

Artículo



Revista

Ciencia  
y Naturaleza

# Importancia de los árboles en el clima y vida de las ciudades

S. Lizette Ramos de Robles  
Tonantzin Camacho Sandoval

1064

Artículo

# Importancia de los árboles en el clima y vida de las ciudades

**Cómo citar este artículo:** Ramos de Robles SL, Camacho Sandoval T. 2023. Importancia de los árboles en el clima y vida de las ciudades. Revista Ciencia y Naturaleza (1064).





## *Crecimiento de las ciudades*

El arbolado urbano provee servicios ecosistémicos, ya que mitiga los efectos de la isla de calor, mejora la calidad del aire, reduce el ruido y permite la filtración de aguas pluviales [1]. Una ciudad con arbolado suficiente será considerada una ciudad saludable.

Las zonas urbanas constituyen el 1% del total de la superficie del planeta. En contraste, la mayor parte de la población mundial habita en ellas por las condiciones de clima, el cual es de interés para la ciencia y para la sociedad.



Las últimas décadas, se han caracterizado por una rápida urbanización y por cambios en el clima de las ciudades. Antes de 1950, la mayor parte de la población se encontraba dispersa en áreas rurales, pero para el 2007 el número de habitantes en las ciudades creció rápidamente. Para el año 2020, el 56% de las personas en el mundo vivían en ciudades [2] y se estima que para el 2050 el porcentaje será del 68%.



Dado que el crecimiento de la población urbana va de la mano con mayor urbanización y cambios en el paisaje natural, es relevante revisar el modelo de crecimiento de las ciudades por los efectos que tendrá en gran parte de la población. El tipo de ciudad que habitamos determina la salud y el bienestar de sus habitantes. La calidad de vida en las ciudades disminuye cuando sus condiciones ambientales se deterioran por una expansión territorial desordenada, que no toma en cuenta el valor de los servicios ecosistémicos.



El crecimiento urbano sin planeación reduce el desarrollo sustentable. Las ciudades que no planean su crecimiento aumentan las zonas de segregación e inseguridad social y de degradación ambiental. En las urbes, la presión poblacional sobre los servicios básicos contribuye a un estrés constante en la vida de las personas al sentir que la competencia por esos bienes será cada vez mayor.



La sobre explotación de los recursos naturales y el crecimiento acelerado de las urbes ya tiene efectos negativos en la salud física y psicológica de sus habitantes. Los asentamientos humanos en las ciudades, considerados como irregulares, están expuestos a entornos insalubres con lo que sus habitantes sufren más frecuentemente de enfermedades que son prevenibles [3].



Aún con estas problemáticas, las ciudades siguen siendo una opción atractiva para vivir dado que ofrecen mayores oportunidades de empleo, educación, cultura, atención médica y desarrollo socioeconómico que el ambiente rural.



El dilema entre los beneficios y los daños de vivir en las ciudades ha convertido a las urbes en objeto de investigación e incluso de campañas políticas. Por ejemplo, el cambio climático a escala urbana es tema de preocupación mundial, pues en la salud ambiental de las ciudades está el futuro de las nuevas generaciones.



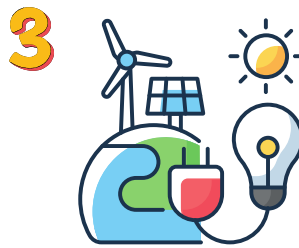
Por lo anterior, en la agenda de cambio climático aparece la necesidad de construir ciudades saludables y es así que se han desarrollado indicadores que miden dichas condiciones y su evolución. En Londres, se creó el índice de salud para las ciudades [4], en el cual se proponen indicadores para 10 grandes temas sobre la calidad de vida en las ciudades. Estos son:



1  
Calidad del aire



2  
Acceso a alimentos



3  
Infraestructura verde



4  
Vivienda y edificios



5  
Ocio y recreación



6  
Contaminación acústica



7  
Resiliencia



8  
Seguridad y protección



9  
Transporte



10  
Utilidades y servicios



A pesar de que se reconoce que la infraestructura verde está en la agenda de las ciudades saludables, en México éste no siempre es atendido por las administraciones locales. Aunque entre especialistas se reconoce la importancia de la vegetación en las ciudades, ésta no siempre es reconocida por la sociedad como para iniciar programas de recuperación de servicios ambientales.



Es más frecuente escuchar preocupación por el clima que por la infraestructura verde y el arbolado urbano. Muchas de las soluciones al calentamiento del planeta están en programas de reforestación y no sólo apostando a energías renovables.



Un ejemplo de una urbe que crece rápidamente sin valorar su infraestructura verde es el Área Metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México. Su crecimiento urbano es paradigmático de lo que ocurre en muchas ciudades de México.

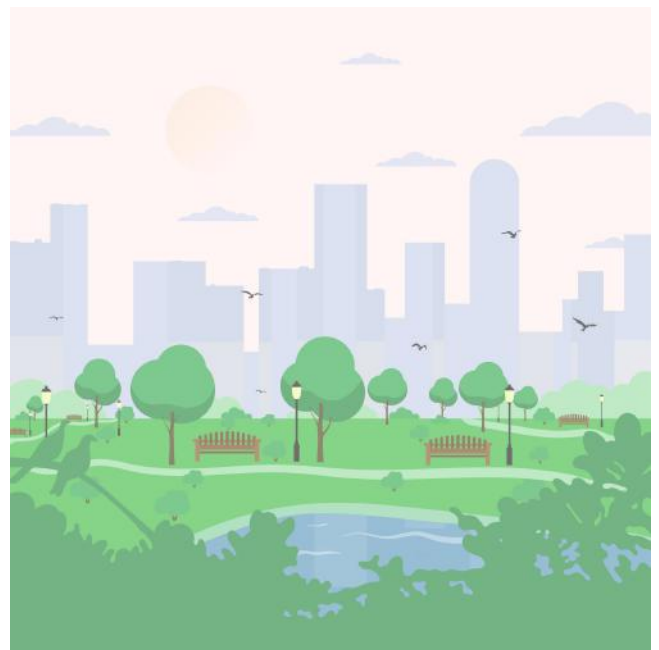


## *Infraestructura verde y arbolado*



Cuando pensamos en ciudades, lo primero que imaginamos son edificios altos y modernos, centros comerciales con tiendas de moda, transporte moderno y mucha gente caminando. Sin embargo, pocas ocasiones imaginamos un parque, una calle con árboles grandes o incluso un jardín; elementos denominados infraestructura verde y que generan los servicios ecosistémicos de regulación para hacer de la ciudad un espacio saludable.

En las ciudades se pueden identificar diversos tipos de infraestructura verde que incluye: los árboles, el pasto, los parques, los bosques urbanos y los jardines. Varios diseños arquitectónicos actuales incluyen fachadas y azoteas verdes, mismas que proveen aislamiento térmico y reducen el riesgo de inundaciones al regular el escurrimiento de agua de lluvia.







Dentro de los componentes de la infraestructura verde, el arbolado es el más importante pues constituyen una masa forestal adecuada para la generación de servicios ecosistémicos funcionales. Los beneficios de los árboles van desde el embellecimiento del paisaje hasta el aumento de la biodiversidad, o la captación de gases contaminantes, así como su función de reguladores térmicos, del flujo de agua y de atenuadores del ruido. Como ejemplo tenemos que nos sentimos más a gusto en un parque donde existe pasto y árboles que en la calle sin árboles que den sombra, ya que la temperatura en éste último espacio es entre 2 a 4 veces más alta que en el parque (Figura 1).

## SIN ÁRBOLES



## CON ÁRBOLES



**Figura 1.** Diferencia de temperaturas en una ciudad sin y con arbolado.

Los árboles, individuales y o alineados en banquetas y camellones, también proveen beneficios para la población, entre los que destaca la generación de sombra, la atenuación de ruido y la regulación de la temperatura. El arbolado urbano tiene un valor como indicador de salud ambiental, pero además contribuye en otras categorías tales como calidad del aire y cantidad de ruido. Por ello, los árboles son de suma importancia en la planificación y el desarrollo urbano para tener calidad de vida.



## *¿Cuántos árboles debe haber en las ciudades?*

Varios investigadores así como organismos internacionales, entre ellos la Organización Mundial de la Salud, sugieren que exista como mínimo un área verde entre 9 y 15 m<sup>2</sup> por habitante, además que las personas cuenten con una zona verde a no más de 15 minutos caminando [5].

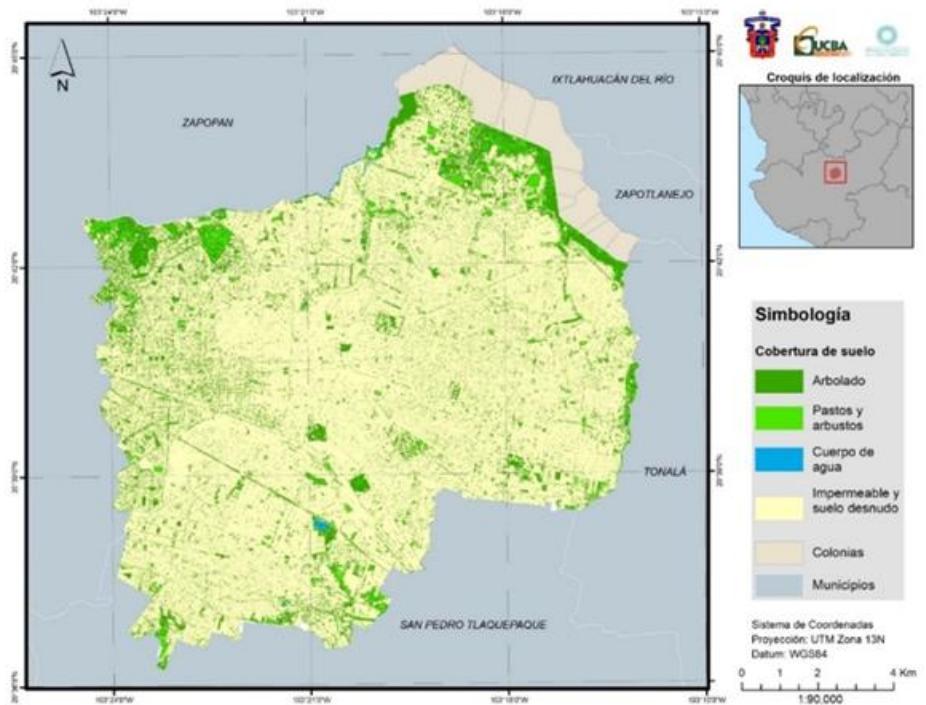


Pero ¿Cuál es la realidad de nuestras ciudades?; ¿Cuál es la dinámica de su infraestructura verde? ¿Estamos construyendo ciudades saludables? Para poder dar respuesta a algunas de estas preguntas se requiere diagnosticar las características y la dinámica de la infraestructura verde de las ciudades, y como ejemplo se consideró el caso de la ciudad de Guadalajara, Jalisco aprovechando información generada por las dependencias gubernamentales e imágenes de satélite.

Guadalajara cuenta con una superficie de 15,021.09 ha, y con alrededor de 1,384,559 habitantes distribuidos en 284 colonias. El promedio de la densidad de población en las colonias del municipio es de 113 habitantes por hectárea (hab/ha) concentrados principalmente en la zona noreste y suroeste del municipio, donde se tienen colonias con densidades de alrededor de 400 hab/ha. En la zona noroeste y centro del municipio se encuentran colonias con una densidad de solo 50 hab/ha. De acuerdo a datos de la cobertura de suelo, el 78% de la superficie municipal se encuentra cubierta por suelo urbano impermeable y suelo desnudo; es decir, sin vegetación o cubierto por pavimento y construcciones.



Sólo alrededor del 20% de la superficie está cubierto por arbolado, sobre todo en las Áreas Naturales Protegidas, Bosques Urbanos, Camellones, Espacios vecinales, Glorietas, Parques, Plazas y Unidades deportivas. El 2% restante de la superficie corresponde a pastos y arbustos.

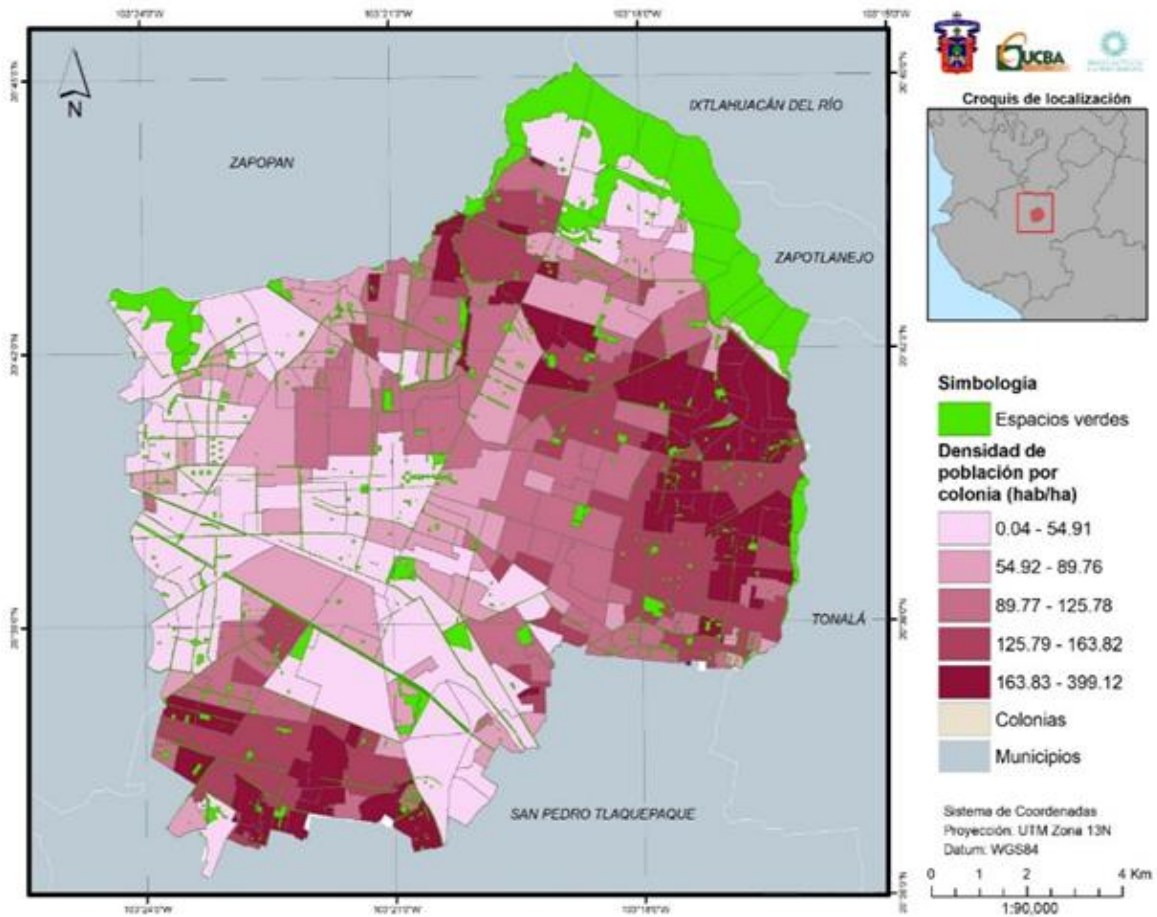


**Figura 2.** Superficie de cobertura arbórea por colonia.

La distribución de cobertura arbolada por colonia dista de ser uniforme, pues el arbolado se encuentra al noreste del municipio, en los alrededores de la Barranca de Huentitán, un Área Natural Protegida, que beneficia sólo a las colonias cercanas. Solo algunas colonias al noroeste y sureste del municipio cuentan con espacios de infraestructura verde. El resto del municipio tiene sólo un mínimo de arbolado. Desafortunadamente en el municipio de Guadalajara, la mayor densidad de población habita zonas con pocas áreas verdes. En contraste, las colonias con mayor área verde tienen poca densidad poblacional.



Generando un indicador de áreas verdes por habitante ( $m^2/hab$ ), se obtiene que cerca del 78% de las colonias del municipio, tienen una superficie de área verde por debajo de lo “recomendado” para contar con un buen desarrollo y bienestar en la población. En promedio, se ha calculado que, existen cerca de 5.2  $m^2$  de áreas verdes por habitante en el municipio de Guadalajara, encontrándose este promedio, muy por debajo de lo recomendado.



**Figura 3.** Densidad poblacional y distribución de infraestructura verde.



Se ha sugerido que el ser humano respira aire limpio en las ciudades cuando se cuenta con al menos un árbol por cada tres habitantes. Para el caso de Guadalajara, el 60% de las colonias están por debajo de dicho indicador, situación que reduce las posibilidades de contar con un aire limpio. Si a esto le sumamos que el parque vehicular en la zona metropolitana va en aumento, el problema de aire de poca calidad se incrementa, alejando a Guadalajara de ser una ciudad saludable.



Considerando los datos publicados por INEGI, del último Censo, la población adulta mayor se encuentra en las zonas noroeste y centro del municipio, en donde existen mayor cantidad de áreas verdes que pueden ser aprovechadas para su recreación y mejoras de salud. Los niños y adolescentes (0-14 años), viven mayormente en las zonas este y suroeste del municipio de Guadalajara, donde la infraestructura verde es escasa y hay menos espacios de esparcimiento y bienestar necesarios para el desarrollo de niños y adolescentes.



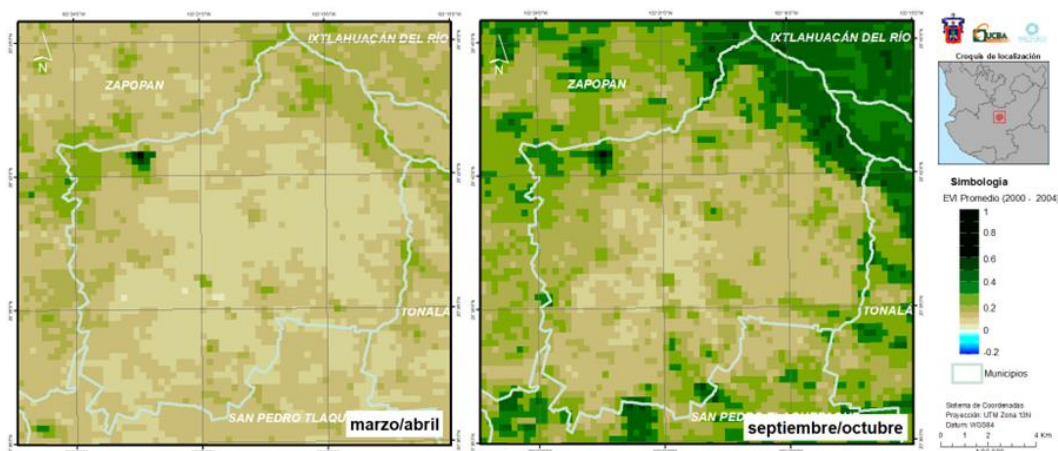
**Por lo anterior, la cantidad de la infraestructura verde no es suficiente para favorecer la salud y bienestar de la población que habita en Guadalajara.**



## *Dinámica de la infraestructura verde en el municipio de Guadalajara en años recientes*

Gracias a imágenes de satélite se puede analizar la historia reciente del proceso de crecimiento de las ciudades, particularmente de su infraestructura verde. Para identificar la dinámica del verdor en el municipio de Guadalajara en los últimos 20 años, se estima el dosel del arbolado y la intensidad de verdor a través del Índice de Verdor Mejorado (EVI, por sus siglas en inglés) usando imágenes del sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). Para el periodo 2000 - 2019, se puede analizar la condición del verdor en la temporada de secas (marzo/abril) y en la de lluvias (septiembre/octubre), con el objetivo de mostrar su comportamiento a lo largo del año.

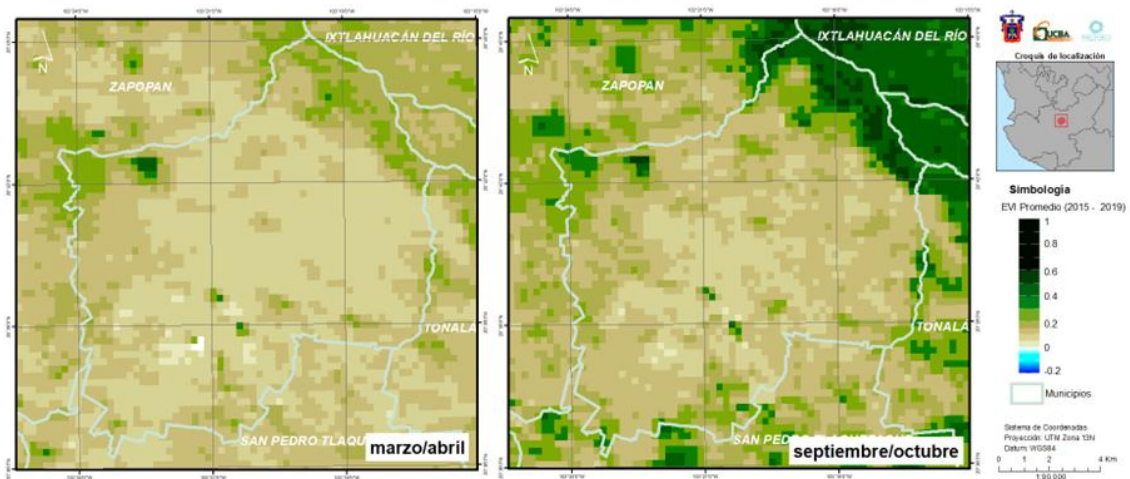
Las imágenes del promedio de los datos EVI del primer periodo (2000 - 2004) en las dos temporalidades indican que la vegetación al final de la temporada de lluvias es más densa, con mayor contenido de humedad y vigor. En la temporada de secas, la cobertura arbórea parece menos densa y con menor verdor, lo que se representa con colores marrón (Figura 4).



**Figura 4.** Promedio de imágenes EVI del periodo 4 (2000-2004).



Al analizar los resultados del promedio de las imágenes correspondientes al periodo 2015-2019, en el área centro del municipio, se encuentra que el verdor ha disminuido, lo que indica una pérdida de vegetación en años recientes. Tanto en la zona centro como en la periferia de Guadalajara el arbolado ha disminuido, en cantidad y en densidad. Con dicha pérdida se pierden los servicios ecosistémicos por lo que disminuye la calidad de vida de sus habitantes.



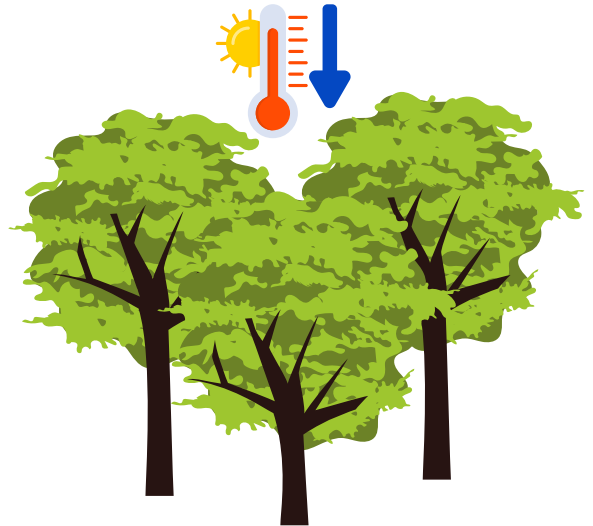
**Figura 5.** Promedio de imágenes EVI del periodo 4 (2015-2019).

En síntesis, la infraestructura verde y el arbolado urbano en los últimos 20 años en el municipio de Guadalajara se ha ido perdiendo. Dicha tendencia continúa principalmente en las zonas con mayor densidad poblacional, en donde habitan la mayor parte de los niños y adolescentes que deben acceder a este tipo de ambiente. La reducción de los servicios ecosistémicos que proporcionan los árboles en la ciudad significa una pérdida poco percibida por la población, que considera que factores como el acceso a servicios básicos o a seguridad son de mayor importancia que la calidad de servicios ambientales. Por ejemplo, la pérdida de infraestructura verde y arbolado en la ciudad de Guadalajara, resulta en temperaturas cada vez más elevadas, superando los 40°C en zonas donde el arbolado es casi nulo. Con ello, el índice de confort deja de ser adecuado y pone en riesgo la salud de las personas.



## *Servicios ecosistémicos de regulación de los árboles*

Numerosos estudios muestran que el arbolado es clave para regular las condiciones de temperatura, humedad y viento. Las ciudades con infraestructura verde adecuada son más frescas y con mejores condiciones de confort. Para mostrar el efecto de los árboles en el confort térmico en las ciudades se puede medir la temperatura, la humedad y la velocidad del viento en zonas con buena densidad de árboles o zonas sin ellos.



Por ejemplo, un área cercana al bosque urbano Los Colomos, en el noreste del municipio cuenta con arbolado denso que puede ser usado como referencia. Las condiciones de uso de suelo varían significativamente conforme se aleja del parque unos pocos kilómetros. Midiendo temperatura, humedad y viento en dirección radial del parque Colomos, cada 500 metros, se puede detectar la velocidad con que disminuyen las condiciones de confort.

Las mediciones en cuatro puntos con tipologías de vegetación diferentes (ver figura 4): a) con arbolado (Bosque Los Colomos), b) en camellón con árboles, c) en calle sin arbolado y d) en calle con árbol dispersos, dan muestra de los cambios de confort al alejarse del parque en dirección radial cada 500 m. Cuando se comparan las condiciones meteorológicas a la hora más calurosa del día se encuentra que el contraste de temperatura puede ser de hasta 4°C entre un punto cerca del parque (periferia de Colomos) y alejado de éste (a tres kilómetros), en una zona con pocos árboles.





**Figura 6.** Ubicación de puntos de muestreo.

El fuerte gradiente es debido a la falta de sombra, de humedad y a contrastes en el uso de la radiación solar. En el parque, la vegetación usa el calor para evapotranspirar, mientras que en zonas de poca vegetación, la energía del Sol se utiliza para calentar el pavimento, lo que crea una condición de mucho más calor para las personas.

La humedad relativa en el área con árboles es mayor que en la zona alejada del parque, con lo que el confort térmico es mayor conforme en zonas con árboles que sin éstos. Lo anterior es sólo un ejemplo de los servicios ecosistémicos que la vegetación o infraestructura verde da a las personas en las ciudades. Con lo antes presentado queda claro que la infraestructura verde en el municipio de Guadalajara se ha degradado en los últimos 20 años y no puede ser considerada como una ciudad saludable.



Lo anterior se debe a:

- El 78% de las colonias en el municipio no cuentan con la superficie de áreas verdes “recomendada” por lo que, ofrecen condiciones insuficientes para el bienestar.
- La infraestructura verde presenta una tendencia a la reducción y pérdida de servicios ecosistémicos.
- La mayor pérdida de verdor se observa en la zona centro, así como en las zonas donde existe mayor densidad poblacional.
- Con la pérdida del verdor se han disminuido los servicios ecosistémicos como la regulación climática e hidrológica, la regulación de la calidad del aire, el mantenimiento de un ambiente con biodiversidad.
- En una zona donde se registran temperaturas incluso superiores a los 40°C, la presencia de árboles puede significar zonas de confort, al ser 3 o 4°C más frescas.

El modelo de ciudad que se construye Guadalajara, así como otras ciudades mexicanas, no garantiza condiciones de bienestar mínimas, dadas las afectaciones ocasionadas a los ecosistemas por la expansión urbana, en donde se privilegia el negocio inmobiliario a la existencia de áreas verdes saludables. No obstante y considerando que tendencia no es destino, podríamos modificar las formas de desarrollo urbano, sabiendo que aún es posible construir el bienestar.





## ¿Por qué es importante el arbolado?



Los árboles y la infraestructura verde en general son elementos que generan calidad de vida para las personas en las ciudades. Sin embargo, es común que se olviden los servicios que la vegetación presta y por lo mismo, ésta se vaya perdiendo conforme aumenta la población y el tamaño de las urbes.

La relación uso de suelo clima está probada, y es así que se sabe que las ciudades requieren un mínimo de vegetación para considerarse saludables.

Algunos ejemplos de ciudades que han apostado por el crecimiento de la infraestructura verde y el arbolado urbano son:

a) Copenhague (Dinamarca) que cuenta con 2,220 hectáreas de zonas verdes destinadas a uso público.

b) Medellín (Colombia), cuenta con cinturones verdes que conectan distintas partes de la ciudad creando una red de zonas verdes, lo cual está establecido como política urbanística.

c) Berlín (Alemania) tiene dentro y alrededor del área urbana poco más de 2,500 parques y jardines.

d) San Francisco (E.U.A), desde hace unos años se considera como una de las ciudades más verdes de Estados Unidos, ya que se encuentra rodeado por grandes parques, jardines y el mar, generando grandes beneficios de confort en sus habitantes.



e) Viena (Austria), destacable porque consolidó toda una estrategia para mitigar las islas de calor urbano, la cual involucra distintas participaciones tanto del gobierno como ciudadanas para atender aspectos relacionados con el clima, la conservación de la naturaleza, la planificación del paisaje, la planificación urbana, la arquitectura, entre otras.


Viena es un buen ejemplo para demostrar que las redes de espacios verdes y corredores verdes del centro de la ciudad reducen el efecto de las islas de calor en la ciudad.

Asimismo, destacan que la “ecologización temprana”, es decir, la creación de infraestructura verde antes de que comience la construcción, así como la conexión de espacios verdes, aumenta la calidad y garantiza la provisión adecuada de espacios verdes. Por tanto, invertir en infraestructura verde ha resultado más rentable que depender solo del espacio construido o atender las afectaciones a la salud.

“ **Sólo una ciudad perdida entre los bosques es una ciudad de verdad** ”

Mehmet Murat Ildan



Proponer un modelo de desarrollo urbano más verde, más sostenible y más resistente, donde la infraestructura verde y principalmente el arbolado, tengan un papel fundamental en los modelos de desarrollo urbano, no es una utopía sino una necesidad. 

1. Oke TR, Mills G, Christen A, *et al.* 2017. Urban Climates. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781139016476>
2. ONU-Habitat. 2022. Reporte Mundial de las Ciudades 2022. Visualizando el futuro de las ciudades. <https://onuhabitat.org.mx/WCR/>
3. World Health Organization and United Nations Human Settlements Programme (eds.). 2010. Hidden cities: unmasking and overcoming health inequities in urban settings. Kobe, Japan: World Health Organization; UN- HABITAT. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241548038>
4. Pineo H, Zimmermann N, Cosgrave E, *et al.* 2018. Promoting a Healthy Cities Agenda through Indicators: Development of a Global Urban Environment and Health Index. *Cities & Health* 2(1): 27-45. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10051806/>
5. Organización Mundial de la Salud. 2015. La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Crédito de imágenes en orden de aparición: Hai Cao (Pexels, P), 13053697 (Pixabay, Pi), Gaetringen (Pi), Alexzel, iconsy, pavlolakhrushev, melvinilham, browniemother, DAPA Images, CreativeID, by-studio (Getty Images, GI), Dany Santos (Sketchify, S), vectoricons, amethyststudio, bsd studio, mahij16902 (Pi), Visual Generation, Zoi Lunyova, Fine art, Anastasiia, Africa images, lemono, Roberto Galan (GI), deltaparnaiba (Pi), Pakon, goodstudio, BrendaHunter (GI), San Photography (P), grmarc2, humblino, MattGush (GI), Brett Sayles (P), Pavelnaumov, VINZENCE STUDIO, GraphicsRF, dwph (GI), senced (GI), Bich Tran (P), Muhammad Atif (Iconic Panda), Sergio Gavila, Sketchify Education, geralt (Pi), Josh Sorenson (P), Andrii Toryanyk's Images, Marta Wave (P), zazufiane (Pi), Giuseppe Ramos J, Vector Illustration, ymgerman (Getty Images Signature), Noppadol Thammatorn, Leanne Werner (GI), BNPDesingStudio, NirutiStock (GI), OpenClipart-Vectors (Pi).

*Diseño de publicación: Yareli Fiburcio*



### S. Lizette Ramos de Robles

Profesora e investigadora titular del Departamento de Ciencias Ambientales en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de Guadalajara. Coordinadora de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental. Sus líneas de investigación se relacionan con salud ambiental la didáctica de las ciencias experimentales.

contacto: [lizette.ramos@academicos.udg.mx](mailto:lizette.ramos@academicos.udg.mx)



### Tonantzin Camacho Sandoval

Maestra en Ciencias de la Salud Ambiental, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de Guadalajara. Trabaja en la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. Tiene amplia experiencia en el manejo de Sistemas de Información Geográficos y desarrollo de cartografía del sector Ambiental.

contacto: [tona.camacho@gmail.com](mailto:tona.camacho@gmail.com)