

Equidad espacial urbana: una aproximación desde el arbolado en corredores de movilidad en Bogotá-Colombia

Urban spatial equity: an approach from the trees in mobility corridors in Bogotá-Colombia

Jairo Solorza-Bejarano^{a, c}, Johan Andrés Avendaño-Arias^b

RESUMEN

El arbolado urbano es uno de los bienes públicos de importancia ambiental y paisajística de una ciudad. El análisis de la abundancia de árboles en el espacio público de corredores de movilidad priorizados en Bogotá D.C., permite una aproximación a establecer si se cumplen con criterios de equidad espacial. Se emplea el índice de abundancia mínima de árboles, propuesto para esta investigación. Los resultados sugieren que existe inequidad espacial en la presencia y abundancia de árboles, lo que puede estar relacionado con aspectos socioeconómicos de los diferentes sectores de la ciudad.

PALABRAS CLAVE: calidad ambiental; espacio público; árboles urbanos; planificación forestal urbana; índice abundancia mínima árboles.

ABSTRACT

The urban trees are one of the public goods of environmental and landscape importance of a city. The analysis of the abundance of trees in the public space of priority mobility corridors in Bogotá D.C., allows an approach to establish if the criteria of spatial equity are met. The minimum tree abundance index, proposed for this research, is used. The results suggest that there is spatial inequity in the presence and abundance of trees, which may be related to socioeconomic aspects of the different sectors of the city.

KEY WORDS: environmental quality, public space; urban trees; urban forest planning; minimum tree abundance index.

Introducción

Las ciudades han configurado redes de corredores de movilidad urbanos con fines de conexión local y regional a través de diferentes medios de transporte (Guevara, 2007; Gutiérrez, 2012; Proença, 2019), en un espacio público heterogéneo donde se han realizado a través del tiempo diversos procesos de intercambio de bienes y servicios (Bojórquez, 2014). En estos espacios, la cotidianidad de las personas ha ampliado sus experiencias con el entorno a partir de percepciones e imaginarios individuales y colectivos (Harvey, 1990), sumado a las relaciones de poder características de cada territorio, que han dado lugar a la conformación de un espacio social (Lefebvre, 1974), que incide en los procesos que en estos lugares se presentan (Agnew, 1993).

Los bienes públicos, su funcionalidad y distribución han incidido en la búsqueda de la justicia espacial (Campos-Vargas et al., 2015; Soja, 2016), a partir de procesos que incorporan criterios de búsqueda equitativa con base en instrumentos de planeación y gestión pública del sistema político-administrativo descentralizado del país (Massiris, 2012; Leal-Hernández, 2013). La configuración de los espacios públicos a lo largo de los corredores de movilidad se viene estructurando con un equipamiento urbano orientado al acceso y beneficio para los habitantes en la ciudad.

Dentro de este conjunto de componentes está representado el arbolado urbano en función de su utilidad ambiental, paisajística y elemento protector del espacio público, gestionado principalmente por

a Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Programa de Estudios de Posgrado en Geografía. Bogotá, Colombia. ORCID Solorza-Bejarano, J.: 0000-0003-0261-4711

b Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. ORCID Avendaño-Arias, J.A.: 0000-0002-7193-2070

c Autor de correspondencia: jairo.solorza@uptc.edu.co

la administración pública local-municipal, dentro de los procesos de renovación urbana (Tovar, 2007). Para la ciudad de Bogotá, se ha presentado reducción de los espacios verdes y cambios en la configuración del arbolado urbano (Tovar, 2019), que inciden en las afectaciones a los individuos vegetales que lo componen y la capacidad de adaptación a las condiciones urbanas (Moreno et al., 2018; Moreno-Barreto y Rubiano, 2020; Ramírez et al., 2020), lo cual requiere de una planificación con enfoque sostenible (Zarta, 2018; Noguera de Echeverri y Villota, 2020) que involucre la conectividad de la Estructura Ecológica Principal (Avellaneda y Narváez, 2019), transporte menos contaminante (Palomares et al., 2020) y mejora de la calidad del aire (Franco, 2012), entre otros.

La configuración del arbolado urbano de una ciudad presenta factores comunes y divergentes frente a su gestión en los entornos naturales y transformados, haciendo que en las áreas urbanas se deban tener en cuenta aspectos en cuanto a las características de la morfología y funcionalidad urbana, los entornos, impactos e implicaciones sociales y los aspectos paisajísticos, ecológicos y ambientales. En la ciudad de Bogotá, se han desarrollado programas de arborización urbana, los cuales cuentan con regulaciones normativas para su gestión y desarrollo, principalmente las establecidas en el Decreto 531 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010) y el Decreto 383 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018), acompañados del Manual de Silvicultura Urbana (Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, 2011), los Planes Locales de Arborización Urbana y el recientemente adoptado Plan Distrital de Silvicultura Urbana, Zonas Verdes y Jardinería para Bogotá D.C. 2019-2030 (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020), dentro de un marco de ordenamiento territorial (Decreto 190, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004). Estas gestiones han dejado como resultado que el 33,6% de los árboles en el espacio público de uso público se encuentre localizados en las áreas del sistema de circulación urbana (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019), donde se incluyen los corredores de movilidad.

La gestión del arbolado urbano se hace bajo criterios técnicos y responsabilidades institucionales, que deben involucrar la participación ciudadana y deberán estar acorde con las proyecciones de desarrollo

de la ciudad. La priorización de las especies que hacen parte del arbolado urbano teniendo en cuenta su composición, abundancia, estructura y función, es determinante para el alcance de los propósitos paisajísticos y ecológicos, en cuanto a la sustentabilidad ambiental, calidad de vida y bienestar social. Desde cada uno o en el conjunto de los aspectos previamente señalados, se puede hacer una aproximación a las relaciones de justicia espacial urbana, basados en una distribución equitativa, es decir, teniendo en cuenta las necesidades que los diferentes espacios territoriales requieren en cuanto al acceso y beneficio de la presencia y las características del arbolado urbano.

Los corredores intraurbanos al ser uno de los componentes principales de la dinámica de la ciudad y el arbolado como elemento estructurante de las coberturas vegetales urbanas, permiten una aproximación al reconocimiento de relaciones de equidad o inequidad espacial de los bienes públicos y los beneficios directos o indirectos derivados de ellos. La abundancia del arbolado urbano presente en estos escenarios urbanos permite hacer una aproximación inicial al análisis de la equidad espacial desde una mirada a la potencialidad de establecimiento que puede tener el espacio público para los individuos arbóreos a lo largo de la ciudad y la posibilidad de acceso de los habitantes a su funcionalidad y beneficios. Con esta base de análisis se aporta información que permitirá en futuros estudios hacer la correlación entre la potencialidad de establecimiento de árboles, con la composición, la estructura y la función de los mismos, siempre teniendo en cuenta las particularidades de los escenarios territoriales y su aplicación pertinente desde cada uno de los sectores de la gestión pública en la ciudad.

El presente artículo busca establecer una aproximación a las relaciones de equidad espacial basado en la potencialidad que tiene el espacio público para el establecimiento de árboles y la abundancia presente de estos individuos vegetales en el año 2018, a lo largo de los corredores de movilidad intraurbanos priorizados en la ciudad de Bogotá D.C. Con este propósito se propone la aplicación del Índice de Abundancia Mínima de Árboles – IAMA, como herramienta metodológica para el análisis. En este estudio no se incluyeron variables de importancia

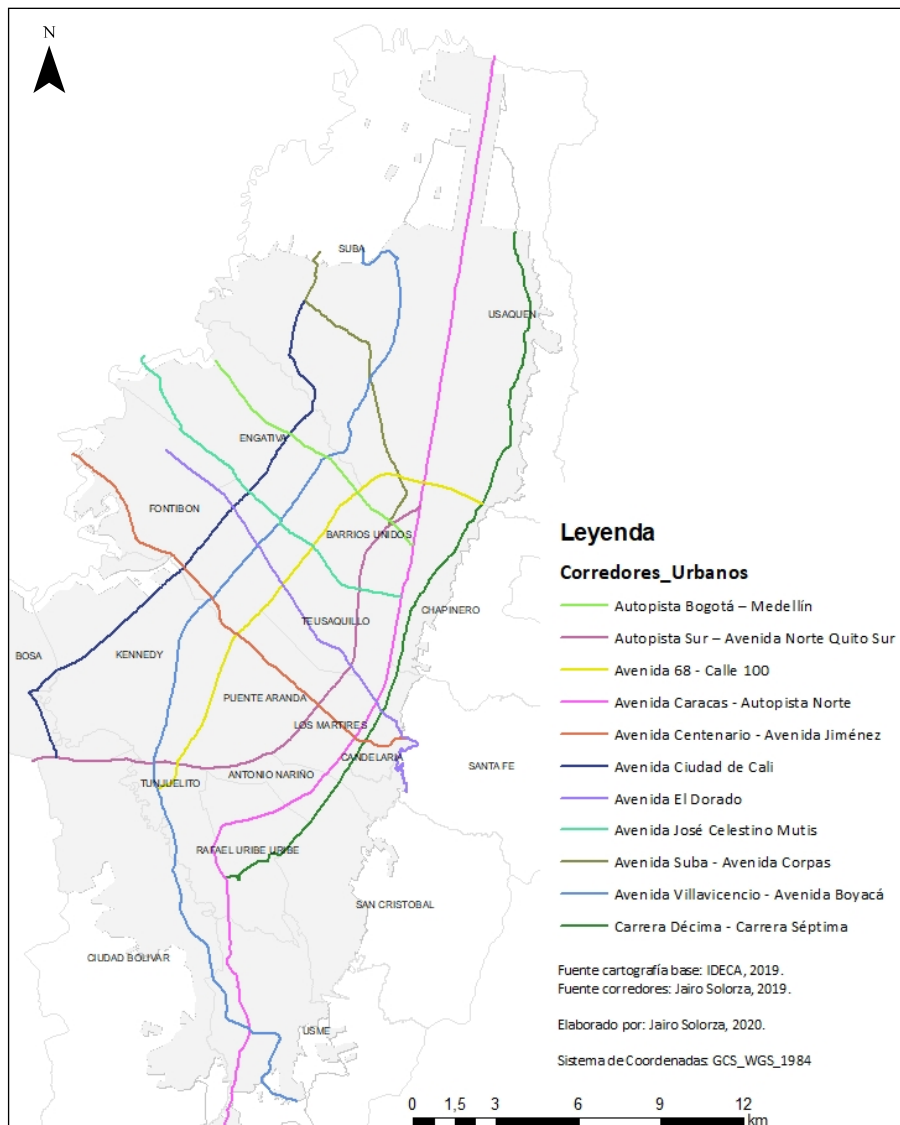


Figura 1. Corredores de movilidad intraurbanos priorizados en la ciudad de Bogotá. Fuente: elaboración propia

ecológica tales como la composición, estructura y función del arbolado urbano, dada la complejidad y abordaje más profundo que requiere la información para ser incluida como parte del índice propuesto, lo cual se sugiere pueda ser parte de una investigación posterior. Para ello, se ha constituido una reflexión en cuatro partes: metodología, resultados, discusión y conclusiones, todo ello apoyado en los datos, la aplicación del índice propuesto y las cartografías.

Metodología

Se priorizaron once corredores de movilidad intraurbanos, que hacen parte de la red vial arterial,

con presencia en 19 de las 20 localidades¹ de la ciudad de Bogotá, capital de Colombia (Figura 1). Se aplicó el Índice de Abundancia Mínima de Árboles – IAMA, bajo tres modelos de siembra y se analizan las relaciones espaciales entre la abundancia mínima de árboles en los corredores con las características de valor de referencia del m² del suelo,

1 Según las normas urbanísticas de Colombia, una localidad se entiende como un área geográfica con características predominantemente homogéneas en su relación espacio-funcional, lo que permite ser entendida como una unidad político-administrativa de gestión pública para ciudades y municipios con condiciones de Distritos.

estrato socioeconómico² y concentración de partículas PM₁₀. A continuación se explica cada momento, así como las conceptualizaciones propias del análisis.

Abundancia de árboles

Se estableció el número de árboles de acuerdo con los registros presentes en el Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano -SIGAU, para el año 2018 (Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, 2019), en tramos de 1000 metros, compuestos por segmentos compuestos de andenes y separadores viales donde se habilita espacios de emplazamiento para los árboles. En los andenes se registró la abundancia de árboles a una distancia perpendicular de la calzada de 20 metros.

Índice de Abundancia Mínima de Árboles - IAMA

Es un índice de elaboración propia, el cual establece la relación entre la abundancia presente y la abundancia potencial de árboles en un tramo o segmento determinado, de acuerdo con características de la longitud de los andenes o los separadores viales y las distancias de siembra. El índice de abundancia mínima de árboles (IAMA) se calcula con la ecuación (1):

$$IAMA = \frac{Ara}{Apa_1 + Apa_2 + \dots + Apa_n} \quad (1)$$

donde, *Ara* es la abundancia real de árboles por segmento o tramo, *Apa* es la abundancia potencial de árboles en andén o separador vial, y estimado a través de $Apa = \frac{Dp}{Dsa}$, donde *Dsa* es la distancia de

2 En 1994, en el marco de las reformas traídas por la nueva Constitución Política de 1991, se promulga la Ley 142 del 11 de julio, que regula el Régimen de servicios públicos domiciliarios. Allí, en su capítulo IV (arts. 101 a 104), se estima que todos los municipios de país deben estratificar las viviendas ubicadas en el suelo urbano en seis niveles. Esta clasificación se basa exclusivamente en las características de las viviendas y su contexto urbanístico. La finalidad, que no era una iniciativa nueva, pues desde los años 80's se venía haciendo ya en Colombia, era la de tener mecanismos de facturación diferencial de los servicios públicos, buscando que quienes tuvieran más recursos económicos, expresados estos en el aspecto físico de su vivienda (Estratos 4, 5 y 6), subsidiaran los servicios públicos de quienes no tenían el dinero suficiente (Estratos 1, 2 y 3).

siembra entre árboles y *Dp* la distancia lineal disponible para plantar en el subsegmento. Ahora $Dp = La - Lex$, donde, *La* es la longitud lineal del andén o del separador vial y *Lex* la longitud lineal del andén o del separador vial excluida de plantación.

Para la aplicación del índice de abundancia mínima de árboles en los once corredores de movilidad se tuvieron en cuenta los parámetros generalizados de la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros generalizados para la aplicación del IAMA

Parámetro	Valor
Tipo plantación	Alineación
Longitud lineal del andén o del separador vial	90 m
Longitud del ancho de la calzada	10 m
Longitud del andén o separador vial	100 m
Número mínimo de andenes o separadores viales por tramo	10
Longitud lineal del andén o del separador vial excluida de plantación	20 m
Distancia lineal disponible para plantar en el andén o separador vial	70 m
Distancia lineal disponible para plantar en el tramo	700 m
Distancias de siembra entre árboles	14 m, 10 m y 7 m

Fuente: elaboración propia.

Con los parámetros generalizados, el IAMA se calcula de acuerdo con la ecuación (2):

$$IAMA = \frac{Ara}{Apa \times Ns} \quad (2)$$

donde, *Ns* es el número de segmentos por tramo del corredor y se establecen de acuerdo al número de carriles que tienen las calzadas en el tramo del corredor (Tabla 2).

Tabla 2. Número de segmentos por tramo del corredor de movilidad

Número de carriles	Número de segmentos
1 - 7	2
8 - 11	3
12 - 16	5

El cálculo de la abundancia potencial de árboles - *Apa* por segmento de acuerdo a las tres distancias de siembra - *Dsa* del modelo se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Abundancia potencial de árboles por segmento de acuerdo con la distancia mínima de siembra

Dsa (m)	Apa (árboles)
7	100
10	70
14	50

Los valores del índice de abundancia mínima de árboles – IAMA, muestran la relación del estado entre la abundancia real y la abundancia mínima de árboles (potencial) bajo diferentes modelos de distancias de siembra, en un tramo de un corredor lineal y se interpretan de acuerdo con la información de la Figura 2.

Como referencia para el análisis, se tiene en cuenta: la localidad, el estrato socioeconómico, la concentración anual PM₁₀ y el valor de referencia por metro cuadrado (m²) del suelo por manzana, este último para el año 2019 (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de referencia (VR) del m² de suelo por manzana*. Los rangos de precios de moneda corriente en pesos colombianos (COP) y el dólar estadounidense (USD) con conversión a 31 de diciembre de 2019 (1 USD = 3.277,14 COP)

Rango	COP	USD
VR1	≤ \$ 200.000	≤ \$ 61,03
VR2	\$200.001 - \$500.000	\$61,03 - \$152,57
VR3	\$500.001 - \$1.000.000	\$152,57- \$305,14
VR4	\$1.000.001 - \$1.500.000	\$305,14 - \$457,72
VR5	\$1.500.0001 - \$2.000.000	\$457,72 - \$610,29
VR6	\$2.000.001 - \$3.000.000	\$610,29 - \$915,43
VR7	\$3.000.001 - \$4.000.000	\$915,43 - \$1.220,58
VR8	> \$4.000.000	> \$1.220,58

*Fuente: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (2019)

Resultados

La abundancia de árboles - fuente SIGAU - 2018 (Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, 2019), mostró una heterogeneidad a lo largo de los corredores de movilidad, con tramos que presentaban menos de 50 árboles/km hasta tramos con más de 2.400 árboles/km (Figura 3). Los corredores intraurbanos que registraron mayor abundancia de árboles son: Avenida Caracas–Autopista Norte y Avenida Villavicencio–Avenida Boyacá. Las abundancias más bajas se registran en los corredores: Avenida Centenario–Avenida Jiménez, Avenida José Celestino Mutis y Avenida Suba–Avenida Corpas.

Las categorías de abundancia definidas a partir de la aplicación del IAMA, mostraron como en tramos de la ciudad se presentó baja frecuencia de individuos arbóreos. En contraste, otras áreas de la ciudad tenían alta abundancia de árboles, situación que debería estar replicada a lo largo de todos los corredores de movilidad en el marco de un modelo orientado a la equidad espacial y la sustentabilidad ambiental (Figura 4).

Las localidades de San Cristóbal, Los Mártires, Antonio Nariño, Puente Aranda y Rafael Uribe Uribe tenían escasa presencia de árboles, lo que sugiere la necesidad de desarrollo de procesos de gestión para la adecuación del espacio público e incorporación del arbolado urbano. Por el contrario, las localidades de Usaquén, Bosa, Suba y Ciudad Bolívar, presentaron a lo largo de los tramos de corredor un número significativo de árboles, principalmente asociado a las áreas de la Estructura Ecológica Principal o en los segmentos de corredor con un espacio público amplio y adecuado para la incorporación de

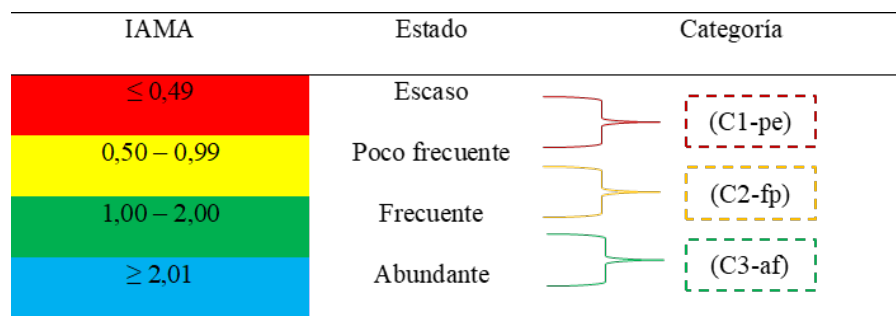


Figura 2. Interpretación cualitativa del IAMA. Fuente: elaboración propia

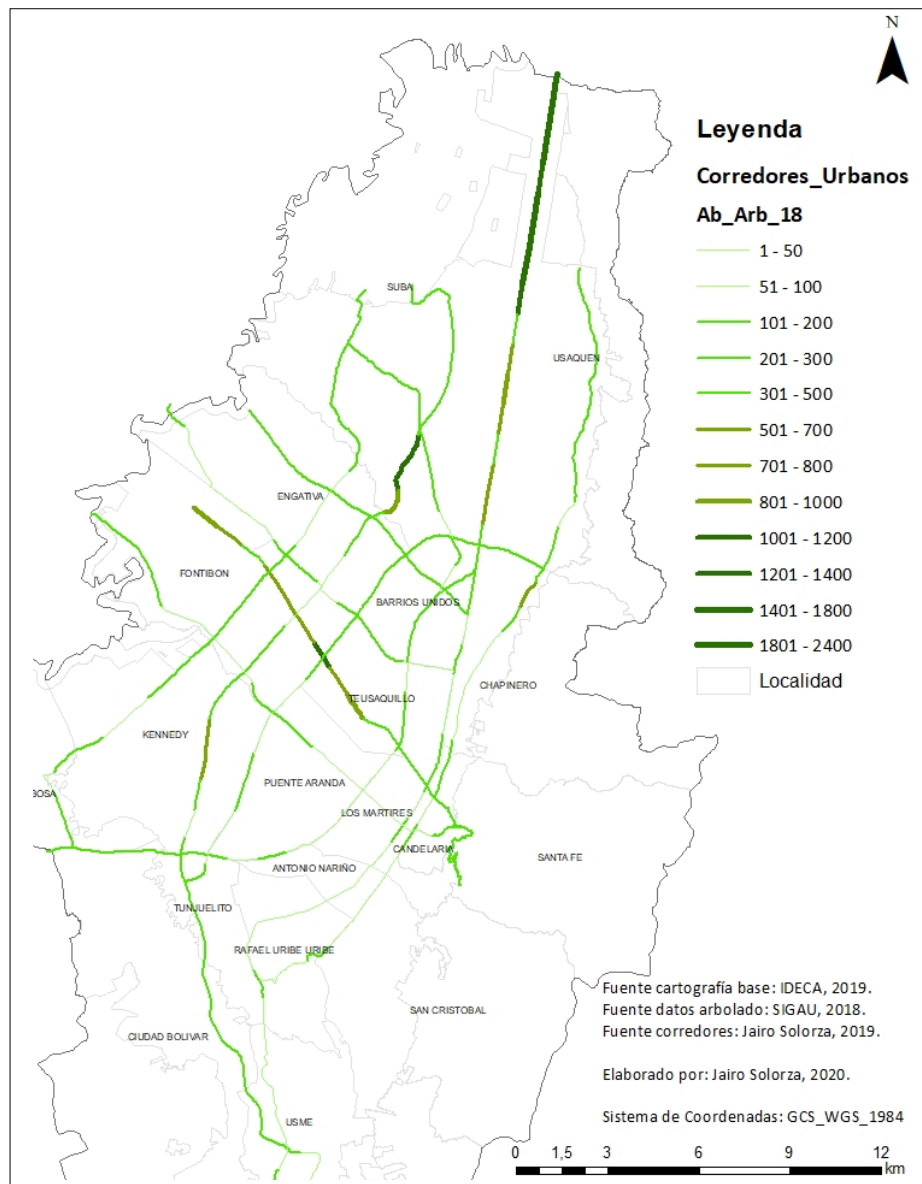


Figura 3. Abundancia de árboles para el año 2018 en los 11 corredores intraurbanos priorizados de la ciudad de Bogotá, DC. Fuente: elaboración propia

individuos vegetales en sus franjas ambientales de los andenes y separadores viales. En un estado intermedio de abundancia de árboles, se encuentran los tramos en las localidades de Chapinero, Usme, Tunjuelito y Barrios Unidos, situación dada por la heterogeneidad en la estructura de los corredores de movilidad (en cuanto a la amplitud, número de segmentos y espacios disponibles para el emplazamiento del arbolado urbano), razón por la cual, en estos escenarios es pertinente la gestión, mantenimiento y fortalecimiento de los componentes ambientales (Figura 4 y Tabla 5).

A nivel del estrato socioeconómico, los tramos de corredor con la más baja abundancia de árboles se registraron en las zonas de influencia con predios clasificados en el estrato 2 y el estrato 3, mientras que, los tramos con la mayor abundancia de árboles estaban en áreas de influencia de los estratos 5 y 6, lo que indica una asociación que se da entre la cantidad de árboles presentes en el espacio público y el estrato socioeconómico de los predios circundantes. Para el estrato 1, se registraron pocos tramos para la más bajas y las más altas abundancias, concentrándose su número en tramos con abundancia en frecuencias

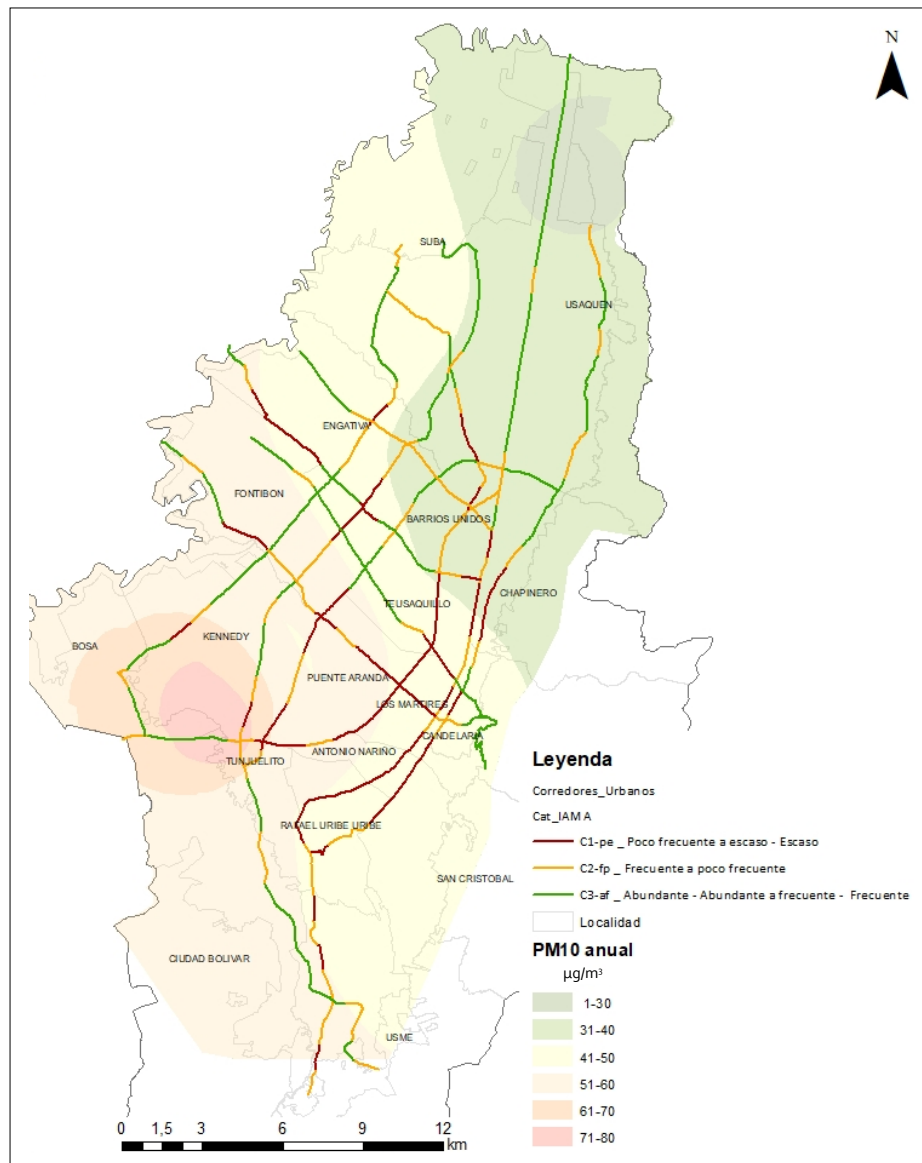


Figura 4. Categorías cualitativas de abundancia IAMA con parámetros generalizados, bajo tres modelos de distancia de siembra de 14, 10 y 7 metros. Fuente: elaboración propia. Fuente cartográfica base: IDECA, 2019. Fuente datos arbolado: SIGAU, 2018. Fuente corredores: Jairo Solorza, 2019. Elaborado por Jairo Solorza, 2020. Sistema de coordenadas: GCS_WGS_1984

intermedias y principalmente relacionados a zonas con presencia de áreas de la Estructura Ecológica Principal (Tabla 5).

En cuanto al valor de referencia del suelo por manzana, los tramos con predios valorados en los rangos VR-4, VR-5 y VR-6, tuvieron escasa presencia de árboles, mientras que, los tramos con predios en los rangos de valores más altos VR-7 y VR-8, presentaron la mayor proporción de tramos con alta abundancia de árboles a lo largo de los corredores de movilidad. En los predios que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal, principalmente

valorados en los rangos de valores más bajos, se encuentra alta abundancia de árboles, tal como se ha señalado previamente (Tabla 5).

Finalmente, las concentraciones PM₁₀, de acuerdo con el estándar internacional europeo³ (Parlamento Europeo, 2008) no son permisibles para ningún tramo de los corredores de movilidad. Teniendo en cuenta la normativa nacional⁴, los niveles de permisibilidad se encontraron relacionados con los tramos

3 Máximo 28 µg/m³ promedio anual

4 Máximo 50 µg/m³ promedio anual

Tabla 5. Porcentaje de tramos de los corredores de movilidad por categorías cualitativas de abundancia, de acuerdo con el análisis por localidad, estrato socioeconómico, valor de referencia del suelo por manzana y concentración PM₁₀

Variables	Porcentaje (%) de tramos por categoría IAMA		
	C1-pe	C2-fp	C3-af
1. Usaquén	0,0	26,7	73,3
2. Chapinero	31,6	36,8	31,6
3. Santa Fe	26,3	31,6	42,1
4. San Cristóbal	80,0	20,0	0,0
5. Usme	17,6	52,9	29,4
6. Tunjuelito	33,3	46,7	20,0
7. Bosa	0,0	28,6	71,4
8. Kennedy	32,0	36,0	32,0
9. Fontibón	29,0	22,6	48,4
10. Engativá	22,0	34,1	43,9
11. Suba	4,5	22,7	72,7
12. Barrios Unidos	15,4	57,7	26,9
13. Teusaquillo	41,7	20,8	37,5
14. Los Mártires	78,6	14,3	7,1
15. Antonio Nariño	87,5	12,5	0,0
16. Puente Aranda	80,0	20,0	0,0
17. Candelaria	16,7	33,3	50,0
18. Rafael Uribe Uribe	66,7	33,3	0,0
19. Ciudad Bolívar	0,0	33,3	66,7
E-1*	8,3	58,3	33,3
E-2	27,5	36,3	36,3
E-3	33,1	36,6	30,3
E-4	24,1	36,7	39,2
E-5	10,3	23,1	66,7
E-6	0,0	33,3	66,7
VR-1*	8,9	39,3	51,8
VR-2	2,5	55,0	42,5
VR-3	21,5	36,3	42,2
VR-4	30,2	30,2	39,5
VR-5	38,9	28,7	32,4
VR-6	30,3	28,9	40,8
VR-7	25,0	30,9	44,1
VR-8	13,5	29,7	56,8
Concentración PM ₁₀			
≤28 µg/m ³ promedio anual	0,0	0,0	0,0
≤50 µg/m ³ promedio anual (Permisible)	22,8	29,0	48,1
>50 µg/m ³ promedio anual (No permisible)	25,3	36,7	38,0

*Incluye predios de la Estructura Ecológica Principal.

Las celdas en color verde señalan condiciones favorables y las celdas en color rojo señalan condiciones desfavorables en cuanto al porcentaje de tramos de corredor por categoría IAMA en relación con las localidades, estrato socioeconómico, valor de referencia del suelo por manzana y concentración PM₁₀.

donde las frecuencias de árboles son mayores. En los tramos de los corredores con menor frecuencia de árboles es más probable que no se alcanzaran los niveles permisibles de concentración de material particulado, el cual es nocivo para la salud humana (Tabla 5).

Discusión

El arbolado urbano de Bogotá, DC, como elemento estructurante del espacio público (Neira, 2018), tiene una representación que es heterogénea y diferencial a lo largo de los corredores de movilidad de la ciudad, patrón que se presenta en otras ciudades (Vilela, 2004; Castillo y Pastrana, 2015), con altas abundancias en lugares con presencia de áreas verdes y destinadas a la conservación y protección ambiental, así como, amplios espacios en andenes y separadores viales con franjas ambientales habilitadas para el emplazamiento de árboles. En otros sectores de los corredores de movilidad la presencia de árboles es escasa, donde se evidencia la presencia de industria y urbanización con franjas ambientales poco utilizadas o ausentes, siendo limitada la posibilidad de emplazamiento de árboles en estas áreas de espacio público.

Al relacionar variables de tipo socioeconómico, ambiental y su relación con los tramos en unidades político-administrativas, la gestión del arbolado urbano tiene un impacto diferencial en términos de su presencia y la potencialidad de beneficios que este tiene para la población y su funcionalidad en el ámbito ambiental, social y económico (Cabrera et al., 2020; Romero, 2020). Es así como, la abundancia de árboles en la ciudad muestra una relación inequitativa en su distribución, que se suma con la relación de las variables de valor del uso del suelo y estrato socioeconómico de los predios que se encuentran en el área de influencia, que sugiere como históricamente se ha privilegiado la estructuración y presencia de coberturas verdes y una red de conectividad estructural de arbolado urbano en sectores donde la capacidad adquisitiva de los habitantes está por encima del promedio de la ciudad (Irrarrázaval, 2012).

Los corredores de movilidad intraurbanos como ejes para el desplazamiento de los habitantes en la ciudad, deben estructurarse para atender

las necesidades y requerimientos de los habitantes (González y Solorza, 2016), con una configuración de espacios que brinden la posibilidad de acceso equitativo a los bienes y servicios públicos. El arbolado urbano, incorporado principalmente por la gestión pública (Tovar, 2016; Molina-Prieto y Acosta-Hernández, 2018), se constituye en unos de los elementos urbanos más relevantes en su función ambiental (Vélez y Herrera, 2015; Rubiano, 2019), el mejoramiento de la calidad paisajística (Neira, 2018) y su incidencia en la memoria e identidad cultural del paisaje (Reyes y Gutiérrez, 2010).

Por tanto, la inequidad en la distribución del arbolado urbano relacionado con su presencia y abundancia a lo largo de los corredores de movilidad, sugiere la necesidad de fortalecer los procesos de gestión en los ámbitos de la planificación, ejecución y seguimiento (Herrmann, 2016; Velázquez-Mar y Salazar-Solano, 2019), con el fin de cerrar las brechas que se presentan en la ciudad en cuanto al acceso y beneficio ambiental, social y económico. En tal sentido, es necesario contemplar los criterios técnicos que brindan las herramientas de gestión existentes para el establecimiento del arbolado y la potencialidad que brinda el espacio público urbano para este propósito (Castillo y Ferro, 2015), el cual debe estar orientado a garantizar su acceso democrático y colectivo (Saavedra-Romero et al., 2019), aproximándose a criterios de justicia espacial.

Los retos para una inclusión justa y equitativa del arbolado en Bogotá, DC, debe contemplar la gestión pública y privada con participación ciudadana, con equipos técnicos especializados (Galves, 2020), que permita el cambio progresivo de la estructura urbana, con un desarrollo formal, acompañado de los instrumentos normativos, técnicos y de gestión del espacio público (Caquimbo et al., 2017), para el mejoramiento de su infraestructura y dotación en diversos sectores de la ciudad (Camargo y Hurtado, 2013; Díaz y Marroquín, 2016), teniendo en cuenta su dinámica de expansión y crecimiento continuo. Por tanto, la renovación urbana debe incluir la adecuación de los espacios públicos, habilitación de franjas ambientales de acuerdo con los establecido para el ordenamiento territorial vigente y la suma de elementos ambientales con un arbolado urbano que aporte significativamente en la consolidación

de los equipamientos de beneficio colectivo de los habitantes.

Los esfuerzos de la ciudadanía con su organización, veeduría y defensa del arbolado urbano, sumado a la inversión de recursos y gestiones de las entidades públicas han dado como resultado el incremento en la abundancia de árboles para la ciudad. De acuerdo con el indicador de Número de Árboles Sembrados y Establecidos en el Espacio Público – NAPESP, entre el año 2019 y el primer semestre de 2020, la ciudad incrementó en 19.173 individuos vegetales (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020). Sin embargo, los esfuerzos derivados de la gestión pública no deben estar orientados exclusivamente al incremento de la abundancia de estos individuos vegetales, es necesario que se continúe con la incorporación de los aspectos relacionados con el tipo de especies priorizadas, su origen, diversidad genética, conectividad ecológica, interacciones bióticas, estructura y funcionalidad de los árboles. La adaptación y respuesta del arbolado urbano frente a las difíciles condiciones que les ofrece la dinámica y transformación de los espacios urbanos, es un componente determinante en la calidad paisajística, ecológica y de salud ambiental en la ciudad.

Actualmente, la ciudad afronta retos en sus procesos de renovación urbana relacionados con la actualización de su Plan de Ordenamiento Territorial, la construcción de vivienda y los proyectos de movilidad, especialmente los asociados con el transporte público masivo, que inciden en cambios en la cobertura vegetal urbana, principalmente en la supervivencia de árboles presentes en áreas que han sido priorizadas para la ejecución de los proyectos. Es aquí donde estos procesos de transformación urbana deben estar en consonancia con un modelo de ciudad que apueste a la sustentabilidad ambiental permitiendo la adaptación y desarrollo regional y local, basados en criterios técnicos y científicos, teniendo en cuenta las necesidades sociales, minimizando los impactos negativos y potenciando las oportunidades que fortalezcan una estructura ecológica a la altura de los desafíos que se vienen imponiendo, acompañados de la gestión e inversión pública en sectores vulnerables, orientada a reducir las brechas relacionadas con los fenómenos de inequidad.

En este contexto y dentro del abordaje espacial, ecológico y ambiental, el Índice de Abundancia Mínima de Árboles – IAMA, propuesto para esta investigación, puede ser complementado con variables asociadas a la composición, estructura y función de las especies, así como, a las características y configuración del espacio público, incorporando más elementos de análisis que permita la correlación e integración del conocimiento que se ha venido construyendo a partir de la investigación, la ciencia ciudadana y los saberes locales. La complejidad de la ciudad en su dimensión ambiental impone el reto de integración colectiva del conocimiento y atención institucional del mismo, que incida en una gestión ambiental urbana dentro de un marco de sustentabilidad y orientada al cierre de brechas relacionadas con los fenómenos de inequidad.

Conclusiones

La inequidad espacial relacionada con la presencia y abundancia de árboles a lo largo de los corredores de movilidad intraurbanos, se evidencia para diferentes sectores de la ciudad y sugiere una relación con la capacidad adquisitiva y de recursos de los habitantes de las áreas de influencia. Este fenómeno incide en las posibilidades de los habitantes de la ciudad para tener un acceso equitativo a los bienes públicos y los beneficios de la presencia del arbolado urbano, razón por la cual, se hace necesario una gestión pública orientada al cierre de las brechas de inequidad, que se apoye en el impulso y gestión de recursos para la renovación urbana de los sectores más vulnerables, contando con la participación ciudadana y de equipos técnicos especializados en el marco de sus proyectos.

La renovación urbana y la actualización normativa del ordenamiento territorial de la ciudad, sumado a los criterios técnicos y herramientas de gestión orientadas a la sustentabilidad ambiental, es una oportunidad para las instituciones públicas y la ciudadanía de impulsar el desarrollo de los proyectos de ciudad en las zonas donde se identifican factores de vulnerabilidad de la población. El espacio público en toda la ciudad debe ser objeto de un progresivo cambio que lo adapte para albergar un sistema de coberturas vegetales soportado en un arbolado urbano

priorizado con criterios integrales, que incluyan además de su abundancia, la composición, estructura y función de las especies, en pro de un impacto positivo en las condiciones paisajísticas, ecológicas y de salud ambiental, que repercuten en el bienestar y calidad de vida de todos los habitantes y desarrollo de Bogotá D.C.

La propuesta del IAMA es un aporte que busca dar una mirada a un fenómeno de injusticia espacial desde un enfoque ambiental, por tanto, es pertinente en futuros esfuerzos de investigación adelantar procesos a diferentes escalas y aplicarlo en diversos escenarios de las áreas urbanas, así como, complementar el análisis con criterios geográficos, ambientales, sociales y económicos, que permitan ampliar el contexto e información pertinente que contribuya al mejoramiento de la gestión ambiental urbana.

Referencias

- Agnew, J., 1993. Representing space: space, scale and culture in social science. En: Duncan, S., Ley, D. (Eds), *Place/culture/representation*. Routledge, Londres. pp. 251-271.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004. Decreto 190, por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003. RD 3.122. Bogotá, DC.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010. Decreto 531, por el cual se reglamenta la silvicultura urbana, zonas verdes y la jardinería en Bogotá y se definen las responsabilidades de las Entidades Distritales en relación con el tema y se dictan otras disposiciones. RD 4.566. Bogotá, DC.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018. Decreto 383, por medio del cual se modifica y adiciona el Decreto Distrital 531 de 2010, y se toman otras determinaciones. RD 6.351. Bogotá, DC.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019. Plan Distrital de Silvicultura Urbana, Zonas Verdes y Jardinería para Bogotá D.C. 2019-2030. Bogotá, DC.
- Avellaneda Cusarí, A., Narváez Jiménez, I., 2019. Transformación del ambiente en bordes urbanos, Bogotá DC. *Biocetnia* 21(2), 11-18. DOI: 10.18633/biocetnia.v21i2.901
- Bojórquez Luque, J., 2014. Evolución y planeación urbana en la ciudad turística de Cabo San Lucas, Baja California Sur (México). *Pasos* 12(2), 341-356. DOI: 10.25145/j.pasos.2014.12.024
- Cabrera Verdesoto, C., Ponce Macías, C., Cantos Cevallos, C., Morán Morán, J., Cabrera Verdesoto, R., 2020. Áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Jipijapa. *Cienc. Tecnol.* 13(2), 47-53. DOI: 10.18779/cyt.v13i2.392
- Camargo Sierra, A., Hurtado Tarazona, A., 2013. Urbanización informal en Bogotá: agentes y lógicas de producción del espacio urbano. *Rev. INVI* 28(78), 77-107. DOI: 10.4067/S0718-83582013000200003
- Campos-Vargas, M., Toscana-Aparicio, A., Campos Alanís, J., 2015. Riesgos socioeconómicos: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial. *Cuad. Geogr. Rev. Colomb. Geogr.* 24(2), 53-69. DOI: 10.15446/rcdg.v24n2.50207
- Caquimbo Salazar, S., Ceballos Ramos, O., López Pérez, C., 2017. Espacio público, periferia urbana y derecho a la ciudad. *Intervención Parque Caracolí, Ciudad Bolívar. Rev. INVI* 32(89), 113-143. DOI: 10.4067/S0718-83582017000100113
- Castillo Rodríguez, L., Ferro Cisneros, S., 2015. La problemática del diseño con árboles en vías urbanas: "verde con pespunte negro". *Arquitectura y Urbanismo* 36(1), 6-24.
- Castillo Rodríguez, L., Pastrana Falcón, J., 2015. Diagnóstico del arbolado viario de El Vedado: composición, distribución y conflictos con el espacio construido. *Arquitectura y Urbanismo* 36(2), 93-118.
- Díaz Osorio, M., Marroquín Moyano, J., 2016. Las relaciones entre la movilidad y el espacio público. *Transmilenio en Bogotá. Rev. Arquít.* 18(1), 126-139. DOI: 10.14718/RevArq.2016.18.1.11
- Franco R., J., 2012. Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá. *Rev. Esc. Adm. Neg.* 72, 193-204.
- Galves Nieto, A., 2020. Los árboles urbanos en la habitabilidad de los espacios públicos vecinales: una mirada sostenible. *Paideia XXI* 10(1), 11-31.
- González Pinto, A., Solorza Bejarano, J., 2016. El sistema de ciudades en la Región Administrativa y de Planeación Especial, región Central (RAPE-RC). *Rev. Ciudades Estados Política* 3(3), 23-34.
- Guevara Martínez, J., 2007. Metodología de investigación para la caracterización de corredores urbanos. *Psicol. Am. Lat.* 10.
- Gutiérrez, A., 2012. ¿Qué es la movilidad? Elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte. *Bitacora Urbano Territorial* 21(2), 61-74.
- Harvey, D., 1990. Between space and time: Reflections on the geographical imagination. *Ann. Assoc. Am. Geogr.* 80(3), 418-434. DOI: 10.1111/j.1467-8306.1990.tb00305.x
- Herrmann Lunecke, M., 2016. Instrumentos de planificación y diseño urbano para promover al peatón en las ciudades chilenas. Un estudio comparado entre Chile y Alemania. *Urbano* 19(34), 48-57. DOI: 10.22320/07183607.2016.19.34.5

- Irarrázaval Irarrázaval, F., 2012. El imaginario “verde” y el verde urbano como instrumento de consumo inmobiliario: configurando las condiciones ambientales del área metropolitana de Santiago. *Rev. INVI* 27(75), 73-103. DOI: 10.4067/S0718-83582012000200003
- Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, 2011. Manual de silvicultura urbana para Bogotá. Bogotá, DC.
- Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, 2019. SIGAU - Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano. *Database*, disponible en: <https://www.jbb.gov.co/index.php/productos-y-servicios/sigau>; consultado: febrero de 2019.
- Leal-Hernández, A., 2013. La división del Distrito Capital en localidades: ¿modelo político-administrativo de descentralización o desconcentración? *Criterio Libre Jurídico* (20), 63-72.
- Lefebvre, H., 1974. L'espace social. En: Lefebvre, H. (Ed.) *La production de l'espace*. Anthropos, Paris. pp. 83-195.
- Massiris Cabeza, Á., 2012. Políticas latinoamericanas de ordenamiento territorial. Realidad y desafíos. En: Massiris Cabeza, Á., Espinoza Rico, M., Ramírez Castañeda, T., Rincón Avellaneda, P., Sanabria Artunduaga, T. (Eds.), *Procesos de ordenamiento en América Latina y Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, DC.
- Molina-Prieto, L., Acosta-Hernández, C., 2018. Orígenes y evolución de las arborizaciones urbanas en América Latina con énfasis en Bogotá y Medellín. *Formas urbanas colonial, republicana y protomoderna. Gest. Ambient.* 21(2), 276-290. DOI: 10.15446/ga.v21n2.74906
- Moreno-Barreto, E., Rubiano, K., 2020. Efecto del método de emplazamiento en la respuesta funcional de seis especies arbóreas de Bogotá. *Colomb. For.* 23(2), 5-19. DOI: 10.14483/2256201X.15811
- Moreno Echeverry, D., Useche Rodríguez, D., Balaguera López, H., 2018. Respuesta fisiológica de especies arbóreas al anegamiento. Nuevo conocimiento sobre especies de interés en el arbolado urbano de Bogotá. *Colomb. For.* 22(1), 51-67. DOI: 10.14483/2256201X.13453
- Neira Sarmiento, J., 2018. Importancia del arbolado en el diseño del contexto arquitectónico. *Arquiteturax Visión FUA* 1(1), 177-185. DOI: 10.29097/26191709.208
- Noguera de Echeverri, A., Villota Martínez, D., 2020. La sustentabilidad como vía alterna al desarrollo en Latinoamérica. Potencias y debilidades. Comprensión desde el pensamiento ambiental estético-complejo. *Gest. Ambient.* 23(1). DOI: 10.15446/ga.v23n1.77632
- Palomares Rojas, R., Hidalgo Madrid, A., Rueda Nieto, J., 2020. Percepción actual del uso de medios de transporte eléctricos como herramientas amigables con el medio ambiente en la Sabana de Bogotá. Trabajo de grado. Universidad EAN, Bogotá, DC.
- Proença, A., 2019. Vetores urbano-regionais no estado de São Paulo: o caso do Corredor Urbano Campinas-Sorocaba. Campinas. Tesis de maestría. Pontificia Universidade Católica de Campinas, Campinas, Brasil.
- Ramírez Sánchez, A., Hurtado Vasquez, C., Triana Gómez, M., 2020. Patrones de incidencia del deterioro del arbolado urbano de Bogotá. *Ingenierías USBMed* 11(2), 13-26. DOI: <https://doi.org/10.21500/20275846.4344>
- Reyes Avilés, I., Gutiérrez Chaparro, J., 2010. Los servicios ambientales de la arborización urbana: retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Toluca. *Quivera* 12(1), 96-102.
- Romero Martínez, Á., 2020. La movilidad no motorizada y su relación con las bondades del arbolado urbano. Análisis urbano para la ciudad de León, Guanajuato. En: Ken Rodríguez, C., Mora Cantellano, M., Serrano Oswald, S. (Eds.), *Factores críticos y estratégicos en la interacción territorial. Desafíos actuales y escenarios futuros*. Vol. 4. Universidad Nacional Autónoma de México; Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C., México, DF.
- Rubiano Calderón, K., 2019. Distribución de la infraestructura verde y su capacidad de regulación térmica en Bogotá, Colombia. *Colomb. For.* 22(2), 83-100. DOI: 10.14483/2256201X.14304
- Saavedra-Romero, L., Hernández-de la Rosa, P., Alvarado-Rosales, D., Martínez-Trinidad, T., Villa-Castillo, J., 2019. Diversidad, estructura arbórea e índice de valor de importancia en un bosque urbano de la Ciudad de México. *Polibotánica* 47, 25-37.
- Secretaría Distrital de Ambiente, 2020. Observatorio Ambiental de Bogotá. *Database* de la Alcaldía Mayor de Bogotá, disponible en: <https://oab.ambientebogota.gov.co/>; consultado: febrero de 2019.
- Soja, E., 2016. La ciudad y la justicia espacial. En: Bret, B., Gervais-Lambony, P., Hancock, C., Landy, F. (Comps.), *Justicia e injusticias espaciales*. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina. pp. 99-106.
- Tovar Corzo, G., 2007. Manejo del arbolado urbano en Bogotá. *Territorios* (16-17), 149-173.
- Tovar Corzo, G., 2016. Propuesta de plan para la gestión de la infraestructura verde urbana de Bogotá Distrito Capital. Tesis de maestría. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, DC.
- Tovar Corzo, G., 2019. Manejo de la avifauna como parte de la gestión del arbolado urbano en Bogotá D.C. *Territorios* (40), 83-117. DOI: 10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.6253
- Velázquez-Mar, A., Salazar-Solano, V., 2019. Indicadores de calidad ambiental urbana: Una revisión. *Gest. Ambient.* 22(2), 303-312. DOI: 10.15446/ga.v22n2.80854
- Vélez Restrepo, L., Herrera Villa, M., 2015. Contemporary ornamental gardens: Trans-nationalisation,

landscaping and biodiversity. An exploratory study in Medellín, Colombia. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* 68(1), 7557-7568. DOI: 10.15446/rfnam.v68n1.47844

Vilela Lozano, J., 2004. Distribución del arbolado urbano en la ciudad de Fuenlabrada y su contribución a la calidad del aire. *Ciudad Territ. Estud. Territ.* 36(140), 419-427.

Zarta Ávila, P., 2018. La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa* (28), 409-423. DOI: <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>