

# Contribución de Parques Urbanos en la Regulación de la Temperatura Ambiental en la Ciudad de Guatemala.



Nora Machuca Mejía<sup>1</sup>, Silvia Carolina Duarte<sup>2</sup>, Manolo José García<sup>3</sup>. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala<sup>1,2</sup>. Centro de Datos para la Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala<sup>3</sup>. norism-m@hotmail.com<sup>1</sup>, chivisduarte@gmail.com<sup>2</sup>, garcia.manolo@usac.edu.gt<sup>3</sup>.

A nivel mundial, el cambio en el uso del suelo y la disminución de áreas verdes en las ciudades han generado un incremento en la temperatura con relación a áreas no urbanizadas. Se estima que en la actualidad más del 50% de la población mundial vive en ciudades, lo cual implica un cambio importante en el uso del suelo y consecuentemente de las propiedades térmicas de las superficies terrestres. La ciudad de Guatemala cuenta con 121 parques urbanos, los cuales brindan importantes servicios ambientales a todos los habitantes. El objetivo de este estudio fue evidenciar si existe una contribución de los parques urbanos en la regulación de la temperatura ambiental en la Ciudad de Guatemala, mediante la cuantificación de la diferencia de la temperatura ambiental adentro y afuera de cuatro parques urbanos e ubicados en distintas zonas de la ciudad. Se evidenció que los parques urbanos contribuyen a la disminución de la temperatura ambiental, desempeñando un importante factor en el ámbito ecológico, mitigando el calor producido por los rayos del sol reflejados en las calles y banquetas.

# Abstract

Globally, the change in land use and decrease of green areas in cities have led to an increase in temperature relative to non-urbanized areas. It is estimated that currently over 50% of the world population lives in cities, which means a major change in land use and consequently the thermal properties of land surfaces. Guatemala City has 121 city parks, which provide important environmental services to all inhabitants. The aim of this study was to show if there is a contribution of urban parks to regulate the environmental temperature in Guatemala City, by quantifying the difference in the ambient temperature inside and outside four city parks. The difference in the ambient temperature inside and outside were quantified in four urban parks located in different areas of the city as a first approach to know the contribution offered by the green areas in the regulation of temperature and environmental quality in the metropolitan area. It was evident in the city's urban parks play an important role for the people, playing a major factor in the ecological environment, mitigating the heat produced by the sun reflected on the streets and sidewalks.

**Palabras clave** Temperatura, parques, asfalto, cobertura, vegetal.

## S

## INTRODUCCIÓN

Se estima que en la actualidad más del 50% de la población mundial vive en ciudades, lo que implica un cambio en el uso del suelo y de las propiedades térmicas de las superficies terrestres. La temperatura puede variar considerablemente al incrementar y disminuir la radiación solar a través del día. La transformación de las superficies permeables a impermeables altera localmente los balances de energía debido a que aumenta la reflexión de la radiación solar (Rodríguez, 2011).

De esta manera es escasa la evapora-

ción y por lo tanto el aporte de las precipitaciones a la humedad relativa del ambiente urbano no es muy significativa. La atmósfera urbana suele contener gran cantidad y variedad de partículas en suspensión, siendo algunas de ellas contaminantes, que determinan un aumento en la temperatura debido a su capacidad de absorción de calor mientras que las partículas contaminantes pueden llegar a producir episodios que alteren la calidad de vida de sus habitantes.

La Organización Meteorológica Mundial asevera que la falta de espacios verdes por el crecimiento urbano es la causa del aumento de 1 a 4°C de temperatura en algunas ciudades de Latinoamérica provocando la presencia de islas de calor en las ciudades (Rodríguez, 2011). Este fenómeno climático urbano provoca efectos en los espacios urbanos, donde el aumento de la temperatura tiene serias consecuencias para la salud del hombre y del ambiente (Tumini, 2010). La isla de calor es el resultado de dos procesos diferentes pero asociados; el primero y más importante, la modificación en la cobertura del suelo como resultado del proceso de urbanización que transforma las superficies con materiales impermeables como el asfalto y el concreto. La segunda, hace referencia a las actividades en la ciudad principalmente el transporte y la industria debido a las emisiones térmicas que contribuyen al calentamiento urbano (Villanueva, Ranfla, Quintanilla, 2013). La presencia de vegetación en las ciudades es fundamental por lo cual la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda 9m<sup>2</sup> de área verde por habitante, lo que se cumple en pocas ciudades de Latinoamérica (Rodríguez, 2011). García (1989) midió las temperaturas en 23 puntos (ejes S-N/E-O) de la ciudad de

Logroño, España, mediante un muestreo llevado a cabo a las 6, 15 y 23 horas a lo largo del año 1987, y se comprobó que a las 23 horas en verano, el centro de la ciudad funciona como una isla de calor situada por encima de la temperatura de los alrededores.

En 2001, Capelli y colaboradores analizaron la isla de calor urbana en la ciudad de Temuco, Chile, con mediciones de temperatura del aire y humedad a través de la ciudad para determinar la forma y la intensidad de la isla de calor urbano. El estudio confirmó que durante el día se genera una isla de calor que responde en líneas generales al modelo ideal de calentamiento urbano. La intensidad de la isla calórica fue 6.3°C y 1.2°C durante el día y la noche, la influencia de los cerros que limitan la ciudad es importante y el clima urbano de una ciudad es un mosaico de microclimas que interactúan continuamente.

Otros estudios han sido realizados en diferentes ciudades alrededor del mundo, reflejando el impacto negativo de la urbanización en el incremento de la temperatura ambiental, y resaltando la importancia de la vegetación sobre la reducción de la misma (Rodríguez, 2011; Romero y Vásquez 2005; Ángel, Ramírez y Domínguez, 2010; Urrutia del Campo, 2010; Tumini, 2010).

**P**ara el año 2,000 el área metropolitana de Guatemala tenía una extensión de entre 22,500 y 35,000 ha, dependiendo la forma de medición que se utilizara. En los últimos doce años se ha producido más suelo urbano que en los 218 años de ocupación urbana desde la fundación de la ciudad. Esto quiere decir que la ciudad está desarrollándose de una manera horizontal más que vertical. La ciudad de Guatemala cuenta con aproximadamente 121 parques ubicados en las diferentes zonas del área metropolitana, los cuales dentro del tejido urbano representan áreas verdes, permeables y que brindan servicios ambientales a los habitantes (PNUMA, 2008). La vegetación presente en parques urbanos regula las temperaturas extremas de la ciudad, ejerciendo un control climático sobre la misma (Rodríguez, 2011).

El principal efecto en el microclima es a partir de la medida de la amplitud térmica registrada a lo largo del día. La isla de calor atmosférica se manifiesta más en las horas nocturnas que durante el día, dificultando la disipación del calor acumulado y aumentando la temperatura mínima diaria. El objetivo de este estudio fue evidenciar si existe una contribución de los parques urbanos en la regulación de la temperatura ambiental en la Ciudad de Guatemala, mediante la cuantificación de la diferencia de la temperatura ambiental adentro y afuera de cuatro parques urbanos.

# MATERIALES & MÉTODOS

**S**e seleccionaron 4 parques ubicados en cuatro zonas de la ciudad de Guatemala, que corresponden a los 4 puntos cardinales (García et al 1989, p.1). Al norte en la zona 18 el parque “El Parquecito”, al este en la zona 5 el parque “San Pedrito”, al oeste en la zona 7 el parque “San José” y al sur en la zona 11 el parque “Esquipulitas”. En cada punto se midió la temperatura con un termómetro ambiental en el centro del parque y 400 metros afuera del parque debajo de un árbol solitario ubicado en el área de asfalto. La toma de la temperatura en los dos puntos del mismo parque urbano fue simultánea en los horarios de las 11, 12 y 13 horas, cada 15 días, en los meses de abril, mayo y junio del año 2012. Por razones logísticas, las mediciones se realizaron en un parque por día, completan-

do el muestreo en un total de 4 días. Debido a lo anterior, para el análisis de los datos se utilizó la diferencia de temperatura adentro y afuera del parque como un valor relativo, y no los valores absolutos de la temperatura. Los datos obtenidos se tabularon en una tabla electrónica para ser analizados por el programa R-project-®. Se determinó por medio del análisis de muestras pareadas de Wilcoxon ( $p < 0.05$ ), la distribución de la temperatura dentro del parque y fuera del parque con relación a los cuatro sitios de muestreo fue analizada por el análisis de varianza de Kruskal-Wallis ( $p < 0.05$ ) y la diferencia entre los cuatro parques con relación a sus temperaturas fue evaluada por medio de la prueba de Bonferroni.

# RESULTADOS

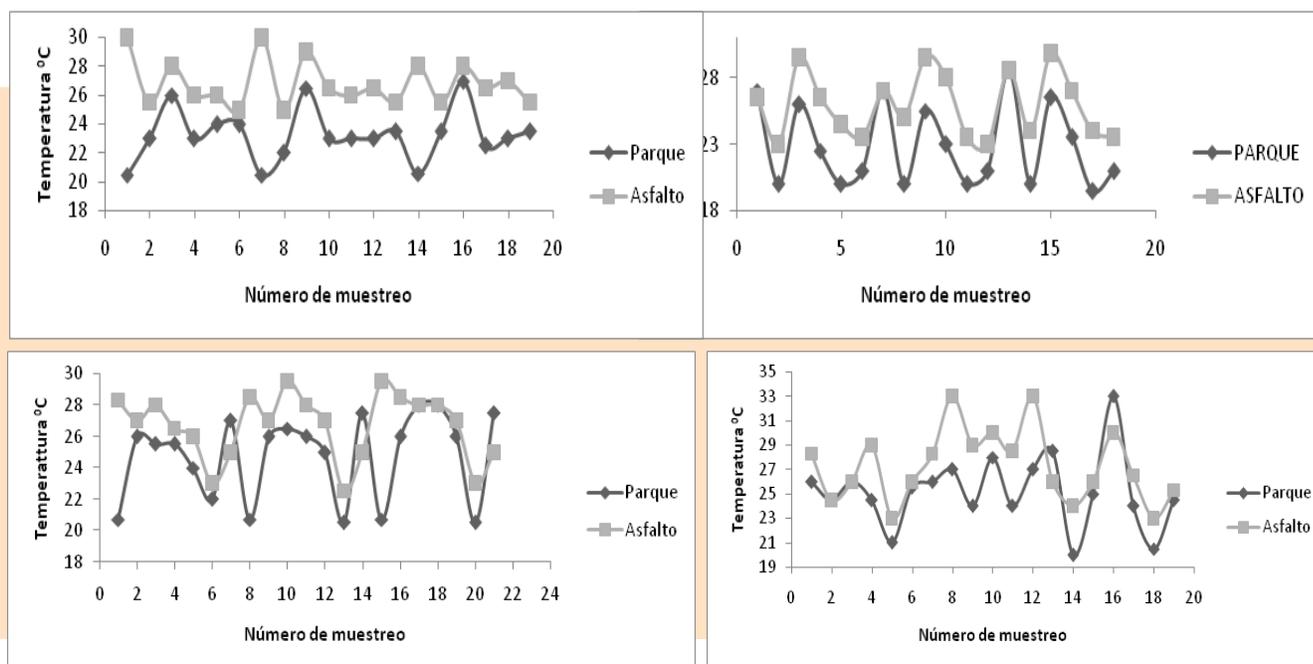


Figura 1. Parques muestreados a) Esquipulitas, b) San Pedrito, c) El Parquecito y d) Parque San José)

Al comparar el promedio de diferencias de temperatura de cada parque, el parque “San Pedrito” posee el mayor diferencial promedio de temperatura (3.5 oC menos adentro del parque) y “El Parquecito” el menor diferencial promedio (2 oC menos adentro del parque) (Figura 2).

La distribución de la variable de temperatura dentro del parque y fuera del parque se determinó con el análisis de muestras pareadas de Wilcoxon con un  $p < 0.05$ . Determinando que las medianas de las muestras de temperatura de parque y temperatura de asfalto son diferentes. Existe diferencia entre la temperatura dentro del parque y la temperatura fuera del parque (Tabla I).

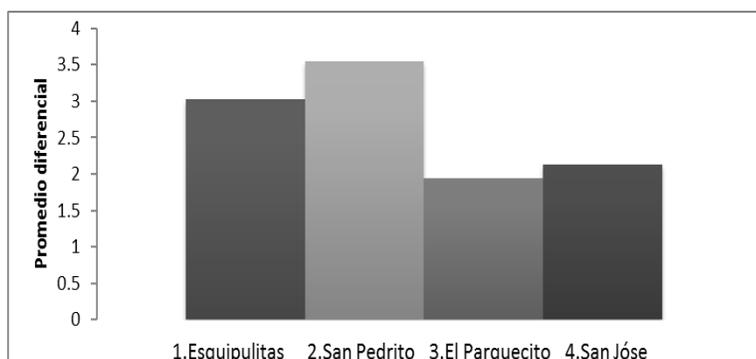


Figura 2. Promedio de diferencias de temperatura de cada parque.

Tabla #I. Análisis de Wilcoxon.

Parques	Probabilidad
Parque 1. Esquipulitas	0.0005711
Parque 2. San Pedrito	0.0001367
Parque 3. El Parquecito	0.0143
Parque 4. San José	0.007957

Tabla #II. Análisis de Varianza  
De Kruskal-Wallis

H(chi 2)	166.9
Hc	167.5
P	4.172e <sup>-37</sup>

Tabla #III. Resultados de la prueba de Bonferroni.

1	2	3
2	1.	--
	00	
3	1.	0. --
	00	28
4	1.	0. 1.
	00	51 00
P value adjustment method: bonferroni		

**E**l análisis de varianza de Kruskal-Wallis ( $p < 0.05$ ) para el diferencial de temperatura en los cuatro parques urbanos, demostró que existe una diferencia entre los cuatro parques analizados. (Tabla II)

Se analizaron los cuatro parques con relación a sus temperaturas para conocer la diferencia entre los cuatro parques por medio de la prueba de Bonferroni, la cual demuestra la distribución de una variable en más de dos muestras independientes. Se demostró que los parques 3 y 4 difieren en mayor proporción entre los cuatro parques (Tabla III).

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que existe una diferencia significativa en la temperatura adentro y afuera de los parques urbanos analizados. La diferencia de la cobertura vegetal puede estar jugando un papel determinante ya que adentro del parque urbano existe vegetación que ayuda a regular la temperatura en comparación con el área afuera, donde la mayoría de su superficie está cubierta por asfalto y donde el calor del sol se disipa muy lentamente, resultando en un rápido incremento de la temperatura (Bello, 1994). De manera similar a este estudio Baris, Sahin y Yazgan (2009) encontraron diferencias significativas entre la temperatura en áreas verdes y áreas urbanizadas, con lo que ambos estudios contribuyen a resaltar la función que tiene la vegetación de los parques urbanos en la regulación de la temperatura ambiental. Las plantas tienen una influencia en la temperatura por medio de la intercepción de la radiación solar (hasta en un 90% o más), transpiración de agua, alteración de las velocidades del viento y la dismi-

nución de la acumulación de calor en construcciones. Todo esto se expresa en sombra, frescura, refugio a la lluvia, humedad y filtración de aire, en contraposición con las edificaciones que son estructuras que almacenan calor, lo que conduce a la formación de gradientes térmicos entre las áreas urbanizadas (Oke, 1989; Akbari et al., 1992; Heisler et al., 1995; Olgyay, 1998; Huang et al., 2007).

Con el análisis de Wilcoxon, (tabla 1) se evidencia que en la ciudad los parques urbanos juegan un importante papel para los habitantes, desempeñando un importante factor en el ámbito ecológico, mitigando el calor producido por los rayos del sol reflejados en las calles y banquetas. Las variaciones en el diferencial de temperatura entre los parques pueden estar influenciadas por la extensión y forma del parque y así como la estructura y composición de la vegetación presente.

El análisis de Kruskal-Wallis evidencia que existe diferencia de las temperaturas dentro y fuera del parque, ya que los árboles también tienen una influencia en la radiación solar. En efecto, estos pueden reducir la radiación solar en un 90% o más (v.g., Heisler, 1986) evidenciando el rol importante que juegan los parques urbanos para los habitantes de la ciudad de Guatemala, la cual se encuentra en un crecimiento acelerado del área urbanizada (Geo, 2000).

Debido a lo anterior, es importante que las municipalidades, instituciones relacionadas a la planificación urbana y todos los ciudadanos, contribuyan con el mejoramiento y conservación de los parques urbanos actuales. La plantación de árboles en arriates, redondeles y ca-

rrerteras, así como la creación de nuevas áreas verdes en sectores urbanizados permitirían conformar redes urbanas de áreas verdes. Es necesario que sean planificadas de manera estratégica con el fin de generar un mayor aporte en cuanto a servicios ambientales para los habitantes de las diferentes ciudades del país. Los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano deben de contemplar la existencia de áreas verdes con base en la proporción y densidad de habitantes. Por lo que a su vez, es necesario desarrollar nuevas investigaciones multidisciplinarias sobre la contribución de las áreas verdes urbanas en la prestación de servicios ambientales que provea de insumos a tomadores de decisión y planificadores.

## AGRADECIMIENTOS

A PhD. Carlos Avendaño y McS. Javier Rivas, profesores del curso de Investigación aplicada de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

# Literatura citada

- Baris, M. E., Sahin, S., y M. E. Yazgan. 2009. The contribution of trees and green spaces to the urban climate: the case of Ankara. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 4(9):791-800.
- Bello V. (1994). La Isla De Calor Y Los Usos Del Suelo En Guadalajara. Serie Geográfica, vol. 4, pp. 83-97
- Capelli de Steffens, A., Pícolo, M. C., Hernández, J y G. Navarrette. (2001). La isla de calor estival en Temuco, Chile. *Papeles de Geografía*, 33, 49-60.
- García Ruiz, J., Ortigosa Izquierdo, L., Arnaéz Vadillo, J., y A. Gómez. (1989). Organización espacial de las temperaturas en la ciudad de Logroño. *Cuadernos I. Geográfica* 12 (2), 87-98.
- PNUMA. (2008). Perspectivas del medio ambiente urbano: Geo Ciudad en Guatemala. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- Romero, H y Opazo. (2011). Ecología Política de los Espacios Urbanos Metropolitanos: Geografía de la injusticia ambiental. *Fondecyt*. P.1-14.
- Romero, H., Salgado, M., y P. Smith. (2010). Cambios Climáticos Y Climas Urbanos: Relaciones entre zonas termales y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile. *Invi* 25(70), 151-179.
- Romero, H., y A. Vásquez. (2005) Evaluación Ambiental Del Proceso De Urbanización De Las Cuencas Del Piedemonte Andino De Santiago De Chile. *Revista Eure* 31(94), 97-117.
- Rodríguez, D.M. (2011). La gestión del verde urbano como un criterio de mitigación y adaptación al cambio climático. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes* 2(2), 123-130.
- Tumini, I. (2010). Estrategias para reducción del efecto isla de calor en los espacios urbanos. Estudio aplicado al caso de Madrid.
- Urrutia, N. (2011) Clima, diseño y diversidad urbana en el uso de tres plazas de Madrid. *Revista Territorios en Formación* (01), 161-178.
- Villanueva, J., Ranfla, A., Quintanilla, A. (2013). Isla de Calor Urbana: Modelación Dinámica y Evaluación de medidas de Mitigación en Ciudades de Clima árido Extremo. *Información Tecnológica* Vol. 24(1), 15-24

