

PROPUESTA DE PROYECTO

POR UNA MÉRIDA MÁS VERDE

Autor

M. en C. Julián Parada López

Introducción

En la actualidad, el cambio climático es una de las problemáticas ambientales más importantes que debe tratarse desde diversas perspectivas dada la afectación que este fenómeno puede causar en las poblaciones humanas y vida silvestre. Hoy en día, el aumento de la población humana continúa de forma acelerada. En consecuencia, los asentamientos humanos se ven en la necesidad de expandirse, de tal forma que el incremento en el espacio sea el adecuado para poder sostener a la población en crecimiento. Sin embargo, dicho aumento de la necesidad de espacio, implica que la vegetación asociada al territorio aledaño a los asentamientos humanos desaparezca para, en su lugar, construir viviendas y otra infraestructura que cubra con las necesidades de la población.

El desmonte de la vegetación trae como consecuencia un aumento en la temperatura promedio en el ambiente urbano, creando así el efecto conocido como “islas de calor”. Este efecto se describe como la diferencia en la temperatura entre un área urbana y su periferia rural (Stewart, 2011; Li *et al.*, 2013). Posterior al desmonte, se realizan labores de pavimentación para darle funcionalidad a las calles de los nuevos asentamientos. La pavimentación evita la infiltración de agua de lluvia al subsuelo, incrementa la temperatura al atrapar los rayos solares, aunado al calor que generan las diferentes actividades humanas como la acción de automotores, estufas, aparatos eléctricos, etc., lo que da como resultado el aumento en la temperatura de las ciudades (Galindo-Biaconi y Victoria-Uribe, 2012). Esto provoca una disminución en la humedad relativa en los ambientes urbanos, además de incrementar la concentración de partículas contaminantes que promueven la condensación y sublimación con mayor rapidez, dando lugar a lluvias torrenciales y granizadas que pueden ocurrir con más frecuencia dependiendo de la ubicación geográfica (Morales, 2008).

La vegetación tiene funciones ecológicas benéficas para las poblaciones humanas y vida silvestre, pues protege el suelo, reduce la evaporización, previene erosiones de origen eólico e hídrico, disminuye los riesgos de inundaciones, purifica el aire y crea microclimas (Ochoa, 1999). Las plantas ayudan a reducir los efectos negativos del clima provocados por la urbanización. Por ejemplo, absorben parte del calor generado en ambientes urbanos, absorben la lluvia que corre por las superficies, lo que contribuye a la reducción del efecto de las “islas de calor” (Dunnett y Kingsbury, 2008). Asimismo, la vegetación reduce la contaminación del aire por la oxigenación generada por la fotosíntesis, la cual ayuda a “diluir” el aire contaminado (Chacalo y Corona, 2009), así como la absorción de ruido,

atrapa el polvo, recicla el dióxido de carbono y absorbe muchos contaminantes gaseosos (Dunnett y Kingsbury, 2008).

Ahora bien, los espacios verdes en las ciudades también proporcionan beneficios de tipo social. Por ejemplo, los parques y jardines que puedan encontrarse en las ciudades se consideran un punto de reunión familiar o integración de la comunidad (Galindo-Biaconi y Victoria-Uribe, 2012). En un estudio realizado en la ciudad de Chicago, se determinó que las áreas verdes reducen los índices de violencia doméstica. Asimismo, a las personas adultas les provee de espacios apropiados para la convivencia y ejercicio; también se ha reportado que la población con acceso a áreas verdes presentan menores niveles de miedo, incivildad y comportamiento agresivo (Kuo y Sullivan, 2001).

En el caso de la ciudad de Mérida, Yucatán, por su ubicación geográfica presenta un clima cálido subhúmedo, en la cual el tipo de vegetación predominante es el de selva baja caducifolia, misma que se caracteriza por presentar especies de árboles con un rango de altura entre 5 a 10 m, que tiran el 80% de sus hojas durante la época de sequía (Diciembre-Mayo). La ciudad cuenta con 892,363 habitantes en total hasta el último conteo realizado en 2015 (INEGI, 2017). Actualmente, la ciudad se encuentra en constante crecimiento, siendo evidente la construcción de nuevos centros comerciales y fraccionamientos que ya se encuentran ubicados fuera del anillo periférico debido a la falta de espacio disponible dentro de los límites del mismo. Por lo tanto, y como se ha mencionado en párrafos anteriores, implica la selección de áreas que deben ser desprovistas de vegetación para la construcción de los fraccionamientos nuevos. Sin embargo, el diseño de dichos fraccionamientos no contempla el espacio suficiente para áreas verdes de dimensiones considerables que ayuden a mitigar el efecto de las altas temperaturas. De acuerdo al Sistema de Gestión de Espacios Públicos del Ayuntamiento de Mérida (2016), de 1990 al 2017, la mancha urbana de la ciudad ha crecido 8150 ha, que corresponde al 44% del área urbanizada. Si bien existen diversos parques y áreas verdes dentro de la ciudad (601 parques y 441 áreas verdes de acuerdo a la Unidad de Desarrollo Sustentable del Ayuntamiento de Mérida, 2016), éstas no parecen ser suficientes para contribuir a minimizar el impacto de las islas de calor. Aunado a lo anterior, no se conoce la densidad, distribución de árboles por parque y área verde así como el área de cobertura por árbol. Una mayor cobertura de árboles en los parques y áreas verdes permitirá tener áreas con más sombra, lo que a su vez ayudará a la reducción de la temperatura y aumentaría la humedad del ambiente urbano. También, una mayor cobertura arbórea y densidad de follaje, al incrementar el área de sombra, disminuye la incidencia de la radiación solar, al igual que contribuye a la protección al servir como barrera contra los vientos, se fija mayor cantidad de CO₂ y también atrapan los gases de efecto invernadero (León-Trejo *et al.*, 2017).

Por todo lo mencionado anteriormente, resaltando la importancia que el calentamiento global está teniendo sobre las poblaciones humanas y fauna silvestre y urbana, resulta de gran relevancia conocer la distribución de árboles y su cobertura de dosel en los diferentes parques y áreas verdes de la ciudad de Mérida. Por lo tanto, **el objetivo de la presente propuesta es realizar un estudio en el cual se cuantifique la cantidad de**

árboles presentes por parque y áreas verdes, determinar si su distribución es uniforme o no en cada sitio, así como estimar la cobertura de dosel de cada árbol y posteriormente contrastar esta información con zonas de la ciudad donde no haya cobertura vegetal.

Metodología de muestreo

Se visitarán los parques y áreas verdes (sitios de muestreo) por orden de distrito, es decir, iniciando por el distrito I. El orden de visita de los parques y áreas verdes será a conveniencia, considerando el punto de entrada al distrito y la distancia entre parques y áreas verdes tanto del punto de entrada al distrito como entre cada parque. Se visitará la mayor cantidad de parques y áreas verdes durante cada día, en un horario de 8 am a 6:30 pm, cuando aún la luz sea suficiente para realizar las mediciones.

Al llegar a los sitios de muestreo, se procederá a identificar las especies arbóreas presentes, se les tomará punto de georreferencia por medio de GPS, posteriormente se les medirá el diámetro a la altura del pecho (DAP) en cm, y finalmente se medirá el área de cobertura (AC) de dosel en m². Para las dos medidas mencionadas, se utilizarán las siguientes fórmulas para su cálculo:

$$DAP = C/\pi$$

Donde C se refiere a la circunferencia del fuste, tomada con cinta métrica a una altura aproximada de 1.3 m del suelo.

$$AC = \pi (\text{Promedio } C/2)^2$$

Donde C es el diámetro de la copa, dado por la medida de longitud de los ejes norte-sur, este-oeste de la proyección de sombra de la copa; cada eje se suma y el resultado se divide entre dos para estimar el diámetro de copa. La medición de los ejes de proyección se realizará ya sea en el mismo sitio de muestreo mediante la distancia obtenida por GPS de cada eje, o mediante el uso de imagen satelital a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de acceso libre (Quantum GIS). Con este software, al ubicar la posición geográfica del árbol de interés, se utilizarán las herramientas de medición de distancia disponibles para el cálculo de las longitudes de los ejes para luego calcular el área de cobertura (m²) con base en dichas mediciones.

Una vez obtenida esta información, los sitios de muestreo serán ubicados geográficamente mediante el SIG Quantum GIS, con el cual se medirá la longitud y ancho de los sitios de muestreo para calcular el área total de cada sitio. Al área total de cada sitio se le restará el área de cobertura de todos los árboles presentes en él para determinar el espacio descubierto y contrastar este dato con el área cubierta por los árboles. Cada sitio de muestreo será dividido en celdas y se realizará un conteo de los árboles por cada celda (cada punto GPS referirá a cada árbol). Con la ubicación de los árboles y la división de los

parques y áreas verdes en celdas, se podrán realizar mapas de distribución de los árboles por cada sitio para determinar si dicha distribución es uniforme, concentrada o aleatoria.

Análisis de datos

Se elaborará una base de datos con la información de las especies de árboles presentes en cada sitio de muestreo, el DAP de cada individuo medido, área de cobertura de cada individuo, área total del sitio de muestreo, área sin cobertura arbórea y área de cobertura arbórea de cada sitio.

Con estos datos se realizarán análisis estadísticos para la cuantificación de las diferencias entre los distintos sitios de muestreo. Dependiendo de si los datos obtenidos presentan una distribución normal, se utilizarán pruebas t de Student o U de Mann-Whitney para la comparación de los promedios de las áreas de cobertura entre parques y áreas verdes. Las mismas técnicas serán utilizadas para comparar los promedios de área descubierta y área con cobertura de los sitios de muestreo, para determinar si existen diferencias en tamaño entre ambos tipos de área. Asimismo, se utilizará el análisis de varianza (ANOVA) o la prueba de Kruskal-Wallis para comparar los promedios del área de cobertura de los sitios por distrito, con el fin de explorar las posibles diferencias de cobertura arbórea entre los ocho distritos que conforman la ciudad de Mérida. Finalmente, estas mismas técnicas de análisis se usarán para determinar cuantitativamente las diferencias entre el área arbolada y el área no arbolada de la ciudad por distrito. Los análisis estadísticos se realizarán con un nivel de confianza del 95% y serán ejecutados con el software de acceso libre R.

Para analizar la distribución espacial de los árboles de cada sitio de muestreo, se utilizará el índice de dispersión de Morisita (I_d) (1969) a través de la siguiente fórmula:

$$I_d = n (\sum x_i^2 - \sum x_i / (\sum x_i)^2 - \sum x_i)$$

Donde n es el número de celdas y x_i es el número de árboles en la celda i. Un $I_d = 1$ significa que la distribución de los árboles es aleatoria, valores > 1 indican una distribución agregada o concentrada, y valores < 1 indican una distribución uniforme en el sitio de muestreo.

Acciones a realizar posterior a los resultados obtenidos

Si se encuentran diferencias significativas entre las áreas descubiertas y áreas con cobertura arbórea en los sitios de muestreo, asumiendo que las áreas descubiertas sean mayores que las áreas con cobertura, sería indicativo de una falta importante de cobertura arbórea. Por otro lado, si la distribución espacial de los árboles no resulta uniforme en la mayor parte de los sitios de muestreo, también se considerará como elemento importante a modificar para mitigar el efecto de las islas de calor en la ciudad. Así, para aumentar el área de cobertura de los parques y áreas verdes y lograr una distribución más uniforme de árboles, se sugerirá la selección de puntos estratégicos para plantar principalmente especies

nativas de la región, las cuales corresponden a las condiciones climáticas de la zona y promoverán el flujo de fauna silvestre nativa asociada a los ambientes urbanos, como pueden ser diferentes especies de aves tanto residentes como migratorias, ardillas, etc.

Para determinar las especies de árboles a plantar, se consultará con la autoridad correspondiente para la realización de dicha tarea. Como actividad adicional, se propone dar seminarios o exposiciones de los resultados obtenidos a las autoridades municipales, así como pláticas continuas en las escuelas con el fin de crear conciencia en los niños y jóvenes acerca de la problemática ambiental actual y las acciones que pueden realizarse para reducir los efectos negativos del cambio climático. Es particularmente importante enfocar esfuerzos en los niños y jóvenes, ya que en ellos residirán las futuras iniciativas y actividades en pro de la conservación de la naturaleza y mejora de la calidad ambiental.

Los resultados obtenidos por este proyecto aportarán ideas para un diseño más sustentable de los fraccionamientos y espacios públicos de la ciudad, con lo cual se mejorará la calidad de vida de los habitantes al promover un ambiente más saludable en términos de temperaturas más agradables, menor contaminación y menor exposición a la radiación solar.

Referencias

- Chacalo Hilu, A. y Corona y Nava Esparza, V. 2009. Árboles y arbustos para ciudades. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Dunnett, N. y Kingsbury, N. 2008. Planting Green roofs and living walls. Londres, Timber Press, Inc.
- Galindo-Bianconi, A.S. y Victoria-Uribe, R. 2012. La vegetación como parte de la sustentabilidad urbana: beneficios, problemáticas y soluciones para el Valle de Toluca. *Quivera*, 14(1): 98-108.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Anuario estadístico y geográfico de Yucatán, 2017. 708 pp. Disponible en www.inegi.org.mx.
- Kuo, F.E. y Sullivan, W.C. 2001. Environment and crime in the inner city: does vegetation reduce crime? *Environment and Behavior*, 33(3): 343-367.
- León-Trejo, S.L., Rosas-Lusett, M.A. y Bartorila, M.A. 2017. Forestación de calles, su impacto en el microclima urbano. *Laguna Nuevo Amanecer*, Ciudad Madero, México. *Revista Interdisciplinaria sobre Estudios Urbanos*, 2(2): 21-39.
- Li H., Harvey, J.T., Holland, T.J. y Kayhanian, M. 2013. Corrigendum: The use of reflective and permeable pavements as a potential practice for heat island mitigation and storm water management. *Environmental Research Letters*, 8, doi:10.1088/1748-9326/8/1/01502314.
- Morales Méndez, C. *et al.* 2008. Isla de calor en Toluca, México. *Ciencia Ergo Sum*, 14(3): 307-316.
- Morisita, M. 1969. Id-index, a measure of dispersion of individuals. *Researches in Population Ecology*, 4: 1-7.

- Ochoa, J. 1999. La vegetación como instrumento para el control microclimático. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España.
- Sistema de Gestión de los Espacios Públicos. 2016. Instituto Municipal de Planeación. Ayuntamiento de Mérida. Disponible en www.merida.gob.mx.
- Stewart, I.D. 2011. A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature. *International Journal of Climatology*, 31: 200-217.
- Unidad de Desarrollo Sustentable. 2016. Plan de Infraestructura Verde. Ayuntamiento de Mérida. Disponible en www.merida.gob.mx.