



IMPORTANCIA DE LOS ÁRBOLES URBANOS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO

*Jorge Antonio Torres Pérez¹²², Zazil Ha Mucui Kac García Trujillo¹²³,
Martha Alicia Cázares Morán¹²⁴, Alicia Avitia Deras¹²⁵*

RESUMEN

Se presentan resultados de investigación sobre las evidencias del impacto de los árboles y bosques urbanos ante los efectos del cambio climático. Se destaca el déficit en la superficie mínima de áreas verdes por habitante en algunas ciudades de la República Mexicana, recomendado por la OMS (de 10 a 15 m²/per cápita). Se presentan algunas recomendaciones para incrementar las áreas verdes urbanas y mejorar su planificación y manejo para mejorar las condiciones ambientales para enfrentar los efectos del cambio climático.

Palabras clave: Áreas verdes, Cambio climático, Arboricultura, Dasonomía urbana, espacios verdes

ABSTRACT

Research results are presented on the evidences of the impact of urban trees and forests on the effects of climate change, showing the results on the application of some methods of economic valuation of urban trees in several cases in Mexico City and its suburban areas. The deficit in the minimum area of green areas per inhabitant recommended by the WHO (from 10 to 15 m² / per capita) in some cities of the Mexican Republic is highlighted. Some recommendations are presented to increase urban green areas and improve their planning and management.

Keywords: Green areas, Parks, Urban Arboriculture, Urban Dasonomy, Tree Value

INTRODUCCIÓN

Más del 50% de la población mundial viven en ciudades y para el 2050 se espera que aumente hasta el 70 % (ONU, 2021). En México ese porcentaje es mayor, ya que el 80% se considera urbano (INEGI, 2016, citado por Reyes Plata y Gabriel Boleo, 2018). Las ciudades del mundo ocupan solo el 3% de la tierra, consumen el 70% de la energía y emiten el 75% del carbono, el 70% del agua pura de la tierra se ocupa para consumo humano, se estima que la demanda de agua en zonas urbanas podría duplicarse, haciendo más crítica su escases y abasto. El 90% de los habitantes urbanos respiran aire fuera de normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud. Mas del 50% de la población está expuesta a niveles de contaminación del aire al menos 2,5 veces más altos que el estándar de seguridad.

¹²² Jorge Antonio Torres Pérez es Profesor de la División de Ciencias Forestales en la Universidad Autónoma Chapingo, México. jorgeatorresperez@yahoo.com.mx

¹²³ Zazil Ha M. García Trujillo es Profesora en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Quintana Roo, México. (Autor de correspondencia). zazilgarcia@gmail.com

¹²⁴ Martha Alicia Cázares Morán es profesora del Departamento en Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Quintana Roo, México acm0629@gmail.com (Autor de correspondencia)

¹²⁵ Alicia Avitia Deras es profesora del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, México. avitiaderas@hotmail.com



La Asamblea General de las ONU, en 2015 declaró la Agenda 2030 con 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible. El objetivo 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), establece que las ciudades y asentamientos humanos deberían ser, inclusivos, seguros, pacíficas y plurales (Naciones Unidas, 2016).

Las ciudades están viviendo una crisis resumida en dos grandes problemas: segregación social – espacial y el desequilibrio ambiental. El primero se refleja en elevada concentración poblacional con presencia de barrios marginados y tráfico saturado provocando altas emisiones de gases de efecto invernadero. Estos problemas se agravan por la deficiente planificación del crecimiento urbano, por lo que reforzar la resiliencia urbana es crucial para evitar pérdidas humanas, sociales y económicas. Los árboles y áreas verdes urbanas contribuyen a las ciudades climáticamente inteligentes proporcionando servicios ecosistémicos para la sostenibilidad, la gestión del clima y el bienestar de los habitantes urbanos, las cuales son imprescindibles para contrarrestar los efectos del cambio climático (Mauser, 2021).

La adecuada dotación de espacios verdes se ha convertido en uno de los criterios más importantes para determinar la calidad de vida, junto con la vivienda, el transporte y la educación, entre otros. Las áreas verdes urbanas, son el único punto de contacto con la naturaleza para la población urbana. Brindan numerosos beneficios, algunos se perciben de manera directa al estar cerca de un árbol o al observar un paisaje agradable (Martínez, 2008). Los costos de estas acciones son superados por los beneficios en términos de actividad económica, calidad de la vida y medio ambiente, que resulta en una rentabilidad económica favorable. Durante la pandemia COVID-19 se reveló que las áreas verdes son una infraestructura crítica para la salud humana y el bienestar en tiempos de libertad de movimiento y montaje restringidos. El número de visitantes en espacios verdes urbanos y bosques alrededor de aglomeraciones urbanas ha aumentado y los nuevos grupos de usuarios han comenzado a visitar los bosques (Mauser, 2021). Se presentan los beneficios que los árboles y vegetación urbana proveen a los habitantes de las ciudades relacionados con el cambio climático. Resaltando la necesidad de integrar al desarrollo urbano los espacios verdes para contribuir a lograr un desarrollo sostenible.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN:

Dado que para la mayoría de las personas el futuro será urbano, las soluciones a algunos de los principales problemas a que se enfrentan los seres humanos —la pobreza, el cambio climático, la asistencia sanitaria y la educación— deben encontrarse en la vida de la ciudad. La rápida urbanización está dando como resultado un número creciente de habitantes en barrios pobres, infraestructuras y servicios inadecuados y sobrecargados (recolección de basura y sistemas de agua potable y residual, el entorno de vida y la salud pública), lo cual está empeorando la contaminación del aire y el crecimiento urbano incontrolado (Naciones Unidas, 2021).

La expansión de las ciudades suele producirse sin una planificación adecuada del uso de la tierra y la presión humana tiene efectos muy perjudiciales para los paisajes naturales y agrícolas en las áreas urbanas y sus alrededores. Las personas que viven en la ciudad perciben



los efectos positivos que tienen las áreas arboladas, con ello sienten el contacto con la naturaleza y sus beneficios en la salud y bienestar. Transitar por un área verde ayuda a “recargar pilas” y a relajarse. La universidad de Harvard ha definido la BIOFILIA como el término que describe la afinidad emocional de las personas hacia la naturaleza (Rovira Clara, 2019).

Las áreas verdes por habitante en las diferentes ciudades del país varían y prácticamente ninguna cumple con el mínimo recomendado por la OMS de 10 a 15 m²/habitante de área verde. La OMS considera imprescindible la existencia de estos espacios en los núcleos urbanos por los beneficios que reportan al bienestar físico y emocional de la población. (Rovira Clara, 2019). Por ejemplo, en la Ciudad de México existen 5.3 m²/habitante (SEDEMA, 2015). En Tlaquepaque, Jalisco 2.4 m²/ habitante (Del Castillo y Rodríguez, 2019). En ciudades como Saltillo (6.5m²), Chihuahua (4.9m²), Ciudad Juárez (4.8m²), Guadalajara (4.7 m²), Querétaro (4.6 m²), Monterrey (3.9 m²), Naucalpan (3.1 m²), León (1,74 m²), Mérida (6.9 m²) (SEDESOL, 2010, citado por Reyes y Gabriel, 2018).

A pesar de las políticas para incrementar los espacios verdes, aún se está lejos de una mejora significativa, de hecho, la crisis por la insuficiencia de estas áreas impulsó el origen de indicadores de calidad de vida urbana, propuestos por la OMS. ONU - Hábitat, reporta que en México el índice promedio de calidad de vida es de 39%. Las administraciones de los países enfrentan el reto de impulsar el crecimiento económico y la conservación de la naturaleza (Rovira, 2019). En este contexto, las áreas verdes representan un enfoque planificado, integrado y sistemático en el manejo de los árboles, arbustos y otra vegetación dentro de la ciudad (Krishnamurthy y Rene, 1997) valorado y cosificado en términos de sus interacciones con las actividades urbanas, así como del uso, funciones y beneficios que cumple en el tejido social y urbano (Reyes, 1999).

Entre muchas de las variables que afectan el bienestar de los habitantes urbanos está la presencia de áreas verdes suficientes y de calidad. Distintas investigaciones documentan los beneficios ambientales, económicos, sociales y culturales que proporcionan estos espacios para el mejoramiento de las condiciones de vida de la población en general (Reyes y Figueroa, 2010; García y Guerrero, 2006; Krishnamurthy y Rente, 1997) y particularmente para sectores en pobreza o rezago social (Wolch at al. 2014). (Reyes y Gabriel, 2018). Los bosques y árboles urbanos generan una serie de beneficios ambientales (servicios ecosistémicos) de importancia en la sostenibilidad, la gestión del clima y el bienestar de los habitantes, como captura de carbono, mejoran la calidad del aire, captación y recarga de mantos acuíferos y la gestión de las aguas subterráneas, protección al suelo y facilita el ciclismo de nutrientes, protegen contra inundaciones y moderan los fenómenos climáticos extremos como las islas de calor urbana, hábitat y generación de alimentos para la biodiversidad urbana; sociales como recreación, belleza escénica, salud física y mental entre otros y económicos, reducir el consumo de energía eléctrica y los efectos negativos del cambio climático, reducir costos por enfermedades causadas por la contaminación y pueden contribuir a mejorar el valor económico de una propiedad. Teniendo en cuenta los beneficios ambientales, económicos, sociales y culturales que tienen las áreas verdes, estas adquieren importancia estratégica para generar entornos urbanos sostenibles, sobre todo si consideramos que el 70% de la población mundial vivirá en las ciudades para el 2050 (Mausser, 2021; Naciones Unidas, 2021)



Se requiere un modelo de ciudad que sea capaz de afrontar los retos que representan el cambio climático y los problemas sociales en el entorno urbano. Un modelo de ciudad más resiliente, más saludable, con una menor huella ecológica, más integradora, más pacificada, que ofrezca una mejor calidad de vida a sus ciudadanos y que sea sostenible en el tiempo. Esto requiere una estrategia para incorporar los espacios verdes funcionales en la planificación urbanística; valorar los beneficios ecosistémicos que las áreas verdes pueden aportar a la ciudad (Rovira, 2019). Un tema especial es la gestión del ciclo del agua, ya que esta se ha convertido en un recurso cada día más escaso, pero más deseado y valioso del planeta. Se habla de una revolución financiera del agua, esta se empieza a ver como un producto financiero generando un mercado del agua, ante este escenario ¿Qué pasara con la población quien no pueda pagarla? “La fiebre del oro azul ha comenzado”. Wall Street señala que la batalla por el agua ya ha comenzado. Con base a esta situación los árboles y áreas verdes urbanas se deben considerar estratégicas para mejorar el ciclo del agua en el medio urbano para enfrentar esta batalla.

OBJETIVO GENERAL

Presentar la problemática ambiental relacionada con el crecimiento urbano y la necesidad de promover una política para la promoción de áreas verdes en las ciudades para contribuir a mejorar las condiciones ambientales y la calidad de vida de la población urbana y enfrentar de una forma más efectiva los efectos del cambio climático

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar los principales problemas ambientales que se enfrentan en las ciudades ante un crecimiento desmedido y no planificado
- Identificar y mostrar los beneficios de la presencia de los árboles y de las áreas verdes urbanas para enfrentar los efectos del cambio climático
- Proponer acciones prioritarias para promover una política pública para una “Estrategia de infraestructura verde, de la conectividad, conservación de la biodiversidad y restauración de áreas verdes

REFERENTE TEORICO

Los beneficios ambientales de las áreas verdes han sido estudiados, debido a su importancia ecológica y sus impactos positivos ante el problema del cambio climático. Los árboles ayudan a regular el clima, mejorar la calidad del aire al producir oxígeno y capturar el dióxido de carbono (Heinze, 2011; Haq, 2011) y prevenir las inundaciones (Heinze, 2011). Otros de sus beneficios ambientales son: la prevención de la erosión del suelo (Galindo y Victoria, 2012;), la mejora de la calidad del agua (Heinze, 2011) o el suministro del hábitat para la fauna silvestre (Galindo y Victoria, 2012; Haq, 2011). Todo esto contribuye a reducir el impacto ambiental de las actividades urbanas sobre el medio natural, mejorando notablemente la calidad ambiental de la ciudad. Los beneficios económicos se derivan de los beneficios ambientales, por ejemplo, la reducción de los costos por contaminación tanto del aire como del agua y de la implementación de medidas preventivas, al igual que la reducción de los costos de producción de energía requerida para modificar la temperatura ambiental



(Flores-Xolocotzi, 2012, Galindo y Victoria, 2012; Haq, 2011; Heinze, 2011). Además, la presencia de áreas verdes mejora la imagen urbana, aumentando el atractivo de la ciudad y con ello el turismo, así como la generación de empleos e ingresos. Asimismo, incrementan el valor económico del suelo de las propiedades aledañas favoreciendo la atracción de inversión privada (Flores-Xolocotzi R., 2012; Haq, 2011). Como se muestra en la tabla 1 los servicios ecosistémicos que proveen los árboles y áreas verdes en las ciudades son muchos y variados.

Tabla 1. Listado de servicios ecosistémicos que proveen los árboles en la ciudad

Sombra para el ser humano y vehículos	Hábitat para fauna silvestre y conservación de biodiversidad
Frutos y semillas	Control de la radiación y reflexión del sol
Generación de oxígeno	Amortiguamiento de la temperatura
Captura de carbono	Barrera de seguridad
Captación hídrica	Cortina para tapar vistas antiestéticas
Barrera natural contra vientos	Madera para diversos usos, leña y carbón
Control de polvos y otros contaminantes atmosféricos	Purificación del aire
Árboles plantados con orientación sur y oriente proveen sombra para amortiguar el calor y reducir el consumo de energía del aire acondicionado	Follajes para usos medicinales
Paisaje bonito (belleza escénica)	Símbolos patrios
Flores en temporada (ejemplo jacarando)	Recuerdos personales y comunitarios o sociales
Protección al suelo (evita su erosión)	Sombra para el ganado
Conservar la biodiversidad y Banco de genes	Inspirador de canciones y poemas, etc.

Fuente: Elaboración propia con diversas fuentes de información

A continuación, se describen cuatro de los impactos positivos de la presencia de árboles y áreas verdes para enfrentar el cambio climático.

Regulación de la temperatura

Las “islas de calor urbano” se refiere a la presencia de aire más caliente en ciertas zonas de ciudad, lo cual aumentan el uso de energía para enfriar los edificios, lo que acelera la formación de smog urbano (Luyanda, 2019).

Se estima que del 5-10% de la demanda actual de electricidad urbana se gasta para enfriar los edificios sólo para compensar el aumento de las temperaturas urbanas 0.5-3.08 °C. La mitigación de las islas de calor urbanas potencialmente puede reducir el consumo de energía



nacional (USA) en el aire acondicionado en un 20% y ahorrar más de 10 billones de dólares por año en el uso de energía y la mejora de la calidad del aire urbano. (Akbari et al., 2001). Colocar estratégicamente los árboles puede reducir la temperatura del aire entre 2° y 8° C.

Calidad del Aire

Se ha comprobado que diversas sustancias producto de la contaminación ambiental están relacionadas con enfermedades respiratorias (bronquitis crónica, asma y enfisema). El ozono pueda causar asma, irritación de las fosas nasales y garganta. El dióxido de nitrógeno causa irritación de la piel y mucosas, daños celulares en los pulmones, bronquitis. Las partículas PM10 y PM2.5 promueven enfermedades crónicas cardiovasculares y muerte prematura (Montero – López, 2011). Estudios realizados por diferentes autores han determinado que la presencia de árboles en la ciudad puede reducir la contaminación atmosférica y de algunos contaminantes como CO₂, ozono, micropartículas, azufre, monóxido de carbono y óxido de nitrógeno, dióxido de nitrógeno, amoníaco, dióxido de azufre, así como partículas (aerosoles y polvo) ((Dwyer, Nowakz, & Noble, 2003; De la Maza et. el., 2005; Yang et. al., 2005; Nowak, et. al., 2013; Alcalá, et. al., 2008; Escobedo, et. al., 2008; Pimentel-Barrios, et. al, 2014).

Captura de CO₂

La vegetación urbana puede reducir los niveles de CO₂ a través de la fotosíntesis y a través de la reducción del calor por parte de la vegetación arbórea, lo que hace que la gente utilice menos combustibles para enfriar sus habitaciones, reduciendo así las emisiones de CO₂ (Dwyer et. al., 2003).

Infiltración de agua

El crecimiento urbano impacta directamente en una mayor área de superficie impermeable (cubiertas de asfalto o cemento) y por lo tanto una mayor escorrentía de aguas pluviales que se conduce al drenaje, alterando la calidad del agua y reduciendo la recarga de los mantos acuíferos y amenazado los suministros de agua. (Bartens, Day, Harris, Wynn, & Dove, 2009). Al reducir la capacidad de infiltración para recarga de manto freático, aumento las escorrentías y con ellos los riesgos de erosión e inundaciones. Una alternativa para ayudar a reducir estos impactos es el establecimiento de áreas verdes para mejorar la permeabilidad del suelo contribuyendo a la infiltración del agua y recarga de los mantos freáticos (Cram et. al., 2008; Argañaraz y Lorenz, 2010 en Bartens, Day, Harris, Wynn, & Dove, 2009).

METODOLOGÍA

El verde urbano no es solo un lugar de esparcimiento, sino que también cuida y cura: favorece la purificación del aire, la mitigación del ruido o la biodiversidad. Una red de espacios (públicos, colectivos o también privados) debería incluir no solo las áreas verdes periféricas, los parques urbanos o los jardines de barrio, sino también los paseos, los bulevares y las calles donde los árboles conforman una red verde ya existente (Mayorga y Pía, 2020). El cambio climático está en curso, y las temperaturas globales están ahora más de un grado por encima de los niveles preindustriales. Además de la tendencia al calentamiento, se han amplificado los fenómenos meteorológicos extremos y otras perturbaciones, a menudo relacionadas con el cambio climático.



El cambio climático es el principal efecto del ritmo de crecimiento de la humanidad y los sistemas de urbanización y desarrollo industrial, por lo que el mundo debe centrar sus esfuerzos aún si reduce el ritmo del crecimiento económico y la tasa de crecimiento de la generación de empleo. El cambio climático no discrimina entre sociedades de primer mundo y países en desarrollo, es una amenaza con consecuencias globales.

El trabajo se enfoca en la problemática ambiental de las ciudades, es una investigación descriptiva fenomenológica. Según la investigación descriptiva, también conocida como investigación diagnóstica, consiste fundamentalmente en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores (Van Dalen y Meyer, 1983). De acuerdo a Parra (2017) el punto de partida fundamental del método fenomenológico es la descripción, lo más completa y exhaustiva posible del fenómeno a partir de la experiencia directa e inmediata que el investigador tiene de éste, lo cual le garantiza la singularidad e irrepetibilidad de todo fenómeno investigado. El investigador concibe el hecho social a indagar como lo construido desde la subjetividad de los protagonistas.

La primera fase analiza la realidad del crecimiento urbano y las implicaciones que ha traído el crecimiento demográfico principalmente en las ciudades y cuyos efectos contribuyen a incrementar el cambio climático. El fenómeno se identifica desde el planteamiento y puede ser tan variado como la amplia experiencia humana, los diseños fenomenológicos tienen como propósito principal explorar, describir y comprender las experiencias de las personas con respecto a un fenómeno y descubrir los elementos en común de tales vivencias. (Hernández Sampieri et al, 2010)

Se realizó una revisión bibliográfica para identificar el problema ambiental que tienen las ciudades y su contribución a los efectos del cambio climático, así como la preocupación a nivel mundial y los acuerdos internacionales en la materia. De acuerdo con Creswell (2013b), Mertens (2010) y Álvarez-Gayou (2003) en Hernández Sampieri et al (2010), el diseño fenomenológico se fundamenta en las siguientes premisas:

- Se pretende describir y entender los fenómenos desde el punto de vista de cada participante y desde la perspectiva construida colectivamente.
- Se basa en el análisis de discursos y temas, así como en la búsqueda de sus posibles significados.
- El investigador confía en la intuición, imaginación y en las estructuras universales para lograr aprender la experiencia de los participantes.
- El investigador contextualiza las experiencias en términos de su temporalidad (momento en que sucedieron), espacio (lugar en el cual ocurrieron), corporalidad (las personas que las vivieron) y el contexto relacional (los lazos que se generaron durante las experiencias).

El método fenomenológico persigue la comprensión del mundo vital de las personas, a través de la mostración global de situaciones cotidianas desde el marco de referencia individual de sus recuerdos, vivencias, percepciones, experiencias, accesibles en un momento dado, en este caso, por medio de la entrevista en profundidad realizada a informantes clave. El método busca la comprensión y mostración de la esencia constitutiva mediante la comprensión holística, desde el marco de referencia interna y se pone en práctica, a través de sus diferentes



etapas, pasos, mementos, tipos de reducciones y para su aplicación. (Parra, 2017) Basado en esta metodología, se describen los servicios ecosistémicos que brindan las áreas verdes urbanas y se conceptualizan para entender los efectos que tiene. En este tipo de investigación, los resultados no tienen una valoración cualitativa, solo se utilizan para entender la naturaleza del fenómeno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las evidencias presentadas sobre los beneficios de la presencia de los árboles en la ciudad, resalta la necesidad de desarrollar agendas políticas que promuevan espacios verdes y bosques urbanos con el fin de incrementar las áreas verdes urbanas, tanto en cantidad, superficie, calidad, ubicación y distribución e interconexión a partir de las cuales será posible cumplir con el Objetivo 11 ciudades y comunidades sostenibles de la Agenda 2030. Los bosques y los espacios verdes en el medio urbano pueden ayudar a crear ciudades más resilientes y sostenibles, y a abordar los desafíos de una creciente población urbana (FAO, 2019). Muchas ciudades son también más vulnerables al cambio climático y a los desastres naturales debido a su elevada concentración de personas y su ubicación, por lo que reforzar la resiliencia urbana es crucial para evitar pérdidas humanas, sociales y económicas. “Se necesitan con urgencia modelos de crecimiento urbano más sostenibles; Se deben planificar y diseñar espacios verdes y bosques urbanos para satisfacer diferentes intereses y necesidades, proporcionar los servicios ecosistémicos requeridos por una sociedad urbana” (Hiroto Mitsugi, Subdirector General de la FAO al frente del Departamento Forestal).

La estrategia de incorporar los espacios verdes funcionales en la planificación urbana debe reconocer el valor de los beneficios de los servicios ecosistémicos que los espacios verdes pueden aportar a la ciudad (Rovira, 2019). Se debe buscar un modelo de ciudad más resiliente, más saludable, con menor huella ecológica, más integradora, más pacífica, que ofrezca mayor calidad de vida a sus pobladores y sostenible en el tiempo. Debe incluir la gestión del ciclo del agua desempeñando un papel clave en zonas urbanas. Elementos como cubiertas verdes, muros verdes, pavimentos verdes drenantes, parques urbanos de retención de aguas pluviales, desarrollo de huertos urbanos, nuevas zonas verdes de la ciudad, naturalización de cauces fluviales, desarrollo de bosques periurbanos para la prevención de inundaciones, riego inteligente, aprovechamiento de aguas pluviales, doble red para la reutilización de agua, etc. conforman la red de infraestructura verde urbana ligada a la gestión del agua, así como enfrentar las islas de calor urbano para que sea capaz de afrontar los retos del cambio climático y los problemas sociales en estos entornos (Heinze, 2011; Rovira, 2019) y deben ser incorporados al desarrollo verde de la ciudad para lograr ciudades más resilientes y saludables.

La creación de áreas verdes urbanas conformando una red de parques y jardines públicos funcionales puede ser costosa, pero los beneficios son enormes en términos de actividad económica, calidad de la vida, medio ambiente (ONU, 2019). Las estadísticas de la superficie per cápita de áreas verdes en las diferentes ciudades del país demuestran que se requiere de una mejora significativa mediante una política pública para incrementar estos espacios verdes, ya que se está muy lejos de los estándares definidos por la OMS (de 10 y 15 m²/habitante). No sólo la cantidad de áreas verdes y su superficie es importante, sino también su distribución espacial y qué cercanas o alejadas están entre ellas. Por lo que es necesario fortalecer una red



de estos espacios que sea accesibles a no más de 15 minutos a pie desde cada vivienda (Mayorga y Pía, 2020). En este sentido ya hay propuestas que apuestan por el incremento del verde en la ciudad a partir de la mejora de lo existente y de hacerlo más accesible a todos los vecinos: propuestas como las supermanzanas y nuevos ejes verdes en Barcelona o la ciudad de los 15 minutos para París (Mayorga y Pía, 2020).

Los municipios deben replantearse diversos análisis específicos para determinar un mejor cuidado de la vegetación basado en los aspectos siguiente: nivel y grado de salud de cada árbol, darles mantenimiento adecuado con podas, riego, identificando especies menos susceptibles a la contaminación del aire, utilizando preferentemente especies endémicas y que sean resistentes a microorganismos, deficiencias de agua y altas temperaturas. Generar catálogo de especies resistentes a la contaminación para mejorar la calidad del aire para las condiciones presentes en cada ciudad. Utilizando el árbol adecuado en el lugar apropiado, aplicando directrices técnicas para planificar, diseñar y gestionar los bosques y los árboles urbanos. Todo esto implica crear y fomentar empleos verdes con personal capacitado y bien pagado y oportunidades económicas para la ciudadanía. Se debe busca un modelo de ciudad que sea capaz de afrontar los retos que representan el cambio climático y los problemas sociales en estos entornos.

Las administraciones federales, estatales y municipales se enfrentan al reto de impulsar el crecimiento económico y la conservación de la naturaleza. Estas administraciones son las encargadas de desarrollar una estrategia de infraestructura verde cuidando el desarrollo y crecimiento territorial con bases ambientales sostenibles. Con la pandemia que ha obligado al encierro y con ello privado temporalmente del uso de los parques, se debe programar cómo devolver gradualmente esos espacios a la población urbana. Aprovechar la crisis sanitaria causada por la pandemia y el proceso de desconfinamiento y programar cómo devolver gradualmente los espacios verdes a la población urbana. Esto representa una oportunidad para pensar en algo más ambicioso: devolver la “naturaleza” a la ciudad (Mayorga y Pía, 2020).

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que la población urbana seguirá creciendo y con ellos los diferentes problemas sociales, económicos y ambientales (contaminación ambiental, altas concentraciones de Co₂, islas de calor urbano, ruido excesivo y con ello el incremento del estrés y enfermedades de la piel, vías respiratorias y cardiovasculares) que deben resolverse para responder al cambio climático como lo señala el Objetivo 11 de la Agenda 2030 de la ONU con ciudades y comunidades sostenibles, que permitan una mejor calidad de vida a la población ubicada en las ciudades.

El acceso a los bosques urbanos, la calidad de su gestión para el disfrute público y la proximidad a las grandes poblaciones son factores clave para maximizar su valor para la salud y el bienestar. Los bosques urbanos, junto con otras áreas verdes, deben ser vistos como un componente clave de una infraestructura que beneficie a la salud pública (Mauser, 2021). Esto requiere un modelo de crecimiento urbano sostenible, planificado con áreas verdes y bosques urbanos que provean los servicios ecosistémicos para el bienestar de la sociedad, respondiendo al reto de impulsar el crecimiento económico y la conservación de la naturaleza



con mayor biodiversidad, silencio y aire puro para tener infraestructura verde que debemos cuidar y nos cuidan. Las administraciones federales, estatales, municipales deben elaborar la “Estrategia de infraestructura verde, de la conectividad, conservación de la biodiversidad y restauración de áreas verdes” para incrementar la superficie per cápita de áreas verdes en las diferentes ciudades del país y acercarse a los estándares definidos por la OMS (de 10 y 15 m²/habitante).

La población debe participar activamente, abogando por el tipo de ciudad verde que necesita, cuestionando sobre los aspectos siguientes: ¿Hay suficientes áreas verdes? ¿se tiene fácil acceso a los parques y jardines? ¿Pueden los niños ir andando a estas áreas verdes de forma segura? ¿Puede ir a dar un paseo una familia a estas áreas? ¿A qué distancia están las áreas verdes (parques y jardines públicos más cercano)? ¿Cómo es la calidad del aire en el barrio? ¿Cómo son las áreas verdes públicas? Cuanto mejores sean las condiciones de estas en las comunidades, mayor será el efecto sobre la calidad de vida (Naciones Unidas. 2021). Otras acciones alternativas son impulsar campañas de adopción de áreas verdes por la ciudadanía, hacer una intensa reforestación con especies nativas y endémicas, incentivar la realización de huertos urbanos y parques caninos. Una alternativa interesante para conservar la biodiversidad y al mismo tiempo se utilice como área verde para educación ambiental y proveer servicios ecosistémicos, es el establecimiento de Arborescencia urbanas en donde se incluyan las especies que prosperan en regiones ecológicas donde se ubican las ciudades.

El diseño, establecimiento y manejo de las áreas verdes urbanas nuevas o existentes deben incluir elementos como cubiertas verdes, pavimentos verdes drenantes, parques urbanos de retención de aguas pluviales, naturalización de cauces fluviales, desarrollo de bosques periurbanos para la prevención de inundaciones, riego inteligente, aprovechamiento de aguas pluviales, doble red para la reutilización de agua, etc. Para conformar la red de infraestructura verde urbana ligada a la gestión del agua, que permita el desarrollo de ciudades más resilientes y saludables (Rovira, 2019). En conclusión, para alcanzar los principales objetivos ambientales, el Acuerdo de Cambio Climático, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, la estrategia debe incluir el desarrollo de la infraestructura verde en todos aquellos sectores y ámbitos de planificación territorial que interactúan con el entorno natural. (Rovira, 2019 b). Los árboles pueden y deben ser aprovechados como elementos estructurales del paisaje, aprovechando sus colores, texturas, formas y patrones de crecimiento para romper la rigidez, frialdad y austeridad de las construcciones urbanas (Robinette, 1972; Harris, 1992).

BIBLIOGRAFIA

- Akbari, H., Pomerantz, M., & Taha, H. (2001). Cool Surfaces And Shade Trees To Reduce Energy Use And Improve Air Quality In Urban Areas. *Solar Energy*, 70(3), 295–310.
- Bartens, J., Day, S. D., Harris, J. R., Wynn, T. M., & Dove, J. E. (2009). Transpiration and Root Development of Urban Trees in Structural Soil Stormwater Reservoirs. *Environmental Management*, 44, 646–657. <https://doi.org/10.1007/s00267-009-9366-9>
- Del Castillo A. y Rodríguez D.(2019). El Diario NTR 4 de Abril de 2019. https://www.ntrguadalajara.com/post.php?id_nota=123007 (05 de abril 2021)



- Dwyer, J. F., Nowakz, D. J., & Noble, M. H. (2003). Sustaining Urban Forests. *Journal of Arboriculture*, 29(1), 49–55.
- FAO. (2019). Primer Foro Mundial sobre Bosques Urbanos. Disponible en <http://www.fao.org/documents/card/es/c/CA2756ES/>
- Flores-Xolocotzi, R. (2012), “Incorporando desarrollo sustentable y gobernanza a la gestión y planificación de áreas verdes urbanas”, *Revista Frontera Norte*, Vol. 24, Núm., 48, Julio diciembre, pp. 165-190.
- Galindo A., Victoria, R. (2012), “La vegetación como parte de la sustentabilidad urbana: beneficios, problemáticas y soluciones, para el Valle de Toluca”, *Revista Quivera*, Año, 14, enero-junio, pp.98-108.
- García S., Guerrero M. (2006), “Indicadores de sustentabilidad ambiental en la gestión de áreas verdes. Parque urbano Monte Calvario”, Tandil, Argentina *Revista de Geografía Norte Grande*, núm. 35, julio, pp. 45-57
- Haq, SMA. (2011). Urban Green Spaces and an Integrative Approach to Sustainable Environment, *Journal of Environmental Protection*, 2, pp. 601-608.
- Harris W. H. (1992). *Arboriculture: integrated management of landscape tree, shrubs, and vines*. 2° Edición. Prentice Hall. Englewood Cliffs. N.J. 674 p.
- Heinze J. (2011). Benefits of Green Space, Environmental Health Research Foundation. <<http://www.ehrf.info/wpcontent/uploads/2011/09/BenefitsofGreenSpace.pdf>> (18 de noviembre de 2016)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la investigación*. (J. M. Chacón, Ed.) México: McGRAW-HILL. Recuperado el 17 de noviembre de 2018
- Krishnamurthy L. y Rente Nascimento, (Eds.). (1997) *Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe*. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Martínez Gonzales Lorena. (2008). *Árboles y áreas verdes urbanas de la Ciudad de México y su zona metropolitana*. Fundación Xochitla A.C. Tepetzotlán, Estado de México. 552 p
- Mauser, H. (ed). (2021). Key questions on forests in the EU. Knowledge to Action 4, European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/k2a04>
- Mauser, H. (ed). (2021). Key questions on forests in the EU. Knowledge to Action 4, European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/k2a04>. file:///C:/Users/tjorg/Downloads/EFI_K2A_04_2021.pdf (07 de abril de 2021)
- Mayorga Cárdenas M. y Pía Fontana M. (2020). Por unos espacios verdes en red: Cercanos, accesibles y mejor distribuidos. *Revista THE CONVERSATION*. June 5, 2020 <https://theconversation.com/por-unos-espacios-verdes-en-red-cercanos-accesibles-y-mejor-distribuidos-139445>
- Mayorga Cárdenas Miguel y Pía Fontana María. (2020). Por unos espacios verdes en red: cercanos y mejor distribuidos. En: *The conversation*. Junio 2020. <https://theconversation.com/por-unos-espacios-verdes-en-red-cercanos-accesibles-y-mejor-distribuidos-139445>. (08 de abril de 2021)
- Montero-López C. (2011). Pronóstico de la calidad del aire en el área metropolitana de la Ciudad de México a través del análisis de las series de tiempo de los componentes del IMECA. Tesis de Maestría en Ingeniería de Calidad. Universidad Iberoamericana. México D. F. 153p.



- Naciones Unidas. (2016). Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. <<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/#5daa7124851e142e8>> (15 de octubre de 2016)
- Naciones Unidas. (2021). Ciudades sostenibles. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/11_Spanish_Why_it_Matters.pdf ((08 de abril 2021)
- Nowak, D. J., Hoehn, R. E., Bodine, A. R., Greenfield, E. J., & O'Neil-Dunne, J. (2013). Urban forest structure, ecosystem services and change in Syracuse, NY. *Urban Ecosyst*, on line, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11252-013-0326-z>
- ONU. (2021). El Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles (ONU, 2021) <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>; <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/> y https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/11_Spanish_Why_it_Matters.pdf)
- Parra, Keila (2017). Aplicación del Método Fenomenológico para comprender las reacciones emocionales de las familias con personas que presentan necesidades educativas especiales. *Revista de Investigación*, 41(91),99-123.[fecha de Consulta 14 de Abril de 2021]. ISSN: 0798-0329. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376156277007>
- Reyes C. (1999). El espacio abierto en la Ciudad de México en Espacios Abiertos de la Ciudad de México. Comité editorial del Gobierno de la Ciudad de México, México, p. 57-69.
- Reyes Plata, Jairo y Gabriel Bolea, Cosmin. (2018). Distribución de las áreas verdes, índice de marginación y justicia ambiental en León, Guanajuato. En: *Desarrollo Regional Sustentable Y Turismo*. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, México. 116 – 203 pp. <http://ru.iiec.unam.mx/3781/>
- Reyes S., Figueroa A., (2010), Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *Revista EURE - Revista De Estudios Urbano Regionales*, 36(109).
- Robinette, G.O.(1972). *Plants, peoples and environmental Quality. A study of plants and their environmental functions*. U.S. Departamento of the Interior. Washington, D.C. U.S.A.137 p.
- Rovira Clara. (2019). La infraestructura verde y azul: un cambio de paradigma para la conservación de la biodiversidad. *Lefecte Blau*. Noviembre 18, 2019. <https://lefecteblau.cat/es/sorea-es/la-infraestructura-verde-y-azul-un-cambio-de-paradigma-para-la-conservacion-de-la-biodiversidad-2/> (09 de abril de 2021)
- Rovira Clara. (2019)b. Los espacios verdes y sus beneficios en las ciudades. *Le fete Blau*. noviembre 20, 2019. <https://lefecteblau.cat/es/sorea-es/las-ciudades-verdes-del-futuro-2/> (08 de abril de 2021)
- Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA). (2015). Tus áreas verdes, Gobierno del Distrito Federal, México. D.F. disponible en: http://www.sedema.df.gob.mx/areasverdesvidaparatodos/areas_verdes.html#.VFqDC_mckxc (05 de abril 2021)
- Van Dalen Deobold B., Meyer William J (1983) *Manual de técnica de la investigación educacional*. Buenos Aires: Paidós



- Wolch, J.R., Byrne, J., Newell J.P., (2014), Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities ‘just green enough, Landscape and Urban Planning, Volume 125, May, pp.234–244