

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL ARBOLADO URBANO
**Servicios ecosistémicos prestados por el arbolado urbano en espacios
públicos en Medellín, Colombia**

ECOSYSTEM SERVICES OF URBAN TREES

Ecosystem services provided by urban trees in public spaces in Medellín,
Colombia

A. Calle-Cárdenas

Facultad de Arquitectura; Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
acallec@unal.edu.co

M.F. Cárdenas-Agudelo

Facultad de Arquitectura; Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín
mfcarden@unal.edu.co

C.M. Bedoya-Montoya

Facultad de Arquitectura; Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
cmbedoya@unal.edu.co.

RESUMEN

El arbolado urbano ofrece además de su función estética y ornamental, una variedad de servicios ecosistémicos fundamentales. Este estudio se centró en evaluar estos servicios en espacios públicos de Medellín, Colombia. Utilizando i-Tree eco, ArcGis y el medidor ambiental "4 en 1", se cuantificaron servicios como la regulación térmica, regulación de la escorrentía y evapotranspiración, retención y reducción de contaminantes atmosféricos y ruido. Los resultados destacan la contribución significativa del arbolado urbano en la disminución de la temperatura y la mejora del confort climático en los espacios públicos. Aunque los hallazgos sobre la función como barrera de ruido fueron inconclusos, se subraya la importancia del arbolado en la captura de contaminantes, producción de oxígeno y regulación de la escorrentía. Estos resultados refuerzan la idea de que los árboles en los ecosistemas urbanos son esenciales para una gestión sostenible del territorio y optimizar la calidad de vida en entornos urbanos.

Palabras clave: Arbolado urbano, servicios ecosistémicos, espacio público, planificación urbana.

Bloque temático: espacio público y proyecto urbano en la metrópolis contemporánea.

ABSTRACT

Urban trees offer, in addition to their aesthetic and ornamental function, a variety of fundamental ecosystem services. This study focused on evaluating these services in public spaces in Medellín, Colombia. Using i-Tree eco, ArcGis and the "4 in 1" environmental meter, services such as thermal regulation, regulation of runoff and evapotranspiration, retention and reduction of atmospheric pollutants and noise were quantified. The results highlight the significant contribution of urban trees in reducing temperature and improving climatic comfort in public spaces. Although the findings on the function as a noise barrier were inconclusive, the importance of trees in the capture of pollutants, oxygen production and regulation of runoff is highlighted. These results reinforce the idea that trees in urban ecosystems are essential for sustainable land management and optimizing the quality of life in urban environments.

Keywords: Urban trees, ecosystem services, public space, urban planning.

Topic: public space and urban project in the contemporary metropolis.

Introducción

La planificación urbana busca crear espacios destinados a proporcionar tanto comodidad como beneficios sociales y ambientales a los habitantes de las ciudades. Además de las construcciones humanas, la ciudad incorpora áreas verdes diseñadas estratégicamente para añadir valor estético, ofrecer espacios recreativos, sombra, zonas frescas y mejorar la calidad del aire mediante la presencia de vegetación. Estos beneficios, entre otros, se denominan servicios ecosistémicos, y en las áreas urbanas los provee la vegetación de las zonas verdes. Estas nociones también pueden emplearse como indicadores de sostenibilidad; a medida que aumenta el número de proveedores o la provisión de servicios ecosistémicos, la sostenibilidad de un territorio se incrementa. Por ende, el concepto de servicios ecosistémicos se ha convertido en una herramienta fundamental para vincular el desarrollo sostenible, el bienestar humano y la presencia de vegetación en entornos urbanos (De la Barrera & Henríquez, 2017).

Los beneficios de la vegetación en el medio urbano son ampliamente conocidos, aunque han sido valorados principalmente por su función estética, actualmente se aprecia especialmente por sus funciones ecológicas, ya que generan servicios ecosistémicos como la regulación de microclimas a través del incremento en la humedad ambiental, reducción de la contaminación sonora y atmosférica, así como la velocidad del aire. Además, la vegetación tiene también la capacidad de filtrar la radiación solar, pues esta tiene una relación directa con la naturaleza de los materiales de las superficies urbanas y los movimientos convectivos de aire (Perico Agudelo, 2009).

Los servicios ecosistémicos son las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los componen, sustentan y cumplen la vida humana. Mantienen la biodiversidad y la producción de bienes ecosistémicos, como alimentos, forraje, madera, combustibles de biomasa, fibra natural y muchos productos farmacéuticos e industriales y sus precursores (Daily, G. C., 1997). Los servicios ecosistémicos son los bienes y los servicios que las poblaciones humanas obtienen, directa o indirectamente de los ecosistemas; en algunos casos, un servicio ecosistémico es producido a partir de dos o más funciones del ecosistema, en otros, una sola función del ecosistema produce uno o más servicios (Constanza et al., 1996).

En la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Alcamo, J. et al., 2005), se realizó una clasificación de los servicios ecosistémicos en la cual se incluyeron todos los bienes, servicios tangibles y servicios intangibles que prestan los ecosistemas, dividiéndolos en servicios de aprovisionamiento, regulación, apoyo y culturales, tal como se puede observar en la Figura 1. Esta clasificación se enmarca desde una perspectiva más antropocéntrica que valora en mayor medida el bienestar que las personas reciben de los ecosistemas.



Figura 1. Clasificación de los SE según la EM.
Fuente: Elaboración propia a partir de Alcamo, J. et al, (2005).

En concordancia con lo anterior, este estudio pretende analizar los servicios ecosistémicos que prestan los árboles en cuatro parques de la ciudad de Medellín (Colombia), identificando si la presencia o la ausencia de estos modifican las condiciones climáticas, teniendo en cuenta si el porte y la especie del arbolado presente también influye en esas alteraciones.

1. Metodología

Se utilizó una metodología cuantitativa para analizar los datos obtenidos del inventario forestal y las variables de temperatura, humedad y ruido en cada uno de los cuatro parques objeto de estudio, utilizando los softwares i-Tree Eco, R Studio y Arc Gis 10.5.

1.1. Sitios de estudio

El Valle de Aburrá es una subregión de Antioquia ubicada en la Cordillera Central de los Andes y conformada por 10 municipios, de los cuales Medellín es la ciudad principal y capital del departamento; está situada en el centro del Valle de Aburrá a 1479 msnm, con temperatura promedio de 24°C, una extensión de 105 km² de suelo urbano y una división político administrativa en 16 comunas y 249 barrios oficiales (AMVA, 2020). Los

espacios públicos tipo parque elegidos como sitios de estudio fueron el Primer Parque de Laureles, Parque Bolívar, Parques del Río Tramo A y Parque de las ruedas o Skate park de la 4 sur (Figura 2); todos se sitúan en la parte más plana de la ciudad, buscando que no tuvieran diferencias altitudinales significativas entre sí con respecto a las variables estudiadas; con áreas similares y características biofísicas comparables entre sí.

Según el Departamento Administrativo de Planeación (2016), el Parque Bolívar y el Primer Parque de Laureles son considerados Plazas o plazoletas, conformados por elementos naturales y arquitectónicos agrupados en un espacio libre, en los cuales predominan árboles de gran porte; Parques del Río tramo A, aunque es un espacio público lineal también se clasifica como área cívica, gracias a su tamaño e importancia urbana. El Parque de las ruedas o Skate park de la 4 sur, por el contrario, se considera como zona verde de ámbito vecinal, cuya función es el paisajismo y la recreación pasiva, en esta categoría se encuentran las secciones viales o concesiones urbanísticas obligatorias (Departamento Administrativo de Planeación, 2006). Estos dos últimos son espacios públicos recientes en los cuales la vegetación está joven aún y, por tanto, de bajo desarrollo.

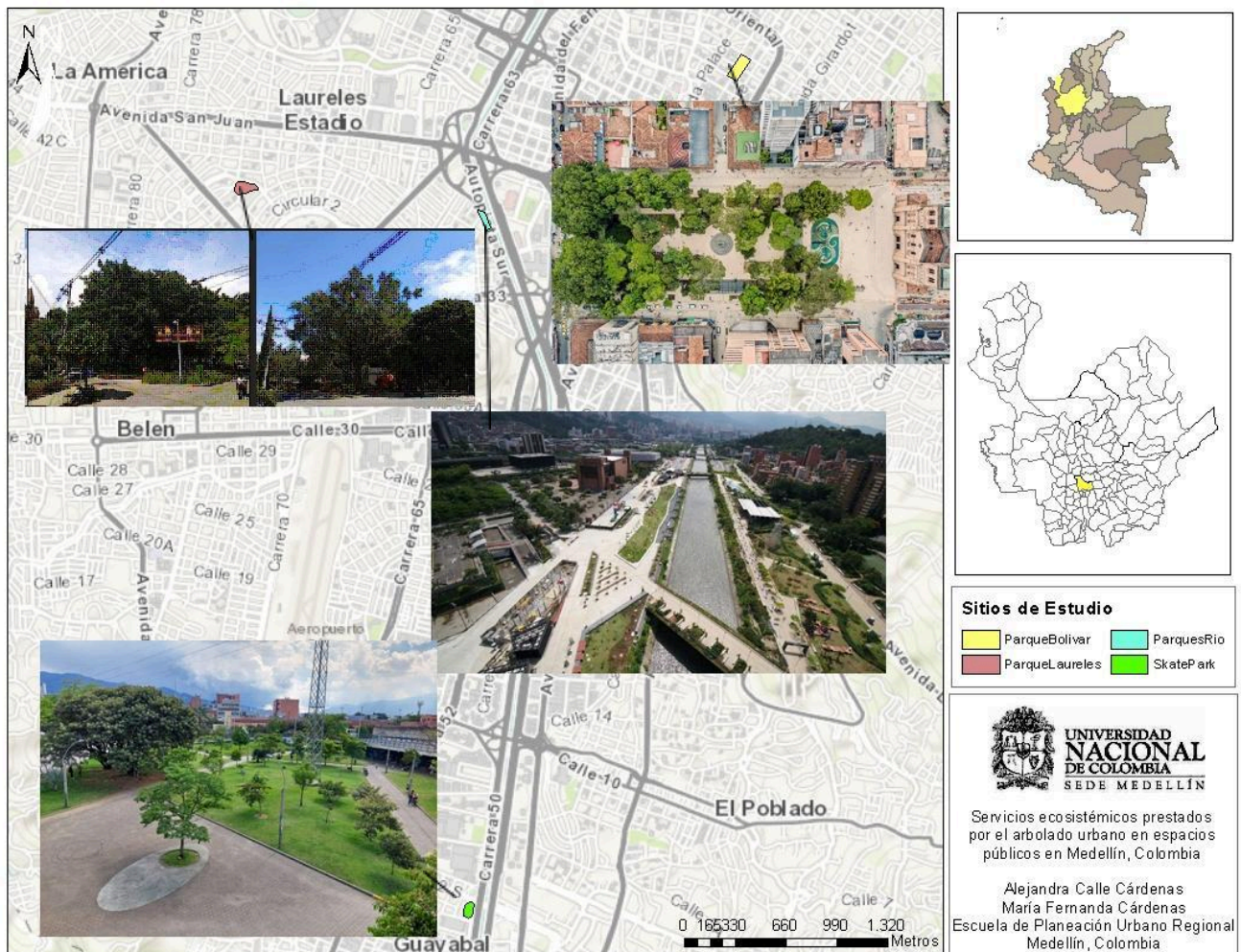


Figura 2. Localización de los sitios de estudio en Medellín.

Fuente: Elaboración propia

Es importante resaltar que los cuatro parques objeto de estudio tienen varias similitudes y diferencias entre sí: el Primer Parque de Laureles y el Parque Bolívar fueron reformados en la última década, conservando todos los individuos arbóreos y creando el paisajismo y equipamientos nuevos alrededor de estos, ambos

parques tienen árboles de grandes portes y envergaduras así como jardines y zonas de piso duro; por el contrario, el Skate Park y Parques del río fueron diseñados y construidos desde cero y con la finalidad de que fueran usados como sitios de recreación más activa, por lo cual tienen individuos arbóreos juveniles, de portes más bajos y en ambos predomina la grama y el piso duro.

1.2. Recolección y análisis de la información

Para la recolección de la información se utilizó la plataforma SAU (Sistema del Arbolado Urbano), página donde se consolida y actualiza periódicamente el inventario forestal de los árboles establecidos en el Valle de Aburrá; de allí se descargó el inventario forestal completo de los cuatro parques sitios de estudio, obteniendo especie, nombre común, altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) y coordenadas, datos que posteriormente fueron verificados en campo.

Adicional al inventario forestal, por medio del “medidor 4 en 1” marca Erasmus se tomaron datos de las variables de temperatura (°C), humedad relativa (%) y ruido (db) en los cuatro sitios de estudio durante la semana del 18 al 25 de julio del 2022, en días despejados o parcialmente nublados, tanto en horas de la mañana (7:00 am, 8:00 am; 9:00 am y 10:30 am) como en horas de la tarde (12:30 pm, 13:30 pm, 14:30 pm y 16:00 pm). Las mediciones fueron tomadas siempre en los mismos puntos, por la misma persona y a una altura de 1,30 m del piso, esto con la finalidad de corregir posibles errores en la medición de las variables y homogenizar la recolección de datos.

Con los anteriores datos homogenizados y depurados en una base de datos, se procedió a analizar la información por medio de los siguientes softwares:

Con el software i-Tree Eco, teniendo en cuenta el DAP, la altura del individuo, coordenadas, estado del árbol y estableciendo la estratificación de acuerdo al parque donde estuviera ubicado el individuo, se evaluaron los servicios ecosistémicos del arbolado urbano, tales como: remoción de partículas contaminantes, producción de oxígeno, almacenamiento y captura de carbono y la reducción de la escorrentía superficial. Como el software es creación de la Reserva Forestal de Estados Unidos, fue necesario revisar que los nombres científicos del inventario forestal aparecieran en el software, para no alterar los resultados; de no ser así era necesario buscar su sinónimo o dejar solo el género al cual pertenecía el individuo.

Por medio del software estadístico RStudio se comprobaron las diferencias significativas de cada variable en cada parque mediante el uso de un código que permitiera contrastar temperatura, ruido y humedad relativa con la jornada en la cual se tomaron los datos (mañana o tarde) y con la presencia o ausencia de vegetación, también se contrastaron las variables con el tipo de cobertura presente en los sitios de estudio (piso duro, vegetación o grama) mediante el uso de Anovas y pruebas t y turkey; se utilizaron estos análisis estadísticos ya que permiten comparar la media de tres o más variables y determinar si existen diferencias significativas entre ellas.

Mediante el uso del software ArcGis se espacializó la información de los sitios de estudio, la ubicación de cada parque con respecto al municipio, la cantidad de individuos encontrados en cada parque y el área en metros cuadrados tanto general como de las zonas verdes y pisos duros de cada sitio.

2. Resultados

Al estar ubicados en diferentes zonas de la ciudad, tal como se evidencia en la Figura 2, los sitios de estudio poseen características únicas que propicia que cada espacio tenga sus particularidades y, por ende, pueda prestar diferentes servicios ecosistémicos; en la Tabla 1 se presenta el área total del espacio público, el área discriminada por zonas verdes (grama y jardines) y pisos duros, así como la cantidad de individuos arbóreos en cada sitio de estudio, información que fue extraída del inventario forestal del SAU.

Tabla 1. Área (en m²) y cantidad de individuos encontrados en cada sitio de estudio.

Parque	Área zonas verdes m ²	Área piso duro m ²	Área total m ²	Proporción zonas verdes	Proporción piso duro	Número de árboles
Parque Bolívar	3654	7399,5	11053,5	33,1%	66,9%	119
Parque Laureles	3721	3721,4	7442,4	50,0%	50,0%	69
Parques del río	3406	1572,4	4978,4	68,4%	31,6%	130
Skate park 4 Sur	3619,3	5943,1	9562,4	37,8%	62,2%	96

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Sistema del Árbol Urbano de Medellín (SAU).

En la Tabla 2 se presentan las especies más abundantes en cada uno de los cuatro parques sitio de estudio, tomando las primeras 16 especies de cada uno de los sitios, siendo el Guayacán amarillo (*Handroanthus chrysanthus*), el Carbonero zorro (*Cojoba arborea*), la Acacia amarilla (*Caesalpinia pluviosa*), el Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) y el Casco de vaca (*Bauhinia picta*) las especies más reiteradas, probablemente debido a su colorida y llamativa floración, porte y estructura.

En negrilla se observan las especies que se repiten en todos los parques, las cuales corresponden a especies frutales Mamoncillo (*Melicoccus bijugatus*) y ornamentales Gualanday (*Jacaranda mimosifolia*), Noro (*Byrsonima crassifolia*), Neem (*Azadirachta indica*), entre otras. Es de resaltar que la gran mayoría de estas especies son nativas de Colombia, lo que aumenta su importancia ecológica contribuyendo a ser hábitat y alimento para la fauna silvestre presente en los sitios de estudio, además de otros servicios ecosistémicos de gran importancia.

Tabla 2. Abundancia de especies por sitio de estudio.

SITIO DE ESTUDIO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Cantidad
Parque Bolívar	<i>Bauhinia picta</i>	Casco de vaca	8
	<i>Sabal mauritiformis</i>	Palma amarga	8
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Guayacán amarillo	7
	<i>Mangifera indica</i>	Mango	7
	<i>Calliandra medellinensis</i>	Carbonero	6
	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	5
	<i>Jacaranda caucana</i>	Gualanday	4
	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	4
	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	Acacia amarilla	3
	<i>Cojoba arborea</i>	Carbonero zorro	3
	<i>Ficus elastica</i>	Caucho	3
	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Gualanday	3
	<i>Pandanus utilis</i>	Pandanos	3
	<i>Roystonea regia</i>	Palma real	3
	<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán Africano	3
	<i>Terminalia</i>	Almendro	3
Primer Parque Laureles	<i>Cojoba arborea</i>	Carbonero zorro	11
	<i>Ficus elastica</i>	Caucho	8
	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapán	7
	<i>Ficus benjamina</i>	Falso Laurel	4
	<i>Hura crepitans</i>	Ceiba Bruja	3
	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Gualanday	3

SITIO DE ESTUDIO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Cantidad
Parques del Rio	Melicoccus bijugatus	Mamoncillo	3
	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Palma bambú	2
	<i>Dracaena</i>	Yuca	2
	<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero del Japón	2
	Handroanthus chrysanthus	Guayacán amarillo	2
	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	2
	Tabebuia rosea	Guayacán rosado	2
	<i>Albizia guachapele</i>	Cedro amarillo	1
	<i>Albizia saman</i>	Samán	1
	<i>Cecropia pachystachya</i>	Yarumo	1
	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	Acacia amarilla	13
	<i>Phoenix roebelenii</i>	Palma robeleni	9
	<i>Dypsis madagascariensis</i>	Palma de madagascar	8
	Azadirachta indica	Neem	7
	Byrsonima crassifolia	Noro	7
	<i>Bulnesia carrapo</i>	Guayacán de bola	6
	<i>Tapirira guianensis</i>	Cedrillo	6
	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	5
	<i>Bellucia pentamera</i>	Coronillo	5
	<i>Brownea stenantha</i>	Arizá	3
	<i>Carapa guianensis</i>	Cedro guino	3
	<i>Delonix regia</i>	Flamboyán	3
	Guarea guidonia	Trompillo	3
	<i>Hamelia patens</i>	Amelia	3
	<i>Inga spectabilis</i>	Guamo macheto	3
	<i>Stemmadenia litoralis</i>	Estremadelio	3
	Handroanthus chrysanthus	Guayacán amarillo	9
	Tabebuia rosea	Guayacán rosado	9
	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Guayacán peludo	7
	Azadirachta indica	Neem	4
	<i>Jatropha integerrima</i>	Rosa Peregrina	4
	<i>Xilopia sp</i>	Escobo	4
	<i>Aspidosperma spruceanum</i>	Carreto	3
Skate Park	Byrsonima crassifolia	Noro	3
	Calliandra pittieri	Carbonero	3
	Erythrina poeppigiana	Cámbulo	3
	Eugenia stipitata	Arazá	3
	Genipa americana	Jagua	3
	Punica granatum	Granada	3
	Brownea ariza	Arizá	2
	Brunfelsia sp	Francesino	2
	Guarea guidonia	Trompillo	2

En el Primer parque de Laureles y en el Parque Bolívar se encontraron mayor cantidad de árboles de portes altos y copas frondosas y, en una menor proporción se evidenció presencia de árboles de porte medio y bajo, arbustos y algunas palmas (Figura 3); con esta diversidad de portes y hábitos de crecimiento y gracias a que se le dio mayor importancia al arbolado que a los equipamientos, estos dos parques cuentan con un aspecto más natural. Aunque el Parque de Bolívar y el *Skate park* mantienen una proporción similar de zonas de duras y verdes, se diferencian porque en el parque de Bolívar predominan los jardines, mientras que la del *Skate park* solo hay presencia de grama, es importante resaltar que, dada su ubicación en la oreja de puente en una vía de alto flujo vehicular, no puede tener barreras que obstaculicen o disminuyan la visibilidad de los vehículos que transitan por ahí.

De manera similar, al comparar a Parques del Río con el *Skate park*, se encontraron mayor cantidad de árboles de porte bajo y palmas (Figura 4), así como mayor presencia de zonas verdes con grama. Como se observa en la Figura 3, en Parques del Río y *Skate park* la mayor cantidad de individuos tienen un diámetro a

la altura del pecho menor a 10 cm, y el resto de los individuos no superan los 30 cm. El Primer Parque de Laureles y el Parque de Bolívar tienen representación de individuos en todas las clases diamétricas, lo que permite que estos árboles presenten una estructura similar a la de un bosque al tener vegetación estratificada e indica que la gran mayoría de estos árboles tienen un mayor desarrollo fisiológico ya que fueron establecidos hace más tiempo.

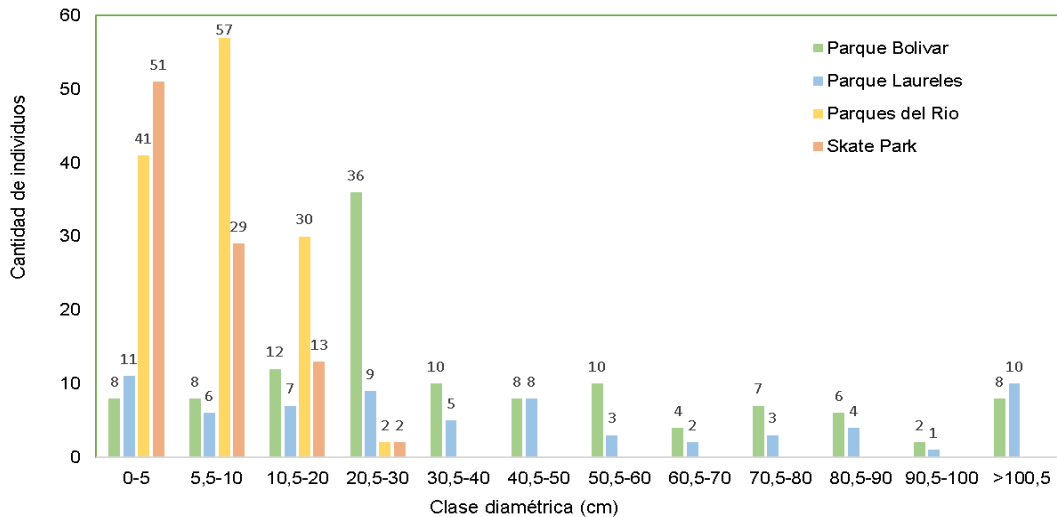


Figura 3. Distribución de los árboles por clase diamétrica en los sitios de estudio.
Fuente: Elaboración propia a partir de información del SAU.

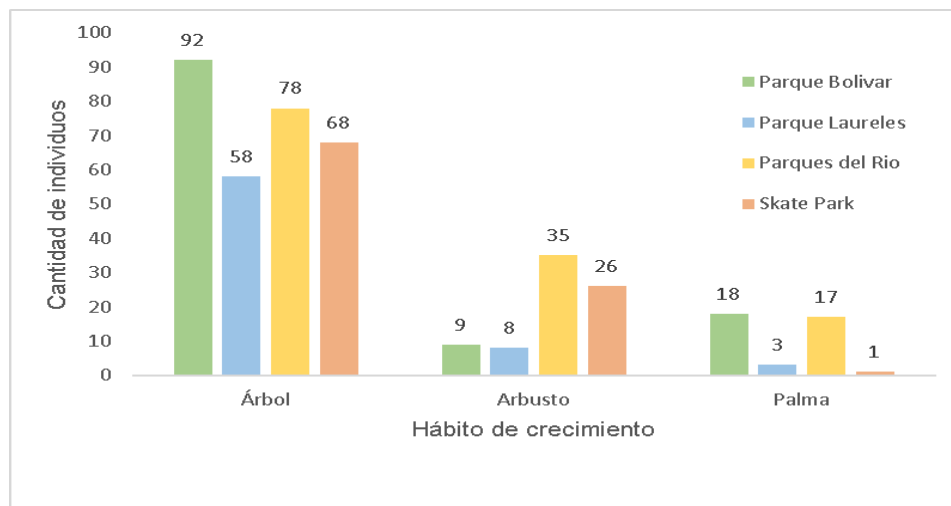


Figura 4. Distribución por hábito de crecimiento en los sitios de estudio.
Fuente: Elaboración propia a partir de información del SAU.

Con relación a los datos obtenidos por el Medidor "4 en 1", se observó que la temperatura oscila entre los 28 °C y los 34 °C, dependiendo del parque y la jornada, pero se evidencia que en los parques con una mayor presencia de árboles frondosos como ocurre en el Primer Parque de Laureles y en el Parque Bolívar, presentan las temperaturas más bajas y los valores de humedad relativa mayores. Con respecto al ruido presenta variaciones entre 53 db y 69 db, sin variar significativamente con la presencia o ausencia de la vegetación.

Con el gráfico de la Figura 5 y las visitas a campo, se puede inferir que en el Primer Parque de Laureles y en el Parque Bolívar presentan las menores temperaturas gracias a la presencia de árboles de copa grande y frondosa, las cuales cubren gran parte del suelo y evitan que los rayos del sol lleguen directamente al suelo (Vargas-Gómez y Molina-Prieto, 2014). Para el caso de Parques del Río y del Skate park, la mayoría de los individuos arbóreos son de porte bajo y sus copas son poco frondosas, por lo que los valores de temperatura son más constantes en todo el sitio; además se evidencia que no hay variaciones significativas de temperatura entre las coberturas de grama y piso duro si no hay presencia de árboles en ellas.

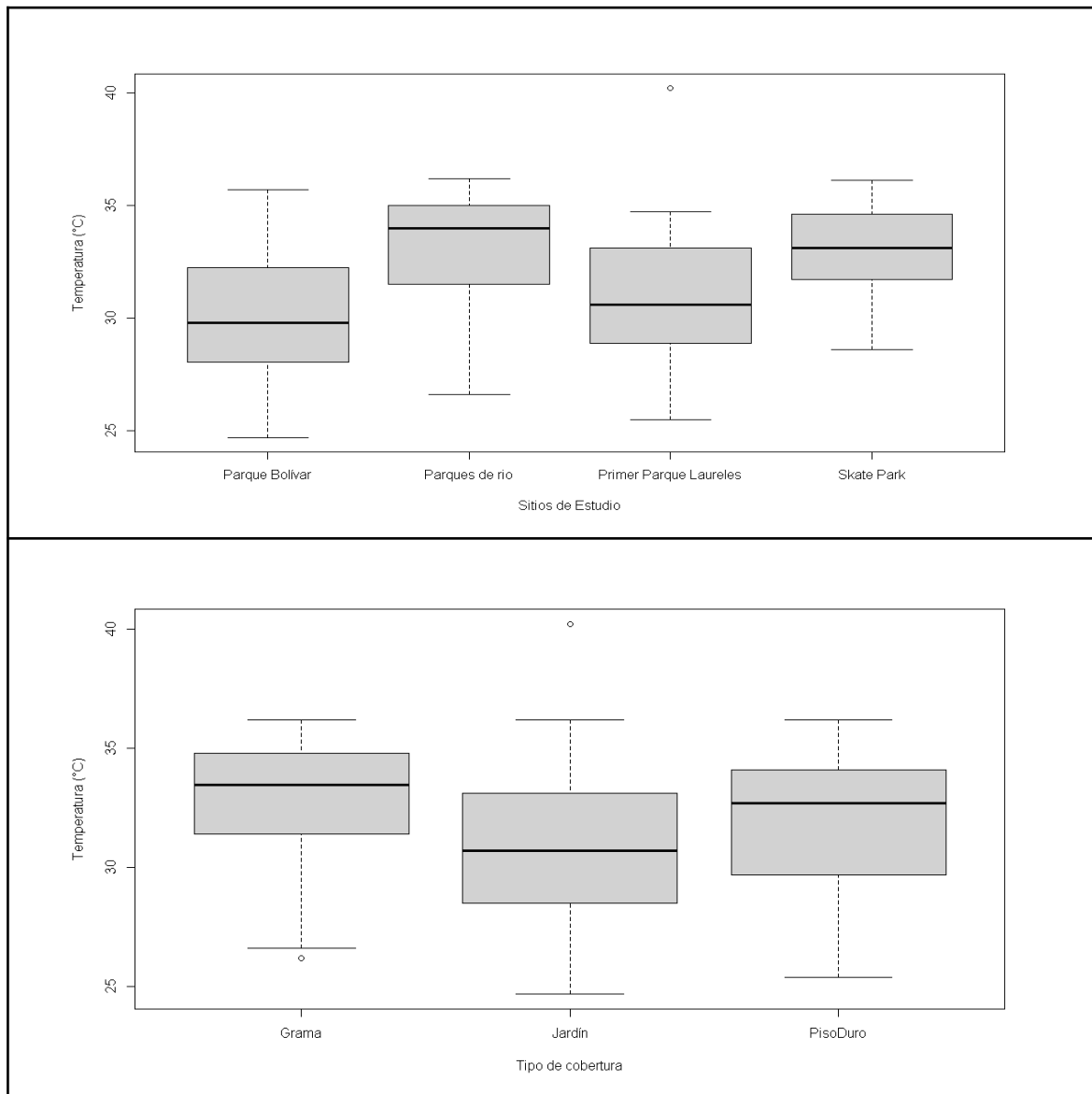


Figura 5. Valores de temperatura (°C) por parque (a) y por cobertura (b).
Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, comparando las mediciones se encuentran valores más altos de temperatura en la tarde, en todos los parques, pero en el Primer Parque de Laureles y Parque de Bolívar, las diferencias de las temperaturas medidas en la mañana y en la tarde son menores con respecto a los otros dos parques.

Con respecto a la humedad, en la figura 5 se observa que los valores son más dispersos en el Primer Parque de Laureles y en el Parque Bolívar posiblemente debido a los diferentes portes de árboles encontrados en

estos sitios y a la presencia de plantas de jardín que, en conjunto, crean un sotobosque similar al que se podría encontrar en un bosque natural, donde los valores de evaporación de las hojas y la transpiración del suelo será mayor que en sitios donde no haya presencia de cobertura vegetal o solo se encuentre cobertura de grama. Con estos mayores valores de humedad relativa y las diferentes visitas realizadas a los sitios, se puede inferir que estos dos parques tienen un mayor confort climático durante los momentos del día más calurosos (Navarro y Navarro, 2016).

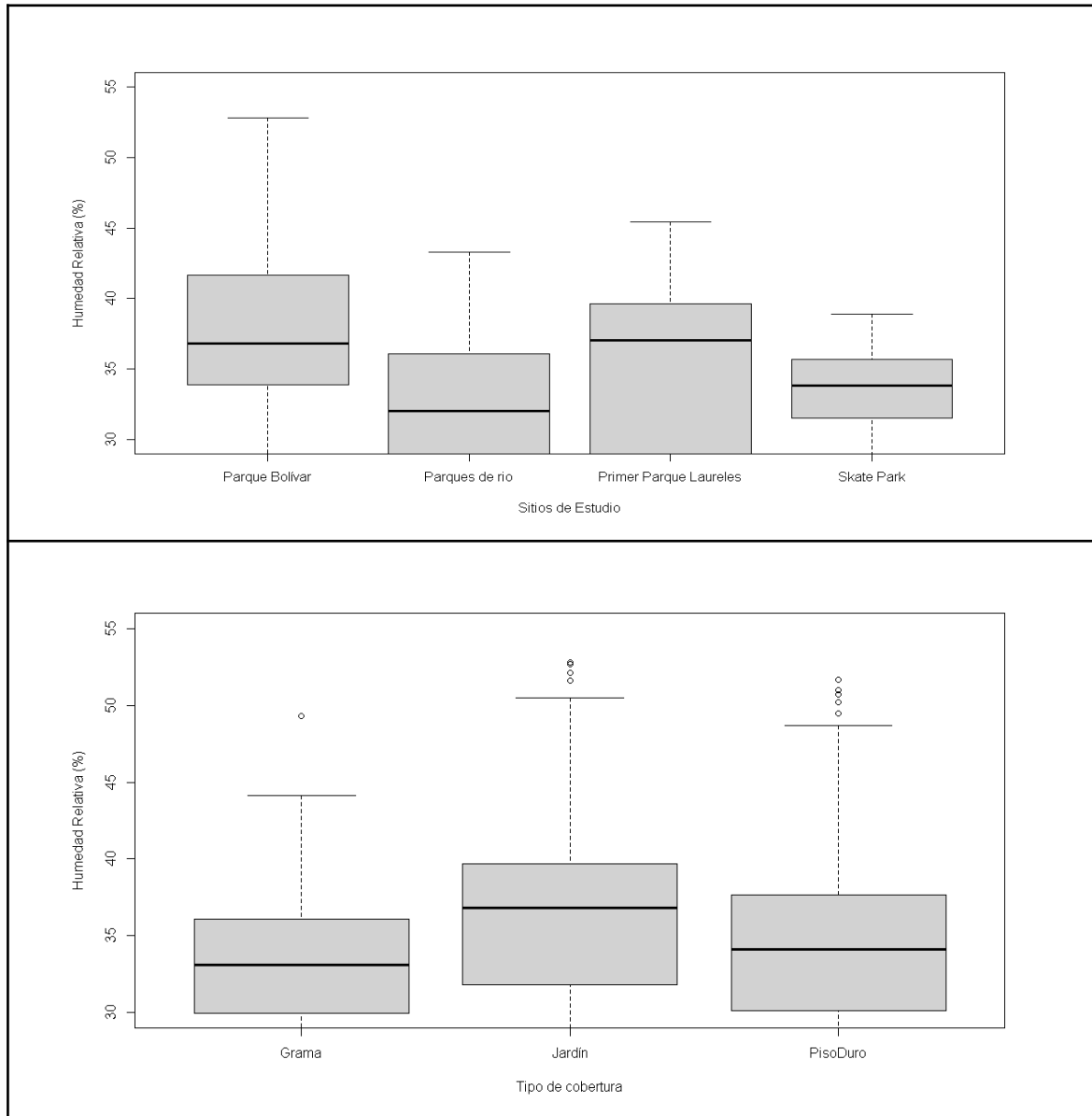


Figura 5. Valores de humedad relativa (%) por parque (a) y por cobertura (b).

Fuente: Elaboración propia

Los parques que presentaron temperaturas medias y bajas son los que registran unos mayores niveles de humedad y coinciden con los sitios que tienen mayor cobertura arbórea.

Con respecto a la variable ruido, los resultados no son concluyentes ya que cada sitio de estudio, de acuerdo con sus propias dinámicas y localización, tenía sus particularidades relacionadas con las fuentes de emisión de ruido tales como cercanía a vías principales, perifoneo, ventas ambulantes, actividades internas propias

del sitio, eventos culturales, entre otras y no se logró establecer si la presencia o ausencia del arbolado urbano disminuía estos valores. Como se observa en la Figura 6, los valores son muy similares en los cuatro sitios de estudio, aunque presenten diferencias en su vegetación y aún más similares en las diferentes coberturas evaluadas (grama, piso duro y jardines).

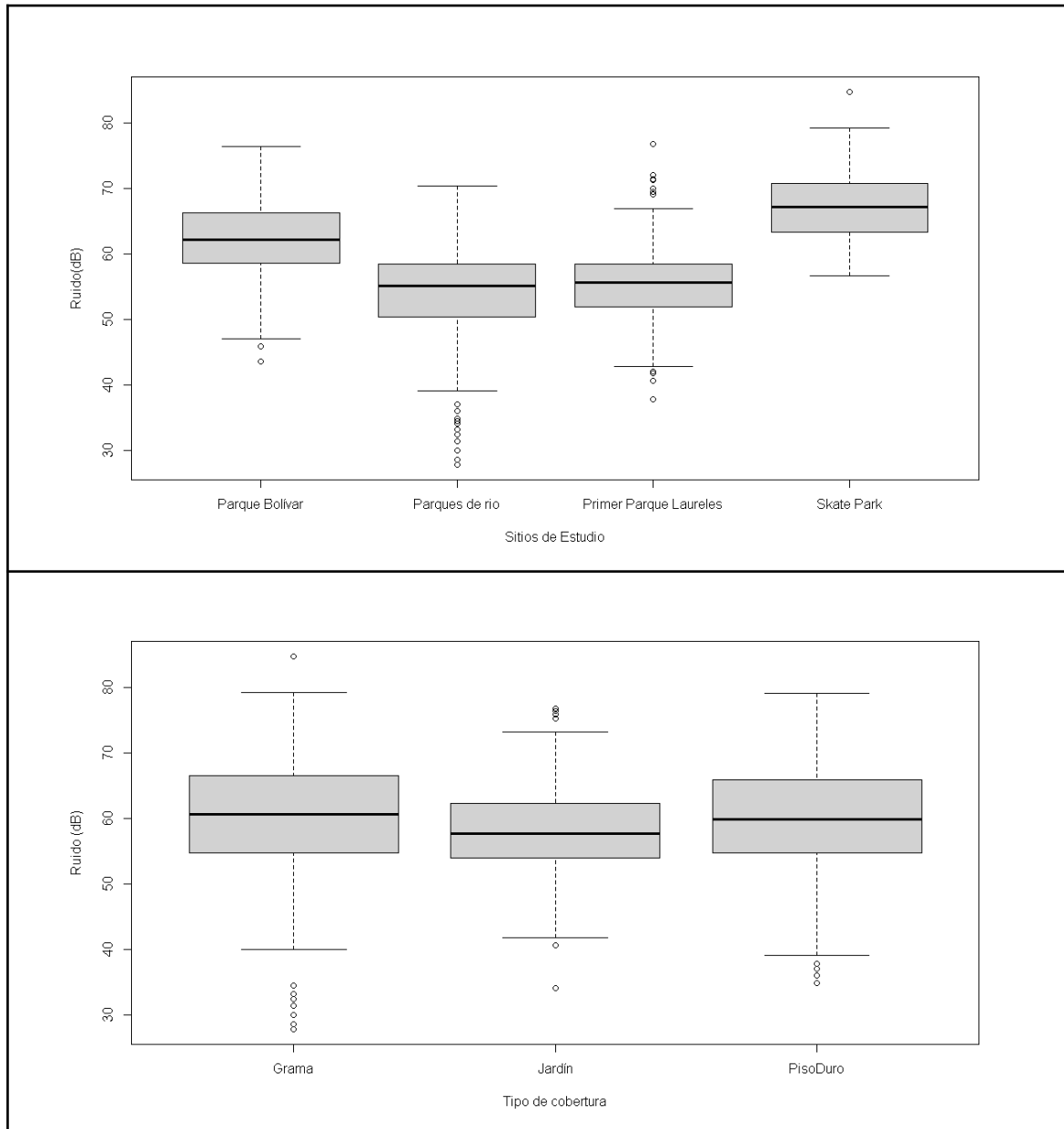


Figura 6. Valores de ruido (dB) por parque (a) y por cobertura (b).
Fuente: Elaboración propia

Además, al comparar las mediciones realizadas con esta variable en horas de la mañana y de la tarde, se encontró un comportamiento similar en todos los sitios de estudio, a distintas horas del día, y por esto no fue posible determinar si la presencia del arbolado urbano es capaz de regular la contaminación auditiva de los sitios de estudio.

Según la información aportada por i-Tree Eco, los árboles presentes en los cuatro sitios de estudio almacenan 204 toneladas y capturan más de 4,3 toneladas/año de carbono (Tabla 2). De las especies

estudiadas, *Ficus elástica* almacena la mayor cantidad de carbono, aproximadamente el 36,9% y el *Fraxinus chinensis* captura la mayor cantidad de carbono, aproximadamente el 10,7%. Gracias a este almacenamiento y captura de carbono, se dejaron de emitir 747,6 ton y 15,97 ton/año de dióxido de carbono (CO₂) respectivamente.

Por otro lado, todos los árboles presentes en los sitios de estudio producen aproximadamente 11,61 ton/año de oxígeno, el Primer Parque de Laureles y el Parque Bolívar son los sitios donde mayor producción de oxígeno se da gracias a que tienen los árboles de mayor porte y logran capturar mayor cantidad de Carbono para realizar la fotosíntesis. Adicionalmente, los árboles presentes en los cuatros sitios de estudio eliminaron aproximadamente 2,3 toneladas de contaminantes del aire (Tabla 3), entre los cuales se encuentran el Ozono (O₃), Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO₂) y material particulado, siendo el CO el elemento eliminado en menores cantidades, mientras que el material particulado de PM 2.5, el que mayor eliminación presentó (según informe del i-Tree Eco).

Tabla 3. Almacenamiento y captura de carbono por sitio de estudio.

Parque	Almacenamiento Carbono (Ton)	Equivalente CO₂ (Ton)	Captura Carbono (Ton/año)	Equivalente CO₂ (Ton/año)
Parque Bolívar	112,6	412,9	2,68	9,83
Parque Laureles	89,4	327,8	1,3	4,78
Parques del Río	1,3	4,7	0,24	0,9
Skate park 4 sur	0,6	2,3	0,13	0,47

Fuente: Elaboración propia a través de i-Tree Eco

La vegetación urbana, entendida como la combinación de plantas de jardín, grama e individuos arbóreos, ayudan a interceptar el agua lluvia y sus raíces promueven la infiltración de esta al suelo; en los sitios de estudio la vegetación redujo la escorrentía superficial en casi 425,6 m³/año (Tabla 4). Para este caso, el software calculó los datos con los valores de precipitación anual del 2018, la cual fue de 156,8 centímetros y las especies que mayor escorrentía evitaron, según el software i-Tree fueron *Ficus elástica*, *Fraxinus chinensis* y *Cojoba arborea*.

Tabla 4. Evapotranspiración y escorrentía evitada por sitio de estudio.

Parque	Número de árboles	Área foliar (ha)	Agua interceptada (m³/año)	Transpiración (m³/año)	Escurrimiento evitado (m³/año)
Parque Bolívar	119	3,60	1.266,18	2.801,61	264,87
Parque Laureles	69	1,90	669,01	1.480,28	139,95
Parques del Río	130	0,17	60,58	134,05	12,67

Skate park 4 sur	95	0,11	38,72	85,67	8,10
------------------	----	------	-------	-------	------

Fuente: Elaboración propia a través de i-Tree Eco

Estos resultados son de gran valor para considerar servicios ecosistémicos que son poco visibles pero que, también son relevantes para la seguridad de los habitantes en ciudades como Medellín, en materia de gestión del riesgo. Esto por la topografía de altas pendientes y las fuertes lluvias que recibe, que hace el territorio altamente susceptible a movimientos en masa y a avenidas torrenciales (Hermelin et al., 2010). Los árboles ayudan a evitar pérdidas de suelo por erosión gracias a la interceptación de la lluvia; y evitan escorrentías superficiales al facilitar la infiltración del agua al suelo.

3. Conclusiones

Los parques seleccionados como sitios de estudio, donde se evidenció la combinación de áreas con jardines y árboles de gran porte y copas frondosas, experimentan una notable reducción de la temperatura, un incremento en la humedad relativa y una mayor sensación de confort térmico, en comparación con aquellos parques que presentaban una mayor predominancia de pisos duros o grama con árboles de menor tamaño y copas menos frondosas. Este hallazgo es de gran importancia para la planificación del espacio urbano, ya que, aunque es más económico de mantener a largo plazo, los espacios públicos con presencia de jardines y árboles generan mayores servicios ecosistémicos que los que tienen pisos duros o grama.

Este estudio destaca la relevancia del arbolado urbano como un componente fundamental para mejorar las condiciones ambientales en los espacios públicos de la ciudad. Asimismo, respalda la necesidad de una planificación y gestión adecuadas del arbolado urbano en dichos lugares. La integración estratégica de árboles en el diseño urbano no solo contribuye a embellecer el entorno, sino que también conlleva beneficios para la salud, el medio ambiente y la calidad de vida de las personas que habitan estos espacios.

4. Bibliografía

- Alcamo, J. et al. (2005). Millennium Ecosystem Assessment - Ecosystems and Human Well-being. doi:<https://doi.org/10.5860/choice.41-4645>
- AMVA. (2020). *Historia del Área Metropolitana del Valle de Aburrá*. Medellín. Recuperado el Septiembre de 2022, de <https://www.metropol.gov.co/area/Paginas/somos/Historia.aspx#:~:text=El%20Valle%20de%20Aburr%C3%A1%20es,kil%C3%B3metros%20y%20una%20amplitud%20variable>.
- Constanza et al. (1996). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 15(387), 253–260.
- Daily, G. C. (1997). Introduction: What are Ecosystem Services? *Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems*, 392.
- De la Barrera, F., & Henríquez, C. (2017). Vegetation cover change in growing urban agglomerations in Chile. *Ecological Indicators*, 81, 265-273.
- Departamento Administrativo de Planeación. (2006). *Lineamiento de Política "Primero el espacio público". Documento técnico de soporte POT (Acuerdo 46/2006)*. Medellín: Alcaldía de Medellín. Obtenido de <https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/documents/ServiciosLinea/PlaneacionMunicipal/ObservatorioPolíticasPublicas/resultadosSeguimiento/docs/pot/Documentos/primeroEspacioPub.pdf>

- Perico Agudelo, D. (2009). El espacio público de la ciudad: una aproximación desde el estudio de sus características microclimáticas. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*, 2(4), 278-301. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/6297/629768833005.pdf>
- Hermelin, M., Echeverri, A., & Giraldo, J. (2010). *Medellín, Medio-Ambiente, Urbanismo y Sociedad*. URBAM - EAFIT Centro de estudios urbanos y ambientales.
- Navarro, R. D., & Navarro, V. P. (2016). Estudio de la isla de calor en función del crecimiento urbano y el comportamiento de la temperatura y la precipitación en la ciudad de Medellín. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/539
- Vargas-Gómez, O., & Molina-Prieto, L. (2014). Arborizaciones urbanas: estrategia para mitigar el calentamiento global. *REVISTA NODO*, 8(16), 99–108. Recuperado a partir de <https://revistas.uan.edu.co/index.php/nodo/article/view/103>