los dos siguientes, Reseña de la silvicultura urbana en el ámbito internacional y Notas sobre la historia de la arborización de Bogotá, se presenta el contexto histórico de diferentes visiones del arbolado en algunas partes del mundo y antecedentes en nuestra ciudad; en el quinto, ¿Qué hace tan complejo el proceso de arborización urbana?, se presentan los distintos aspectos y variables que



inciden en la planificación, desarrollo y mantenimiento del arbolado urbano; en el sexto, Manejo del arbolado en Bogotá, se exponen criterios e información de interés sobre la actualidad de la arborización en el Distrito; en el séptimo, Manejo silvicultural, se presenta de manera general información para el manejo arbóreo.

La segunda parte del libro contiene los capítulos octavo, Clave dendrológica para la facilitar la identificación de los árboles, arbustos y palmas, y el noveno capítulo, Especies más representativas, presenta las fichas técnicas de las 146 especies seleccionadas por su mayor representatividad en el arbolado urbano de Bogotá, organizadas en orden alfabético por su nombre común.

En cada una de las fichas técnicas de las especies se presentan datos interesantes y fundamentales para la toma de decisiones para la plantación y el manejo del árbol en el contexto urbano como: descripción, porte, origen, significado, tasa de crecimiento, longevidad, forma del arbusto, árbol o palma, tallo, copa, características ornamentales, atributos de manejo especial, susceptibilidad a plagas y enfermedades, manejo silvicultural, poda, raíz, bloqueo y traslado, resistencia a condiciones ambientales, datos del censo y viabilidad para su uso en el arbolado urbano.





Los árboles y la ciudad

¿Qué se entiende por silvicultura urbana?

El concepto de silvicultura urbana se encuentra todavía en evolución. Ha venido a significar tanto la plantación de árboles en algunos lugares como la planificación y el ordenamiento a gran escala de toda la vegetación leñosa dentro de los límites de una ciudad y su periferia.³

Por definición la silvicultura es la ciencia forestal que se encarga del cultivo y de la producción de árboles para la generación de bosques, con diferentes propósitos, así como de las actividades conexas relacionadas con su manejo y mantenimiento —tratamientos silviculturales—; a partir del crecimiento y de la necesidad de planificación y ordenamiento de los centros urbanos en las últimas décadas surgió la necesidad de abordar la temática de la plantación de árboles de manera técnica, teniendo en cuenta la dinámica de la ciudad, sus dificultades y características particulares, así como la incidencia de estas condiciones cambiantes en el desarrollo del arbolado urbano. En este sentido la silvicultura urbana nace a partir del reconocimiento y del entendimiento de las diferencias en función, comportamiento y necesidades de los árboles en contextos diferentes, diferenciando claramente su manejo en bosques naturales, en plantaciones y en las grandes urbes.⁴

Su planeación y desarrollo obedece a diferentes criterios de acuerdo con las necesidades y características de cada ciudad y también ha sido analizada desde diferentes enfoques. En algunas ciudades se ha priorizado la calidad ambiental, en otras la producción de leña asociada a la arborización urbana y en otras se ha asociado a criterios de agricultura urbana. La presente publicación hace referencia a algunos árboles, arbustos y palmas que conforman la cobertura arbórea de las zonas verdes de Bogotá de acuerdo con el Censo del Arbolado Urbano, CAU.

¿Por qué pensar en la arborización de la ciudad?

Aunque a veces se olvide, hacemos parte de la naturaleza. Nuestra salud está directamente relacionada con la calidad de los alimentos, del aire que respiramos, del agua que consumimos, de los niveles de estrés que manejamos y de la calidad estética y paisajística de nuestro entorno. Por lo tanto nuestra vida en la ciudad depende de la capacidad que ésta tenga de satisfacer nuestras necesidades vitales. La ciudad existe en la medida en que haya suficiente oxígeno, suficiente agua, suficiente espacio para movilizarnos y suficiente verde, representado en las plantas de jardín, arbustos y árboles en los espacios públicos, que por la diversidad de sus formas y su contenido simbólico y funcional contraste y balancee de manera positiva la dinámica y la «dureza» predominante en las edificaciones urbanas.⁵

3. FAO. Unasylva No. 15. Silvicultura urbana: ciudades, árboles y población. <http://www.fao.org/docrep/s1930S/s1930s01.htm#editorial:%20ciudades,%20árboles%20y%20población>.

4. Ingeniero Hernán Cadena Carreño.

5. Jardín Botánico de Bogotá, Centro de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura, C.I.F.A, Universidad de los Andes. Diseño Preliminar para el Manual Verde. Bogotá. 1999.

En tal sentido se hace necesario entender que «la ciudad es un socioecosistema integrado en el que interactúan en forma interdependiente los distintos componentes bióticos —organismos vivos como animales, plantas, insectos, etcétera— con los abióticos —suelo, agua, aire, etcétera—. Estos procesos naturales, a su vez, se interrelacionan con el componente humano social» (Murray 1995).⁶

Las ciudades generan una sobrecarga informativa que satura nuestra capacidad de percepción y atención. El ruido, la contaminación del aire y el distanciamiento de la estética de la naturaleza de la que hacemos parte generan altos niveles de estrés que influyen desfavorablemente en nuestra vida cotidiana. Si tenemos en cuenta que las ciudades se han desarrollado para mejorar la calidad de vida humana, vale la pena entonces que trabajemos cotidianamente en ello y los árboles son una de las mejores herramientas para lograrlo.

De acuerdo con el investigador José Antonio Corraliza Rodríguez del Departamento de Psicología Social y Metodología de la Universidad Autónoma de Madrid «el "hecho urbano" constituye uno de los más desafiantes retos de y para la organización social en este momento. La estructura urbana, los cambios en la forma de expresión y estética urbana están relacionados con cambios en el modo de vida y la experiencia social. Diferentes formas de vida, conflictos sociales y nuevos estilos de vida aparecen vinculadas a los procesos de estructuración de la trama urbana. Esto explica la relevancia y significación del hecho urbano en la vida social, en los modelos de actuación, planificación y desempeño individual».⁷

Este mismo autor señala: «También resulta oportuno recordar la adaptación que Ventre realiza de la famosa sentencia de Montesquieu para referirse a las leyes. Sentencia Montesquieu: "primero las personas hacen las leyes, luego las leyes hacen a las personas". Algo análogo puede decirse de la dinámica de la estructura urbana: primero las personas construyen la ciudad y los edificios; luego la ciudad construye a las personas, vale decir, determina su manera de pensar, sentir y actuar».

En este mismo sentido Diana Wiesner cita a Lawrence Durrell: «Somos hijos de nuestro paisaje: nos dicta nuestra conducta e incluso nuestros pensamientos en la medida que armonizamos con él». Lo anterior cobra especial sentido si tenemos en cuenta que según las Naciones Unidas⁸ en 2030 casi el 85 por ciento de los latinoamericanos y la mitad de todos los africanos y asiáticos vivirán en ciudades.

La arborización urbana como parte de un sistema

De acuerdo con el estudio *Análisis de conectividad para la estructura ecológica principal de Bogotá* en el contexto urbano y periurbano desarrollado por el biólogo y M.A. en Geografía Fernando Remolina,⁹ las estructuras ecológicas están compuestas de áreas protegidas, articuladas por conectores con el fin de generar y facilitar el flujo de servicios ambientales a través de un territorio, además de garantizar el mantenimiento integral

-
6. Cobo, Wania. *Participación pública en la arborización urbana áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe*. Memoria del Seminario Internacional. Centro de Agroforestería para el desarrollo sostenible. Universidad Autónoma de Chapingo. Banco Interamericano de Desarrollo, Méjico. 1997.
 7. Corraliza, J. A. 2000: *Vida urbana y experiencia social. Discusión sobre la calidad de los espacios urbanos*. <http://habitat.aq.upm.es/bv/agbd11.html>, diciembre de 2006.
 8. G. Kuchelmeister. "49 Árboles y silvicultura en el milenio urbano. Contribuciones a la silvicultura urbana en un mundo progresivamente urbanizado". Revista Unasyva 200, Vol. 51, FAO. 2000.
 9. Remolina, Fernando. *Análisis de conectividad para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá en el contexto urbano y periurbano*. Revista Pérez Arbelaezia No. 16. Bogotá. 2005.

de la biodiversidad (van der Hammen & Andrade 2003). El objetivo de crear estas estructuras en ciudades es equilibrar el desarrollo urbano y rural con la preservación del medio ambiente.

De acuerdo con el diseño preliminar del Manual Verde para Santa Fe de Bogotá, estudio dirigido por Carlos H. Fonseca S. y publicado por el Centro de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura, CIFA, de la Universidad de los Andes y el Jardín Botánico José Celestino Mutis en 1999, «desde el Plan de Ordenamiento Territorial y el Plan de Gestión Ambiental se tuvo en consideración la conformación de una estructura ecológica principal, EEP, (...) Esta estructura ecológica (...) 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».

Este concepto se aplicó dentro del Plan de Ordenamiento de Bogotá por el Departamento Administrativo de Planeación Distrital en el 2000 de acuerdo con la siguiente definición: «Red de espacios y corredores que sostienen y conducen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, dotando al mismo de servicios ambientales para su desarrollo sostenible».

En tal sentido la planificación del arbolado urbano en términos de calidad de vida, salud, ambiente, patrimonio cultural y embellecimiento, entre otros aspectos, debe fundamentarse en su conformación, conectividad y fortalecimiento. Los corredores contribuyen a la generación de vínculos que articulan las zonas verdes de la ciudad con los cerros y los humedales a nivel regional, generan hábitats para otras especies y mitigan los rigores climáticos. El establecimiento de corredores que atraviesen la ciudad —con el fin de conectar la EEP— contemplados en el Plan de Ordenamiento de Bogotá implica la incorporación integral de criterios de arborización urbana y de restauración ecológica.

Los árboles ubicados en la ciudad de Bogotá hacen parte integral de la EEP y actúan como articuladores de la misma. En tal sentido su planificación y gestión debe ser precisa —a partir de la información obtenida de acuerdo con estrictos parámetros técnicos—, cuidadosa y basada en información con elevados estándares de calidad. «La intervención sobre una parte del mismo afectará a todo el sistema; hay que buscar las interrelaciones y considerar sus diversidades y su dinámica. Esto nos ayudará a conocer las causas de los problemas, a plantear las estrategias de solución y a ejecutar las acciones con más éxito».¹⁰

«Se debe cambiar la concepción de que el concepto medio ambiente hace referencia exclusivamente a la naturaleza; medio ambiente es también la ciudad».¹¹ La conectividad que se genera entre los ecosistemas altoandinos como ecosistemas de soporte con los asentamientos circundantes y el ecosistema urbano mediante la EEP propicia una sinergia que potencializa los servicios vitales que genera la naturaleza a los habitantes de Bogotá.

10. Cobo, Wania. *Participación pública en la arborización urbana áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe*. Memoria del Seminario Internacional. Centro de Agroforestería para el desarrollo sostenible. Universidad Autónoma de Chapingo. Banco Interamericano de Desarrollo, Méjico. 1997.

11. Idem.



Importancia de los árboles en el contexto urbano

«Los árboles adquieren un papel sagrado al hacerse intermediarios entre los hombres y las deidades del firmamento, entre la tierra en la que hunden sus raíces y el cielo que descansa en sus ramas.»

Miguel Herrero Uceda.¹²

Antes del hombre los árboles. Los árboles han sido nuestros benefactores desde siempre. Los científicos dan noticia de su existencia desde hace alrededor de 365 millones de años, mientras que han estimado que como especie los seres humanos nos separamos de los chimpancés apenas hace alrededor de 10 millones de años. Desde entonces hemos dependido de estos gigantes verdes. Nuestros ancestros descendieron de sus ramas y poco a poco, durante millones de años, cuando se formaron las sabanas y tuvieron que caminar, se irguieron para alcanzar sus frutos, construyeron sus primeras casas y algunas herramientas con su madera y bajo sus ramas y copas se protegieron del sol como aún hoy lo hacemos.

Los árboles conforman el paisaje de los diferentes territorios, contribuyen a regular el clima, suministran alimento, medicinas, forraje para los animales, cobijo, materia prima para la construcción de viviendas y para la elaboración de toda clase de objetos, brindan paz espiritual y han sido vigías de los suelos y del agua.

Los árboles en una ciudad determinan y caracterizan su paisaje. Cada árbol que encontramos al recorrer Bogotá contribuye a hacer posible la vida en ella y a mejorar la calidad de vida de todos y cada uno de sus habitantes, brinda diversos beneficios tangibles e intangibles de orden ambiental, estético, psicológico, paisajístico, recreativo, social y económico, a tal punto que «se constituyen en uno de los indicadores de los aspectos vitales y socioculturales de las ciudades».¹³

12. Fundación + Árboles. <http://www.amigosdelosarboles.com>.

13. Wiesner C., Diana. *Metodología para la definición de una estrategia de arborización*. Foro de Arborización Urbana. Bogotá. 2000.

De acuerdo con la complementación del Manual Verde, «el paisaje urbano es una expresión de las diferentes escalas de valores culturales y a la vez un reflejo de la salud ambiental y ecológica¹⁴ del entorno urbano». «Los árboles son indicadores de los aspectos vitales y socioculturales de la ciudad».¹⁵ Y para muchos ciudadanos constituyen su única conexión con la naturaleza.



Son productores de oxígeno

En su calidad de plantas superiores y por tener hojas con clorofila producen oxígeno través del proceso de la fotosíntesis, principal elemento para el desarrollo y sostenimiento de la vida en el planeta.



Aportan a la calidad estética y por lo tanto al goce y a la paz espiritual

Asomarse a la ventana y ver mecerse las ramas de un árbol vecino, ver la algarabía de los niños al tratar de alcanzar las cerezas en los parques y barrios, disfrutar los toques de amarillo que nos brindan los alcaparros en noviembre, el aroma de los jazmines tras la lluvia en Bogotá son placeres que se disfrutan algunas veces concientemente, otras no tanto. Pero aunque no siempre nos demos cuenta, estos compañeros generosos contribuyen a nuestro bienestar permanentemente. Ofrecen una percepción del ambiente urbano más amable y natural.

Los árboles generan un valor agregado a la percepción de la ciudad al dar escala y mitigar visuales negativas brindando, de esta manera, cualidades intangibles. Permiten una mejor definición de los espacios, dan sensación de profundidad, crean ambientes aislados y tranquilos, generan privacidad, protegen y constituyen atractivos visuales gracias a sus múltiples formas, volúmenes, sombras, texturas y colores. Por los cambios propios de la caída y renovación del follaje, por la floración y la fructificación generan cambios del paisaje en el tiempo que contrarrestan la monotonía cotidiana, son útiles para ocultar espacios desagradables o degradados, crean volúmenes y acompañan y resaltan monumentos y obras de arte.¹⁶

Además de su aporte estético y perceptivo los árboles plantados con los criterios acertados generan barreras vivas entre los espacios privados y públicos ofreciendo la posibilidad de contar con el derecho a la privacidad de las personas en sus espacios y al mismo tiempo brindan aire e iluminación natural al evitar el uso permanente de cortinas.



Implican valores simbólicos, recreacionales y pedagógicos

Los árboles también representan importantes símbolos culturales y son usados frecuentemente como indicadores de eventos históricos: «por su antigüedad y su tamaño, por los

¹⁴. Lo ecológico en el entorno urbano se circunscribe a los «nichos» o espacios en los cuales la vida natural sobrevive aunque esté rodeado de espacio construido. Esta cualidad depende de varios factores y condiciones, entre ellos el mismo tamaño del espacio natural de tal manera que permita suficiente territorio con capacidad de carga de las especies que habitan allí. Un «ecosistema» urbano es necesariamente un sistema natural condicionado y dependiente de muchos factores externos y artificiales. En: complementación del Manual Verde, Corporación Propuesta Ambiental- Carlos Fonseca Z. IDU-DAMA-JBB. U. T. Bogotá, 2002.

¹⁵. Hough, Michael. Cities and natural process. Routledge, 1995.

¹⁶. Diseño Preliminar del Manual Verde, Jardín Botánico - Universidad de Los Andes. 1998.

hechos históricos que tuvieron lugar bajo sus ramas y cuya vista suscita un sentimiento de afiliación y solidaridad en los pueblos que los poseen y veneran».¹⁷

En muchos casos nos evocan recuerdos, gratos o tristes, que hacen parte de nuestra historia personal o colectiva. Tienen una influencia psicológica positiva en nuestra vida cotidiana. En parques locales y barriales los árboles se usan como lugares para juego, deporte y esparcimiento, para la reflexión y contemplación de la naturaleza, además de que constituyen magníficos escenarios, talleres y laboratorios para la educación y formación biológica y ecológica de la ciudadanía.¹⁸ A partir de sus anillos de crecimiento se pueden estudiar hechos de diversa índole ocurridos hace mucho tiempo por lo cual se considera que aportan valores dendrocronológicos.

Muchos árboles hacen parte del patrimonio vivo de la ciudad de Bogotá, motivo por el cual han sido denominados árboles patrimoniales. De acuerdo con el estudio *Árboles patrimoniales* contratado en 2003 por el Jardín Botánico de Bogotá con el ingeniero forestal Eduardo Bermúdez R., se definen como «aquellos que tengan una o varias de las siguientes características: 60 o más años de edad, que la especie sea nativa de significación ambiental y paisajística o exótica singular y poco común. Que tenga porte alto y ocupación espacial significativa, relativa a la especie y que tenga valor histórico cultural relacionado con un hecho histórico o anecdótico de significación y tradición para un lugar o una comunidad».¹⁹

Aportan a la planeación de la movilidad en la ciudad

Los árboles plantados con criterios correspondientes a las necesidades y potencialidades de las especies contribuyen a la definición de los flujos de vehículos y personas, por lo tanto a la agilidad de la movilidad y a la seguridad ciudadana, hechos que finalmente contribuyen a la armonía y a la disminución del estrés ciudadano.

Actúan como reguladores climáticos

La alta irradiación de la energía calórica proveniente del sol que tienen los edificios y construcciones —que puede ser hasta del 90 por ciento— produce cambios microclimáticos fuertes. A lo anterior se suma el calor proveniente de la atmósfera por efecto de la combustión originada por la industria, los automóviles y por el desarrollo de actividades como cocinar, utilizar calefacción y aparatos eléctricos. La sumatoria de estas formas de calor genera corrientes de aire que confluyen desde todas las direcciones cuando la velocidad del viento es baja. Por tal razón no es difícil encontrar en Bogotá cítricos, guayacanes, café y aguacate.

Los árboles tienen un potente efecto regulador sobre la temperatura y por consiguiente sobre el clima al controlar la radiación solar, el viento, la humedad y la evapotranspiración; es por esto que las áreas donde se encuentran reciben sus beneficios. Su efectividad depende de la densidad del follaje, de la forma de las hojas y de los patrones de ramificación.

¹⁷. Pérez A. Enrique. *Arborizaciones Urbanas*. Banco de la República. Bogotá. 1978.

¹⁸. Tovar Corzo, Germán. *Manejo del arbolado urbano en Bogotá*. *Revista Colombia Forestal*. Bogotá, 2007.

¹⁹. Bermúdez R. Eduardo. *Árboles patrimoniales*. Jardín Botánico de Bogotá. Bogotá. 2004.

Debido a que un solo árbol transpira aproximadamente 400 litros de agua al día²⁰ a través de la evapotranspiración los árboles, arbustos, palmas y demás plantas contribuyen al mejoramiento del clima por lo que son llamados acondicionadores naturales del aire.

En las regiones templadas y cálidas del planeta los árboles deciduos o caducifolios, es decir, que pierden sus hojas como mecanismo para defenderse del clima, son controladores inigualables de calor. En verano interceptan la radiación del sol y bajan la temperatura bajo sus copas protectoras y en invierno, cuando pierden sus hojas, el efecto es el calentamiento producido por el incremento del paso de los rayos del sol.

Las copas de los árboles no permiten la pérdida de calor de las superficies urbanas porque actúan como sombrillas entre el aire frío nocturno y los materiales superficiales calientes. De ahí que las temperaturas en la noche sean más altas bajo los árboles que en áreas abiertas.²¹ Lo contrario sucede en las ciudades en donde la temperatura ambiental es muy alta en horas del día: se ha comprobado que los jardines y plantas ornamentales disminuyen la temperatura local hasta en 10 °C y la temperatura global hasta en 1 °C. De ahí la importancia de la cobertura arbórea como modificador del clima disminuyendo el efecto invernadero.

La selección del tipo de copa y por lo tanto de la especie que se debe plantar depende de la sensación que se quiere producir por su amplitud y densidad, de tal manera que genere sombra total o que permita la entrada de la luz solar.

Mitigan la acción del viento

Los árboles y arbustos con ramas y troncos muy resistentes, abundante follaje y perennifolios —que no pierdan sus hojas o si lo hacen es por períodos de tiempo muy cortos—, tales como arrayanes o liquidámbares, dispuestos a manera de barrera son muy útiles para obstruir, desviar, filtrar y mitigar el impacto ocasionado por el viento que, de acuerdo con su velocidad, intensidad, turbulencia y capacidad de arrastre de partículas genera daños de diferente índole.

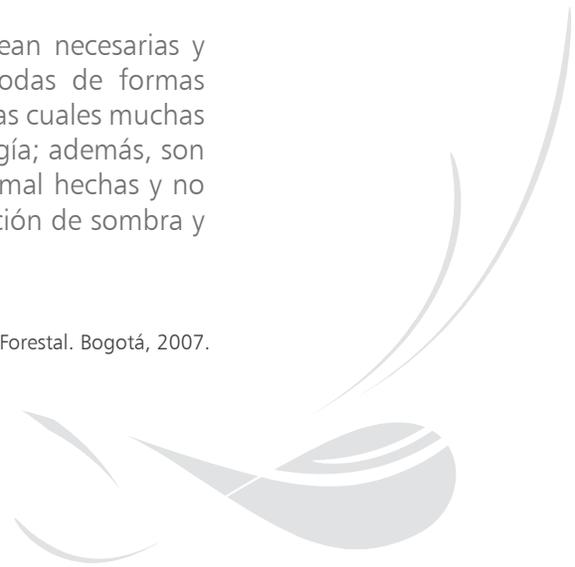
Generan sombra

El efecto de sombrilla de los árboles es especialmente útil y apreciado en ciudades de clima cálido. Incluso en Bogotá caminar bajo la sombra cuando el sol está «picante» genera una sensación de protección.

De ahí la importancia de realizar podas adecuadas sólo cuando sean necesarias y no las que culturalmente se denominan «topiarios», es decir, podas de formas geométricas con fines estéticos, culturalmente aplicadas en Francia, las cuales muchas veces degeneran al árbol en formas no naturales y afectan su fisiología; además, son estéticamente discutibles porque se corre el riesgo de que queden mal hechas y no permitan que cumpla con sus funciones intrínsecas como la generación de sombra y su correspondiente incidencia en la regulación climática.

²⁰. Tovar Corzo, Germán. *Manejo del arbolado urbano en Bogotá*. Revista Colombia Forestal. Bogotá, 2007.

²¹. Ibid.



Los árboles moderan simultáneamente la temperatura y la humedad relativa. La primera disminuye y la segunda aumenta de la parte alta hacia abajo del árbol; por esto para las personas que transitan bajo los árboles la sensación es que la temperatura es menor y la frescura mayor. En las zonas calurosas el viento refresca los espacios al pasar a través de la vegetación.

Al planear la plantación de árboles con el fin de generar sombra en zonas que se desea hacer más frescas tales como vías, andenes, ciclorutas, parqueaderos o canchas deportivas es importante seleccionar especies arbóreas que no produzcan frutos carnosos para evitar su caída sobre las personas y los vehículos. Se deben evitar especies caducifolias porque mucho follaje obstruye los desagües y se debe tener en cuenta la fortaleza de las ramas para prevenir su caída. Para generar sombra son útiles los árboles de copa amplia, alta, buena textura y densidad de follaje, como el caucho, el jazmín del Cabo, el jazmín australiano y los magnolios.

Mitigan la contaminación

«Nuestro propio progreso nos envenena y son los árboles
nuestra única vigilante defensa.»
Enrique Pérez-Arbeláez.²²

Los resultados de la investigación realizada en 2007 por Mauricio Gaitán, Juliana Cancino y Eduardo Behrentz²³ sugieren que «para contaminantes como óxidos de azufre y de nitrógeno, así como para monóxido de carbono Bogotá no presenta en la actualidad un problema significativo de contaminación del aire. Al mismo tiempo, sin embargo, las concentraciones atmosféricas de material particulado en la ciudad tienden a encontrarse muy por encima de los niveles sugeridos por las normas de calidad del aire».

Los contaminantes más comunes de las ciudades industrializadas son el monóxido de carbono, CO, el dióxido de carbono, CO₂, que aunque no es tóxico contribuye al efecto invernadero y al calentamiento global, el monóxido de azufre, SO, y el dióxido de azufre, SO₂, que dañan los suelos y la vegetación existente; el óxido nítrico, que reacciona con el ozono para formar dióxido de nitrógeno, NO₂, tóxico, carece de color y contribuye a la formación de *smog*.²⁴ Otros contaminantes como el óxido nítrico, N₂O, el ozono troposférico, O₃, y las partículas en suspensión son considerados como los más nocivos para la salud.

Los árboles absorben el dióxido de carbono atmosférico a través de las hojas con la apertura de células especializadas llamadas estomas que permiten que este gas entre

²². Pérez-A, E. *Arborizaciones urbanas*. Banco de la República. Bogotá. 1978.

²³. Gaitán, M. y Cancino J. Behrentz. E. *Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá*. Revista de Ingeniería No. 26. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. rev.ing. ISSN. 0121-4993. Noviembre de 2007.

²⁴. Morales, L. y Varón, T. *Árboles ornamentales en el Valle de Aburrá, elementos de manejo*. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medellín. 2006

por difusión y se incorpore en los cloroplastos. Estos, junto con la luz, en un proceso de cadena de electrones y en el ciclo de fijación de carbono, transforman el CO₂ y el H₂O en carbohidratos básicos —glucosa, fructosa, sacarosa y almidón—.

Es decir, sintetizan o elaboran sustancias orgánicas a partir de inorgánicas, las cuales utilizan para formar su propia estructura²⁵ como troncos, tallos, hojas y para almacenar energía que requieren para su funcionamiento, metabolismo y crecimiento. Un árbol sano de mediano tamaño almacena carbono, cuya cantidad varía de acuerdo con la especie y con las condiciones ambientales. Esta es la magia de la fotosíntesis que explica la forma como las plantas transforman la energía lumínica, el agua y el carbono gaseoso en materia orgánica o biomasa que da origen a la cadena trófica.

A través de la absorción los árboles tienen un efecto positivo en la reducción de los contaminantes gaseosos, especialmente SO₂ y NO₂. Al establecer barreras anchas y formadas por diferentes tipos de árboles y arbustos se logra fijar, retener y capturar los contaminantes emitidos por procesos industriales y por combustión vehicular.

A través de la evapotranspiración, que es el proceso por medio del cual la planta pierde H₂O por evaporación desde los estomas, los árboles incrementan la humedad que ayuda a capturar del aire las partículas contaminantes —arena, polvo, ceniza, polen y humo—. Estas partículas son atrapadas por hojas, ramas y troncos para más tarde ser lavadas por la lluvia.²⁶ En algunos casos los contaminantes se adhieren a las estructuras y cubren las hojas limitando la fotosíntesis.

La contaminación atmosférica se expresa en términos de microgramos del contaminante por metros cúbicos de aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) o en partes por millón (ppm) para los gases. Las PM10 —partículas menores de 10 micras— y las PM2,5 —menores de 2,5 micras— son las más conocidas por los efectos negativos sobre la salud humana, vegetal y el deterioro que ocasionan a las construcciones y el mobiliario. En 2008²⁷ se registró un nivel de concentración media anual de PM10 de 67,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; el límite internacional es de 50,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

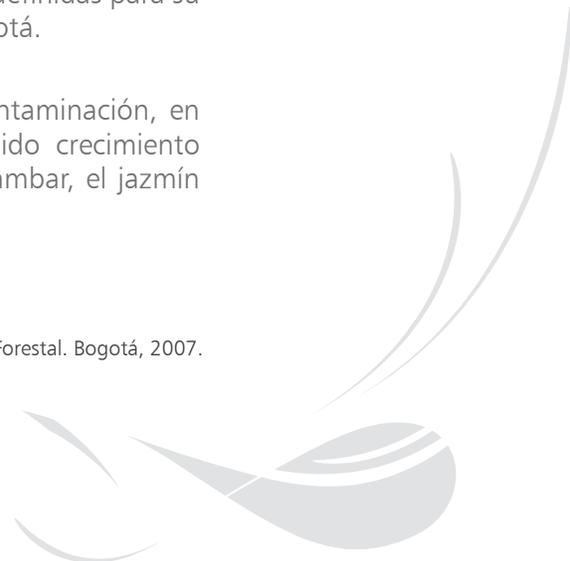
Los datos anteriores son la causa de que Bogotá cuente desde 1997 con una red de monitoreo de la calidad del aire, RMCAB, de la Secretaría Distrital de Ambiente, SDA, mediante la cual es posible realizar el seguimiento permanente de las concentraciones de los contaminantes presentes en el aire de las diferentes localidades, así como su origen. Esta herramienta permite el desarrollo de normas y políticas definidas para su aplicación con el fin de mejorar la calidad ambiental del aire en Bogotá.

Los árboles que más contribuyen al control o mitigación de la contaminación, en términos de captura de carbono principalmente, son los de rápido crecimiento como el jasmín de la China, los magnolios, las eugenias, el liquidámbar, el jasmín australiano, los alcaparros y los nogales.

²⁵. www.barrameda.com.ar/botanica/la-fotosintesis.htm .

²⁶. Tovar Corzo, Germán. *Manejo del arbolado urbano en Bogotá*. Revista Colombia Forestal. Bogotá, 2007.

²⁷. Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, 2009.



Contrarrestan reflejos peligrosos o incómodos

De acuerdo con el ángulo de incidencia de los rayos del sol es común que estos sean reflejados por vidrios o espejos de agua: lagos, quebradas, caños, generando riesgos para los conductores que pueden perder visibilidad lo que incrementa la probabilidad de accidentes. Adicionalmente los árboles mitigan los efectos de brillo solar en superficies de pisos claras o brillantes, por ejemplo cuando se desea leer en un parque mediante la previsión del mayor porcentaje de zonas verdes. Para contrarrestarlos o atenuar los reflejos se recomienda generar alineaciones con árboles o arbustos. Así mismo son recomendados para evitar la iluminación indeseada por los reflejos del tránsito vehicular en los primeros pisos de las casas y edificios.

La conformación de galerías o bóvedas con árboles hace más seguras las vías; su disposición debe ser continua para evitar el cambio permanente de luminosidad a la cual es sometido el ojo del conductor o generar cansancio visual; las especies deben ser resistentes al viento para minimizar caídas de ramas o aún de árboles, tener una densidad de follaje media que permita una luminosidad adecuada, no ser caducifolias, no presentar frutos grandes, pesados y leñosos o carnosos ni floraciones abundantes ya que pueden ser un peligro para ciclistas y motociclistas al generar superficies resbaladizas.

Amortiguan el ruido o sonidos molestos

De acuerdo con diferentes autores los árboles amortiguan el ruido cuando están dispuestos en barreras de entre 6 y 16 metros de ancho, creadas con la selección y combinación de especies de pequeño, medio y alto porte, así como con copas de diversas formas caracterizadas por un follaje denso y permanente y ubicadas cerca a la fuente emisora y distantes del área que se desea proteger.

Según el ingeniero Germán Tovar en la ciudad de Bogotá la conformación de barreras anchas es poco viable debido al limitado espacio verde con que cuentan las zonas de control que existen entre las grandes vías o las fuentes emisoras y las construcciones, lo que hace necesaria su planeación en futuros desarrollos urbanísticos de la ciudad debido a que «los niveles sonoros de algunas vías de Bogotá superan los 80 decibeles, rango considerado perjudicial dado que esta sensación perturbadora afecta el sistema nervioso, genera estrés y altera la tensión arterial incluso puede llegar a causar paro cardíaco».²⁸

En el Parque Tercer Milenio se logró obtener una experiencia de éxito en la utilización de barreras contra ruidos a partir de la combinación del manejo de taludes cubiertos de árboles, donde la reducción efectiva fue de 10 decibeles, sin contar con el reemplazo por sonidos placenteros al interior del parque por la presencia de pájaros y el sonido del viento.²⁹

²⁸. Edilberto Salazar, ingeniero químico de la Universidad Nacional en Bogotá, experto en el tema del ruido y autor de la Norma Nacional de Emisión de Ruido Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Seminario de Ingeniería Química y Ambiental. Universidad Nacional. 2009.

²⁹. Fuente Arquitecta Diana Wiesner.

Controlan la erosión y contribuyen a la estabilización de taludes

De acuerdo con las características de sus raíces, tales como profundidad, extensión y dimensión, los árboles actúan como pilotes o anclas porque trabajan en sentido vertical o inclinado, estableciendo un tejido o amarre y por lo tanto minimizan el efecto de rodadero en el cual una capa o masa superior se desliza sobre otra inferior ayudada por la presencia del agua, lo cual implica la protección de suelos contra los efectos del líquido y por tanto minimiza la erosión, tanto la que se ocasiona por la acción del impacto vertical de la lluvia al caer, en especial cuando esta es torrencial, como por arrastre o escorrentía.³⁰ Esta función es especialmente importante en la prevención de desastres debido a los riesgos que generan derrumbes en las ciudades.

Se recomiendan especies de porte medio y bajo, así como con copas amplias de media y alta densidad para mitigar la energía cinética de las gotas de lluvia y evitar el arrastre del suelo, así como raíces extendidas y profundas, que no sean alelopáticas, para que favorezcan el crecimiento de vegetación asociada bajo su dosel.

Producen frutos

Los alimentos obtenidos de los árboles en parques agroforestales privados o parcelas reservadas en parques públicos pueden contribuir notablemente a la seguridad alimentaria en los países en desarrollo (Kuchelmeister 1999).³¹ El Jardín Botánico de Bogotá a través de su programa de Agricultura Urbana está explorando con algunas especies frutales para determinar la conveniencia o no de la plantación de estas en áreas urbanas; este aspecto demanda una investigación mayor debido a la importancia de sus aportes a la ciudad. Que sea esta una invitación a las facultades universitarias afines para que motiven este tipo de estudios.

Árboles como cerezo, tomate de árbol y feijoa pueden plantarse en parques distritales, humedales y cerros. No es aconsejable plantar árboles frutales en zonas con alta contaminación; cabe destacar que la plantación de estas especies aplica especialmente en ciudades con pisos térmicos más bajos.

En Bogotá el Jardín Botánico con su programa de Agricultura Urbana incorpora especies alimenticias especialmente en áreas de uso privado, dentro de las cuales están contempladas especies frutales.

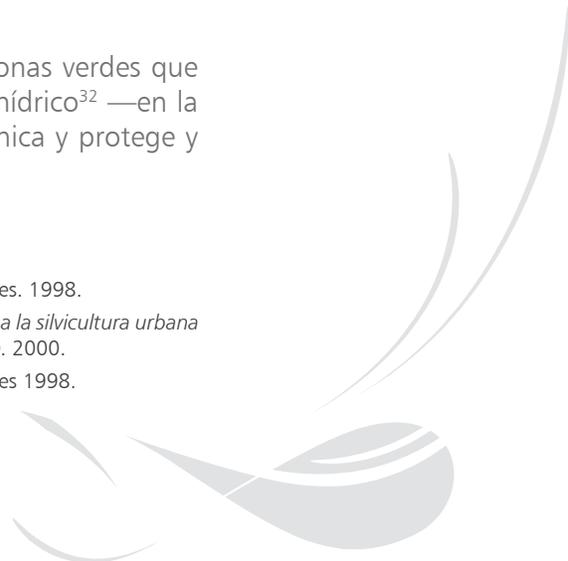
Protegen las cuencas hidrográficas y los cuerpos de agua

La arborización urbana, de acuerdo con su ubicación, cantidad y zonas verdes que se reserven para su plantación, contribuye a la regulación del ciclo hídrico³² —en la medida en que se asocie a cuerpos de agua—, aporta belleza escénica y protege y estabiliza las orillas.

30. Diseño Preliminar del Manual Verde, Jardín Botánico - Universidad de Los Andes. 1998.

31. G. Kuchelmeister. *49 árboles y silvicultura en el milenio urbano. Contribuciones a la silvicultura urbana en un mundo progresivamente urbanizado*. Revista Unasyva 200. Vol. 51, FAO. 2000.

32. Diseño Preliminar del Manual Verde, Jardín Botánico - Universidad de Los Andes 1998.



Cuando se vayan a plantar árboles en la ciudad es importante diseñar y desarrollar sistemas que permitan el óptimo aprovechamiento de las lluvias —canaletas laterales, plateo amplio, siembra de prado en los separadores viales (en lugar de concreto)—, los cuales son útiles para el riego natural del arbolado urbano y de las plantas en general, para la recarga de acuíferos y para disminuir el impacto del repentino aumento de volumen en los vertimientos a las quebradas y ríos donde llegan los sistemas de drenaje.

Valorizan la propiedad

Los árboles ubicados adecuadamente en inmediaciones de las construcciones, ya sean residenciales, comerciales, recreativas o industriales, pueden llegar a generar una valorización significativa en la propiedad. La mayoría de especies de palmas, árboles y arbustos generan un valor adicional a las propiedades, especialmente si la especie es de lento crecimiento, poco común, longeva, amenazada, ha sido plantada en zonas adecuadas y ha contado con el manejo técnico requerido.





Reseña de la silvicultura urbana en el ámbito internacional

Se ha dicho que los chinos son el pueblo que más conciencia tiene de los árboles en el mundo. De acuerdo con Farhana Haque³³ en el siglo XIII el gran Kublai Khan decretó: «a ambos lados de los caminos públicos deben plantarse árboles de una especie que llegue a ser grande y alta (...) en donde la naturaleza del suelo permita esa plantación». En los primeros años del siglo XVII se imprimieron libros sobre proyectos paisajísticos y antes del siglo XVIII se había llegado a un sistema generalizado de parques.

Históricamente, en la medida en que se han desarrollado y han crecido las ciudades, se ha visto la necesidad de planear y desarrollar la silvicultura urbana con el fin de mejorar la calidad ambiental y estética, satisfacer requerimientos de combustible, alimentos y alojamiento. Pero, como se verá a continuación, de acuerdo con el texto de Farhana Haque,³⁴ no en todas las ciudades se aplica el mismo enfoque ni se parte de los mismos principios y objetivos a la hora de formular políticas, tomar decisiones y aplicarlas.

En Pekín o Beijing, República Popular China, se retomó y continuó con la tradición. En 1949, después de la segunda guerra mundial, quedaban en el entorno urbano menos de 80.000 árboles; en 1981 había más de 8 millones. Los principales criterios con los que se plantan los árboles son su sombra y su valor estético, aunque después de los terremotos de 1976 fueron utilizados como fuente de madera para la construcción de alojamientos temporales. Cabe destacar que la plantación de árboles en la ciudad se enseña en las escuelas como parte de la educación y del movimiento en pro de la salud nacional. La responsabilidad de la plantación y del mantenimiento está en cabeza de los habitantes.

Llama especialmente la atención el objetivo nacional de «las cinco tareas» que incluye como una de ellas el que cada persona plante 100 árboles. El lema nacional de «plantar en cuatro lugares» exhorta a la población a plantar árboles alrededor de las

33. Periodista independiente residente en Roma que ha sido redactora de un diario nacional en inglés, y locutora y comentarista principal en lengua inglesa de la radio y televisión nacionales de Bangladesh.

34. Haque, Farhana. Silvicultura urbana: ciudades, árboles y población. Revista Unasyva. Número 155. 1987. <http://www.fao.org/docrep/s1930S/s1930s03.htm#silvicultura%20urbana:%20perfiles%20de%2013%20ciudades>.

casas, alrededor de las aldeas, a lo largo de los caminos y junto a ríos y canales para la producción, la protección y el disfrute estético.

Ante los compromisos adquiridos por China para la realización de los juegos olímpicos en Beijín cabe destacar el de la arborización urbana, sobre la cual el director del Departamento de Forestación de la Oficina Nacional de Silvicultura Wei Diansheng declaró³⁵ que a finales de 2007 en la zona urbana la tasa de arborización ya rebasaba el 40 por ciento, convirtiéndose en la más elevada de las grandes ciudades del país. En los proyectos ecológicos llevados a cabo, entre los que destaca el del Parque Forestal Olímpico de Beijing, se aprecia claramente una transformación del concepto de arborización urbana, que ya no se limita al simple paisajismo sino que abarca las «grandes funciones ecológicas».

En África, en algunos casos como en Debre Birhan,³⁶ Etiopía, uno de los principales problemas de la mayoría de la población es la escasez de leña para cocinar y para la calefacción. La producción de árboles se planea con la ayuda de la FAO como solución a estos problemas y, simultáneamente, como opción que genera empleo. Situación semejante se presenta en Kampala, Uganda, donde además se incorpora la plantación de árboles frutales y ornamentales.

En el Asia central soviética se destaca el despliegue de árboles de varios países que caracteriza la arborización de la ciudad de Tashkent, capital de Uzbekistán. Tras la destrucción del centro por la acción de terremotos en 1966 la reconstrucción combinó una arquitectura moderna con la utilización de jardines y árboles, muchos de ellos con floraciones fragantes y sembrados con relación a acequias de riego para dar sombra a las calles durante los veranos calurosos.

En Colima, Méjico, se ha dado especial importancia a la acción ciudadana en pro de los árboles. La organización Pro-Ecología de Colima ha desempeñado una función decisiva al fomentar la conciencia pública sobre el valor de los árboles en el medio urbano y enseñar a la población a cuidarlos a través de una guía publicada en 1985 para la plantación de árboles, de artículos en una revista regional y de un programa de televisión. Estos han logrado que las avenidas estén arborizadas y que la superficie urbana arbolada se haya incrementado aproximadamente en un 20 por ciento.

En el Reino Unido la ciudad de Milton Keynes presenta otro criterio para su arborización: los árboles como inversión a través de la valorización y, por lo tanto, de un aumento de la renta de las viviendas y de los terrenos industriales arborizados. Con este desarrollo se materializa el ideal de los filántropos ingleses del siglo XIX de contar con ciudades bien planificadas y atractivas con abundantes espacios verdes, en vez de la clásica propagación anárquica y deprimente característica de la industrialización.

³⁵. Pueblo en Línea. spanish.peopledaily.com.cn/31614/6485904.html.

³⁶. *Ibid.*

En Canberra, capital federal de Australia, la ciudad se inserta en el paisaje, cuyo principal monumento es el medio natural. Con menos de un siglo esta ciudad fue planeada con el criterio de lograr una «ciudad bella, en una situación privilegiada, con amplia vista y con características distintivas (...) no solo para el presente sino para todos los tiempos»;³⁷ así, todas las tierras son ahora de propiedad pública y solo pueden dedicarse a usos urbanos o rurales mediante arrendamiento. El desarrollo urbano se ha permitido únicamente en los valles, conservando la vegetación natural en las colinas y en las cumbres que los rodean.

En Europa se destaca el Bosque de Soignes o del Sol en Bruselas, Bélgica, considerado un lugar sagrado por los galos belgas. Es el parque público más viejo del antiguo continente. Ha sido reserva de caza y recreo de los emperadores y refugio de los belgas cuando había invasiones. Resistió talas ilegales, la ocupación devastadora de soldados y se usó como fuente de carbón vegetal para las siderúrgicas locales a través de talas selectivas y rotativas en ciclos de 80 años con el fin de permitir la regeneración natural. Sus 4.353 hectáreas cuentan actualmente con zonas de reserva, jardines, zonas y servicios para excursionistas y 40 kilómetros con caminos de herradura y 52 con carreteras.

La planificación arbórea de la ciudad de Madrid, como la de Bogotá, se hace con base en el censo del arbolado urbano, que aplica la ortofotografía —fotografía corregida cartográficamente—. Para conocer del estado físico de los árboles se está utilizando tecnología de punta como la tomografía sónica, que evalúa el estado del tejido de los troncos con base en el reflejo de las ondas de sonido, método que no daña al árbol y permite prever situaciones de riesgo para la población, el resistógrafo, para determinar la resistencia de las fibras que conforman el tronco y las ramas; el analizador infrarrojo de gases, que mide el intercambio de gases en el proceso de respiración de los árboles lo que permite hacer mediciones de captura de gas carbónico por cada especie. Bogotá cuenta con estos equipos para la evaluación de los árboles a partir del 2010.

En Canadá la ciudad de Windsor cuenta con un sistema de 600 ha de bosques urbanos cuidadosamente proyectado y bien administrado y con una cubierta cerrada de árboles adultos a lo largo de 1.000 kilómetros de vías urbanas. Los árboles ocupan casi el 20 por ciento del espacio total de la ciudad. Uno de los principales problemas enfrentados ha sido el ataque de plagas a los olmos, ante lo cual la plantación de árboles de una gran variedad de especies, algunos locales y otros exóticos, ha significado la mejor solución. Vale la pena destacar que han desarrollado estrategias como cambiar el día del árbol por el mes del árbol y se ha invertido en procesos de educación forestal lo que ha disminuido el vandalismo e incrementado el interés de los ciudadanos por el arbolado urbano.

Mientras el programa de masas forestales urbanas está destinado principalmente a promover el microclima y los atractivos de la ciudad los árboles proporcionan además

37. *Ibíd.*

algunos ingresos pequeños. Desde 1976 los troncos de los árboles abatidos se han vendido en subasta pública para leña en vez de usarse para relleno en tierras del municipio. Todas las astillas producidas en las operaciones de poda se usan para cubrir senderos naturales.

Para finalizar la síntesis del artículo de Farhana Haque la ciudad de Dunedin, en la costa sudoriental de la isla de Nueva Zelanda, tiene más de 8.300 ha de reserva forestal dentro de los límites urbanos. La ordenación forestal se realiza con fines ecológicos y financieros: en 1979 se obtuvieron ingresos netos de 1,6 millones de dólares. El Concejo Municipal decidió aumentar a 12.000 ha la superficie de bosques, para lo cual los municipios pueden conseguir préstamos hasta por 450 dólares por ha para la promoción de proyectos forestales.

En Santiago de Chile el criterio para la silvicultura urbana predominante es el del control de la contaminación, por eso se creó un programa de parques urbanos denominado «pulmones de Santiago».

De acuerdo con el diseño preliminar del Manual Verde «las estrategias de arborización urbana se podrían agrupar en dos grandes escuelas: la de mapificación de biotopos y la de arborización por especies». La primera consiste en la identificación de zonas urbanas en las que de manera espontánea crezca la vegetación, para su protección y estudio con el fin de optimizar su crecimiento, mantenimiento y funciones; se logra con ello el establecimiento de pequeños «nichos» ecosistémicos que albergan una alta variedad de especies de flora y fauna. Las restricciones de esta escuela están dictadas por las limitaciones de espacio, por la necesidad de proveer espacios con vegetación en los cuales se requiera crear condiciones aptas y por la complejidad del conocimiento requerido para la promoción de este sistema. Este concepto se resume en lo que se considera como el criterio de restauración ecológica, que es una de las dos metodologías que se aplican en Bogotá.

Esta visión se aplica en Hong Kong, en la República Popular China, donde en los parques que cuentan con bosques no se han permitido talas ni aclareos, aunque se han mantenido los derechos de los aldeanos de recoger forraje o hierbas. Esta escuela se practica también en Berlín y en Belo Horizonte.

La segunda escuela, que contrasta con la anterior, es la practicada en muchas ciudades norteamericanas y se basa en los principios de economía de escala y de producción en serie, que permiten cubrir grandes áreas o estructuras lineales con esquemas tipo o estándares. Idealmente se puede lograr un sistema en el cual se combinen estas dos aproximaciones. Bogotá ha optado por la segunda escuela, pero manteniendo abierta la posibilidad de la primera para espacios con vocación ecológica.

Retomando al doctor Pérez Arbeláez³⁸ «Brasilia, a cuya ornamentación contribuyó el paisajista Burle Marx, venido a Bogotá como consultor de la Alcaldía Mayor de Bogotá,

38. Pérez-A. Enrique. Arborizaciones urbanas. Banco de la República. Bogotá. 1978.



insistió en un postulado muy lógico: Colombia ha sido afamada por la variedad de su flora, sin embargo, halló que las especies elegidas para arborizar a esta capital son casi todas foráneas, gala de la que los bogotanos no pueden enorgullecerse ante los extranjeros y que a los nacionales no ofrecen ninguna evocación de su naturaleza patria. Los pinos, cipreses, araucarias y magnolios vinieron de lejanos paralelos en el hemisferio occidental; eucaliptus, acacias y grevileas llegaron de meridianos remotos de otros continentes; las especies de flores que adornan nuestros jardines, que matizan nuestros parques y unas pocas calles ornamentadas son europeas, africanas, mejicanas o que de antes se volvieron cosmopolitas».

Esta visión no ha sido desarrollada hasta la fecha debido a que, según varios expertos, las especies altoandinas, en su mayoría, no se desarrollan bien solas en las condiciones hostiles del entorno urbano por las complejas relaciones que se dan en sus comunidades naturales, tales como la simbiosis o las relaciones de mutuo beneficio, la fragilidad y la exigencia de condiciones ecológicas propias del medio natural. Esto implica sobrecostos en su producción, por lo cual no se cuenta con suficiente material vegetal en los viveros a la hora de realizar las plantaciones.

Adicionalmente son pocas las de alto o mediano porte, así como las que cuentan con una estructura de único tronco, que permitan la transparencia horizontal requerida en el contexto urbano por criterios de seguridad. Muchas no son resistentes a la contaminación y capturan menor cantidad de CO₂ con relación al tiempo por ser de porte medio y de lento crecimiento.

De acuerdo con el biólogo Christian Samper³⁹ Colombia es el país más biodiverso de la tierra por km². Teniendo en cuenta el interés por la incorporación en la arborización de la ciudad de especies propias de los ecosistemas altoandinos se plantea la necesidad de continuar las investigaciones entre las universidades con facultades afines, la Secretaría Distrital de Ambiente y el Jardín Botánico sobre el crecimiento y desarrollo de las mismas con el fin de incorporar paulatinamente las que pudieran ser elegibles para la arborización de la ciudad.

39.

39. Biólogo colombiano. Actual director del Stmisionian Institute.



Notas sobre la historia de la arborización de Bogotá

Hace 100 millones de años la Sabana de Bogotá se encontraba bajo el mar, que dejó sus huellas salinas en Nemocón y Zipaquirá tras los cambios geológicos suscitados por el desprendimiento del continente americano de África. Según el profesor van der Hammen existen registros de pinos colombianos de hace 40 millones de años; hace aproximadamente 5 millones se inició el levantamiento de la Cordillera Oriental entre la cuenca del río Magdalena y los Llanos Orientales. Esta evolución geológica, después de la formación de hielo en las cordilleras, dio lugar a la formación de un lago que, por la apertura del salto del Tequendama, fue cediendo y formó humedales y una gran extensión de tierra maravillosamente fértil poblada de bosques y páramos, la Sabana de Bogotá.

De los ecosistemas altoandinos que conformaban el paisaje original de la Sabana de Bogotá a la llegada de los conquistadores, sólo se conservan en áreas protegidas por el estado o la sociedad civil relictos de bosques de árboles de gran tamaño en las partes más bajas del territorio, conformados por comunidades de nogales, alcaparros, chicalás, pinos romerones, arrayanes y sangregados. En las partes medias se encuentran bosques achaparrados caracterizados por su gama de ocres y humedales y en las cumbres más altas del territorio del Distrito los páramos, poblados de frailejones.

La Sabana de Bogotá contaba en ese tiempo con una entramada red de lagos, lagunas y pantanos o humedales interrelacionados a través de vasos comunicantes entre las aguas superficiales de los ríos, quebradas y caños y las corrientes subterráneas que almacenan el agua en los acuíferos. Los conquistadores españoles encontraron a su llegada en 1538 a los Muisca «el más numeroso y civilizado de los pueblos hallados en el Nuevo Reino de Granada»,⁴⁰ quienes desde hace siglos habitaban este territorio.

40. Gosselman, Carl August. *Viaje por Colombia 1825 y 1826*. Publicación digital en la página web de la Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República. <http://www.lablaa.org/blaavirtual/letra-v/viajes/indice.htm> > Búsqueda realizada el 16 de mayo de 2005.

Los humedales y los páramos fueron espacios sagrados para las culturas precolombinas; para los chibchas y los muiscas, primeros pobladores de la Sabana, estos ecosistemas estaban íntimamente ligados con su cosmovisión y mitología. Estos pueblos conservaban limpias las aguas de los ríos y quebradas y obtenían del bosque alimentos así como madera y chusque para la construcción de sus viviendas y la elaboración de canastos.

Desde su fundación la ciudad de Bogotá ha venido creciendo, desplazando y transformado el paisaje de los ecosistemas altoandinos con su permanente crecimiento, industrialización y proliferación de actividades agropecuarias. Además se ha incrementado la población con personas desplazadas del campo en busca de oportunidades, lo que ha significado un incremento en la generación de amenazantes impactos ambientales.

De los páramos y humedales recibe una provisión continua de agua en cantidad y calidad y el almacenamiento de carbono atmosférico⁴¹ que ayuda a mitigar el calentamiento global. Estos ambientes, como parte de los ecosistemas altoandinos que son, cumplen con un papel de reguladores del sistema hídrico que abastece de este líquido a la ciudad y al campo circundante del que depende. En Bogotá y en algunas poblaciones aledañas dependemos del páramo de Chingaza, que gota a gota captura, recoge, almacena y deja fluir el agua que consumimos la gran mayoría de los habitantes del Distrito.

La paulatina desecación y desaparición de los humedales por causa del desconocimiento y la falta de planeación urbana conlleva a una consecuente pérdida de su flora y fauna asociadas, entre la que se cuentan plantas y una gran cantidad de aves. La destrucción de los acuíferos, sistemas de los que depende en buena parte la oferta de agua para la producción agropecuaria, incrementa el número de inundaciones y, sumada esta a la sobreexplotación, constituye una amenaza de sequía cada vez mayor.

Sobre la historia del arbolado urbano de Bogotá se incluyen valiosos apartes tomados de la cronología realizada por Luis Fernando Molina, Gabriel Jaime Sánchez y Mauricio González en la Guía de árboles de Santafé de Bogotá, publicada en 1995 por el DAMA, del artículo «Antecedentes de la arborización en Bogotá» de Gloria Aponte García, publicado en el libro Memorias del Foro Arborización Urbana, así como de entrevistas personales realizadas con el ingeniero Francisco Sánchez.

«En 1510 Carlos V ordenó la siembra de sauces en todos los terrenos americanos otorgados por la corona Española. Tras la fundación de Bogotá en 1538 Juan de Castellanos dos años después ordenó la destrucción del bosque nativo, pues consideraba que era un “criadero de pestilencias”, lo cual significó múltiples conflictos con los Muiscas, quienes tenían el bosque por lugar sagrado. En 1541 con

41. Hofstede, Robert. Proyecto EcoPar. Versión no modificada tomada de: Medina, G. & P. Mena (Eds.). 1999. *El páramo como espacio de mitigación de carbono atmosférico. Serie Páramo 1*. GTP/Abya Yala. Quito. www.condesan.org/e-foros/paramos2/PonenciaRHTema3.htm

la llegada del ganado y los cereales se incrementó la tala de bosques para satisfacer las demandas de los nuevos pobladores.

»Los nogales, actual especie insignia de Bogotá, por ser árboles sagrados para los Muiscas, fueron víctimas de la tala despiadada de los misioneros que quisieron imponer a los nativos su religión. A finales del siglo XVI el paisaje de la Sabana cambia cuando los conquistadores traen plantas como el brevo, el manzano y el durazno. Llama la atención la reseña de que en esta época por orden del Presidente de la Real Audiencia de Santafé se ordena a los corregidores proteger los bosques.

»En los siglos XVII y XVIII, época de la arquitectura colonial, el diseño de las viviendas incorpora un patio central interior empleado para la siembra de árboles frutales, arbustos, plantas florales, aromáticas y medicinales. Estos espacios constituían el arbolado urbano de la ciudad. Es por ese entonces, en 1782, cuando el sabio Mutis inicia la Expedición Botánica en los cerros orientales.

»A mediados del siglo XIX llegaron a la capital ejemplares de pimiento muelle, árbol de Perú y se sembraron palmas de cera quindiana en lo que actualmente es el parque de la Independencia. En la carrera séptima con veintiséis se construyó en 1883 el primer parque de la ciudad, que subsistió hasta mediados del siglo XX. En 1884 el Presidente Uribe Uribe expidió un decreto que prohibía la destrucción de los bosques.

»Las primeras fotografías de los Cerros en 1890 muestran peñas desprovistas de árboles, dada la tala paulatina para satisfacer la demanda de madera, que se vio incrementada hasta la segunda década del siglo XX cuando se generalizó el uso de carbón. Según Pérez-Arbeláez en 1893 se sembró el primer eucalipto en la Sabana que tuvo acogida como podemos observarlo en el actual paisaje.

»Gracias a la fundación del Parque Nacional en 1931 se protegieron algunas quebradas y se plantaron miles de árboles en sus predios; además, en esa época se fundaron los parques de Brasil, Teusaquillo y San Luis. En 1948 el arquitecto japonés Hoshino, contratado por la Sociedad de Mejoras y Ornato, plantó acacias e introdujo el urapán, *Fraxinus chinensis*, el cual por su rápido crecimiento fue utilizado de manera muy homogénea en la ciudad. Años más tarde el urapán sufrió una plaga y se estigmatizó la especie de manera negativa. Sin embargo es un árbol espectacular, de bajo requerimiento y alto porte que debe ser reconocido como tal.

»En la Avenida Chile se sembró un significativo número de acacias que con el tiempo fueron taladas; en la Avenida de las Américas fueron sembradas diferentes especies que conformaron un pulmón de la ciudad en la zona industrial y se construyó el *Parkway*.

»En 1955 se fundó el Jardín Botánico José Celestino Mutis, gracias al proyecto y gestión del científico y sacerdote Enrique Pérez-Arbeláez y doña Teresa Arango B.; en su discurso de creación el fundador planteaba la función de liderazgo que este debería llegar a tener una vez contara con la madurez para asumir la arborización urbana de Bogotá.

»En la década de los sesenta es evidente el crecimiento desordenado y la carencia de árboles en Bogotá, excepto en Chapinero y en el Centro Internacional. Sin embargo, en esta época la Empresa de Acueducto inició la protección de las cuencas hidrográficas que abastecían de agua la ciudad.

»En 1973 el Jardín Botánico, bajo la dirección del científico Luis Eduardo Mora Osejo con Francisco Sánchez Hurtado y Eduardo Barrera como coinvestigadores, obtiene de Colciencias la financiación del proyecto cultivo de plantas ornamentales silvestres de la flora colombiana, que tiene entre sus objetivos contribuir al conocimiento necesario sobre la flora para las arborizaciones urbanas de Bogotá. En 1978 el Banco de la República publica el libro *Arborizaciones Urbanas* del científico Enrique Pérez-Arbeláez.

»Más tarde el Jardín recibe además un auxilio del Concejo de Bogotá para la arborización urbana, en una propuesta presentada con el apoyo del profesor Orlando Vargas.

»En los años ochenta la Secretaría de Obras Públicas en conjunto con el Jardín Botánico siembra varias especies en las carreras Séptima y 30 y en la calle 80. El programa Hojas Verdes de la Cámara de Comercio de Bogotá, por su parte, arborizó la Autopista Norte, la Avenida Boyacá y el barrio La Esmeralda con el fin de recuperar estas zonas y dar un equilibrio ecológico y estético.

»En esta misma época el Ministerio de Obras Públicas y de Transporte crea el Parque Simón Bolívar bajo las directrices del arquitecto Arturo Robledo, con una superficie de 360 hectáreas, para cuya arborización creó una comisión de expertos conformada por los científicos Luis Eduardo Mora Osejo, Jesús Idrobo y el ingeniero Francisco Sánchez.

»En la arborización de la ciudad el Jardín Botánico ha contado con el concurso de diferentes universidades que cuentan con facultades de Ingeniería Forestal, Biología o profesiones afines, que con sus aportes y tesis han contribuido al conocimiento de las especies forestales, así como entidades oficiales como CONIF y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, y personas y asociaciones como el Comité Pro Árbol, entre otros.

»En 1990 se crea el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, DAMA, actual Secretaría Distrital de Ambiente, SDA, y en 1992 la Junta de Planeación Distrital aprueba el Plan de Gestión Ambiental de Santafé de Bogotá, del que se destaca la consolidación del sistema de zonas verdes de la ciudad, la elaboración de un plan de manejo de la cobertura vegetal, la creación de una red de viveros distritales, el fomento de la participación ciudadana y de la empresa privada en la protección y recuperación de las zonas verdes y su consecuente arborización. Por parte de las universidades se despertó el interés por la flora urbana.

»En 1992 el Alcalde Jaime Castro crea condiciones que, al ser continuadas por los alcaldes Antanas Mockus, Paul Bromberg y Enrique Peñalosa, darán lugar en Bogotá a

una gran cantidad de obras de infraestructura como el sistema masivo de transporte, Transmilenio, el sistema de ciclorrutas y la renovación del centro de la ciudad. Dado el gran impacto que dichas obras generarían sobre los árboles de la ciudad el alcalde Peñalosa, a través de su Plan de Desarrollo *Por la Bogotá que queremos* estructuró el programa “Bogotá se viste de verde”, que pretendía efectuar la plantación de 120.000 árboles nuevos a manera de sustitución de los eliminados por la nueva infraestructura y efectuar los tratamientos adecuados necesarios al arbolado de la ciudad.

»En concordancia con lo anterior en 1998 se expidió el Decreto 984 del 26 de noviembre de 1998, que designó en su momento al Jardín Botánico como la entidad responsable de la arborización y de todas las prácticas silviculturales requeridas y prohibió la siembra de algunas especies exóticas —géneros *Pinus*, *Cupressus*, *Eucalyptus*, *Fraxinus*, *Acacia*, *Casuarina* y *Ulex* (retamo)—.»

El programa de arborización «Bogotá se viste de verde» (1998–2001) toma como referencia un estudio de la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, CONIF, realizado con el DAMA y el diseño preliminar del «Manual Verde», así como los lineamientos básicos de arborización urbana producidos por el Jardín Botánico. El Plan maestro de ciclovías⁴² propuso una lista de especies para la arborización urbana que excedió las 15 estipuladas por el Jardín Botánico y además incorporó especies arbustivas.

De acuerdo con el ingeniero Germán Tovar⁴³ «El diseño preliminar del Manual Verde para Santafé de Bogotá estableció el análisis de la interacción de tres grandes elementos: 1) la función de la arborización en el medio urbano, 2) el conocimiento de cada especie arbórea, sus exigencias y restricciones y los factores condicionantes o limitantes para la localización y 3) el uso de cada una de las especies posibles, lo cual mediante un ejercicio interdisciplinario permitió la construcción de dos matrices de relación y valoración. Con esto se visualizó la capacidad de cada especie para atender y satisfacer las funciones esperadas y se calificaron y compararon las limitaciones de cada una en función de las condiciones espaciales y geográficas urbanas preexistentes o programadas».

El diseño preliminar del Manual Verde para Santafé de Bogotá construyó una guía metodológica que le permitiera al Jardín Botánico formular un Programa de Arborización con una visión integral de la ciudad, en la cual se combinara la dimensión del planificador, la visión del administrador y la visión del ciudadano en su entorno inmediato, para atender las demandas que cada uno de ellos genera a su nivel.⁴⁴

Sin embargo, el vertiginoso crecimiento urbano, la carencia de normatividad ajustada a las condiciones naturales y artificiales del Distrito y la ausencia de un único programa

⁴². *Plan Maestro de Ciclovías*. Consorcio Projeckta Ltda. Interdiseños Ltda. Alcaldía Mayor de Bogotá, Instituto de Desarrollo Urbano, IDU. Diciembre, 1998.

⁴³. Tovar Corzo, Germán. *Manejo del arbolado urbano en Bogotá*. Revista Colombia Forestal, Bogotá, 2007.

⁴⁴. Wiesner Ceballos, Diana. *Metodología para la definición de la estrategia de arborización*. Memorias del Foro Arborización Urbana. Bogotá, D.C., Alcaldía Mayor, noviembre 2000.

integrado para el manejo del arbolado urbano que permitiera efectuar un adecuado mantenimiento de los árboles existentes y una planificación de la nueva arborización generaron las circunstancias por las cuales actualmente la ciudad tiene una arborización madura, en muchos casos árboles plantados en sitios o emplazamientos inadecuados, con densidades excesivas, bajo vigor y problemas fitosanitarios, que en muchos casos representan riesgos para las personas y la infraestructura.

Desde 1998 Bogotá ha desarrollado una política para la gestión del árbol urbano ante el preocupante estado físico y sanitario de muchos de sus individuos, causantes de frecuentes accidentes tanto por la caída de sus ramas como por la caída del ejemplar entero, y por su afectación debido al auge de la construcción y remodelación de la infraestructura pública. Se ha establecido un orden institucional, jurídico y técnico con el fin de efectuar un manejo adecuado de la cobertura arbórea urbana garantizando su persistencia en condiciones óptimas y en «convivencia» con la infraestructura urbana.

Esta situación se presenta porque el arbolado antiguo no ha recibido mayor mantenimiento básico como fertilización, tratamiento fitosanitario, etcétera, así como por la ubicación equivocada de especies, el endurecimiento de andenes y zonas verdes, el constreñimiento de árboles por recipientes estrechos —materas, protectores de metal—, la ausencia de tutores y las podas antitécnicas.

Hasta ahora en Bogotá se ha utilizado un significativo número de especies introducidas, en muchos casos como producto de la investigación del ingeniero Francisco Sánchez sobre el tema en otras ciudades del mundo, donde fue enviado en una comisión por parte del Gobierno Distrital; entre ellas se cuentan: liquidámbar, hollis, jazmín de la China, eugenias, eucaliptus pomarroso, metrosidera y arupo entre otras, especies seleccionadas a partir de la probada resistencia al entorno urbano adverso, a las cualidades requeridas para su sobrevivencia y a sus beneficios ambientales. Cabe destacar el jazmín australiano caracterizado por su agradable aroma, especie que fue introducida por el ambientalista John Vélez Uribe, oriundo de Armenia, quien como ciudadano aportó mucho a la arborización urbana de Bogotá.

La Administración Distrital ha dado continuidad a la gestión del árbol urbano incluyendo dentro de su Plan de Gestión Ambiental (2001-2009) la formulación y aplicación del Manual Verde como uno de los proyectos prioritarios del subprograma de Mejoramiento Ambiental del Espacio Público Urbano, ha impulsado el montaje y operación de la red de monitoreo de cobertura vegetal, proyecto prioritario del subprograma Monitoreo y Control de la Calidad Ambiental y expidió el Decreto 472 de 2003 que dio origen al Censo del Arbolado Urbano de Bogotá como base de la planificación del arbolado en la ciudad. El tema forestal urbano también hace parte de los Planes Maestros de Espacio Público y de Transporte.

La organización administrativa de cuatro gobiernos consecutivos mediante la revisión permanente de la normatividad local, ajustada en tres oportunidades, ha permitido realizar a la fecha inversiones por una cuantía de 32 mil millones de pesos (\$ 32.000'000.000) que equivalen a 16 millones de dólares (US\$ 16'000.000),

expresados en la tala por renovación de 100.000 árboles, poda de 150.000, traslado de 15.000, plantación de 185.000 nuevos individuos y la realización del inventario georreferenciado de todos los árboles ubicados en el espacio público.

En 2009 el Jardín presenta el Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá con el fin de ofrecer esta herramienta básica para la toma de decisiones en la selección de especies del Programa de Arborización de Bogotá.

La planeación, selección, siembra, mantenimiento y renovación de los árboles en la ciudad demandan criterios de manejo y ordenamiento que deben ser efectuados en armonía con el desarrollo urbano con el fin de potenciar los beneficios propios de contar con la cantidad y diversidad de especies necesarias para suplir los requerimientos sociales y ambientales que su presencia aporta.

Para el ordenamiento forestal urbano es absolutamente necesario determinar los parámetros técnicos que garanticen las condiciones vitales para el crecimiento y desarrollo de los árboles con el objeto de evitar la competencia, la existencia de árboles suprimidos —cuyo crecimiento y desarrollo se ven afectados por la sombra y la demanda de nutrientes de otras especies de mayor tamaño—, las malformaciones físicas y el deterioro sanitario, consecuencias directas de la inadecuada selección de especies o de emplazamientos con relación a los requerimientos específicos a la hora de realizar las plantaciones.

En este sentido, al momento de planear y ordenar acciones concretas como la definición de cantidades de árboles que una administración decida incorporar entre las metas de un Plan de Desarrollo es muy importante tener en cuenta la articulación entre los planeadores, paisajistas, los tomadores de decisiones, los científicos, profesionales y técnicos especializados en el tema y el conocimiento con el que cuentan las entidades a cargo sobre el arbolado y la capacidad real de cumplir con las directrices trazadas.

En cuanto al posicionamiento en el ámbito internacional Bogotá ha sido sede de dos encuentros internacionales sobre el tema y ha participado en los congresos forestales latinoamericano y mundial realizados en Mérida, Venezuela en 2007 y en Buenos Aires, Argentina en 2009 respectivamente.

La continuidad de la política del manejo de la cobertura arbórea está asegurada porque en el Plan de Desarrollo que regirá a la ciudad hasta el 2012 el programa Bogotá reverdece apropió recursos por veintitrés mil millones de pesos (\$ 23.000'000.000), equivalentes a diez y medio millones de dólares (US\$ 10.500.000), destinados al mantenimiento del arbolado existente y diez mil quinientos millones de pesos (\$ 10.500'000.000), que corresponden a cuatro y medio millones de dólares (US\$ 4.500.000), para la plantación de 100.000 árboles más que serán establecidos en el espacio público.





¿Qué hace tan complejo el proceso de arborización urbana?

«Se puede decir que no hay árboles malos para arborizar las ciudades sino árboles sembrados donde no debieran estar.»

Enrique Pérez-Arbeláez.⁴⁵

Los árboles que se plantan en las ciudades están por fuera de sus ecosistemas, deben vivir entre el pavimento y el concreto, las construcciones, los tubos para el drenaje de las aguas lluvias, el sistema de alcantarillado y las calles; sobrevivir en separadores de avenidas, entre el tránsito vehicular y peatonal y con el vandalismo humano; y competir por el espacio con los cables de los sistemas eléctricos y telefónicos, postes y señales.

Estas condiciones inciden en que los árboles enfrenten muchas veces un mínimo espacio vital para el desarrollo de sus raíces y follaje, efectos de la contaminación del suelo, aire, agua y baja provisión por efecto de la pavimentación; y muchas veces se ven afectados por podas antitécnicas y por el corte de raíces para la introducción de cañerías y tuberías subterráneas.

El hecho de ser plantados fuera de sus ecosistemas acarrea problemas como la compactación del suelo, que a su vez genera una fuerte pérdida de microorganismos que son destruidos al no encontrar un medio favorable, todo esto sin contar con la ausencia del reciclaje de nutrientes tal y como se presenta en un ecosistema natural, condición necesaria para que los suelos recuperen su fertilidad y para que los nutrientes sean tomados nuevamente por los árboles.

En zonas densamente pobladas los árboles están sometidos a una tensión continua que puede disminuir significativamente su crecimiento e incluso causar su muerte. Actualmente en Bogotá la tasa de mortalidad de los árboles jóvenes plantados ha llegado a alcanzar hasta el 40 por ciento, ocasionada por acciones humanas, mientras que la mortalidad promedio por causas naturales es de un 10 por ciento, de acuerdo con las evaluaciones realizadas por el Jefe de arborización urbana del Jardín Botánico de Bogotá.

⁴⁵. Pérez-A. Enrique. Arborizaciones urbanas. Banco de la República. Bogotá. 1978.

Según el Manual de Silvicultura para Bogotá, para la arborización de la ciudad hay que tener en cuenta factores condicionantes definitivos entendidos como aquellos que determinan radicalmente la viabilidad o no de una especie en un lugar o sitio determinado (e.g. temperatura ambiente, nivel freático, disponibilidad de agua y espacio).

Para que los árboles logren sobrevivir o adaptarse en la ciudad es necesario tener en cuenta factores condicionantes naturales como la geología, hidrografía, hidrogeología, suelos, vientos, temperatura, humedad, precipitación y brillo solar, así como la ocurrencia de heladas y sequías. También hay que tener en cuenta factores de carácter antrópico o humano como la contaminación del aire, que hace parte de los ecosistemas urbanos y tiene profunda incidencia en la viabilidad de numerosas especies sensibles a los distintos componentes contaminantes. Es necesario recalcar que éstas últimas cambian con el paso del tiempo, tal como lo demostró el profesor van der Hammen.⁴⁶

De acuerdo con la arquitecta Diana Wiesner adicionalmente existen unos condicionantes espaciales y característicos propios de cada paisaje que son fundamentales al momento de la elección de varias especies posibles que se adaptan al medio geográfico. Estas variables del paisaje no sólo son la armonía entre los espacios, la proporción, la jerarquía y el contraste, sino también aspectos intangibles como las sensaciones que produce estar bajo uno o un grupo de árboles, es decir, la percepción que puede dar agruparlos de un modo u otro generando experiencias diversas en cada grupo de personas o individuos.

De esta forma, no basta con poner los árboles «correctos» según los técnicos, sino que adicionalmente produzcan emociones, transmitan mensajes que hagan que los ciudadanos no sean indiferentes a su medio y existencia, lo que a largo plazo va a producir una transformación en la forma en que la sociedad percibe su medio urbano. Los factores anteriormente descritos limitan el desarrollo de plantas de clima cálido y de otros pisos térmicos, que muchas veces han sido traídas a la ciudad por personas de otras zonas altitudinales que quieren conservar elementos propios de su paisaje; éstas generalmente cumplen una función estrictamente estética, como el plátano, el aguacate y los cítricos, ya que en las condiciones de la sabana no siempre producen flores o frutos y en algunos casos estos no maduran totalmente.

También se tienen en cuenta los factores condicionantes artificiales que limitan la siembra de las diferentes especies de árboles tales como los aspectos normativos, que enmarcan la arborización dentro de restricciones legales referentes al ordenamiento espacial y a otras formas de comportamiento ciudadano y los factores físicos de la estructura urbana existente —andenes y corredores viales—.

⁴⁶. El profesor van der Hammen tomó la información existente desde 1867 hasta el presente y encontró que los registros de lluvia demuestran una clara disminución a lo largo de los últimos cien años, cercana a un 20-30 por ciento en la zona urbana y además una modificación de los patrones de lluvia, con mayores intensidades de precipitación en períodos más cortos de tiempo, lo cual genera necesidades de protección mayor y daños mayores. Estos hallazgos merecen ser examinados con mayor profundidad y coinciden con los resultados de estudios en la selva amazónica brasileña, en los cuales se ha comprobado que existe una relación vertical entre la cantidad de lluvia y la cobertura forestal.

Por ejemplo, el endurecimiento de zonas blandas que ha venido haciendo el Instituto de Desarrollo Urbano, IDU, desde hace algunos años, afecta el crecimiento normal y el sostenimiento de los árboles de la ciudad debido a que implica la supresión de áreas verdes para el establecimiento de andenes amplios y la consecuente limitación de espacio para la siembra de los mismos, de acuerdo con las directrices de la cartilla de Espacio Público publicada por la Secretaría Distrital de Planeación.

Así mismo, cuando un árbol no se planta de acuerdo con sus características naturales, con relación a la función esperada y a las características del sitio donde se siembra, termina por generar daños a pavimentos y andenes, los cuales representan grandes cantidades de dinero en reparaciones. Este aspecto demanda la continua investigación que permita, a partir de la experiencia y del conocimiento obtenido, la toma de decisiones acertadas y oportunas.

Sobre estos factores artificiales el reto es lograr una efectiva coordinación de las autoridades y entidades distritales como las empresas de servicios públicos con el fin de lograr que en sus prácticas de diseño, construcción, reparación y mantenimiento se tengan en cuenta todos los aspectos relacionados con el arbolado urbano. En los procesos de aprobación de las licencias de construcción deben incluirse todos los aspectos de ubicación y de generación de condiciones de supervivencia para las especies consideradas como adecuadas.

Debido a que en Bogotá, en la mayoría de los casos, los conflictos entre los sistemas de servicios públicos y la arborización termina por resolverse a favor de los primeros, sin examinar otras alternativas, se hace necesario ser cada vez más cuidadosos en los procesos de planificación y no perder de vista que el árbol es un ser vivo. Es necesario hacer las consultas comunitarias de los bancos de proyectos existentes en las localidades como una primera aproximación para establecer las posibles prevenciones o limitaciones que la sociedad identifica como importantes respecto a la arborización.

Para cada uno de los casos específicos estos aspectos requieren un análisis que permita su clasificación para detectar si son definitivos o relativos y admiten manejo. En la mayoría de los casos se demanda una aproximación local y puntual para determinar la factibilidad de una especie para cumplir determinada función y depende tanto de la reglamentación urbanística vigente como de la capacidad de hacerla cumplir y de la actitud y práctica ciudadana.

El éxito de la arborización urbana, es decir, el mínimo costo y riesgo asociado al máximo valor y aceptación social, parte de la investigación y del conocimiento, lo que permite tener clara la función de la especie o especies forestales que se requiere plantar, para de acuerdo con ésta seleccionar la que cumpla con los requerimientos y que soporte los limitantes ambientales naturales y artificiales propios del sitio donde se realizará la plantación.



Manejo del arbolado en Bogotá

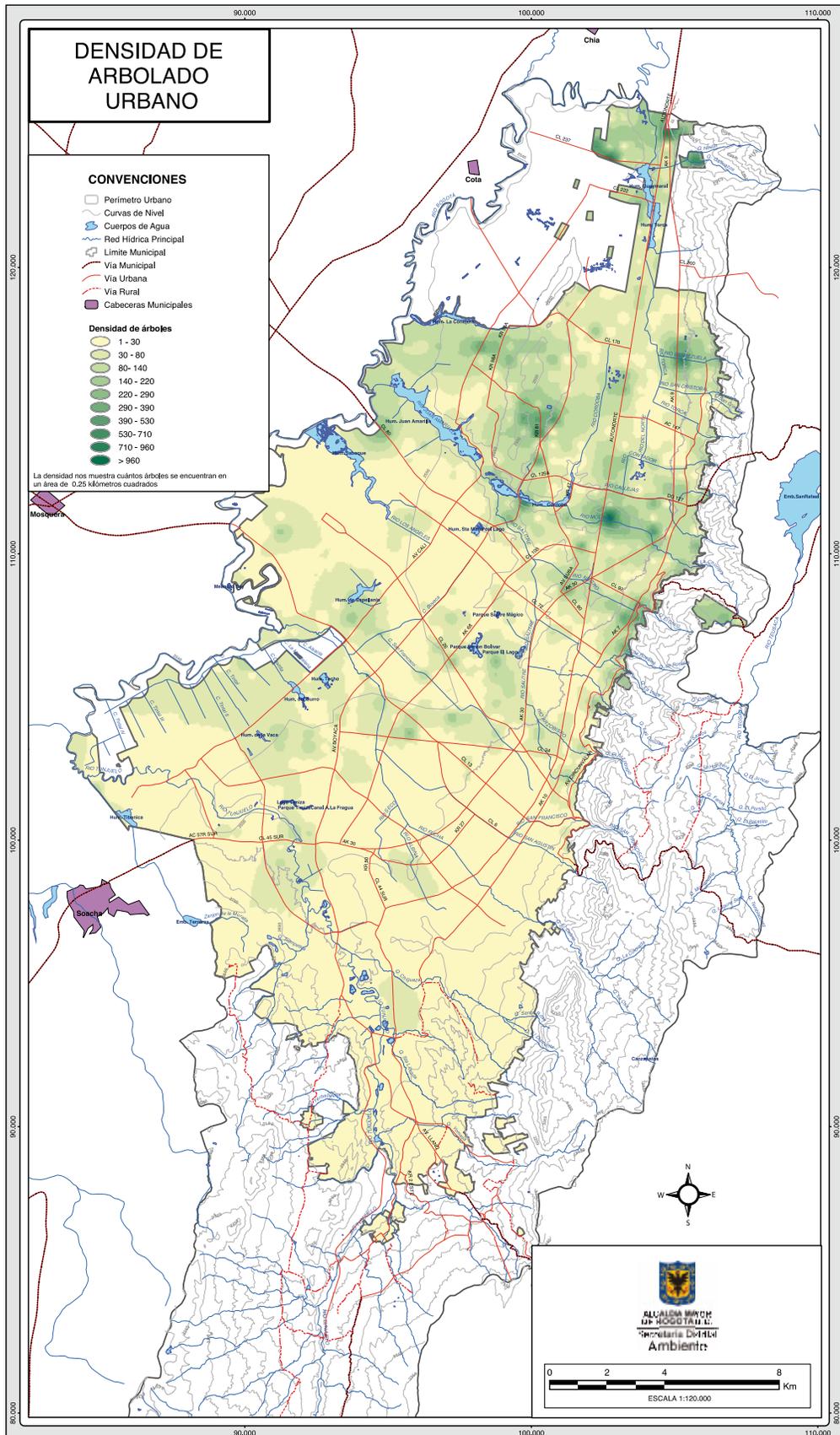
Actualmente, y de acuerdo con el Decreto Distrital 109 de 2009, literal f, la Secretaría Distrital de Ambiente, SDA, como Autoridad Ambiental, entre sus funciones participa en la planificación y ejecución del manejo del arbolado urbano en coordinación con el Jardín Botánico. Las actividades del manejo silvicultural de podas son coordinadas por la UAESP; CODENSA se encarga del manejo silvicultura de podas de los árboles que interfieren con líneas de energía; la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB, realiza el manejo del arbolado en zonas de rondas de ríos y canales y en los humedales lo hace conjuntamente con la Autoridad Ambiental; en ambos casos, y de acuerdo con los lineamientos técnicos expedidos por la SDA, el Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público, DADEP, se encarga de la definición o eliminación de cercas vivas o setos dentro de los procesos de restitución del espacio público. El Instituto de Desarrollo Urbano, IDU, y el Instituto Distrital de Recreación y Deporte, IDR, entre otras instituciones, y el sector privado manejan el arbolado urbano en obras de infraestructura, de acuerdo con los parámetros emitidos por la SDA.

Antecedentes de los aspectos jurídicos e institucionales

La dinámica que ha tomado la renovación urbana y el diseño y construcción de grandes obras de infraestructura han significado el ajuste permanente a la normativa jurídica relativa al manejo del arbolado del Distrito. En este sentido la SDA, el Jardín Botánico de Bogotá, la sociedad civil y las demás entidades relacionadas han jugado un papel fundamental en las definiciones y ajustes a dicha normativa y al seguimiento que se hace permanentemente tanto al manejo, como a la renovación del arbolado en la ciudad.

El Decreto Distrital 984 de 1998 reglamentó en su momento lo dispuesto en la Ley Nacional 1791 de 1996 en lo relativo al aprovechamiento de árboles aislados. En dicha ley se contempló la norma técnica, se determinó la actividad de compensación por tala de árboles, se hizo alusión a la participación comunitaria y se establecieron competencias a las entidades del Distrito cuyas actividades incluyeran acciones relacionadas con los árboles.

Sin embargo, esto último dio origen a la atomización institucional en el manejo de los árboles en Bogotá, creándose con ello libertades excesivas para la ejecución de talas sin soportes técnicos adecuados y dificultades para efectuar un apropiado control y seguimiento por parte de la Autoridad Ambiental a las prácticas silviculturales realizadas. Esto se constituyó en la razón principal para la expedición del Decreto 068 de marzo de 2003 que buscó reducir el número de entidades con estas competencias y encargó de su manejo al Jardín Botánico de Bogotá.



Mapa de densidad del arbolado urbano, SDA.

El Decreto Distrital 472 expedido en diciembre de 2003 define el arbolado urbano como «el conjunto de plantas de las especies correspondientes a los biotipos: árbol, arbusto, palma o helecho arborescente, ubicados en suelo urbano». Además mantuvo la filosofía del anterior e incluyó aspectos como la necesidad de revisar la norma técnica cada tres años; la generación del subsidio para cubrir los costos tanto de la evaluación técnica como de la ejecución de los tratamientos silviculturales en predios privados de estratos 0, 1 y 2 con niveles de Sisbén⁴⁷ 1 y 2; el registro de plantaciones objeto de aprovechamiento en área urbana; la expedición de salvoconductos de movilización para madera comercial y la participación comunitaria en el mantenimiento de zonas verdes y de cobertura arbórea en el espacio público en coordinación con el Jardín Botánico.

Con el ánimo de reducir trámites relacionados con la actividad de poda en 2003 se expidió la norma la cual estableció competencias claras que deben cumplir las entidades públicas responsables de este tema bajo el seguimiento de la Autoridad Ambiental. Del mismo modo, expresó la necesidad de efectuar el inventario al ciento por ciento de los árboles ubicados en espacio público de uso público como herramienta de planificación.

El Censo del Arbolado Urbano como herramienta para su planeación y manejo

En 2005 el Jardín Botánico de Bogotá inició el Censo del Arbolado Urbano, CAU, proyecto determinado como su responsabilidad mediante el artículo 3º del Decreto Distrital 472 de 2003, cuya información ha sido utilizada para el desarrollo de la presente publicación. El censo registró más de 43 variables que incluyen el diagnóstico fitosanitario, el inventario, la caracterización y la georreferenciación, es decir, la ubicación física y cartográfica de cada árbol localizado en la ciudad para su conocimiento, diseño y adecuación del espacio público desde una perspectiva ambiental.

Esta información ha sido manejada mediante una plataforma oracle que permite su actualización permanente con el fin de mantener esta herramienta como la base fundamental de la planificación del manejo del arbolado urbano de Bogotá.

El censo buscó responder preguntas como ¿cuántos árboles hay en Bogotá y dónde están ubicados?, ¿cuáles son las especies dominantes?, ¿cuál es su estado físico y sanitario?, ¿cómo están distribuidos en el distrito?, ¿cuáles presentan riesgo de caída?, ¿cuáles son las zonas con menor densidad de arbolado? y ¿dónde existen espacios con potencial de siembra?

Como respuesta a estos interrogantes el censo indica a diciembre de 2008 que Bogotá cuenta con 1'114.765 árboles en su espacio público, 36,3 unidades por hectárea y 1 por cada seis habitantes aproximadamente. Además, el 54 por ciento de los árboles está en buen estado y el 46 por ciento restante presenta síntomas de afectación física o sanitaria; de ellos un 15 por ciento presenta condiciones malas y críticas.

Con la información del censo se creó el Sistema de Información para la Gestión del Árbol Urbano, SIGAU, sistema que en conexión con el Sistema de Información

⁴⁷. Sistema de identificación para potenciales beneficiarios de los programas sociales.

Ambiental, SIA, contiene toda la información de los árboles localizados dentro del perímetro urbano. Con esto se ha podido avanzar de forma notable en la formulación de instrumentos de planeación, como el Plan Distrital de Silvicultura actualmente en construcción y los planes locales de arborización urbana, PLAU, que se encuentran en proceso de revisión y aprobación.

Con estas herramientas la administración además de poseer información actualizada puede planificar de forma más efectiva en términos económicos la gestión y la inversión sobre el arbolado, determinar con precisión las áreas potenciales y los requerimientos para la plantación de nuevos árboles, utilizar las especies adecuadas, definir los árboles que necesitan mantenimiento prioritario o los que por sus condiciones físicas y sanitarias implican algún riesgo para la población o la infraestructura.

En la gestión del árbol urbano el censo brindó la posibilidad de hacer análisis comparativos, obtener información del impacto de los tratamientos silviculturales, conocer el comportamiento histórico del ataque de plagas y enfermedades e identificar la localización de los árboles de alto valor histórico y cultural de la ciudad.

Toda la información recopilada mediante el censo entró a formar la base de datos del Sistema SIA SIGAU, a partir del cual se viene actualizando la información censal. Con éste, es posible planificar razonablemente la ejecución de los escasos recursos de inversión disponibles para la arborización urbana. Sólo así se tendrá en la ciudad una actuación —mantenimiento, manejo del riesgo y plantación— más costo/efectiva.

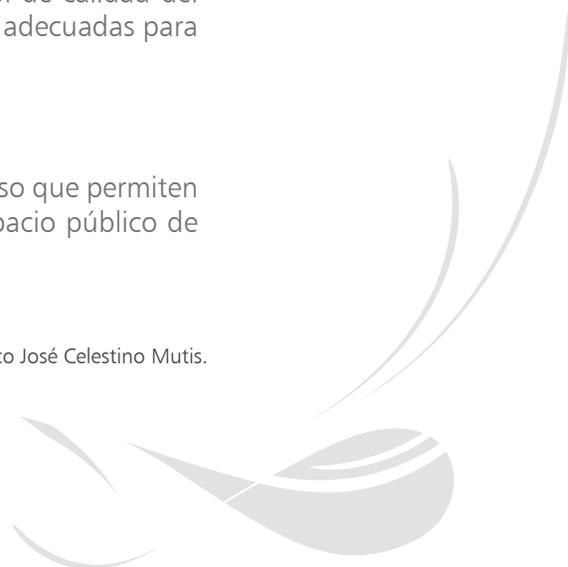
Con el conocimiento obtenido a través del CAU y las investigaciones, publicaciones, normatividad y planes desarrollados, los planificadores obtuvieron una herramienta objetiva para la efectiva canalización de funciones institucionales en la planeación, diseño, ejecución y mantenimiento del arbolado urbano; además se definió una norma técnica y jurídica específica para el mismo, así como su puesta en marcha y el desarrollo de procedimientos para garantizar la compensación por tala, valorando económicamente la relación daño reposición y la reglamentación de su aplicación. También se ha tenido en cuenta el fortalecimiento de los mecanismos de seguimiento y control y el apoyo a los programas de concertación con la comunidad.

Los avances anteriores en la materia crean la oportunidad de corregir errores y fortalecer procesos en los cuales se han detectado debilidades tales como el rigor en la observancia de los criterios de diseño y ejecución, la reglamentación en materia fitosanitaria y el fomento y apoyo a la red de viveros para el control de calidad del material producido acorde con las especies detectadas como aptas y adecuadas para cada requerimiento específico.

Planes Locales de Arborización Urbana, PLAU

Los PLAU son instrumentos de planificación fundamentados en el censo que permiten orientar la gestión integral del arbolado urbano localizado en el espacio público de uso público de cada localidad de la ciudad.⁴⁸

⁴⁸. Colaboración de Vanessa Cortés M. Profesional de Apoyo, Jardín Botánico José Celestino Mutis.



Estos desarrollan para cada localidad del Distrito un completo plan de acción determinando metas, responsables y recursos para el desarrollo de actividades de plantación, mantenimiento, mitigación del riesgo y gestión comunitaria. En la gestión del arbolado de cada localidad están involucradas y comparten responsabilidades las entidades distritales responsables del tema, ya mencionadas, la comunidad y el sector privado.

Los PLAU plantean las siguientes metas: mantener, conservar, gestionar adecuadamente e incrementar a través de nuevas plantaciones el arbolado urbano de Bogotá. A nivel de educación y desarrollo se busca dar a conocer a la comunidad el valor del arbolado urbano e identificar proyectos sostenibles para que las asociaciones comunitarias y gremiales se involucren en la gestión de acciones orientadas al mejoramiento del mismo. La implementación de los PLAU debe apoyarse en herramientas de orden técnico como el Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá y debe considerar la selección de especies apropiadas que se han investigado hasta la hoy y aquí se presentan.

Aunque aún se encuentran en proceso de revisión por parte de la Autoridad Ambiental, antes de ser emitidos oficialmente el Jardín Botánico dispone de los PLAU para las localidades de Antonio Nariño, Barrios Unidos, Bosa, Candelaria, Chapinero, Ciudad Bolívar, Engativá, Fontibón, Kennedy, Los Mártires, Puente Aranda, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal, Santa fe, Suba, Teusaquillo, Tunjuelito, Usaquén y Usme que pueden ser consultados en el menú de la página *web* www.jbb.gov.co en el *link* arborización urbana.

Para lograr el cumplimiento de las metas establecidas en cada Plan de Desarrollo sobre el tema arboreo, en principio es necesario contar con el material vegetal tanto en términos de calidad, es decir, que cumpla con los requerimientos genéticos, físicos y sanitarios como con las cantidades de individuos de las diferentes especies requeridas y con el conocimiento de todas las variables que implica su correcta disposición y mantenimiento.

Lo anterior implica la definición de políticas y planes de largo plazo que incorporen el conocimiento que se ha venido obteniendo a partir de la experiencia y la investigación. Así mismo, una planeación adecuada de acuerdo con las metas propuestas permite programar la producción de material vegetal en los viveros con la calidad necesaria para garantizar el crecimiento normal y el óptimo desarrollo de las mismas una vez plantadas.

Gestión de la comunidad frente al manejo del arbolado en la ciudad ⁴⁹

Existen diferentes tipos de intervención en las áreas verdes como la plantación, el manejo y la preservación de especies forestales, arbustivas, palmas y herbáceas que se llevan a cabo gracias a los recursos financieros que provienen de los impuestos que pagan los ciudadanos quienes, organizados a través de juntas de acción comunal, comités ambientales, asociaciones de vecinos y clubes, pueden y deben ejercer el derecho a la veeduría y a la protección de la vegetación que se encuentra en los espacios públicos y que, por lo tanto, hacen parte de nuestro patrimonio. Una vez detectada una necesidad o iniciativa es necesario acudir a las entidades competentes, que son las indicadas para realizar las acciones pertinentes.

⁴⁹. Fuente: ingeniera ambiental y forestal Nubia Amparo Cárdenas Carranza. Comité Pro Árbol.

Cuando la comunidad esté interesada en la siembra de árboles o jardines en su barrio o localidad se debe comunicar con el programa de Arborización del JBB al teléfono 4377060, extensiones 220 o 221, o a través de una carta dirigida a la Coordinación de Arborización en la que se solicita una visita para determinar la viabilidad del lugar propuesto para la plantación, las especies que se desean utilizar, el proceso de participación y el compromiso de la comunidad.

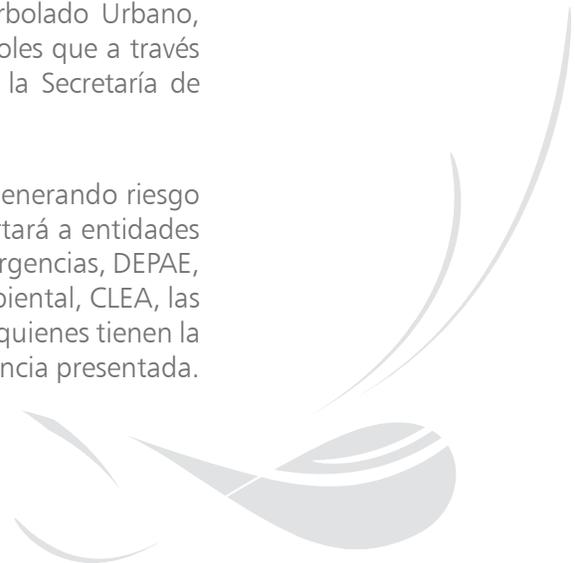
A la hora de realizar cualquier intervención, como las que se enuncian a continuación, los funcionarios a cargo deben presentar la debida autorización, la resolución de tala —en caso de ser necesaria—, los conceptos técnicos o las actas correspondientes. Si no las poseen en el momento de la intervención, no es posible hacerla. En caso de considerar pertinente su detención se puede acudir a la policía o al CAI más cercano o comunicarse con la oficina de arbolado antiguo del JBB.

Previamente a su ejecución el equipo social debe realizar una labor informativa a la comunidad circundante sobre las especies a retirar o tratar en forma directa o a través de sus organizaciones comunitarias o institucionales como el comité ambiental local, ASOJUNTAS, las juntas de acción comunal y las juntas administradoras locales. En caso de no haberse hecho, a través de un acta se puede solicitar la suspensión de la intervención, especialmente si es la eliminación del árbol cuando el riesgo de volcamiento no es inminente y concertar una reunión o socialización con la comunidad.

Cuando un árbol requiere una poda por ramas y hojas secas, heridas o descortezamiento, inclinación, raíces ahogadas cubiertas por cemento o materiales duros se debe llamar al número 110, que corresponde a la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, UAESP, responsable de las podas en el espacio público, las cuales son realizadas a través de sus operadores. Si el árbol se encuentra por debajo o encima de las redes de servicios públicos como cableado o cajas de recolección de agua se debe llamar a las empresas CODENSA y/o EAAB. Éstas, además, deben gestionar de antemano un Plan de Podas ante la SDA y cualquier intervención que realicen debe contar con una autorización que la comunidad debe exigir en el momento de su ejecución.

Si el árbol necesita tratamientos por riesgos de caída o volcamiento, ramas desprendidas, raíces descubiertas o afectación a la infraestructura de construcción se debe llamar a la Subdirección de Silvicultura Flora y Fauna Silvestre de la SDA, teléfono 3778899 y solicitar una visita de evaluación para que se emita una autorización de tratamiento físico, fitosanitario o de tala y nueva siembra. Estas últimas actividades las debe ejecutar el Jardín Botánico a través de su división de Manejo Integral del Arbolado Urbano, específicamente del grupo a cargo del manejo fitosanitario de los árboles que a través de cuadrillas propias o por contrato llevan a cabo lo requerido por la Secretaría de Ambiente.

Cuando el árbol esté caído o en proceso evidente de volcamiento o generando riesgo inminente se debe comunicar al número 123 a través del cual se alertará a entidades como el Jardín Botánico, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, DEPAE, el Comité Local de Emergencia, los Comités Locales de Educación Ambiental, CLEA, las Alcaldías y el Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá, principalmente, quienes tienen la función de entrar a responder en el menor tiempo posible a la emergencia presentada.



Cuando se vaya a talar o a trasladar un árbol la cuadrilla debe tener por escrito la resolución de tala emitida por la SDA y la ficha técnica donde se encuentre la foto y la dirección del árbol, la especie y el concepto técnico por el cual se elimina. En el caso de una tala de emergencia ésta se puede realizar a partir de un acta levantada por un ingeniero de la SDA, quien elaborará el concepto técnico sobre el alto riesgo.

En los casos especiales en que es la comunidad la que propone no eliminar el árbol o el estudio de la posibilidad de un tratamiento fitosanitario se consigna la solicitud y se pide la no tala a través de un acta firmada por la entidad y por los vecinos. Así mismo, se debe enviar una carta a la oficina de Silvicultura de la SDA solicitando una reevaluación del concepto técnico sobre el árbol. Se han dado casos en los que el árbol es sujeto de tratamiento y se evita así su eliminación.

Cuando se elimina un árbol la entidad o personas responsables deben realizar una compensación por tala, la cual puede ser monetaria. Estos recursos entran a la Secretaría Distrital de Hacienda y alimentan el Fondo Cuenta de Gestión Ambiental cuyo destino es la inversión en el arbolado urbano. También puede expresarse en Individuos Vegetales Plantados que cumplen con los parámetros establecidos para su ubicación en espacios urbanos.

Las entidades de control responsables de atender las anomalías que se lleven a cabo en el manejo del arbolado urbano son: como Autoridad Ambiental la Secretaría Distrital de Ambiente y como organismos de control la Personería, la Contraloría y las alcaldías locales a través de las Inspecciones de Policía. Además, la Personería y la Contraloría Distrital en sus dependencias especializadas en el tema ambiental.⁵⁰

Campaña Adopta un Árbol

En 2009 el Jardín Botánico de Bogotá inició el programa Adopta un Árbol con el que pretende contribuir al logro de las metas del Plan de Desarrollo *Bogotá positiva: para vivir mejor*. Busca aportar al fortalecimiento de una participación democrática activa representada en la construcción de una ética pública y de responsabilidad social para mejorar y fortalecer la apropiación de los ciudadanos en los procesos de arborización, realizando un acompañamiento técnico que busca la corresponsabilidad de sus habitantes y el fortalecimiento de la cultura ambiental.

En tal sentido pretende «aumentar y mejorar la cobertura y calidad de la arborización y de la jardinería urbana de Bogotá con base en un proceso técnico, planificado y participativo, que fortalezca la apropiación e interacción de la ciudadanía con el medio físico natural y su oferta ambiental, aportando de esta forma al desarrollo integral individual y colectivo de los ciudadanos».

El acompañamiento de los niños, jóvenes, adultos y personas mayores en las diferentes fases del proceso social de arborización se ve estimulado y motivado con el certificado de adopción del árbol que siembran. Esta corresponsabilidad implica tanto el compromiso del ciudadano que asume la adopción del árbol como de las entidades a cargo de su mantenimiento.

⁵⁰. Fuente: ingeniera ambiental y forestal. Nubia Amparo Cárdenas Carranza. Comité Pro Árbol.

Es necesario tener en cuenta que en un futuro los árboles plantados deben demandar mantenimiento. En caso de talas irremediables sería deseable contemplar el reemplazo del árbol talado, así no sea en el mismo sitio cuando hacerlo no sea viable. Para conocer y participar en el programa consulte la página web www.jbb.gov.co.

¿Con qué criterios definir las especies que deben conformar la arborización de Bogotá?

En principio es necesario saber que «el área total de la zona urbana del Distrito Capital de Bogotá (dividido en 19 localidades) es de 1.730 km² en donde habitan cerca de 7,9 millones de personas, para una densidad poblacional de 4.550 habitantes por km² [1].⁵¹

»Bogotá cuenta con un régimen de lluvias bimodal con épocas lluviosas en los meses de marzo, abril, octubre y noviembre. La precipitación anual en la ciudad es de alrededor de 900 mm con una frecuencia que depende de la cercanía a los cerros orientales de la ciudad; típicamente se presentan vientos en sentido oriente-occidente en horas de la mañana, mientras que en la tarde los vientos predominantes viajan hacia el norte de la ciudad. La velocidad media de 1 m/s. Durante agosto se presentan los vientos más fuertes en la ciudad.»⁵² Esta característica climática se ha visto modificada con los crecientes cambios en la pluviosidad o lluvias y períodos de sequía dados por el calentamiento global.»

De acuerdo con la zonificación climática para Bogotá, D.C.,⁵³ establecida de acuerdo con la metodología planteada por Schaufelberger en 1962, la ciudad presenta diez tipos climáticos. Esta clasificación se fundamentó en las propuestas de Francisco José de Caldas en 1802 y Richard Lang en 1915 que proponían 25 tipos climáticos en los cuales se contemplaba la relación de los parámetros de temperatura, altura, lluvias o índice de efectividad de la precipitación. Ver mapa página 58.

Los árboles dependen en buena parte de la humedad relativa —relación porcentual entre la cantidad real de vapor de agua que tiene el aire y la que necesitaría para saturarse con condiciones de temperatura idéntica—. También se debe tener en cuenta la disponibilidad de agua de los mismos por el nivel freático del suelo donde se plantan, aunque en Bogotá esta pasa a un segundo plano porque con el fin de superar los limitantes artificiales del entorno urbano se construyen alcorques y contenedores de raíces para la plantación en zonas duras y se aplican los parámetros técnicos establecidos por el IDU y el DAPD en sus cartillas de andenes y antejardines.

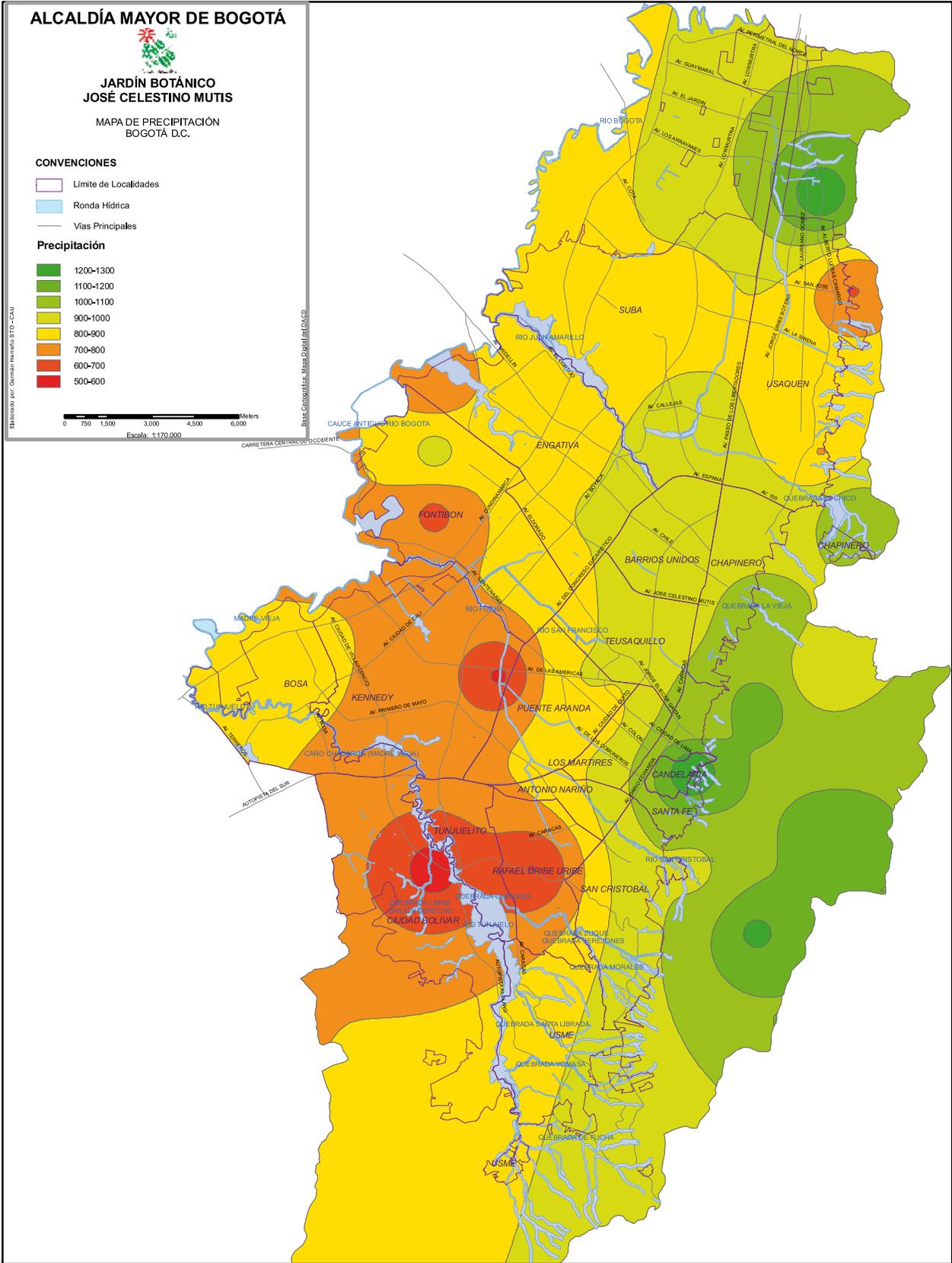
De acuerdo con el Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá⁵⁴ como sustrato se debe utilizar tierra negra fértil, tamizada, enriquecida con abono orgánico y material tipo cascarilla de arroz, en proporción de 8:1, es decir, 8 partes de tierra negra por 1 parte de cascarilla, que dé una característica ideal de aireación a las raíces de los árboles que se van a plantar.

⁵¹ Gaitán, M. Cancino J. Behrentz. E. *Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá*. #26 revista de ingeniería. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. rev.ing. ISSN. 0121-4993. Noviembre de 2007.

⁵² Ibid.

⁵³ Secretaría Distrital de Ambiente. *Atlas Ambiental de Bogotá*. Bogotá. 2007.

⁵⁴ Jardín Botánico de Bogotá. *Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá*. Bogotá, 2009.



Mapa de zonas de precipitación, JBB.

El principal problema radica en que los contenedores y alcorques utilizados para confinar la raíz del árbol, la mayoría de las veces no superan el metro cuadrado, motivo por el cual cuando el árbol es grande no brinda las condiciones mínimas para que el árbol pueda desarrollarse adecuadamente pues el intercambio de sustancias y elementos entre el suelo y la atmósfera se limita, se cortan el ciclo hídrico así como el aporte de nutrientes y biomasa al suelo.

Otro aspecto fundamental es conocer las características de las especies estudiadas y que se encuentran en los viveros con el fin de identificar las que se deben utilizar de acuerdo con los requerimientos y emplazamientos. A la hora de realizar siembras es imperativo planificar la plantación de nuevos individuos mediante diseños técnicos de arborización urbana, de acuerdo con los lineamientos de la SDA o del Jardín Botánico para evitar problemas generados por la inadecuada selección de los individuos que serán utilizados. Entre las características intrínsecas de los árboles que debemos considerar se encuentran el tamaño o porte, la forma, la longevidad, el follaje, y los requerimientos lumínicos o de luminosidad, expresada en términos de la cantidad de luz que deja pasar la transparencia del árbol.

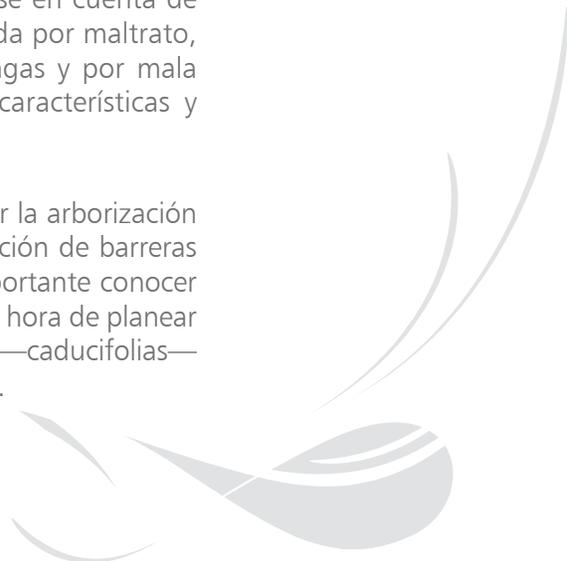
Para poder hacer esta clasificación tenemos que tener en cuenta que la selección del *tamaño* o *porte* de los árboles depende considerablemente del espacio aéreo, subterráneo y de la cercanía a las edificaciones del área donde se van a sembrar. De acuerdo con esto podemos clasificar los árboles en muy grandes, de 30 a 40 metros de altura, los cuales demandan áreas grandes como parques, rondas de ríos o quebradas y humedales; árboles grandes de 20 a 30 metros de altura, con un solo tronco y raíces fuertes, usualmente utilizados en espacios suburbanos, orejas de puentes o parques; árboles medianos de 10 a 20 metros de altura aproximadamente; pequeños de hasta 10 metros de altura y arbustos menores de 5 metros de altura, de consistencia leñosa y usualmente ramificados desde la base.

No es recomendable pensar que el tamaño del árbol se controla con la poda, por el riesgo y los altos costos que este manejo silvicultural implica. Así mismo se debe tener en cuenta que estas afectan la belleza del árbol y llegan inclusive a significar su muerte.

Una de las características más notorias de los árboles es la diversidad en su *forma*. Esta brinda a los arquitectos, planificadores, técnicos y paisajistas múltiples posibilidades para planear y diseñar el arbolado urbano.

La *longevidad* de un árbol es otro de los aspectos que deben tenerse en cuenta de acuerdo con la intención con la que se planta. Puede verse disminuida por maltrato, contaminación, problemas fitosanitarios como enfermedades o plagas y por mala selección de las plántulas, por lo cual es necesario conocer sus características y requerimientos naturales.

El *follaje* es uno de los atributos más importantes a la hora de planear la arborización urbana por sus múltiples utilidades prácticas tales como la conformación de barreras verdes, sus cualidades estéticas y su función de la fotosíntesis. Es importante conocer los períodos de renovación del follaje de acuerdo con cada especie a la hora de planear su plantación, porque cuando pierden sus hojas de forma masiva —caducifolias— éstas pueden llegar a obstruir las alcantarillas que se encuentren cerca.



El aspecto del follaje está directamente relacionado con los requerimientos lumínicos de la especie, pues es a través de las hojas que el árbol se expone a los rayos del sol y realiza la fotosíntesis. Por tal motivo es necesario conocer los requerimientos de luz de las especies antes de plantarlas, pues su óptimo desarrollo depende de que reciban el sol que requieren; de lo contrario las especies plantadas pueden deformarse al buscar la luz.

Así mismo, la luz juega un papel fundamental; hay árboles que demandan plena exposición solar—heliófitas—, mientras otros requieren poca luminosidad—esciófitas—. En algunos casos requieren sombra para su crecimiento durante su desarrollo inicial y luego la plenitud de luz. Además, la carencia de la luminosidad apropiada afecta la coloración de las hojas de ciertas especies que sin la luz adecuada solo serán verdes.

Retomando el Manual Verde⁵⁵ en su versión preliminar: «en el caso específico de la arborización debe existir una visión de conjunto o integral de la ciudad, en la cual se combinan la dimensión macro del planificador, la visión intermedia del administrador y la visión micro del ciudadano en su entorno inmediato, para atender los interrogantes que cada uno de ellos se plantea a su nivel. El componente verde juega un papel importante como factor del ordenamiento territorial y como elemento de equidad social y sostenibilidad urbana y se trata por lo tanto de usar esa cualidad de la vegetación, respetándola y admirándola».

En tal sentido, de acuerdo con el Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá, la arborización urbana debe cumplir con criterios como:

- **Sostenibilidad:** esta hace referencia tanto a la sostenibilidad de la ciudad para ser habitable, humana y armónica con el sistema natural de soporte, a partir de la vegetación como un elemento fundamental de la vida urbana, y paralelamente con la posibilidad de sobrevivencia y óptimo desarrollo de las especies arbóreas dentro de parámetros de eficacia y eficiencia.
- **Equidad:** en cuanto a la disminución de las diferencias existentes de la calidad de la vida urbana, al generar los beneficios que la cobertura aporta a los diferentes sectores sociales.
- **Viabilidad:** se refiere a la posibilidad y probabilidad de cada especie de subsistir en cumplimiento de la función asignada por la sociedad, debido a los factores condicionantes y limitantes como las características fisicoquímicas ambientales de su ubicación.
- **Eficacia y eficiencia:** la cualidad de cumplir cabalmente una función u objetivo esperado o una expectativa constituye la eficacia, mientras que la cualidad de cumplir dicha función o uso esperados a los menores costos y riesgos posibles es la eficiencia.
- **Funcionalidad:** es la cualidad consistente en lograr realizar una función determinada de manera satisfactoria bajo un conjunto determinado de factores condicionantes, de manera eficiente y eficaz, tanto por su aceptación social como por su probabilidad y posibilidad de permanencia.
- **Versatilidad:** es la capacidad de realizar dos o más funciones de manera satisfactoria o de sobrevivir con éxito en una gama amplia de condiciones de manera eficiente

⁵⁵ Diseño Preliminar del Manual Verde, Jardín Botánico - Universidad de Los Andes 1998.

y eficaz. Una especie es más versátil que otra en la medida en que cumpla con más funciones o sobreviva a más factores condicionantes así no sea la especie óptima para una función específica. La amplitud de la cualidad de adaptación se considera muy importante.

- **Aceptación y compromiso social:** el nivel de aceptación y compromiso de la comunidad con determinadas especies y esquemas de arborización es una de las principales medidas de la eficacia de la arborización, puesto que revela que la elección fue además de consultada, apropiada e integral.
- **Integralidad o visión de conjunto:** cualidad de mantener una visión de conjunto de la arborización y del componente vegetal o verde de la ciudad y responde a la visión de pensar globalmente, planificar regionalmente y actuar localmente teniendo en cuenta que la ciudad interactúa con su ecosistema de soporte y con los asentamientos circundantes y que responde de manera específica a asuntos locales, a condiciones específicas o a problemas puntuales de la arborización.

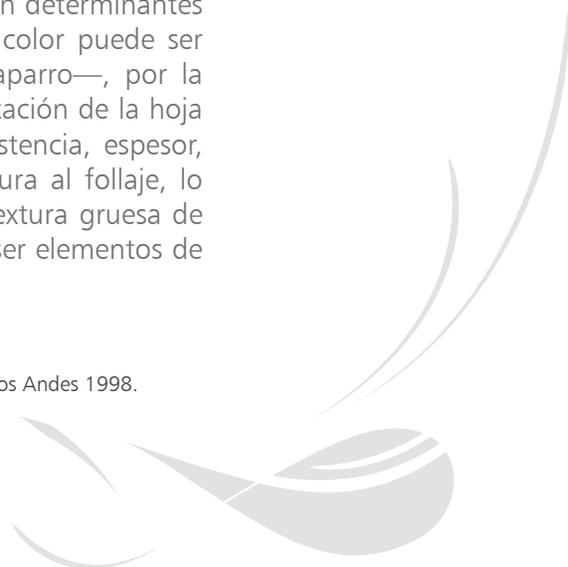
Desde la mirada del paisajismo y retomando conceptos y recomendaciones del Manual Verde⁵⁶ sobre medidas y distanciamientos iniciales para la siembra de los árboles, el cual podría ser utilizado como referente para modificar los parámetros actualmente vigentes en la Cartilla de Espacio Público, dada la inconveniencia de las actuales medidas que han confinado el espacio vital del árbol a un metro indistintamente de sus requerimientos inherentes como especie o biotipo.

La selección de especies de árboles para conformar lugares y estructurar espacios debe hacerse con sensibilidad e inteligencia. No solamente se deben tener en cuenta los factores condicionantes sino también las cualidades estéticas que cada especie posee como la forma, el color y la textura, las cuales son fundamentales para crear entornos bellos.

A la hora de planear la arborización urbana además de los aspectos técnicos y del entorno desde el punto de vista paisajístico se deben tener en cuenta aspectos como el porte o la talla; especies de gran porte pueden conformar mejor espacios de grandes proporciones como vías principales, autopistas e hitos distritales. La silueta es un aspecto clave en la composición, identificación y caracterización de los espacios urbanos. Para que un árbol desarrolle su silueta normal debe proveérsele de espacio suficiente para su crecimiento.

Las *características del follaje* tales como densidad, textura y color son determinantes para la composición paisajística. Hay que tener en cuenta que el color puede ser cambiante, definido por una floración abundante —como el alcaparro—, por la fructificación —como en el cerezo— o por el cambio de la pigmentación de la hoja —como en el sangregao y en el liquidámbar—. El tamaño, consistencia, espesor, aspereza y borde de las hojas dan distintas características de textura al follaje, lo cual puede generar contrastes interesantes con otras especies de textura gruesa de follaje. La *forma, textura y color* de la corteza y del tronco pueden ser elementos de composición en el momento de seleccionar especies.

⁵⁶. Diseño Preliminar del Manual Verde, Jardín Botánico - Universidad de Los Andes 1998.



Implantación: la forma de plantación ya sea lineal, en grupos o con árboles aislados es una determinante fundamental para la cualificación y la conformación del espacio.

El siguiente cuadro presenta algunas recomendaciones en cuanto a distancias de plantación y tamaño de alcorques, las cuales dependen tanto del efecto espacial que se quiera crear, como del espacio vital de desarrollo que corresponde al diámetro de copa y el diámetro mínimo del alcorque —que varía para cada especie—.

Es importante indicar que estas recomendaciones corresponden al Manual Verde⁵⁷ en el cual se evidencia la inconveniencia de confinar los árboles en 1 m², las medidas están dadas en diámetro, mientras que actualmente los alcorques se diseñan en polígonos, cuadros o rectángulos, por lo cual no son equivalentes a los parámetros de diseño establecidos en la cartilla de andenes del IDU.

Tabla 1. Recomendaciones por especies

Nombre científico	Nombre común	Espacio vital de desarrollo	Diámetro mínimo de alcorque
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia amarilla	8 m	1,2 m
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	8 m	1,2 m
<i>Senna viarum</i>	Alcaparro	5 m	1 m
<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria araucana	10 m	1,5 m
<i>Citharexylon sufflavens</i>	Cajeto	6 m	1 m
<i>Ficus soatensis</i>	Caucho sabanero	10 m	3 m
<i>Ficus tequendama</i>	Caucho tequendama	9 m	3 m
<i>Cedrela montana</i>	Cedro	10 m	2 m
<i>Prunus serotina</i>	Cerezo	7 m	1 m
<i>Tecoma stans</i>	Chicalá	5 m	1 m
<i>Eucalyptus ficifolia</i>	Eucalipto pomarroso	8 m	1,5 m
<i>Eugenia myrsinoides</i>	Eugenia	6 m	1 m
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto común	10 m	1,5 m
<i>Eucalyptus cinerea</i>	Eucalipto plateado	10 m	1,5 m
<i>Schinus molle</i>	Falso pimientó	8 m	1,2 m
<i>Lafoensia speciosa</i>	Guayacán	8 m	1,2 m
<i>Ligustrum lucidum</i>	Jazmín de la China	6 m	1,2 m
<i>Pittosporum undulatum</i>	Jazmín del Cabo	8 m	1,5 m
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidámbar	8 m	1,5 m
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolio	9 m	1,5 m
<i>Parajubea cocoides</i>	Palma coquito	4 m	1 m
<i>Juglans neotropica</i>	Nogal	10 m	2 m
<i>Ceroxylon quinduense</i>	Palma de cera	6 m	1,2 m

57. Diseño Preliminar del Manual Verde, Jardín Botánico - Universidad de Los Andes 1998.

Se pueden obtener efectos especiales manejando la distancia entre los árboles y su densidad como el «efecto de túnel» que se logra cuando las copas de los árboles plantados en los dos costados de las vías se tocan. Los *ritmos* se logran mediante la separación entre los árboles en una alineación que puede variar dentro de un patrón de ritmo visual que inclusive permite intercalar especies diferentes. La *transición* se obtiene mediante el manejo de las distancias y se pueden incorporar variables de diferente carácter entre espacios.

Con el manejo de la densidad se logran efectos como el *claroscuro* al configurar agrupaciones de árboles cercanos contrastando con áreas abiertas. Las densidades de los árboles inciden directamente en las calidades lumínicas del lugar. El *encerramiento y cobijo* se logra al conformar espacios densamente rodeados de árboles para inducir sensaciones de cerramiento.

Algunos de los efectos para cualificar los espacios por las características intangibles de los árboles son el de *atracción por color*, que se obtiene al usar árboles con floraciones de colores cálidos como amarillos, rojos y naranjas, que suelen atraer la vista del espectador y además dan efectos alegres a los espacios. Los colores fríos como verdes oscuros y cortezas negras pueden inducir un carácter lúgubre y sombrío, como acontece con los cipreses en los cementerios.

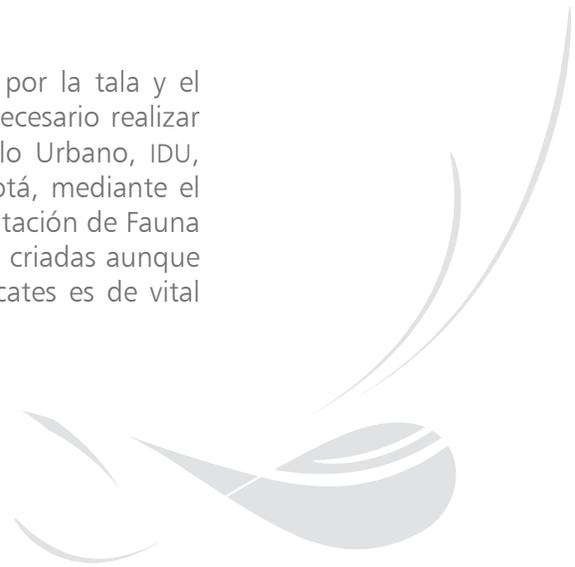
Aspectos sensuales como el olor y el perfume de las hojas, flores o frutos de los árboles pueden dar características muy especiales a determinados lugares. En los Estados Unidos, por ejemplo, se han diseñado proyectos para personas discapacitadas o invidentes a partir de las sensaciones que producen los árboles. Determinados lugares se recuerdan y se reconocen por su perfume o por la sonoridad que produce el viento en las ramas. Puede escogerse un árbol que emane aroma como el magnolio cuando se busca enriquecer perceptualmente un lugar de permanencia como una plazoleta.

Notas sobre la avifauna de Bogotá⁵⁸

El arbolado urbano de Bogotá es habitado por más de 150 especies de aves nativas o migratorias, entre las que se destacan gavilanes, garzas, guácharos y chotacabras, chulos, palomas, cucos y garrapateros, copetones, canarios, halcones, jilgueros, golondrinas, turpiales, toches, azulejos, tángaras, colibríes, cucaracheros, mirlas, atrapamoscas y lechuzas que anidan en árboles muy frondosos, exóticos o nativos, con adaptaciones muy recursivas en cuanto al uso de materiales de las actividades humanas cotidianas para la construcción de sus nidos.

Con el fin de mitigar el impacto sobre la avifauna, representado por la tala y el traslado de árboles que se encuentran en las vías donde se hace necesario realizar intervenciones forestales de tala o poda, el Instituto de Desarrollo Urbano, IDU, creó el programa de manejo de avifauna en vías urbanas de Bogotá, mediante el cual expertos trasladan las nidadas a la Unidad de Rescate y Rehabilitación de Fauna Silvestre de la Universidad Nacional, URRAS, donde son incubadas y criadas aunque con muy poco éxito de sobrevivencia, por lo que al hacer los rescates es de vital

58. Fuente: Juan Carlos Linero & Licinio Garrido. Biólogos.



importancia esperar a que los huevos y los neonatos se desarrollen con la ayuda de sus padres hasta juveniles con el fin de garantizar mejores resultados en la crianza artificial.

Cabe destacar la importancia de tener en cuenta a la avifauna a la hora de planear el mantenimiento y la plantación de árboles con el fin de proteger su hábitat urbano en sectores críticos de influencia directa e indirecta de las obras de infraestructura que demanden intervenciones de los árboles, especialmente donde se haya detectado la presencia de aves endémicas o con algún grado de vulnerabilidad. Es importante también favorecer la plantación de una gran diversidad de vegetación para que las aves puedan disponer de una oferta amplia de alimento y refugio y para atraer una mayor variedad de especies a la ciudad.

Lugares adecuados para plantar árboles en la ciudad

En la ciudad se pueden encontrar los siguientes emplazamientos aptos para la plantación de árboles, de acuerdo con el Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá.⁵⁹

1. Rondas de ríos.
2. Rondas de quebradas y escorrentías.
3. Rondas de lagos y canales.
4. Rondas de pantanos y humedales.
5. Parques. Áreas y zonas verdes recreativas de uso público.
6. Plazas.
7. Plazoletas.
8. Zonas de cesión.
9. Separadores.
10. Áreas de control ambiental.
11. Andenes.
12. Orejas de puentes.
13. Vías peatonales.
14. Antejardines.
15. Corredores ferroviarios.
16. Líneas de media y baja tensión.
17. Áreas afectadas por redes subterráneas de servicios.
18. Canteras, chircales y gravilleras en recuperación.
19. Áreas afectadas por erosión.
20. Áreas de relleno sanitario.

⁵⁹. Jardín Botánico de Bogotá. *Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá*. Bogotá, 2009.



Manejo silvicultural

El manejo silvicultural se refiere al conjunto de acciones y actividades encaminadas a la producción, establecimiento, manejo y mantenimiento del arbolado urbano, entre las cuales encontramos:

Selección de especies y material

Lo primero a tener en cuenta en todo el proceso es determinar claramente qué especies son adecuadas para la ubicación seleccionada, es decir, con relación a las construcciones aledañas, a la radiación solar o a los problemas de riesgo. Conocer el crecimiento de las especies, los sistemas radiculares, aéreos y sus necesidades específicas es importante para facilitar los cuidados posteriores y minimizar las podas e intervenciones. Además, es de gran utilidad conocer los requerimientos hídricos y nutricionales y las características de adaptación a condiciones adversas como resistencia a eventos climáticos extremos, tolerancia a la contaminación y susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades o sus usos con relación a la prevención de desastres.

En el proceso de selección de material la calidad de un árbol se puede determinar por su morfología —forma—, por la ausencia de daños o lesiones en ramas y tallos y por sus raíces. Actualmente se establece que el porte mínimo del material vegetal a plantar es de 1,5 m de altura y muy buena conformación morfológica y estado físico y sanitario.

De acuerdo con la SDA lo ideal es plantar árboles de mínimo 1,5 m, siendo deseable⁶⁰ de 2 o 3 m de altura y los portes bajos únicamente para algún grupo pequeño de árboles o arbustos de muy lento crecimiento, pero con las medidas de protección o cerramiento que garanticen el buen desarrollo de los individuos.

Una buena forma tiene que ver con la disposición de las ramas espaciadas uniformemente a lo largo del tronco, de diámetros pequeños y repartidas a lo largo de toda la copa, lo cual facilita la cicatrización en caso de poda o lesión. Estas deben tener uniones fuertes y un tronco bien definido para evitar interferencias con el tráfico vehicular y peatonal. Los daños o lesiones hacen referencia a señales dejadas por malas podas, manipulación incorrecta, insectos o roedores que hacen que el árbol sea más vulnerable en ambientes urbanos.

Para obtener *árboles juveniles* de un vendedor se recomienda escoger el tamaño de los contenedores, bolsas o recipientes con un mínimo de 10 veces el diámetro del tronco, lo que previene el daño de las raíces. Los recipientes pequeños deforman el sistema radicular, limitando su desarrollo y la adecuada absorción de nutrientes.

⁶⁰. Fuente: ingeniero Hernán Cadena Carreño.

Deformaciones como el enroscamiento, visibles en el trasplante, pueden estimular la formación de raíces superficiales que causan problemas en las obras civiles.

Para *árboles adultos* se considera demasiado grande un tronco con más de 15 cm de diámetro, porque puede perder cerca del 90 por ciento de su sistema radicular. Es más, árboles con un diámetro en el tronco por encima de 10 cm tardan 5 años en recuperarse y las dificultades para obtener un trasplante con éxito aumentan en forma casi logarítmica.

Los pasos que siguen a la selección son igualmente importantes para garantizar el crecimiento óptimo, un buen estado fitosanitario, longevidad y para disminuir los riesgos de *shock* o muerte de árboles.

En el proceso de siembra se debe tener en cuenta que los bosques naturales son heterogéneos y que están formados por diversas especies como una forma de control natural al ataque de plagas y enfermedades; es por esto que las plantaciones en la ciudad deben tener en cuenta este factor porque se han venido presentando ataques de plagas en especies forestales sembradas homogéneamente en espacios de la ciudad; por ejemplo en el caucho sabanero y el sangregado, el tratamiento es complejo, dado que los árboles afectados deben ser sometidos a intervenciones y en el peor de los casos a la tala.

Propagación

La propagación de los árboles en las grandes ciudades se hace principalmente por semillas, estacas y esquejes. Estas prácticas se realizan en viveros. La mayor parte de la arborización nueva en la ciudad corresponde a ejemplares propagados en viveros que después de alcanzar un porte aproximado de 1,5 m y condiciones físicas sanitarias adecuadas se plantan en los sitios previamente definidos por las entidades competentes.

La importancia de la *propagación por semillas* es que involucra el sistema de reproducción sexual, lo que da variabilidad de características a los individuos de la especie. Diferentes árboles, palmas y arbustos utilizados en arbolados urbanos producen una gran cantidad de semillas y al crecer las plántulas obtenidas de la germinación tienen equilibrio entre la parte aérea y la radicular, lo que garantiza mejores condiciones morfológicas.

Por otra parte, existen varios sistemas de *propagación asexual*: estacas, acodos, injertos y cultivo de tejidos *in vitro*. Estos se utilizan en programas de mejoramiento genético de especies frutales y de reforestación donde se seleccionan las características de resistencia y calidad deseables. En algunos de estos casos los individuos tienen un sistema radicular superficial sin una raíz principal, lo que afecta su anclaje y crea dificultades en espacios públicos, pero esto los hace ideales para revegetalización, recuperación de áreas degradadas y cercas vivas.

Las *estacas* son partes del árbol que se cortan como material de propagación y se consideran nuevas plantas cuando después de sembrarse desarrollan rebrotes de hojas y emiten raíces. Los árboles jóvenes, por su crecimiento activo y menor lignificación de los tejidos, son ideales para este tipo de propagación.

Se recomienda para este proceso emplear reguladores y estimuladores hormonales que estimulan el crecimiento de las raíces.

En el caso de los *acodos* se seleccionan y cortan las ramas finales de árboles adultos, se retira la corteza de la parte final del corte y se aplica una sustancia enraizadora para sembrarlas en un material fácil de hidratar como la espuma. En este caso el desarrollo de las raíces tarda de dos a seis meses en desarrollarse, momento en el cual se plantan en tierra y se corta el follaje remanente.

Para la propagación por *esquejes* se toman partes de la rama de unos 10 a 15 cm de longitud y de 1 a 2 cm de diámetro; también se aplica enraizador y se proporciona humedad relativa e iluminación alta. Para esto se requiere una infraestructura que tienen mayores costos por lo que es un sistema poco utilizado en la producción de árboles urbanos y se utiliza en plantas de jardín. El *cultivo de tejidos in vitro* y los *injertos* se utilizan para árboles con significativo valor económico como los frutales comerciales y los árboles maderables.

Bloqueo y traslado

Trasplantar un árbol es cambiarlo de lugar garantizando la conservación de todas sus funciones vitales, su forma, su recuperación y la continuación de su crecimiento. No todas las especies se pueden trasplantar, algunas son tan sensibles que cualquier modificación en sus raíces es suficiente para producir su muerte. Se aconseja marcar un punto cardinal en árboles que estén afianzados para que al momento de plantarlo conserve su orientación en el nuevo sitio.

La compra de árboles juveniles en viveros garantiza las podas periódicas y el confinamiento de raíces, por lo que los individuos responden mejor al trasplante que aquellos que han crecido a campo abierto sin limitaciones para que sus raíces se extiendan.

Para el trasplante de árboles adultos existen equipos especializados que con palas hidráulicas conforman el bloque evitando que se desmorone y lo establecen en un sitio definido. En nuestro país el trabajo se hace en forma manual, se excava con barra, pica y pala y cuando aparecen las raíces delgadas se cortan con palas bien afiladas. Si las raíces son gruesas se recomienda cortarlas con serrucho, no es recomendable utilizar machetes, barras o picas ni máquinas retroexcavadoras porque revientan y desgarran las raíces y se deshace el bloque.

Inicialmente en el prebloqueo se limpia un círculo alrededor del tronco —se recomienda conservar mínimo una relación de 1:10 entre el diámetro del tronco y el del bloque— y luego se cava una brecha y se podan las raíces que se encuentren; esto varía de acuerdo con la susceptibilidad de la especie al tratamiento. Una vez hecho esto se tapa de nuevo la brecha con la tierra removida. En las zonas tropicales falta mucha investigación al respecto y es usual que esta labor se realice de una sola vez, pero se sabe que se debe evitar la época de verano para bloquear y trasladar árboles.

Es importante escoger correctamente el *lugar* donde se va a plantar pues la cercanía de árboles entre sí crea problemas de competencia por alimento y luz, sistemas radiculares deformados y las ramas o troncos pueden presentar pudrición en los puntos de unión.

Las *condiciones del terreno* son determinantes en el éxito o fracaso del trasplante. Es importante conocer las propiedades químicas del suelo pues en un terreno pobre donde se siembra un árbol con tierra de buena calidad las reservas de los nutrientes se agotan.

El *transporte* es una de las fases que puede determinar el éxito o el fracaso de la plantación. Se recomienda evitar las horas de mayor radiación solar y viento cálido. Además se debe evitar el contacto de las hojas con materiales calientes y la exposición de las raíces al sol directo cubriéndolas con fique o telas no tejidas, en el caso de ser árboles de mayor tamaño.

Es importante el proceso de *aclimatación* de árboles nuevos antes de la siembra definitiva pues el material vegetal estará expuesto a la luminosidad y a la temperatura de su nuevo medio. Este proceso se lleva a cabo dejando los árboles en sus contenedores originales en condiciones similares a las cuales estará expuesto en su nuevo lugar por un tiempo prudente antes del trasplante.

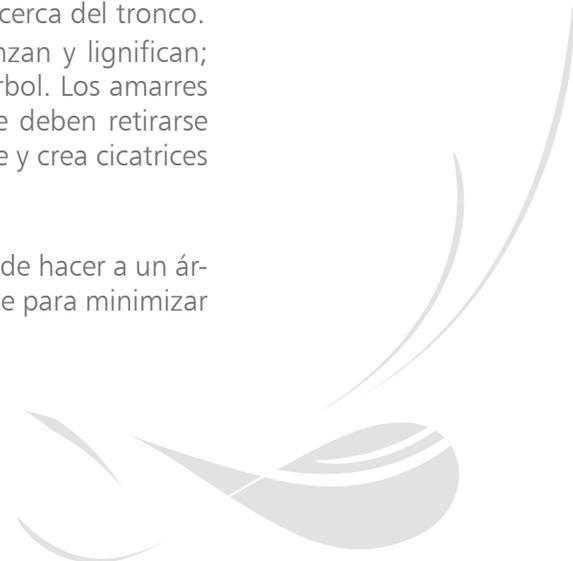
Para la *preparación del sitio* se usan actualmente hoyos de 1 m³ para árboles juveniles y para adultos el hoyo debe ser más grande. Se debe acomodar el bloque sin dificultades y en ambos casos deben limpiarse piedras, escombros y basuras y repicar la tierra del fondo para facilitar la filtración de agua y la penetración de las raíces; es factible el uso de hidroretenedores que garantizan la disponibilidad de agua en la temporada seca.

Para la plantación se recomienda cortar la bolsa con un instrumento cortante para evitar deformaciones en el sistema radicular y desmoronar el bloque. El riego se debe hacer inmediatamente se termine el trasplante y se debe evitar el exceso de humedad.

Una de las soluciones utilizadas para árboles que se van a sembrar en zonas duras o en cercanías a construcciones viales, construcciones subterráneas, muros de contención, cimientos o edificaciones son los contenedores de raíces. El objetivo del contenedor es generar un área efectiva para el desarrollo de la estructura radicular básica de la planta, de tal forma que no afecte las construcciones circundantes. El contenedor debe ser como mínimo de 1 m³ o mayor de acuerdo con el tamaño y las características del árbol a plantar.

En las ciudades se utilizan diferentes técnicas para facilitar la *retención e infiltración* de agua lluvia. En zonas verdes y corredores viales se puede conformar un reborde alrededor del plato; en pendientes se hace una especie de explanación con reborde hacia la parte exterior y así se facilita la acumulación del agua lluvia cerca del tronco. Los árboles recién plantados deben tener *tutores* mientras se afianzan y lignifican; estos deben medir entre un tercio y la mitad de la altura total del árbol. Los amarres deben hacerse con material elástico, como bandas de caucho, que deben retirarse cuando el individuo esté estable, pues si se dejan el árbol los absorbe y crea cicatrices o lesiones con riesgos fitosanitarios.

El trasplante es una de las intervenciones más drásticas que se le puede hacer a un árbol adulto, representa un alto costo y debe planearse adecuadamente para minimizar el impacto.



Como instrucciones finales se recomienda *podar* las ramas heridas o dañadas durante el trabajo, aunque algunos investigadores recomiendan podar parte del follaje cuando el tamaño del bloque es muy pequeño. Es conveniente también aplicar una capa de *mulch* —residuos de ramas, hojas, flores y frutos triturados— en un área mínima de 2,5 m de diámetro alrededor del árbol y alejada al menos a una distancia de 20 cm del tronco. Se debe hacer una *supervisión superior* después del trasplante para detectar insectos perforadores.

Podas

La buena calidad de un árbol joven no asegura su supervivencia; éste estará sometido a falta de agua y nutrientes, polución, animales y construcciones por lo que son importantes los cuidados posteriores. Un árbol se considera joven los primeros cinco años y se recomienda monitorearlo al menos durante los primeros tres para eliminar bifurcaciones y guiar un tronco recto, hacer las podas de realce necesarias para evitar obstáculos con el tráfico mobiliario urbano y controlar plantas invasoras y brotes de plagas o enfermedades.

Por otra parte el manejo de árboles adultos es más riesgoso, costoso y sus impactos visuales y ambientales son más notorios. Por lo anterior se deben tener direcciones claras de un especialista para realizar podas y hacer controles de plagas, enfermedades, plantas epífitas y plantas parásitas con el mínimo impacto sobre la fisiología del árbol.

De una buena *poda* dependen la estética del paisaje y la belleza, el bienestar, la salud y la longevidad del árbol. Antes de iniciar la poda se debe hacer una evaluación del árbol para evitar cortes innecesarios, deformaciones, descompensación de la copa e inestabilidad y solo se deben eliminar las ramas que sea estrictamente necesario —secas, enfermas, dañadas o con baja iluminación—. Se cree que un árbol urbano debería ser podado cada cinco años. Si requiere podas más frecuentes indica que no es el apropiado para el espacio ni el propósito deseado.

Las podas desempeñan un papel fundamental en árboles juveniles, que cicatrizan rápidamente, pues se puede guiar su crecimiento y ayudar a que de adulto sea un árbol sano, de buena forma y armónico. Sin embargo, es importante saber qué forma caracteriza a la especie y qué forma se quiere que tenga cuando sea adulto, ya que las ramas no se elevan a medida que el árbol crece.

Las podas de árboles adultos se centran en mantener la forma y la limpieza, en la corrección de errores de podas anteriores, problemas con infraestructura urbana y problemas fitosanitarios. En las zonas urbanas las podas garantizan la vitalidad del árbol y la seguridad de los habitantes, por lo que se deben programar y tener especial cuidado para que no sean muy intensas, es decir, no se debe cortar más de la tercera parte del volumen total del árbol en una sola intervención.

La poda se debe realizar con *herramientas* como tijeras podadoras manuales o tijerones para dos manos. Existe el «baipás» —*by pass pruner*— para ramas con tejidos verdes y el «yunque» —*anvil pruner*— para ramas secas y tejidos blandos. Para las ramas de mayor diámetro se emplean serruchos, sierras especiales fijas o plegables, podadoras de altura y motosierras.

Se debe tener cuidado de no utilizar machetes porque los cortes irregulares afectan el proceso natural de cicatrización. Para evitar la transmisión de enfermedades las herramientas se deben desinfectar al pasar a trabajar en un árbol diferente y deben estar bien afiladas.

Existen las podas de *limpieza* para eliminar el exceso de ramas muertas y los rebrotes vigorosos de tipo vegetativo, formados a partir de ramas o de la base del tronco. Se eliminan también enredaderas, plantas epífitas, alambres, clavos, anuncios, basureras y palomeras que hayan sido fijados.

Las podas de *formación* se utilizan para corregir deformaciones, ramas mal direccionadas, la pérdida de la yema apical o para guiar el tronco principal o dar formas especiales a los árboles.

La poda de *equilibrio* se recomienda en árboles con crecimiento lateral irregular para reducir el volumen de la copa y evitar interferencias con construcciones en la ciudad. Otras podas son necesarias para renovar el follaje, eliminar problemas fitosanitarios, favorecer la entrada de luz y aire, vigorizar ramas jóvenes y corregir podas anteriores.

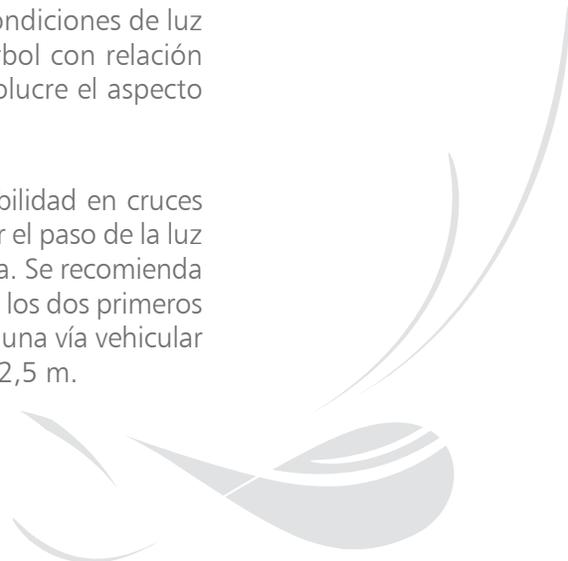
Las podas de *mantenimiento*, por el contrario, tienen gran pertinencia y se relacionan con la eliminación de ramas secas, suprimidas o muertas, que ofrecen riesgo y de tocones de podas anteriores incompletas. Por sus dimensiones mayores requieren técnicas y equipo más especializado y se debe prestar atención especial a la secuencia y al ángulo de corte.

Las podas de *seguridad* se diferencian de las de mantenimiento porque las ramas que se eliminan están vigorosas y activas; se ejecutan para reducir el volumen de la copa y eliminar interferencias con líneas de energía, teléfonos, construcciones cercanas, etcétera. Se realizan también para compensar la copa cuando por diversos factores se concentra más en un lado. Pueden ser además de limpieza, de aclareo, de realce o de restauración.

La *reducción de la copa* disminuye el tamaño del árbol, lo que crea muchos inconvenientes porque el organismo usa su energía para recuperarse y por ser una intervención drástica, se ha sugerido que debe haber una buena plantación en la siembra. En muchos casos se reduce la copa porque hay interferencia con obras civiles como el cableado eléctrico. Para este caso particular se crea una especie de «túnel» por dentro del follaje para las líneas.

Para *compensar* el crecimiento del árbol que se ve afectado por las condiciones de luz variables de acuerdo con la altura de los edificios, la posición del árbol con relación al sol u otros limitantes físicos se justifica realizar una poda que involucre el aspecto estético y el estructural para dar estabilidad al árbol.

Para el *realce de la copa* se remueven las ramas que dificultan la visibilidad en cruces viales, de señales de tránsito y semáforos, por seguridad o para permitir el paso de la luz hacia el suelo y facilitar el establecimiento de otras plantas de cobertura. Se recomienda en este caso conservar al menos la mitad del follaje que se desarrolla en los dos primeros tercios de la altura del árbol. Para esto se debe tener en cuenta que en una vía vehicular las primeras ramas deben estar a 4 o 5 m de altura y en la peatonal a 2,5 m.



En la poda de *aclareo* se cortan las ramas desde su inserción en el tronco o en otra rama sin sobrepasar la remoción del 30 por ciento del follaje. Esto disminuye la cantidad de follaje y permite la circulación del aire dentro del restante y mejora las condiciones para la floración, la fructificación y el control de plagas o enfermedades. Para terminar deben hacerse algunos despuntes para compensar la poda.

El *despunte* consiste en disminuir la longitud de una rama lateral cuyo diámetro esté entre un tercio y la mitad del diámetro del tronco o de la rama a la cual se inserta; el corte no se debe hacer en la parte gruesa y siempre se debe dejar otra rama o yema que funcione como «tirasavia» para que se dé irrigación de savia hacia la zona de corte y se facilite la cicatrización.

El *descopado*, *desmoche* o *topping* no es recomendable. La remoción de la parte superior crea problemas fisiológicos porque el árbol empleará toda su capacidad para cicatrizar. Se crea con este tipo de poda la producción de yemas débiles y las raíces perderán su fuerza llegando a crear problemas de estabilidad.

¿Cómo podar?

Las ramas pequeñas se cortan con tijeras especiales, desinfectadas para cada planta. Las de 5 cm de diámetro o más se deben podar haciendo tres cortes. El primero debe penetrar cerca de un tercio del diámetro por la parte inferior de la rama a unos 30 o 40 cm del tronco; el segundo, en la parte superior a 5 cm más que el anterior del tronco, hasta que la rama se desprenda; por último, se hace el corte que consiste en eliminar el tocón remanente.

Para que el cierre de la herida por el «callo» o labio cicatrizante sea completo el ángulo de corte en la parte final de la rama debe salir de la parte externa de la arruga de la rama hacia la parte superior del cuello de la misma. Esta inclinación produce un área de corte menor, no permite la acumulación de agua y no afecta el borde del callo cicatrizante.

En árboles en los cuales las ramas se insertan al tronco en un ángulo casi recto el corte debe seguir la misma secuencia de los tres pasos descrita, pero en estos casos puede ser paralelo al tronco o casi a ras, respetando la separación para no dañar el borde del callo cicatrizante.

Se considera que un *momento apropiado para podar* es cuando el árbol tiene el metabolismo más activo con el fin de facilitar el proceso de cicatrización. Para el caso de podas de limpieza o seguridad se pueden hacer en cualquier momento, aunque intervenciones más drásticas tienen limitantes como la época de esporulación de los hongos patógenos y las lluvias que contribuyen a su dispersión.

Refuerzos, cables y varillas

Los cables y varillas ayudan a proteger los árboles recién plantados para que no se presenten ramas o troncos dañados, además equilibran árboles con diversas afectaciones como exceso de peso en el follaje, bifurcaciones estrechas y débiles, troncos múltiples o grandes ramas codominantes y daños por accidentes que desestabilicen el árbol. Antes

de utilizar estos refuerzos o tutores se debe inspeccionar la edad del individuo, la fuerza y buenas condiciones de las ramas que van a servir de anclaje al refuerzo y al apoyo. En árboles pequeños no se justifica este sistema, seguramente con una poda adecuada es suficiente. Estos tratamientos no están incorporados en el Manual de Silvicultura Urbana, no obstante han sido aplicados cuando se ha estimado conveniente por parte de algunos ciudadanos o personas a cargo del manejo silvicultural, principalmente en árboles ubicados en espacios privados.

Cuando se van a poner refuerzos es recomendable hacer previamente una poda al follaje para disminuir el peso. Luego se instalan los cables flexibles a dos tercios de la distancia entre el punto débil y la longitud de la rama. Existen cables de acero, con alma de fibra o de acero, resistentes y cables de fibra sintética sobre los cuales hace falta investigar. Las varillas de acero son refuerzos rígidos que atraviesan las ramas o el tronco en el punto débil o cerca de él y se fijan con arandelas y tuercas.

Estas intervenciones deben ser realizadas por un técnico para evitar lesiones severas o malas instalaciones. El refuerzo que se logra no garantiza que el árbol esté exento de un daño. La tensión de los amarres puede variar con los cambios que sufre el árbol cuando pierde y renueva el follaje o en época de fructificación; por esto se deben revisar anualmente y reemplazar entre los 7 y los 10 años. Se recomienda podar los árboles intervenidos cada 5 años.

Generalidades acerca del sistema radicular

Para hacer podas en la raíces es necesario comprender cómo funcionan y qué grado de intervención es posible hacer sin poner en riesgo el árbol. De acuerdo con su diámetro se pueden diferenciar cinco clases: raíces finas, flexibles, lignificadas, gruesas y fuertes. Las últimas proporcionan anclaje, mantienen la cohesión del suelo y actúan como contrapeso para evitar la caída del árbol.

Las podas de las raíces, la compactación y la impermeabilización de las superficies con cemento o asfalto tienen efectos nocivos sobre la salud y la supervivencia de los árboles, porque impiden la entrada de agua, el intercambio gaseoso y la acción de los microorganismos, especialmente de los hongos que forman asociaciones simbióticas con las raíces —micorrizas— que forman una densa red de micelio dentro del suelo facilitando la absorción de nutrientes por parte del árbol.

Sin embargo hay que tener presente que las raíces tienen una capacidad de recuperación mucho más baja que el follaje —las gruesas tardan varios años— y que la destrucción de la raíz principal puede originar una pérdida de hasta el 20 por ciento del sistema radicular.

Fertilización

Las plantas toman agua, oxígeno y *nutrientes* que requieren para los procesos de fotosíntesis y respiración. Para un desarrollo adecuado los árboles requieren 16 elementos esenciales, carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc y cloro que absorben del suelo. En bosques los nutrientes son aportados por los detritos animales y vegetales que se descomponen en humus y compuestos orgánicos finos.

En espacios urbanos el suelo es de mala calidad y se ha removido todo el material orgánico que aporta los nutrientes de la superficie del suelo. Se presenta entonces en los árboles un crecimiento más lento, se deteriora su calidad, se disminuye su período de vida y son más susceptibles de tener problemas fitosanitarios.

Durante el primer año de trasplante es importante que los árboles desarrollen raíces fuertes y que reciban fertilizaciones con abonos con altas concentraciones de fósforo y potasio. Después del primer año de aclimatación se busca fortalecer además el follaje por lo que se deben incluir abonos con nitrógeno. Es importante, sin embargo, contar con información de análisis de suelo y foliares para saber exactamente la periodicidad y la cantidad de fertilizantes que deben usarse en ciertos lugares.

Un *fertilizante* es cualquier material que pueda suministrar uno o más nutrientes a la planta. Los fertilizantes simples aportan un nutriente primario —nitrógeno, fósforo o potasio— y los compuestos aportan dos o tres de los nutrientes primarios y son conocidos como nitratos de potasio, fosfatos monoamónicos o diamónicos y fosfatos de potasio. Sin embargo, una fertilización completa debe incluir también elementos menores que también son esenciales.

Los fertilizantes comerciales garantizan la composición y la homogeneidad de cada gránulo y tienen instrucciones precisas para su aplicación de acuerdo con los estudios de suelos. Los fertilizantes mezclados son de inmediata aplicación por que se humedecen y aglomeran y en caso de desconocimiento pueden presentarse incompatibilidades químicas de solubilidad.

Los sistemas de aplicación tienen dos presentaciones: granulados o líquidos. El primero puede dañar las raíces por la perforación de hoyos, quemazón o estrés hídrico en épocas de verano o quedar alejado de las mismas sin aportar los nutrientes; además, se debe cubrir con tierra luego de su aplicación.

El fertilizante líquido tiene como ventaja notoria la rapidez con la cual lo absorbe la planta porque va disuelto en agua. Se puede inyectar al suelo —requiere disponibilidad de agua— o al tronco del árbol con inyecciones que además sirven para aplicar insecticidas, fungicidas, bactericidas y antibióticos. La fertilización *foliar* es recomendable en la propagación y en juveniles; en árboles adultos se presentan problemas por el tamaño y por los instrumentos y vehículos necesarios que incrementan los costos en términos de trabajo y dinero.

Mantenimiento permanente del arbolado joven y antiguo

Éste es uno de los aspectos más débiles en el manejo del arbolado antiguo, en particular porque hasta ahora se están formando los expertos e investigadores en el tema. Con su mediana experiencia hacen esfuerzos porque su actividad tome la importancia que se merece.

Este mantenimiento se ha enfocado en fertilización, limpieza, poda, nutrición, desinfección y cirugía y se aplica sólo en casos aislados y no como una práctica y programa continuo y permanente.

No hay equipos suficientes de expertos y operarios para desarrollar esta labor, que debe contar con un seguimiento adecuado y cuidados e intervenciones preventivas y curativas el porcentaje de tala sería sustancialmente menor, lo que incrementaría el número de árboles por habitante, disminuiría los costos económicos y mejoraría la calidad de vida de la ciudad.

Los recursos logísticos y financieros deben responder a las necesidades máxime que se cuenta con un CAU continuamente en actualización. Esto permitiría establecer un programa estructurado de prácticas sanitarias y físicas que eviten la degradación de los individuos arbóreos a grados irreversibles, sumado a la investigación —que tampoco cuenta con recursos— la cual debería estar dirigida a resolver los problemas de esta índole presentes y futuros de las ciudades.

Es imperante la necesidad de aunar esfuerzos entre los centros de investigación, universidades e individuos interesados en el tema para lograr una recopilación de la información existente, el montaje de proyectos de investigación básica y aplicada que respondan a los problemas surgidos y el intercambio de información a nivel nacional e internacional además de la divulgación de resultados y datos obtenidos.

Intervenciones en el espacio urbano

Una *evaluación previa* y el acompañamiento de un experto en el tema desde el diseño y durante el proceso de construcción permitirá capitalizar la riqueza natural a favor del proyecto, implementar las medidas de protección necesarias y planear las labores de mantenimiento con suficiente antelación, de acuerdo con las metodologías conocidas con el fin de poder corregir oportunamente cualquier problema que se presente.

En el caso de presentarse *modificaciones* en el nivel del terreno, ya sea por elevación o disminución, no se debe modificar el área debajo de la proyección de la copa. Se debe tener cuidado de no elevar el nivel del terreno sobre el área de las raíces porque se dificulta el intercambio gaseoso y la infiltración de agua a mayor profundidad. En ningún caso se debe tapan el cuello de la raíz o parte del tronco porque se asfixia el árbol; en caso de ser necesario se recomienda poner de forma manual una capa de piedra de cantos rodados alrededor del tronco desde el nivel original del terreno hasta la altura que va a tener el relleno y perforar canales de aireación en el área de influencia de las raíces.

La aireación vertical es una alternativa para oxigenar la zona de las raíces al hacer hoyos de 5 y 10 cm de diámetro y 30 cm de profundidad que, tomando el tronco como centro, se distancian entre sí 90 cm formando círculos concéntricos. Se acostumbra llenarlos con astillas de madera, piedras pequeñas, turba u otros materiales que facilitan la aireación y dan soporte a las raíces.

La aireación radial se diferencia de la anterior en que los hoyos se forman en radios como los de una rueda, prolongados hasta la proyección de la copa en el suelo. Estos canales deben estar separados por lo menos 20 cm del tronco y se debe evitar cortar las raíces de soporte principales que se encuentren durante la excavación.

Otro tipo de intervención bastante frecuente en el proceso de construcción es la disminución del nivel del terreno cerca del árbol, la cual tiene efectos inmediatos pues

se estima que cerca de un 90 por ciento de las raíces finas se localizan en los primeros 30 cm de profundidad. Éstas intervienen en el anclaje y en la estabilidad del árbol, por lo que se recomienda hacerlo por un solo lado del perímetro, nunca alrededor de todo el árbol, y respetar un área de al menos tres veces el diámetro del tronco.

Al construir *jardineras* se podan diferentes tipos de raíces y se adiciona tierra directamente contra el tronco. Esto afecta los procesos de absorción de nutrientes y de intercambio gaseoso que requiere el árbol, motivos por lo que esta práctica no se recomienda porque daña paulatinamente la salud de los árboles llevándolos incluso a la muerte.

Cuando existe interferencia de árboles con obras civiles las raíces pueden contenerse y desviarse utilizando barreras. En árboles jóvenes las *barreras* se instalan lateralmente en el subsuelo, en las zonas de conflicto; si están confinados en zonas de piso duro se instalan barreras en todo el contorno de las raíces al realizar la siembra. En el caso de un árbol adulto las precauciones son mayores: implica cortar las raíces a una distancia mínima de tres veces el diámetro del tronco y para hacerlo en diferentes lados se deben hacer las podas con intervalos de un año por cada lado.

Plagas y enfermedades comunes en el arbolado bogotano

De acuerdo con el especialista José Castro⁶¹ la ocurrencia de plagas y enfermedades en el arbolado urbano tiende a ser diferente en su nivel de incidencia y severidad en comparación con los árboles que se encuentran en su ámbito natural. Bajo condiciones naturales las poblaciones de artrópodos plaga son generalmente reguladas por enemigos naturales como artrópodos depredadores, parasitoides y microorganismos que ocasionan enfermedades a los insectos dañinos.

En la ciudad de Bogotá, aun cuando se ha observado la presencia de enemigos naturales de plagas arbóreas, es probable que su densidad poblacional sea insuficiente para ejercer una adecuada regulación de los insectos que afectan el arbolado urbano de la ciudad.

Para los árboles de Bogotá los principales insectos plaga pertenecen al género Hemiptera,⁶² altamente agresivos debido a su gran capacidad reproductiva, de dispersión, de adaptabilidad al medio ambiente y por poseer estructuras de protección. En los PLAU se reportan 123.310 árboles en estado entre malo y crítico desde el punto de vista fitosanitario, que corresponden al 14 por ciento de 883.049 casos analizados de 1.114.765 árboles ubicados en espacio público de uso público incluidos en el CAU, con base en los registros de las variables fitosanitarias colectadas en campo (2005 – 2007).

En la ciudad de Bogotá, y de acuerdo con estudios realizados por el Jardín Botánico, las principales especies arbóreas que hacen parte del ornato público y que se destacan por estar afectadas por insectos plaga en primer lugar se encuentra el urapán, *Fraxinus*

61. José Arnulfo Castro Alvarado. Ingeniero Agrónomo. Unidad de Sanidad Vegetal – Oficina de Arborización Jardín Botánico de Bogotá

62. Orden de insectos caracterizados por poseer un aparato bucal chupador que, según la especie, utilizan para succionar savia o sangre. Entre los más conocidos están los pulgones, las cigarras y los chinches.

chinensis, afectado por el chinche del urapán *Tropidosteptes champingoensis*, insecto que se reportó por primera vez en la ciudad en la década de los noventa y que a la fecha ha provocado un deterioro generalizado de los árboles de esta especie.

En segundo lugar se encuentra el caucho sabanero, *Ficus soatensis*, que presenta el ataque por un complejo de insectos del orden Hemiptera, principalmente por la cochinilla harinosa, *Pseudococcus calceolariae*, la escama verde, *Pulvinaria psiidi*, la escama, *Toumeyella* sp., la escama cerosa *Ceroplastes* sp., psillidos y moscablanca.

En tercer lugar se encuentra el falso pimiento, *Shinus molle*, afectado por la escama cerosa, *Ceroplastes cundinamarcensis* y *Ceroplastes bicolor*, y por la escama hemisférica, *Saissetia coffeae*.

A continuación se mencionan varios casos que en la actualidad son de menor incidencia —porcentaje de individuos afectados— que los casos citados anteriormente, pero de importancia porque requieren de un manejo oportuno:

Eugenia, *Eugenia myrtifolia*, afectada por la cochinilla harinosa, *Pseudococcus* sp. y la escama hemisférica, *Saissetia* spp. En el sauco, *Sambucus nigra*, se destaca la cochinilla harinosa, *Pseudococcus* sp. En el chicalá, *Tecoma stans*, se presenta la escama hemisférica, *Saissetia coffeae*. En el jazmín del Cabo, *Pittosporum undulatum*, se ha detectado la presencia de la escama acanalada, *Icerya* spp. Y el sangregado, *Croton* spp., es atacado por la polilla, *Sangalopsis* sp., cuyo ataque provoca la defoliación del árbol afectado.

El Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis de acuerdo con las competencias establecidas por el Decreto 472/03, es en la actualidad la institución a cargo del mantenimiento fitosanitario —manejo de plagas y enfermedades—, del arbolado y de la jardinería en áreas públicas de uso público.

El manejo fitosanitario que se realiza consiste en tecnologías limpias, con insumos de bajo impacto ambiental como microorganismos entomopatógenos y extractos vegetales cuyos ingredientes activos son altamente selectivos e inocuos para el ser humano. En estas labores se utiliza maquinaria de aspersión especializada en arboricultura urbana.

Debido a las condiciones urbanas en las que se encuentran los árboles y las jardineras objeto de manejo fitosanitario, este debe ser abordado de manera que el impacto ambiental sea mínimo y que esté encaminado principalmente a minimizar los efectos nocivos a los habitantes de la ciudad.



Clave dendrológica

A continuación se presenta la clave dendrológica para facilitar la identificación de los árboles, arbustos y palmas referenciados en la presente publicación.

Árboles y arbustos

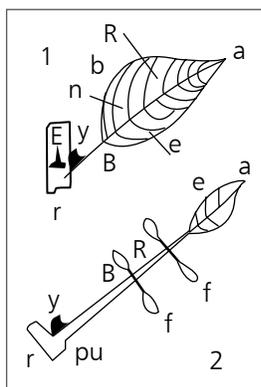
1. Hojas simples, alternas, con estípulas, con exudado: **brevo, cauchos, higuera, liberal, liquidámbar, sangregaos, guarumo.**
2. Hojas simples, alternas, con estípulas, sin exudado:
 - Estípulas como botas y hoja palmeada: **árbol de plátano.**
 - Estípula como un gorrito: **magnolia.**
 - Estípulas que bajan por el peciolo: **hojarasco.**
 - Estípulas en forma de riñoncito: **raque.**
 - Ramas nudosas, articuladas: **cordoncillo.**
 - Ramitas verticiladas: **roble.**
 - Espinas sencillas o ramificadas: **corono, holly liso, mortiño.**
 - Hojas largas, lineares, aserradas: **sauce.**
 - Hojas triangulares: **álamo.**
 - Hojas en dos filas semejando hojas compuestas: **cedrillo.**
 - Hojas palmeadas o lobuladas: **abutilones, algodoncillos, cayenos, mano de oso, dombeya.**
 - Hojas aserradas: **aliso, cerezo, ciruelo, durazno, fotinia, salvio negro, holly liso, manzano, níspero del japon, ojo de perdiz, pera.**
3. Hojas simples alternas, sin estípulas, sin exudado:
 - Ramas o ramitas verticiladas: **araucaria, pino colombiano.**
 - Espinas: **limón, naranjo, mandarina, lima.**
 - Hojas olorosas: **laureles de cera, laurel europeo, eucaliptos, calistemon, granado, diosme.**
 - Yemas en forma de espada terminal y puntos traslúcidos u opacos: **cucharo, escolin.**
 - Escamitas en la hoja similares a la mariposa: **mulato.**
 - Hojas con muchas verruguitas en el limbo: **corazón de pollo.**
 - Hojas cartáceas y aserradas: **camelia.**
 - Hojas grandes, asimétricas: **borracheros.**
 - Hojas en dos filas: **pino hayuelo, sequoia.**
 - Hojas con envés blancuzco azulado: **aguacate.**
 - Corteza muy fisurada: **mangle.**
 - Copa en forma de pagoda: **tíbar.**
4. Hojas simples alternas, sin estípulas, con exudado:
 - Exudado resinoso en el tronco, ramas en verticilos: **araucarias.**

- Ramitas en verticilos, exudado oloroso, escamas: **jasmín del Cabo.**
 - Exudado blanco, hojas grandes palmeadas: **papayuelo.**
 - Exudado anaranjado, hojas grandes: **trompeto.**
5. Hojas simples, opuestas o verticiladas, con estípulas, con exudado: no aparecen especies en este libro pero sí se encontraron en el inventario general como el **jasmín o la gardenia.**
 6. Hojas simples, opuestas o verticiladas, con estípulas, sin exudado: **café, guayacán de Manizales, fucsia.**
 7. Hojas simples, opuestas o verticiladas, sin estípulas, sin exudado:
 - Puntos traslúcidos en la hoja y olor agradable: **arrayanes, eugenia, feijoa, guayabo, guayabilla.**
 - Hojas con nervios curvos: **amarraboyo, sietecueros.**
 - Ramitas con espinas: **espino, venturosa.**
 - Hojas con nectarios en la base del envés: **curapin.**
 - Base del tallo hinchado: **olivo.**
 - Otras especies: **abelia, arboloco, arupo, bonetero, velitas, garrocho, jasmín amarillo, mimbre, pino romerón, salvio.**
 8. Hojas simples, opuestas o verticiladas, sin estípulas, con exudado: **gaques.**
 9. Hojas compuestas, alternas, con estípulas, con exudado: sí existen especies de este grupo pero no se han encontrado en Bogotá, como el caucho (Hevea).
 10. Hojas compuestas, alternas, con estípulas, sin exudado: **acacia bracinga, acacia baileyana, alcaparros, carboneros, chiripique, dividivi, guamos, pino azul, chefleras.**
 11. Hojas compuestas, alternas, sin estípulas, sin exudado: **cedro, grevillea, jasmín amarillo, nogal.**
 12. Hojas compuestas, alternas, sin estípulas, con exudado: **falso pimiento, pimiento negro.**
 13. Hojas compuestas, opuestas o verticiladas, con estípulas, con exudado: no se han encontrado especies de este grupo en el trópico americano.
 14. Hojas compuestas, opuestas o verticiladas, con estípulas, sin exudado: no aparecen especies de este grupo en el libro pero sí existen en la Sabana de Bogotá y sus alrededores como el encenillo, el cedrillo (Brunellia) o el ahuyamo (Turpinia).
 15. Hojas compuestas, opuestas o verticiladas, sin estípulas, sin exudado: **chicalá, floramarillo, sauco, tecomaria, urapán.**
 16. Hojas compuestas, opuestas o verticiladas, sin estípulas, con exudado: no se han encontrado especies en este grupo en el trópico americano.
 17. Hojitas mal desarrolladas, escuamiformes o rollizas, apretadas contra las ramitas: **casuarina, cipreses, pino libro, araucarias, criptomeria, juniperus.**
 18. Hojas en forma de aguja agrupadas en un capuchón en número de 2 a 5: **pinos extranjeros.**

 **Palmas y similares con hojas simples y compuestas agrupadas en rosetón sobre uno o varios ejes:**

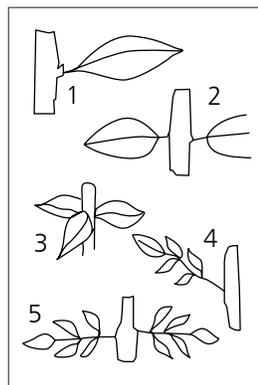
1. Yemas en forma de cola de alacrán, hojas bipinnadas, grandes: **helecho arbóreo.**
2. Hojas acintadas o lanceoladas sobre uno o varios ejes: **palma de yuca.**
3. Hojas simples o compuestas, con o sin espinas, dispuestas sobre un tallo simple (estípote): **palmas en general.**

 **Ilustraciones de hojas, estípulas y copas**



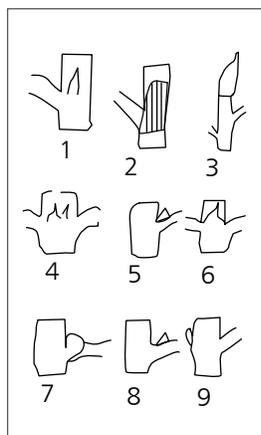
Partes de las hojas simples y compuestas

- 1. Simple
 - 2. Compuesta
- E= estípulas; e = envés; r = ramita
 R= raquis; B= base
 b= borde; y = yema
 p= pecíolo; n = nervios; f = folíolos
 pu = pulvínulo
 a = ápice



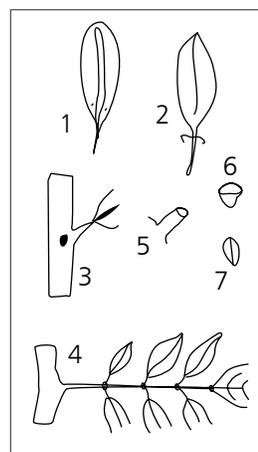
Disposición de las hojas

- 1. Alternas y simples
- 2. Opuestas y simples
- 3. Verticiladas y simples
- 4. Alternas y compuestas
- 5. Opuestas y compuestas



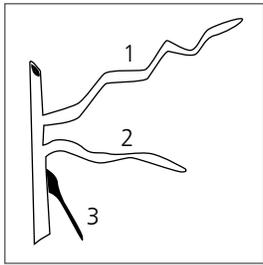
Clases de estípulas

- 1. Libres
- 2. Ocrea o tubular
- 3. Involucral o en gorrito
- 4. Libres en hojas opuestas
- 5. Semiintra-axilares
- 6. Connadas
- 7. Intra-axilares
- 8. Decurrentes o bajantes al pecíolo
- 9. Opositifolias



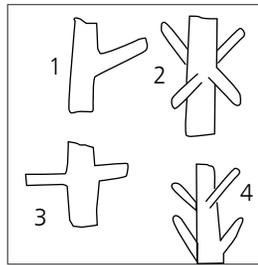
Nectarios

- 1. En la haz o el envés de la base foliar
- 2. En el pecíolo
- 3. En la ramita
- 4. En la inserción de los folíolos
- 5. Estipitada
- 6. Acopada
- 7. Elíptica



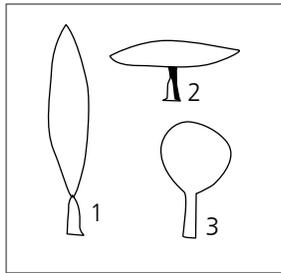
Clases de ramas

1. Angulosas, largas, gruesas y oblicuas
2. En ese extendida, horizontales, de longitud y grosor medio
3. Rectas, delgadas, pendulares y cortas



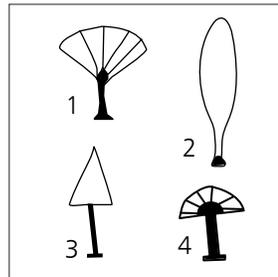
Posición de las ramas y ramitas

1. Alternas
2. Verticiladas
3. Opuestas
4. Desordenadas



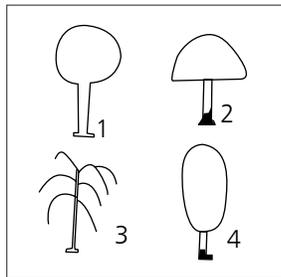
Amplitud y altura de las copas

1. Amplitud angosta y altura elevada
2. Copa amplia y comprimida
3. Copa de amplitud y altura media



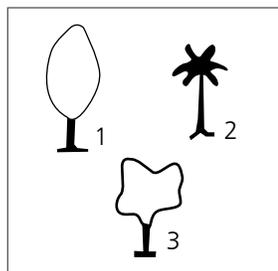
Forma de copas

1. Abanicada o flabelada
2. Elíptica
3. Cónica o excurrente
4. Aparasolada



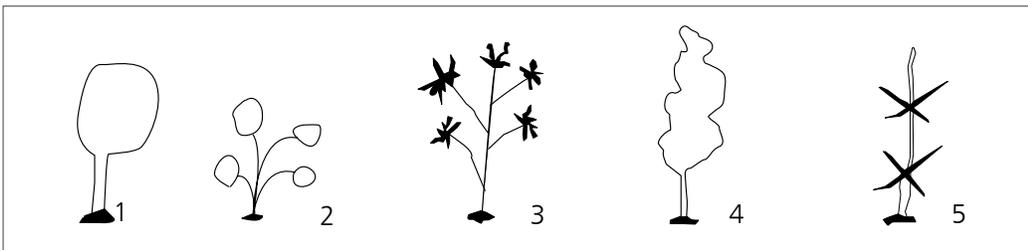
Forma de copas

1. Globosa, redondeada o esferoidal
2. En hongo o hemisférica
3. Flácida
4. Oblonga



Forma de copas

1. Ovoide
2. En penacho o rosetón
3. Irregular



Distribución del follaje

1. Uniforme
2. En glomérulos o cúmulos
3. En ramilletes
4. Irregular
5. En planos o pisos