

Laguna del Carpintero, regulador climático en el área urbana de Tampico, Tamaulipas, México

Laguna del Carpintero, climate regulator in the urban area of Tampico, Tamaulipas, Mexico

MIREYA ALICIA ROSAS-LUSETT*, MIGUEL ÁNGEL BARTORILA**, SADOT OCÓN-MORALES***

RESUMEN. Los espacios naturales en áreas urbanas, como es el caso del humedal de la Laguna del Carpintero (HLC), ubicada en el área central de Tampico y Ciudad Madero, son reguladores del clima que disminuyen los efectos de la isla de calor. La escala del espacio natural y sus características ecológicas contribuyen de manera directa a la disminución del gasto energético en la zona de influencia y a la reducción de los efectos del cambio climático.

Las áreas de cobertura vegetal existente, especialmente manglares, colaboran junto con el cuerpo de agua al mejoramiento del microclima urbano, lo que beneficia el incremento de horas de confort a la población de las zonas aledañas. Se presenta un estudio comparativo de temperatura del aire y velocidad del viento en el espacio natural y área urbana, así como la correlación con las comunidades vegetales del humedal.

ABSTRACT. Natural spaces in urban areas, like the case of the wetland in Laguna del Carpintero, located on the central area of Tampico and Ciudad Madero, are weather regulators and lower the effects of the heat island. The natural space's scale and its ecological characteristics contribute directly to the decrease of energy waste on the influential zone and in the reduction of the effects of climatic change.

The existing vegetative coverage areas, especially mangroves, collaborate along the water to the improvement of the urban microclimate. This brings the increase of comfort hours as a benefit to the population of the surrounding area. We present a comparative study of the air and the speed of the wind in the natural space and urban area, as well as the correlation with the vegetative communities of the lagoon.

Palabras clave: comunidades vegetales, confort, humedal.

Key words: vegetative communities, comfort, wetland.

Fecha de recibido:
9 diciembre 2015
Fecha de aceptado:
8 febrero 2016

* Universidad Autónoma de
Tamaulipas, México
mrosas@uat.edu.mx

** Universidad Autónoma de
Tamaulipas, México
mbartorila@uat.edu.mx

*** Universidad Autónoma de
Tamaulipas, México
s_ocon@hotmail.com

Introducción

La isla de calor se conoce como el domo de aire cálido que se forma en áreas urbanas debido a la presencia de edificios y superficies pavimentadas que continúan irradiando calor incluso después de que el sol se oculta. Se presenta un fenómeno de circulación del aire característico, donde el aire caliente se concentra sobre el centro de las ciudades, se eleva y conforme se enfría baja en sus orillas. Al mismo tiempo, el aire frío de las orillas fluye hacia el centro de la ciudad para cerrar el ciclo. A causa de este fenómeno se genera un sistema cerrado de circulación que sólo puede romperse por el efecto de vientos relativamente fuertes. El resultado es un calentamiento relativo de la atmósfera sobre la ciudad en relación con los alrededores.

Las temperaturas son más altas en zonas con mayor densidad de construcción y son más bajas en parques, espacios naturales o zonas más abiertas. El tipo de superficie es un factor importante en cuanto a los patrones espaciales de las capas de temperatura del aire superficial y de dosel en la ciudad. Las temperaturas de la superficie son especialmente susceptibles a las diferentes condiciones. Durante el día, las superficies secas y oscuras, que absorben luz solar, fuertemente se vuelven muy calientes, mientras que las superficies más claras y/o mojadas son más frías. El sombreado de la superficie también ayuda a controlar la temperatura.

Las inundaciones, las altas velocidades del viento y el aumento de la temperatura del aire presentan diferentes riesgos en las ciudades.

Los aumentos de la temperatura y las islas de calor son un problema cada vez más frecuente. Hathway (2012) menciona la necesidad de proporcionar una estructura urbana resistente a los fenómenos extremos provocados por el cambio climático. El autor indica que es necesario proveer de vegetación y espacios verdes. Los parques con masas arbóreas proporcionan enfriamiento y se propagan a una distancia aproximada a la mitad del ancho del parque. La provisión de árboles grandes y pequeños compensa el calor generado por los vehículos y las superficies asfaltadas de las calles, dando lugar a niveles más bajos de absorción solar y menor temperatura del aire adyacente.

Así también, la presencia de cuerpos de agua, como ríos o lagunas, ayuda a reducir las islas de calor, dando valores similares a las zonas rurales. Las cualidades que proporcionan los espacios verdes son la refrigeración a través de la provisión de sombra y la evapotranspiración de la vegetación. Asimismo, mejoran la porosidad de la superficie, aumentan la capacidad disponible para el almacenamiento de agua y su disponibilidad para el enfriamiento evaporativo.

Las islas de calor de zonas urbanas evidencian el impacto del hábitat construido sobre el medio físico y el aumento de temperatura que produce. El estudio realizado por Evans (2005) para Tampico indica que los sectores de mayor temperatura coinciden con distintas características urbanas. Dicho trabajo muestra la influencia de las superficies de agua como ríos y lagunas, donde se produce una notable disminución en las zonas urbanas adyacentes e indica la

importancia de conservar estos elementos para reducir la isla de calor y su impacto desfavorable sobre el confort y la demanda de energía en la ciudad.

Desarrollo

Área de estudio

El humedal de la Laguna del Carpintero es un cuerpo de agua salobre, forma parte del Estuario del Río Pánuco, en la confluencia con el Río Tamesí y el Golfo de México. Presenta características estuarinas con influencia de mareas y cuña salina, lo que confiere una importancia ecológica mayor, al ser una zona de transición, con especies hidrófilas como

el mangle, vegetación secundaria de selva baja caducifolia y pastizales inducidos artificialmente en las áreas ganadas al cuerpo de agua, que sustentan grupos faunísticos de vertebrados. El cuerpo lagunar se une al Pánuco a través del canal de La Cortadura, su principal afluente, recibiendo también aportaciones por escurrimientos pluviales en épocas de lluvias.

La superficie del cuerpo de agua de la Laguna del Carpintero se ha visto reducida menos de la mitad de lo que originalmente cubría (Figura 1) en el plano histórico, elaborado en 1865. El relleno y la transformación del entorno realizado en la década de 1960 con el trazado del bulevar López Mateos han traído como consecuencias la disminu-

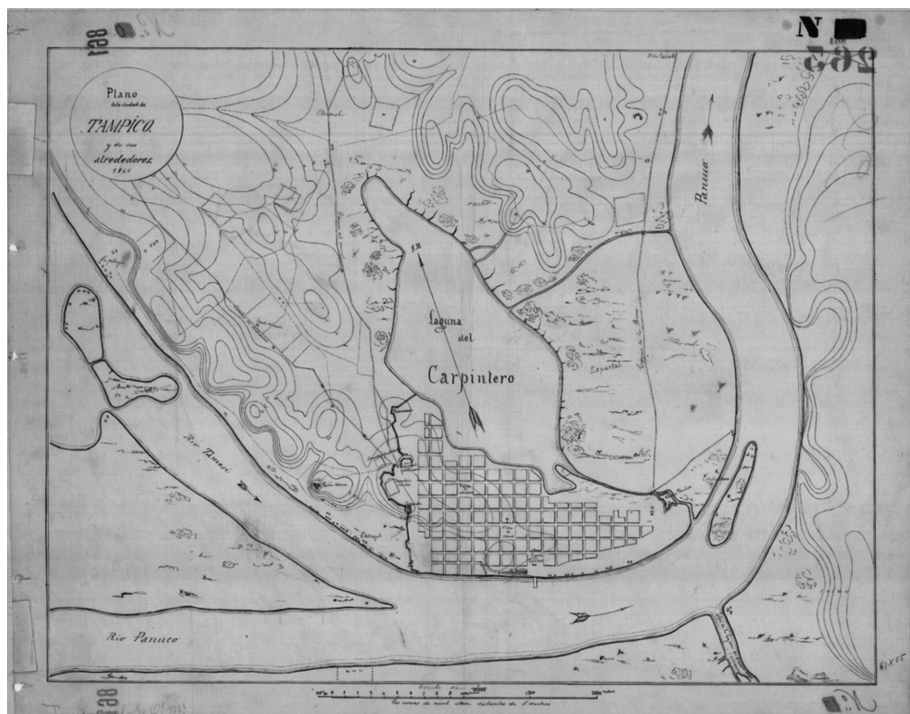


Figura 1. Plano histórico 1865.

Fuente: MAPAMEX, UNAM.

ción de la población de manglares y eventuales inundaciones.

Clima

De acuerdo con el INEGI, el tipo de clima dominante en el área de estudio es representado por Aw, cálido subhúmedo con lluvias en verano. García (1990) describe el clima de la zona como cálido todo el año con una temperatura media anual mayor de 22 °C y extremoso con temperaturas medias mensuales entre 7 y 14 °C, con periodo de canícula.

Los datos de temperatura y precipitación provienen de la base de datos del Sistema Meteorológico Nacional, siendo la estación climática Tampico la más cercana al área de estudio, localizada en latitud 22° 14' 19" N, longitud 97° 52' 44" W, a una altura de 3 msnm; los registros de la estación presentados a continuación comprenden el periodo de 1981-2010 (tabla 1). La temperatura promedio mensual que presenta la zona en estudio es la siguiente: en la temporada más calurosa durante el semestre de mayo a octubre superando los 30 °C, agosto es el mes más caluroso con registros de 32.8 °C; las mínimas son de noviembre a abril, siendo enero el mes más frío con temperaturas de 15.2 °C. La temperatura media anual para la zona es de 25.1 °C.

Los vientos durante los meses de marzo a septiembre presentan velocidades de 3 m/s con una componente sureste-noroeste, predo-

minando la mayor parte del año. De octubre a febrero son más frecuentes los vientos del norte con una velocidad entre 3.07 y 6.13 m/s, con una componente norte-noroeste-sureste. La frecuencia de vientos del norte registrados en la zona, denominados “nortes”, establece un promedio superior a los 30 eventos, iniciando regularmente entre septiembre y octubre, continuando hasta marzo y abril.

Los nortes presentan velocidades del viento superiores a los 50 km/h, hasta rachas que superan los 90 km/h; sin embargo, su duración es escasa y su frecuencia. Estos vientos del norte abaten rápidamente la temperatura, provocando descensos bruscos.

La dirección de los vientos en Tampico, se presenta generalmente del este-sureste durante la mayor parte de los meses, salvo en época de invierno en donde la dirección del viento es del norte (Figura 2). Las direcciones de viento más frecuentes son las de los sectores E, ESE, SE, N y NNE, que sumadas tienen un periodo de ocurrencia del 46.53%. Las direcciones reinantes son SE (13.72%) y ESE (9.73%).

Los rangos de velocidad más frecuentes corresponden al rango comprendido entre el 2.06-3.60 m/s con un 37.05% de ocurrencia, seguido por el rango de 0.51-2.06 m/s con un 26.48%. El periodo de calmas representa un 19.61% del total. Los vientos dominantes corresponden al N y NNE con una frecuen-

Temp.	Ene	Feb	Mr	Abr	My	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Máx.	23.3	24.8	27.1	29.4	31.5	32.5	32.3	32.8	31.9	30.3	27.5	24.2	29.0
Media	19.2	20.7	32.1	25.6	28.0	29.0	28.7	29.1	28.2	26.3	23.3	20.1	25.1
Mín.	15.2	16.5	19.1	21.8	24.5	25.6	25.1	25.3	24.4	22.3	19.2	15.9	21.2

Tabla 1. Temperaturas máximas, medias y mínimas promedio mensuales en °C, periodo 1981-2010. Fuente: Estación Climatológica Tampico.

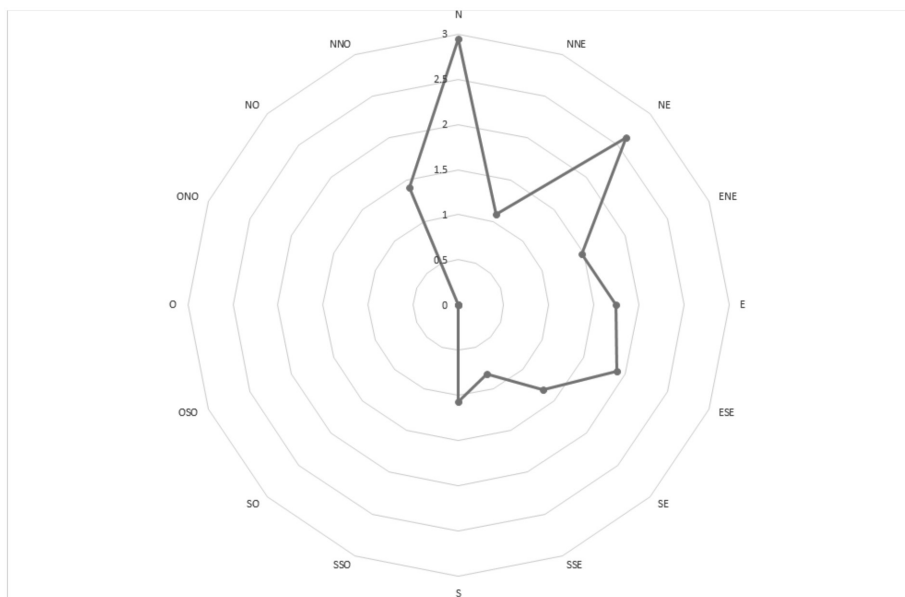


Figura 2. Gráfica de viento Tampico.
Fuente: Realizado por los investigadores.

cia de ocurrencia de 2.7% y con un rango de velocidad entre 5.66-8.75 m/s.

Comunidades vegetales y características estructurales

El Humedal Laguna del Carpintero se localiza en la región tropical (Neotropical) que se caracteriza por ambientes secos y húmedos. Los ambientes secos están representados por las selvas secas y los matorrales espinosos, mientras que los ambientes húmedos por las selvas altas y medianas perennifolias (Challenger, Soberón, 2008).

Entre las comunidades vegetales que se desarrollan alrededor de la Laguna del Carpintero distinguimos los manglares, que son formaciones vegetales en las que predominan distintas especies conocidas como mangle, poseen una altura de tres metros, aunque a veces alcanzan los 15m o más, con

ramas descendentes que llegan al suelo y se arraigan en él. Asimismo, tienen la particularidad de ser resistentes a la salinidad del agua. Estos ecosistemas sirven de transición entre los ecosistemas terrestres y los ecosistemas marinos. Su importancia ecológica se debe a la barrera natural de protección que contiene la erosión de vientos y mareas, prestan servicios ambientales, en condiciones naturales, filtran el agua y permiten el abastecimiento de mantos freáticos. Son ecosistemas que capturan gases de efecto invernadero y actúan como sumideros de bióxido de carbono (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2013).

En esta vegetación halófila se encuentran cuatro especies de mangle: *Avicennia germinans* “mangle negro”, *Laguncularia racemosa* “mangle blanco”, *Conocarpus erectus* “mangle botón” y *Rhizophora mangle* “mangle rojo” y esta última, distinguién-

Unidad de vegetación	Superficie (ha)	Especies dominantes
Manglar	13.19	<i>Avicenia germinans</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> y <i>Rizophora mangle</i>
Vegetación hidrófila	2.87	<i>Typha dominguensis</i> , <i>Ludwigia octovalvis</i> , <i>Pistia stratiote</i>
Pastizal	23.57	<i>Megathyrsus máximum</i> y <i>Leucaena leucocephala</i>
Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	9.93	<i>Ceiba pentandra</i> , <i>Salix chilensis</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Tabebuia rosea</i>
Total	49.55	

Tabla 2. Especies dominantes en las unidades de vegetación en el Humedal Laguna del Carpintero.
Fuente: Realizado por los investigadores.

dose de las demás especies por ser tolerante a los medios excesivamente salinos. Las cuatro especies de mangle presentes en nuestra zona de estudio, se encuentran en estatus de Amenazadas (A), de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM -059-SEMARNAT-2010.

El análisis de la estructura vertical de la vegetación del Humedal Laguna del Carpintero mostró tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Las especies dominantes en el estrato arbóreo fueron: Mangle *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Leucaena leucocephala*, *Tabebuia rosea*, *Salix chilensis*. Las especies dominantes en el estrato arbustivo son: *Bauhinia divaricata*, *Mimosa pigra*, *Parkinsonia aculeata*, y *Vachellia cornígera*; se encuentra dominado por: *Abutilon trisulcatum*, *Borrhichia frutescens*, *Parthenium hysterophorus*, *Datura sp* y las especies de pastizal *Megathyrsus máximum* (tabla 2).

Estudios preliminares

Evans (2005), en el estudio de la isla de calor de Tampico-Madero, registró una variación de temperatura de 4 grados. Se presentó la temperatura mínima de 26 °C en la playa Miramar, 27 °C en Río Pánuco y la Laguna del Carpintero y 29 °C en los centros urbanos de Tampico y ciudad Madero que presentan una alta densidad y suelos asfaltados. Se encontró que la zona más densa del centro

de Tampico presenta temperaturas de 30 °C. Así, la diferencia entre la zona más caliente y la laguna del Carpintero es de 3 grados.

En dicho estudio se presentan las siguientes recomendaciones para mitigar la isla de calor:

- Mantener espejos de agua y conservar zonas de vegetación en la zona urbana;
- Evitar grandes zonas de asfalto, especialmente en estacionamientos vehiculares;
- Controlar el factor de ocupación de suelo, reduciendo la superficie de techos;
- Promover el arbolado urbano y el suelo vegetación en terrenos particulares.

Esto nos permite afirmar la necesidad de preservar el humedal de la Laguna del Carpintero, por el valor que adquiere al ser un gran regulador térmico.

Mediciones urbano-natural transecto

Se propusieron dos itinerarios que asumen en su recorrido las transiciones entre espacio urbano y espacio natural para su comparativa. Se diseñaron los dos transectos perpendiculares a la laguna con cuatro puntos de medición cada uno. En el transecto A, al este de la laguna, se encuentra el punto 1 a 300m del parque, el punto 2 a 100 m, el punto 3 en el puente peatonal de la laguna y el punto 4 en selva baja caducifolia dentro del parque. El transecto B, al oeste de la laguna,



Figura 3. Plano Ubicación. Transectos A y B.
Fuente: realizado por los investigadores.

está formado por el punto 5 en el manglar, el punto 6 en pastizal, el punto 7 en el área urbana a 100m de la zona de la laguna del Carpintero y el punto 8 en el área urbana a 200m (Figura 3).

De acuerdo con la metodología Rosas, M. (2011) y (2014), se llevó a cabo la recolección de datos de las siguientes variables climáticas: (Ta) temperatura del aire, (Vv) velocidad del viento y (Dv) dirección del viento.

Se realizaron mediciones el 23 de septiembre de 2015 (verano), cada tres horas desde las 9:00, 12:00, 15:00 hasta las 18:00 hrs. Con un instrumento de monitoreo del clima de la marca Krestel, se registraron las temperaturas del aire a una altura de 1.5 m, tomando las variaciones durante un minuto, anotando la temperatura más alta y más baja, para obtener el promedio de la misma.

Así mismo, se registró la velocidad y dirección del aire, colocándose el aparato a la misma altura, con las aspas en posición perpendicular a la dirección del viento, durante un minuto se observó la variación, registrando la velocidad más baja y más alta, para obtener el promedio. Cuando existía turbulencia, se observaba el movimiento de las hojas

de los árboles para determinar la dirección del viento.

El proceso de toma de datos, llevaba en cada punto de cada transecto el total de tres minutos, que es la suma del tiempo para cada uno de los datos registrados (Ta, Vv y Dv). Concluido la toma en transecto A, se pasaba al transecto B del mismo, de forma que en cada uno de los ocho puntos establecidos se recorrían hasta completar el itinerario, iniciándose de nueva cuenta la toma de datos en el punto A, exactamente a las 12:00 hrs. El siguiente registro se iniciaba tres horas posteriormente y así sucesivamente hasta completar el tiempo de finalización del último registro el cual iniciaba a las 18 hrs.

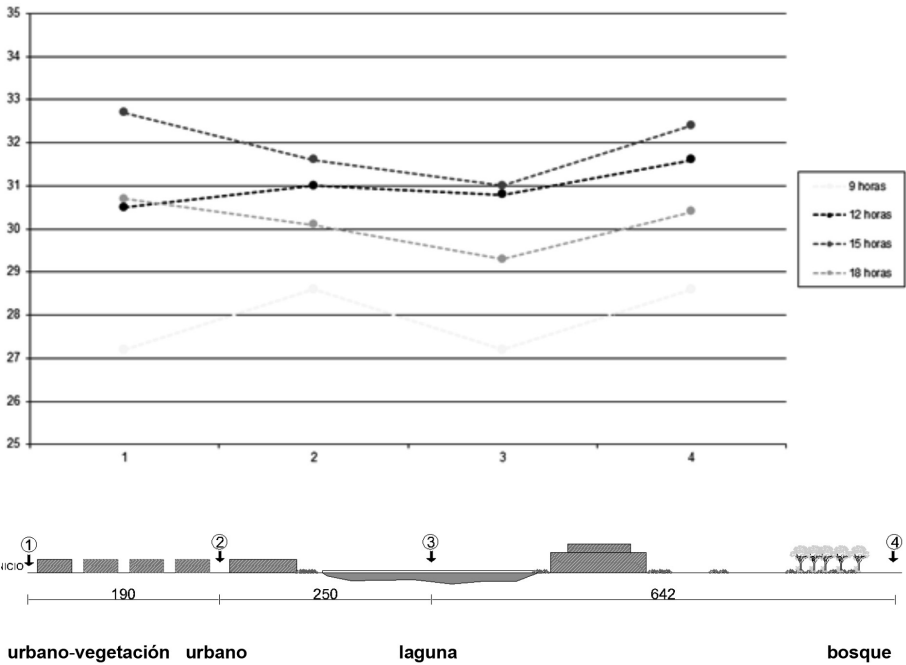


Figura 4. Gráfica Transecto A. Temperatura del aire en (P-1) urbano, (P-2) urbano, (P-3) puente y (P-4) bosque. Sección.

Fuente: realizado por M., Rosas.

Interpretación de las mediciones

En el transecto A se puede apreciar en la Figura 4, donde las temperaturas más bajas se registraron a mitad del puente sobre la laguna en (P-3). En el (P-1) urbano con vegetación a las 12 hrs es la única medición con la temperatura más baja que la laguna, esto se debe a un árbol de gran porte que protege de la radiación solar, lo que impide que el pavimento se caliente. En (P- 2), que es el área urbana más cercana a la laguna, presenta en las horas críticas, a las 12 y 15 hrs, la temperatura del aire similar a la registrada sobre el agua. Esto muestra la influencia que tiene la laguna como regulador térmico al este hasta (P-1) a una distancia de 440m y al oeste hasta (P-4) hasta 560m.

En el transecto B, las temperaturas más bajas se registraron en el manglar (P-4). Su influencia continúa en el área urbana a una distancia de 755 m, que es el último punto de medición en el área urbana (P-8). La pradera en donde se encuentra la arena seca, (P-6), que es un espacio abierto, presenta las más altas temperaturas del aire, es un lugar sin sombra, absorbe más radiación incidente de la que refleja, a diferencia de las áreas urbanas que reciben sombra de los edificios. El albedo de la arena seca es de 10 y el manglar de 20 (considerado como bosque mixto), basados en Oke (1987) al ser mayor presenta las temperaturas más altas (Figura 5).

En la Figura 6, se observa la velocidad del viento en la escala de Beaufort a las

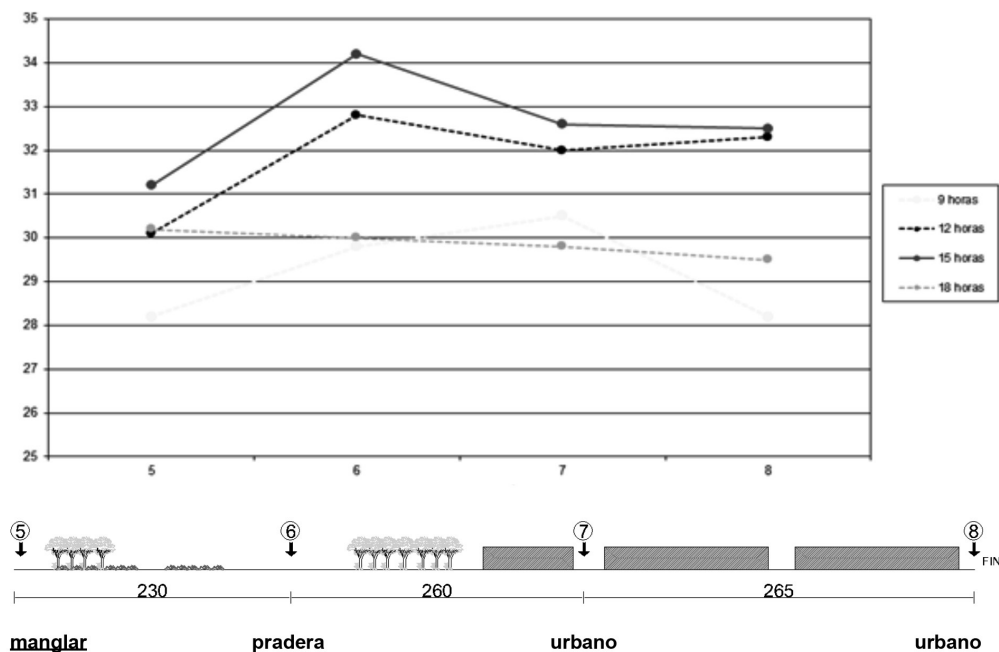


Figura 5. Gráfica Transecto B. Temperatura del aire en (P-5) manglar, (P-6) pradera, (P-7) urbano y (P-8) urbano. Sección. Fuente: realizado por M. Rosas.

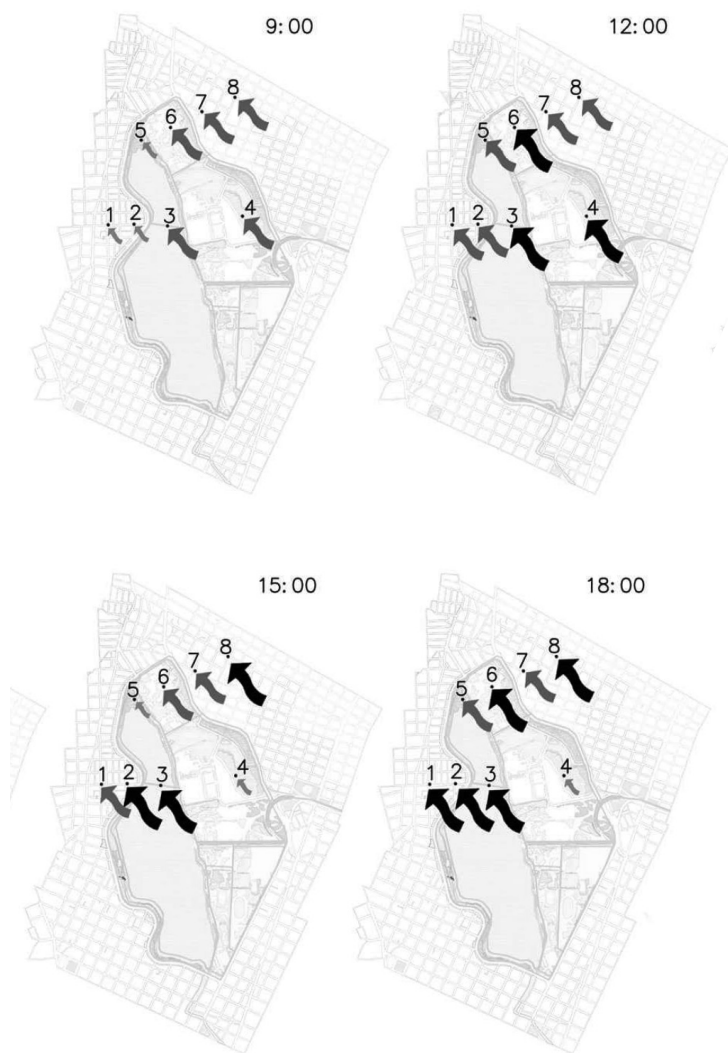


Figura 6. Dirección y velocidad del viento en la Laguna del Carpintero.
Fuente: elaboración propia.

9:00 hrs con una variación de calma desde 0.25 m/s a 1.4 m/s de aire ligero, alcanza su velocidad más alta a las 12:00 de 3.3 m/s, y fluctúa hasta las 18:00 hrs entre viento en calma y brisa ligera de 0.3 a 2.8 m/s. La dirección del viento provino en todas las horas del sureste.

Conclusiones

Los manglares y la selva caducifolia proporcionan refrigeración a través de la evapotranspiración y las sombras que generan. El área del manglar a las 12:00, hora crítica, presenta 2.5 °C menos de diferencia con el

área urbana más alejada, con lo que se puede afirmar que las comunidades vegetales de la laguna tienen un radio de influencia de por lo menos 1 km.

La radiación solar absorbida por las masas de agua hace que las temperaturas en el entorno circundante sean más bajas a diferencia de los espacios urbanos con edificaciones de concreto y circulaciones vehiculares pavimentadas sin vegetación existente. Las mediciones registradas en el humedal Laguna del Carpintero presentaron las temperaturas más bajas y su radio de influencia se extiende a una distancia de 450 m. Por lo tanto, las masas de agua tienden a potenciar el enfriamiento por evaporación. Se recomienda completar las mediciones durante la noche para evaluar las horas diurnas y nocturnas.

Esto hace necesario preservar e incrementar los cuerpos de agua y las comunidades vegetales asociadas al humedal. De tal manera se potencia un valor agregado en el uso de espacios abiertos: las ganancias de confort en las construcciones aledañas y la disminución del consumo energético de las edificaciones. Así, la incorporación y el mantenimiento de los espacios naturales en las áreas urbanas es clave para reducir las islas de calor y crear lugares más seguros y confortables para vivir.

Fuentes de consulta

Challenger, A. y J. Soberón (2008), Los ecosistemas terrestres, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 87-108. [En línea] <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/43/uno.html>, consultado el 22 de octubre de 2014.

Evans, J., Schiller, S. (2005), “La isla de calor en ciudades con clima cálido-húmedo el caso de Tampico, México”, en *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9, 11.37-11.42.

García, E. (1990), “Climas”, 1: 4000 000. IV.4.10 (A). *Atlas Nacional de México*. vol. II. Instituto de Geografía, UNAM, México.

Hathway E., Sharples, S. (2012), “The interaction of rivers and urban form in mitigating the Urban. Heat Island effect: A UK case study”, in *Building and Environment*, 58, pp.14-22.

Oke, T. R. (1988), “Street design and urban Canopy Layer Climate”, in *Energy and Buildings*, 11, pp. 103-113.

Rodríguez-Zúñiga, M.T et al. (2013), *Manglares de México/ Extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. México D.F. p. 128.

Rosas, M. (2011), “El confort de las circulaciones peatonales en el litoral costero de Barcelona, España”. Tesis doctoral [En línea] <http://www.tdx.cat/handle/10803/110465>.

Rosas, M., García, V. (2014), “La influencia de la configuración de los cañones urbanos en el confort del peatón”, en *Nova Scientia*, núm. 11, vol. 6, pp. 228-253 [En línea] <http://www.redalyc.org/pdf/2033/203329578013.pdf>, consultado el 17 de julio de 2015.

