



Bosque urbano –
Caso Valle de Aburrá

German A. Restrepo Soto
Jardín Botánico de Medellín



Los bosques urbanos son un ecosistema emergente de la transformación de un espacio natural que debe incluirse en los planes de manejo de las ciudades debido a su importancia para mantener la calidad de vida de sus habitantes. Medellín es la segunda ciudad más grande de Colombia y hace parte del área metropolitana del Valle de Aburrá. A lo largo de este artículo, expreso cómo entiendo el bosque urbano del Valle de Aburrá y cuáles son los posibles pasos a seguir para mejorar su funcionamiento.

El Valle de Aburrá se encuentra ubicado en la Cordillera Central, se conforma por diez municipios distribuidos a lo largo del río Medellín y cuenta con una extensión de 1.165,5 km², Medellín (como ciudad núcleo), Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Envigado, Itagüí, La Estrella, Sabaneta y Caldas. Con elevaciones que van desde los 1.300 msnm en el municipio de Barbosa hasta los 2.800 msnm en el cerro Padre Amaya del municipio de Medellín, y evidencia la variedad climática representativa de los Andes. Según el último censo nacional, la población del área metropolitana en 2005 fue de 3.312.165 habitantes (94% urbana y 6% rural), los cuales se asientan principalmente en la zona urbana y periurbana y ocupan gran parte de las laderas, ya que su topografía hizo que el desarrollo urbanístico así se diera.

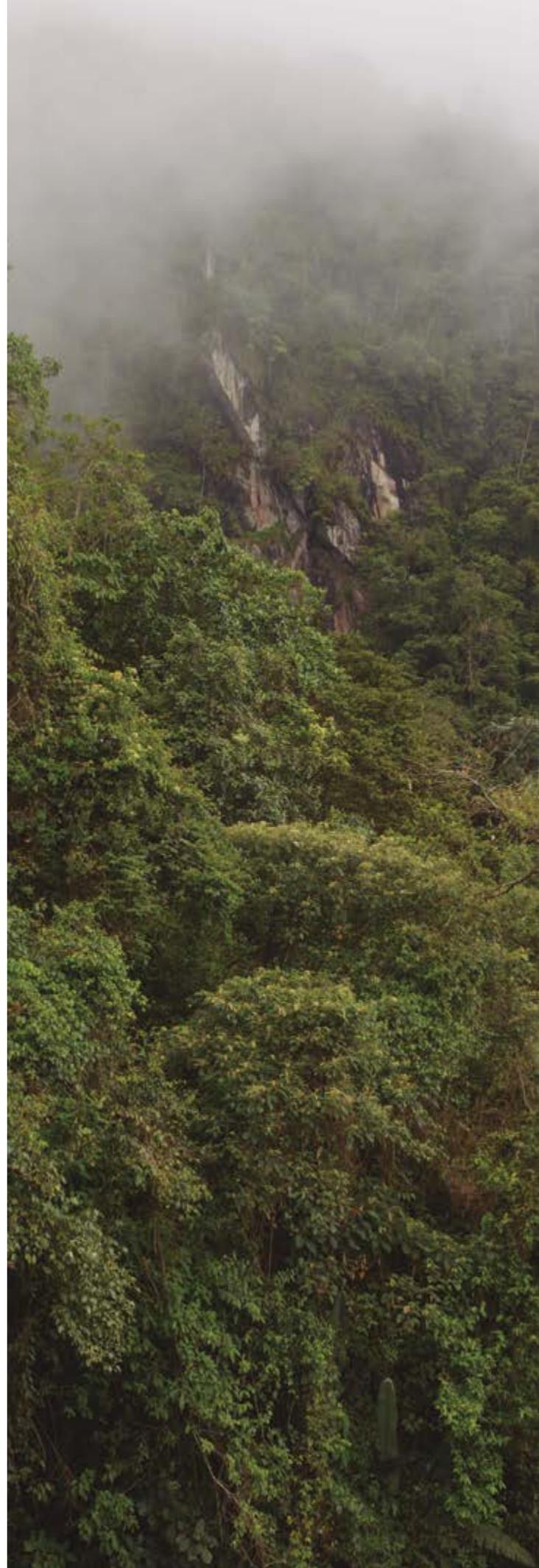
Ahora bien, la demanda de servicios ambientales es uno de los problemas que afrontan las grandes ciudades del mundo, es decir, difícilmente una ciudad tendrá la capacidad de ser “autosostenible”, pues el territorio se ocupa de manera masiva y genera altas densidades poblacionales sin destinar áreas verdes suficientes que permitan la oferta de algunos servicios ambientales. Todo lo que hoy se conoce como Valle de Aburrá fue cuna de algunas comunidades indígenas que aprovechaban la tierra y otros recursos que les proporcionaban el Río Medellín y los bosques aledaños. Sin embargo, hoy el Valle de Aburrá no es sostenible. Debido a esto, la oferta de servicios ambientales en su gran mayoría es subsidiada por otras regiones del departamento, e incluso del país.

Así, diferentes ecosistemas de montaña proveen servicios al Valle de Aburrá. Gran parte del agua para el consumo humano proviene de montañas ajenas al Área Metropolitana, los cuales surten los embalses

Río Grande II (ubicado en entre Santa Rosa y Entreríos), La Fe (en Envigado y El Retiro) y Piedras Blancas (Área rural de Medellín hacia el Valle de San Nicolás). Empresas Públicas de Medellín (EPM) suministra a los habitantes del área metropolitana del Valle de Aburrá un promedio de 9,5 m³/s de agua potable para suplir la demanda.

Existen diferentes ecosistemas de interés que, por sus características especiales, proveen diferentes bienes y servicios ambientales a los habitantes del Valle, tal es el caso del Alto de San Miguel, el Alto de La Llorona, la cuenca de la quebrada Santa Elena y el cerro del Padre Amaya. Estos dan origen al nacimiento del Río Medellín, la quebrada Ayurá, la quebrada Santa Elena y la quebrada La Iguaná, respectivamente (Vélez et al., 2000), quebradas que estuvieron al margen de la planificación y no proveen agua para el consumo, por lo que, en la mayoría de casos, los habitantes de las viviendas aledañas le dieron la espalda y han sido altamente contaminadas por vertimientos y malas prácticas, que a su vez conllevó a una degradación de la calidad del agua, que posteriormente, y a través de altos costos, es tratada en plantas para su reintegro al sistema del río Medellín.

No obstante, para garantizar el abastecimiento a largo plazo se tendrá que generar una mayor inversión para adquirir, conservar y/o mejorar los ecosistemas asociados a los embalses y así propiciar ciclos y funciones ecosistémicas, además de impulsar transformaciones culturales, pues se debe partir de un consumo responsable y de buenas prácticas que eviten vertimientos inadecuados y además de concientización a la ciudadanía de que “el agua no proviene del grifo” (Cárdenas, 2013).





Dentro del área metropolitana del Valle de Aburrá se encuentra el bosque urbano que presta directamente servicios ambientales a los ciudadanos. Este tiene varias definiciones, entre las cuales resalta que en el Manual de Silvicultura Urbana para Medellín (Secretaría de Medio Ambiente de Medellín, 2015), se incluyen los individuos solitarios como árboles aislados en el bosque urbano que hacen parte del conjunto de los espacios verdes y de las relaciones que allí se dan. Así, es la matriz que incluye todas las zonas verdes donde se generan las interacciones y funciones ecosistémicas, las cuales por tratarse de un “ecosistema artificial”, son asistidas por las prácticas silviculturales que realizan los administradores de estas zonas verdes. Los servicios ambientales que presta el bosque urbano son, entre otros, la regulación micro climática, el paisaje, la mitigación de la contaminación atmosférica, la reducción en niveles de ruido, la mitigación de la erosión del suelo, la protección de cuencas hidrográficas, además de alimento y hábitat para fauna silvestre y contribuyen directamente con la salud, la educación, la recreación y la cohesión social de los habitantes de las ciudades (Bolund y Hunhammar, 1999).

La atenuación de la temperatura es quizás uno de los servicios más tangibles del bosque urbano. Cada vez se escucha hablar más de servicios ecosistémicos: hoy los habitantes de las ciudades vienen despertando del letargo provocado por años de derroches ambientales (muchos de ellos de manera inconsciente, ausencia de conocimiento, políticas claras o intereses personales), por lo que el cuidado de la vegetación asociada a las zonas verdes urbanas ingresa al imaginario de los ciudadanos y al discurso social y ambiental.

Por su parte, el Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes realizado por el Área Metropolitana del



Valle de Aburrá fue uno de los grandes hitos de la silvicultura urbana, pues en el año 2005 se censaron cada uno de los individuos arbóreos ubicados en la zona urbana de los municipios del Valle de Aburrá y se definieron líneas claras de manejo a partir de un diagnóstico; políticas que incluyeron a la fauna e hicieron referencia a los servicios que el bosque urbano presta a los habitantes de los municipios que lo conforman. Sin embargo, solo hizo referencia a las zonas verdes de carácter público, por lo que la información está subestimada, ya que para efectos de conectividad o prestación de servicios es indistinta la tenencia de los predios y las zonas verdes privadas no fueron censadas. Los resultados de este plan fueron divulgados ampliamente y acogidas sus propuestas. En consecuencia, algunos de los municipios aunaron esfuerzos para apalancar las políticas e iniciaron las discusiones sobre redes ecológicas, conectividad e individuo arbóreo, no solo por profesionales de la materia, sino por constructores y ciudadanos que le dieron la importancia y cambiaron la manera de ver las zonas verdes y los individuos y/o sistemas que las conformaban.

Algunos de estos individuos son identificados por los ciudadanos, pues es común ver grupos de personas alrededor de los árboles en diferentes sitios de la ciudad evitando estar expuestos al sol. Es allí donde los árboles aislados, o en grupo, pueden generar una percepción de frescura. Aunque se entienden como solo sombra, allí se encuentra absorción, emisión y transmisión de radiación infrarroja y procesos de evapotranspiración que terminan por disminuir la temperatura (Solecki et al., 2005). Por lo tanto, su capacidad de atenuar la temperatura depende de variables como el número de individuos, identidad de la especie, cobertura en la base del individuo, albedo, viento, entre otras. Es entonces, donde se concluye que los bosques urbanos juegan un papel fundamental en el microclima, de hecho, en arreglos y cantidades adecuadas, pueden modificar de manera sustancial el consumo energético de



los ciudadanos en búsqueda de un acondicionamiento ambiental en momentos climáticos extremos. Si se piensa en Medellín, por ejemplo, en áreas donde este servicio es importante, en lugares como ciclovías, senderos peatonales y espacios de encuentro (e.g. bibliotecas y centros culturales) se observa una baja densidad de árboles, lo cual puede ser un aspecto importante a tener en cuenta para incrementar la calidad de vida en la ciudad y la densidad de árboles por habitante en el Valle de Aburrá.

Otro de los servicios reconocidos, es el atributo estético de los árboles y/o grupos de individuos, sin embargo, no son asumidos como paisaje, pues en el concepto de muchos el paisaje está por fuera de las ciudades (ruralidad) y no se incluyen otras variables diferentes a las naturales, como es el caso de los asentamientos, edificaciones, amoblamientos y demás que configuran el paisaje urbano. Como lo menciona Vélez (2007), la forma de urbanizar se hace a costa de la naturaleza, de los espacios agrarios o naturales en su entorno, y no necesariamente como un continuo, sino, ante todo, a saltos, dispersando fragmentos, ejes de asentamientos, infraestructuras, servicios e industrias. Esto es, a través de la expansión en el paisaje de una matriz urbana en la cual van quedando entremezclados fragmentos verdes (ya sea que se trate de parques formales o de espacios sin construir) más o menos naturales, al interior de los cascos urbanos o en la periferia. A saber, estas áreas verdes han sido incluidas al final de la planeación urbana. En este punto existe un proyecto que la Alcaldía de Medellín comenzó en el 2006 llamado el cinturón verde de Medellín y luego se extendió hacia el resto del Valle de Aburrá. Este proyecto busca poner un límite al crecimiento de la ciudad por medio de áreas verdes que incrementan la belleza escénica del Valle.

Sobresale, además, el servicio para la recreación. Es así como los parques y zonas verdes en la ciudad se conforman como opción de disfrute natural, por lo que propician la recreación y alimento para el espíritu, dejan en evidencia la importancia que tienen estos espacios en la cultura y el bienestar colectivo. Son la admiración por el paisaje, y ahora, su conservación y respeto, conceptos nuevos que se crean y fomentan de manera cultural, donde gracias a un reciente movimiento de sensibilidad ambiental, cada vez va tomando más fuerza y las comunidades vuelven a comprender la indisoluble relación que tienen con su entorno. Es por esto que muchas de las personas en el Valle de Aburrá, que pasaron de tener casas grandes, con jardines internos y áreas verdes externas, a apartamentos de ciudad, añoren y se inclinen por la búsqueda de viviendas con características similares en las afueras de sus ciudades o se apropien de las zonas verdes de carácter público. Sin embargo, reclaman a la municipalidad ante la presencia de “malezas” y hojarasca, lo que afirma que anteponen el sentido estético a lo ecológico y funcional.

Otro servicio ambiental que presta el bosque urbano es la mitigación de la contaminación. Los bosques urbanos tienen la capacidad de retener material particulado. De hecho, siempre se ha hablado sobre el efecto barrera que tienen los árboles, palmas, jardines, enredaderas, epífitas, entre otros, especialmente en sus hojas, pues estas tienen elementos, como vellosidades y ceras, que permiten que el material particulado se suspenda (Mo et al., 2015). Son los encargados de retener las partículas y que a través de la lluvia sean removidas hacia el suelo y se incorporen nuevamente al sistema. Sin embargo, esta acumulación no solo depende de la densidad de vellos y calidad de ceras sino del



tamaño de la lámina foliar, cantidad de hojas, arquitectura de la planta, entre otras variables que permiten cuantificar el volumen de material suspendido. Ahora, las grandes cantidades de material pueden afectar seriamente los procesos fotosintéticos, ya que pueden obstruir los estomas presentes en las hojas, lo cual disminuye su capacidad para tomar el dióxido de carbono atmosférico (CO_2), el agua y la energía solar necesarias para la realización de la fotosíntesis. Adicionalmente, según Ulrichs et al. (2008) las partículas muy finas que son liberadas en los procesos de combustión afectan significativamente las plantas, ya que pueden generar necrosis en hojas y afectar la cutícula protectora producto de cambios celulares, además enfatiza en que el material particulado que regresa al suelo podrá a largo plazo generar cambios nutricionales en algunas especies.





En un estudio realizado por el Jardín Botánico de Medellín, se analizó el potencial para retener material particulado de los árboles de más de 70 cm, denominados como los Árboles Grandes y Antiguos de la ciudad (Restrepo et al., 2016). A partir de datos preliminares sobre la remoción de partículas en el aire de 39 especies arbóreas (en 24 familias botánicas) comunes en Medellín, se extrapoló al inventario total de la ciudad. Esta estimación de remoción de partículas se realizó en laboratorio donde se pesó el material retenido por las hojas (0,029 g día⁻¹ por hoja en promedio).

Para realizar la extrapolación se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos: primero, que la biomasa total de las hojas de un árbol corresponde a tres cuartas partes de su biomasa en el tronco (Enquist y Niklas, 2002); segundo, que en promedio las hojas pesan 280 g (Wright et al., 2004). Entonces, si una hoja captura 0,29 g día⁻¹ de material particulado, un árbol con un troco de 1.000 kg (e.g. 750 kg de hojas) potencialmente captura ~78 g día⁻¹ de material particulado. Según estos cálculos, estimamos que los Árboles Gigantes y Antiguos (de aquí en adelante AGA) capturan ~10 toneladas de material particulado en la ciudad diariamente (~365 toneladas anuales). Sin embargo, en el año 2011 se reportaron 2.830 toneladas en emisiones de material particulado (PM, PM10 y PM2.5; Toro et al., 2011), por lo tanto, los árboles AGA podrían capturar cerca del 12,89% del material particulado producido anualmente en el Valle de Aburrá.

En relación con la calidad del aire, otro servicio ecosistémico es la regulación de carbono que a su vez tiene implicaciones en el ciclo global del carbono y el calentamiento global. Desde el Jardín Botánico de Medellín se han realizado

estimaciones del carbono acumulado por los árboles del bosque urbano, con énfasis en los árboles grandes. Primero, analizamos el carbono acumulado en el bosque urbano. El incremento de carbono (CO , CO_2 entre otros), contribuye al efecto invernadero. En ese sentido, disminuir sus emisiones podría ser un servicio clave prestado por las plantas. Para esto se calculó la biomasa de cada árbol usando ecuaciones que relacionan las dimensiones del árbol y su densidad para obtener el peso, del cual ~48% corresponde a carbono orgánico. Con estos datos se estimó el carbono acumulado actualmente en la ciudad y se obtuvo la proporción de carbono retenido por los árboles grandes. El bosque urbano ha capturado 177.708 toneladas de CO_2 en Medellín, de esto, los árboles grandes han capturado el 25,51% (e.g. 45.083 toneladas de CO_2). Durante el 2011 en el área metropolitana del Valle de Aburrá se emitieron ~3,5 millones de toneladas de CO_2 , de las cuales el 39% (~1,3 millones de toneladas) fueron producidas por la industria en Medellín (fuentes fijas). A partir de esto se hace hincapié en la necesidad de establecer o sembrar individuos de gran talla dado su potencial para reducir las concentraciones de CO_2 .

La regulación hídrica es otro de los servicios que presta el bosque urbano. Como se mencionó anteriormente, las ciudades son una gran matriz del territorio donde se entrelazan diferentes elementos que, por las altas densidades poblacionales y por la necesidad de vivienda y movilidad, desarrollan una infraestructura dura y en su mayoría compuesta por viviendas y mallas viales, lo cual disminuye la percolación de agua lluvia y el aumento de escorrentía superficial, que sumadas a las altas pendientes, en eventos torrenciales provocan colapso de las redes de drenaje, quebradas y se ve altamente comprometido la capacidad del





Río Medellín. Es aquí, donde se deben generar cambios importantes en los sistemas constructivos, ya que existen otras formas de generar piso duro permeable que permita el intercambio con el suelo y diezmar fenómenos mencionados.

Hoy en día gran parte de los esfuerzos en la conservación y gestión de los bosques urbanos se basa en la conformación y/o mejoramiento de las zonas verdes que hacen parte de la estructura ecológica principal, por lo que la fauna se convierte en ese trasfondo de los procesos de rehabilitación. A pesar de que los bosques urbanos dependen de las herramientas de gestión para su permanencia, existen actores como las abejas y los murciélagos quienes son indispensables para la polinización de muchas especies; estos últimos por sus hábitos nocturnos y apariencia han sido perseguidos y rechazados por la población, sin embargo, son de especial importancia en los bosques urbanos, dado que se encargan de la dispersión de semillas y de la polinización tal y como es el caso de las especies *Artibeus lituratus* (frugívoro), *Carollia perpicillata* (frugívoro) y *Glossophaga soricina* (nectarívoro) que habitan el Valle de Aburrá principalmente en las áreas urbanas en donde contribuyen a la variabilidad genética de muchas especies de árboles y lógicamente a la regeneración natural por medio de su dispersión (Sierra, 2012). Se encuentran, además, los murciélagos que consumen insectos, como es el caso de *Molossus molossus* que se distribuye en toda el área urbana y contribuye de manera significativa a tener áreas habitables más sanas (Ayelen, 2008).

A partir de esto, se puede concluir que los bosques urbanos juegan un papel fundamental en el desarrollo de las ciudades. Sus habitantes se benefician de los múltiples servicios que prestan y los planificadores deberán avanzar en la construcción de lineamientos que permitan un crecimiento poblacional organizado, donde las zonas verdes sean incluidas desde lo funcional y no como áreas sobrantes de los procesos constructivos, tratando de aumentar las zonas verdes públicas, pues deberá mantener una relación adecuada del Espacio Público Verde por Persona (EPVP) ya que los pronósticos de crecimiento demográfico

Los bosques urbanos juegan un papel fundamental en el desarrollo de las ciudades. Sus habitantes se benefician de los múltiples servicios que prestan y los planificadores deberán avanzar en la construcción de lineamientos que permitan un crecimiento poblacional organizado, donde las zonas verdes sean incluidas desde lo funcional y no como áreas sobrantes de los procesos constructivos, tratando de aumentar las zonas verdes públicas, pues deberá mantener una relación adecuada del Espacio Público Verde por Persona (EPVP) ya que los pronósticos de crecimiento demográfico en el Valle de Aburrá así lo requiera.



en el Valle de Aburrá así lo requiera.

Por esta razón, en el Jardín Botánico de Medellín nos encontramos trabajando, en compañía de diferentes aliados en el desarrollo de protocolos para la estimación de servicios ecosistémicos del bosque urbano como la estimación de la mitigación de la contaminación, se cuantifica la cantidad de material que se deposita en las hojas de algunas especies de árboles y arbustos y su capacidad de acumular carbono. Adicionalmente, buscamos la selección apropiada de las especies de árboles según sus tolerancias climáticas y el diseño de espacios apropiados para que los árboles puedan permanecer durante largos periodos de tiempo (donde alcanzan tamaños significativos) sin intervenir con la infraestructura de la ciudad. Para esto el Jardín Botánico de Medellín se ha encargado del mantenimiento de gran parte del bosque urbano. Este es un ecosistema nuevo dentro de los Bosques Andinos y es nuestra responsabilidad manejarlo y conservarlo para el beneficio de todos.

Finalmente, surgen ciertas recomendaciones acerca del mantenimiento y mejoramiento del bosque urbano en el Valle de Aburrá:

*Las especies de árboles usadas en áreas residenciales deben ser seleccionadas por su tamaño para evitar dificultades con la infraestructura.

*Las áreas verdes en zonas residenciales pueden estar acompañadas de arbustos y plantas de jardín que incrementen la calidad ambiental. Por ejemplo, siendo una barrera más efectiva para el material particulado en el aire.

*Los corredores viales y retiros de quebradas deben ser áreas de vegetación (e.g. árboles o arbustos) más densas, ya que son sitios poco frecuentados donde los árboles pueden tener tamaño grande sin generar dificultades.

*Las áreas de frecuencia peatonal como ciclovías, paraderos de bus o zonas de tránsito pueden tener mayor cobertura de árboles para disminuir los impactos del sol en los ciudadanos.

*El mantenimiento de las zonas verdes puede estar relacionada a procesos de compensación de las empresas para asegurar su calidad a largo plazo.

Referencias

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. [Internet]. (2017). Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Fecha de acceso: 23 de junio de 2017. Disponible en: <<http://www.metropol.gov.co>>.
- Ayelen M., Gamboa, S., Espósito, M., Díaz, M. y Merino, M. (2008). Estudio preliminar de una colonia de *Tadarida brasiliensis* (Molossidae, Chiroptera) en el Parque Ecológico Municipal de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Póster. Resúmenes XXIII Jornadas Argentinas de Mastozoología realizadas en Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
- Bolund, P., y Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological economics*, 29(2), p. 293-301.
- Cárdenas, M. (2013). La gestión de ecosistemas estratégicos proveedores de agua el caso de las cuencas que abastecen a Medellín y Bogotá en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente*, 16(1), p. 109 - 122. Disponible en: <<http://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/27774>>.



- Zorayda Restrepo, Sebastián González, Jorge Zea Camaño y Esteban Álvarez-Dávila (2016). Árboles grandes y antiguos: una mirada a los habitantes más antiguos de Medellín. *Naturaleza Urbana*.
- SMAM (Secretaría de Medio Ambiente de Medellín). (2015). Manual de silvicultura urbana para Medellín – Gestión, Planeación y manejo de la infraestructura verde. Medellín: Fondo Editorial Jardín Botánico de Medellín, p. 391.
- Sierra M. (2012). Ciudad y fauna urbana. Un estudio de caso orientado al reconocimiento de la relación hombre, fauna y hábitat urbano en Medellín. Medellín, Colombia.
- Solecki, W. D., Rosenzweig, C., Parshall, L., Pope, G., Clark, M., Cox, J., y Wiencke, M. (2005). Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 6(1), p. 39-49.
- Ulrichs, C., Welke, B., Muncha-Pelzer, T., Goswami, A., Mewis, I. (2008). Effect of Solid Particulate Matter Deposits on Vegetation – A Review. *Functional Plant Science and Biotechnology*. Global Science Books.
- Velez, N., Agudelo, L., Vazquez, D. (2000). Identificación, caracterización y valoración de los servicios ambientales prestados por ecosistemas localizados en el área de influencia del Valle de Aburrá. Corporación Autónoma del Centro de Antioquia. *Corantioquia*. Medellín, p. 117.
- Veléz, L. (2007). La conservación de la naturaleza urbana. Un nuevo reto en la gestión ambiental de las ciudades, para el siglo XXI. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, vol. 11, núm. 1, p. 20-27. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.