Desde el Herbario CICY 8: 97–101 (30/Junio/2016)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Oleadas de calor y el efecto de la vegetación en Yucatán

CASANDRA REYES GARCÍA Y CELENE ESPADAS MANRIQUE

Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY). Calle 43, No. 130 x 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán, México.
creyes@cicy.mx

Las oleadas de calor son fenómenos que se espera sean cada vez más frecuentes e intensos en el mundo, debido al calentamiento global. Ante esta perspectiva, es importante tratar de mitigar sus efectos sobre la salud, economía, seguridad alimentaria y ecología. En el presente escrito, hablamos de los efectos mitigantes que puede tener la vegetación sobre el calentamiento global. Los árboles proveen sombra, utilizan la radiación para la fotosíntesis y también bajan las temperaturas por medio de la transpiración. La vegetación ayuda a disminuir la intensidad de las oleadas de calor y puede ser nuestra mejor defensa ante estos fenómenos que ya impactan a la Península de Yucatán.

Palabras clave: Calentamiento global, islas de calor, mitigación, reforestación, transpiración.

Las señales de cambio climático ya se manifiestan en todo el mundo, como evidencia de ello, los 10 años más calientes de los que tenemos registro, exceptuando 1998, se han presentado del 2000 a la fecha (NASA Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio, 2016). También existe información científica irrefutable, de que este calentamiento está asociado al aumento de CO_2 y otros gases que son liberados principalmente por la quema de combustibles fósiles y que producen el calentamiento debido al efecto invernadero. Entre los fenómenos que se han vuelto más intensos y frecuentes son las oleadas de calor, que se definen como 3 o más días de calor intenso, o bueno, técnicamente de calor mayor a 32.2°C, pero eso para Yucatán es una brisa invernal. En realidad, las oleadas de calor se refieren a temperaturas extremas locales, que pueden variar mucho según las temperaturas medias de cada zona. Se ha visto que más de 2 días de intenso calor pueden incrementar padecimientos de salud, desde los golpes de calor, hasta las complicaciones de otros padecimientos previos (Pantavou *et al*., 2008). Por otro lado, las oleadas de calor repercuten negativamente aumentando los requerimientos energéticos, poniendo estrés sobre ganado y cultivos, aumentando la probabilidad de incendios, y afectando a animales y plantas de ecosistemas naturales.

En Yucatán el pasado mes de mayo, tuvimos una alta frecuencia de días que alcanzaron, o hasta rebasaron los 40°C, que ocasionaron la sensación de que todo el mes de mayo hubiera sido una gran oleada de calor. En esos días, el Diario de Yucatán reportó que el Dr. Eduardo Adolfo Batllori Sampedro, Secretario de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, declaró que hay diversas islas de calor en la Ciudad de Mérida. Estas islas son localidades con muy poca vegetación, donde se encontró que el termómetro puede marcar 5°C más que en zonas con vegetación (Figura 1A).

Desde el Herbario CICY 8: 97–101 (30/Junio/2016)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

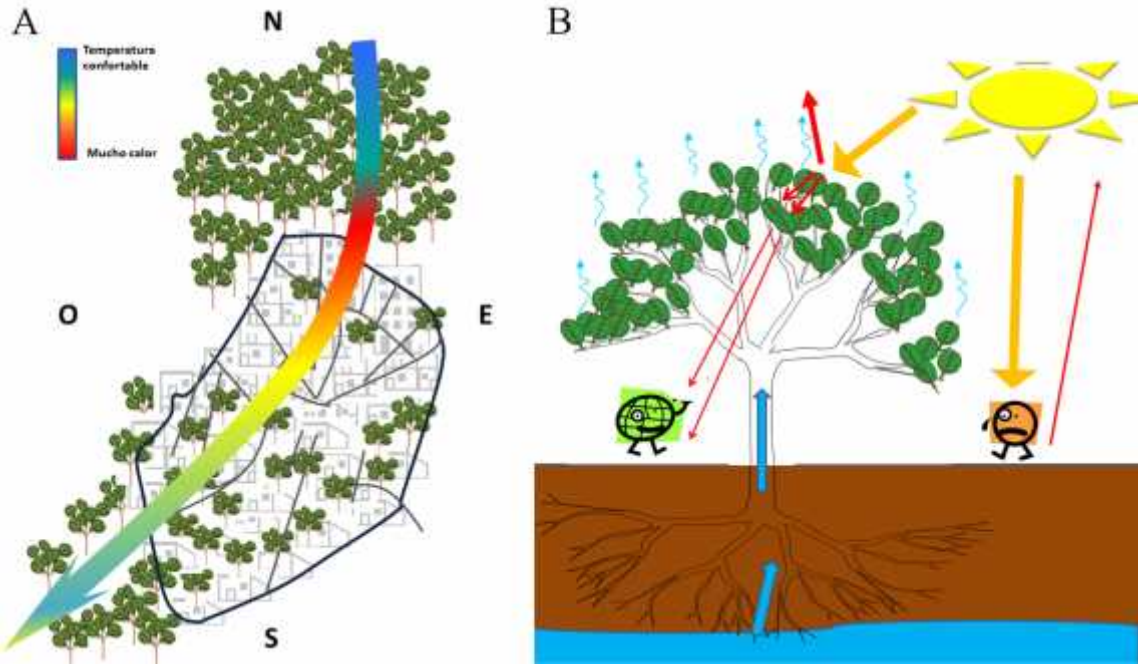

Figura 1. A. La urbanización (superficie pavimentada, edificios, calles) modifica el clima local a través del incremento de las temperaturas mínimas y máximas. La ciudad de Mérida es una isla de calor para su entorno rural, pero al interior de ésta se generan condiciones microclimáticas, en función de la superficie pavimentada *versus* superficie arbolada. Los tonos verde-azul representan temperaturas confortables y los tonos amarillo-rojo el incremento de éstas temperaturas (y su consecuente consumo energético). **B**. Esquema del efecto local de un árbol sobre los flujos de calor. Cuando la radiación (flechas amarillas y rojas) se absorbe por las hojas, se transforma en energía química por medio de la fotosíntesis o en calor que luego se disipa por la transpiración. En esta representación las raíces del árbol extraen agua del subsuelo (flechas azules), lo transportan por sus vasos en el tronco (tejido de conducción llamado xilema) y luego se transpira por los estomas ubicados en las hojas. La evaporación de 1 kg de agua requiere de 539.4 kilocalorías, la utilización de dicha energía va bajando la temperatura de la hoja y de los alrededores. Las flechas amarillas representan la radiación incidente que viene del sol, las rojas los diferentes caminos que puede tomar, reflejarse o absorberse por las hojas o el suelo. El grosor de las flechas representa un estimado de los flujos, flechas más grandes se refieren a mayor radiación.

Entonces, ¿cuál es el papel de la vegetación en la regulación de la temperatura? Un primer efecto es muy directo y fácil de ver, si uno llega a un estacionamiento, lo primero que busca es una sombrita. Los árboles con su follaje bloquean los rayos del sol, cuya radiación directa aumenta la temperatura (Figura 1B). Pero no es lo mismo la sombra de un techo de lámina que la de un árbol, un techo de lámina se va calentando con esa radiación y eso se siente debajo de él. Por el contrario, un árbol está usando buena parte de esa energía solar para la fotosíntesis, proceso mediante el cual las plantas usan la radiación para convertir CO_2 y agua en azúcares; de esta manera, esa energía está siendo convertida de calor a energía química. Por esta razón, bajo el árbol siempre estará más fresquito. Mediciones hechas en CICY por un grupo de visitantes de escuelas primarias, bajo nuestra dirección, demostraron que en pleno sol, las temperaturas mínimas y máximas fueron entre los 33° y 42°C respectivamente, mientras que a solo unos metros, bajo los árboles había una sorprendente disminución en las temperaturas con valores mínimos y máximos de 27° y 32°C respectivamente.

Desde el Herbario CICY 8: 97–101 (30/Junio/2016)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

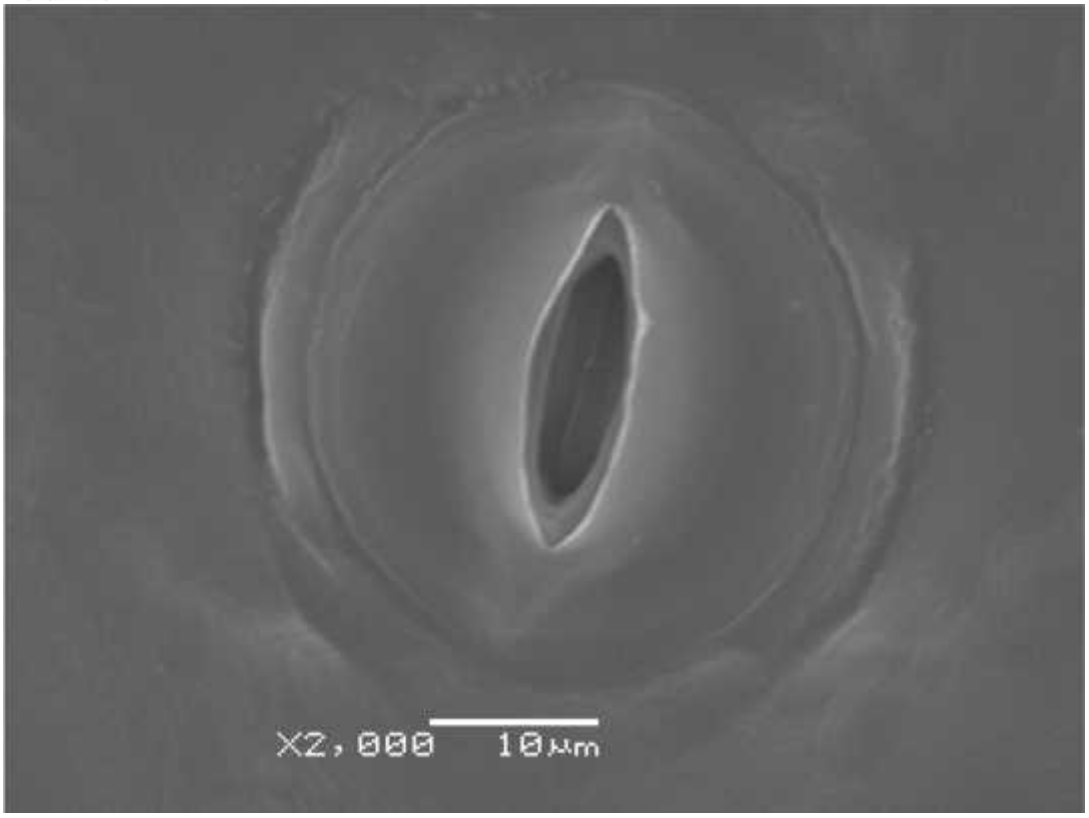

Figura 2. Fotografía de un estoma, poro ubicado en las hojas, por los que se lleva a cabo la transpiración. Está flanqueado por dos células llamadas células guarda, que pueden regular la apertura y cierre del poro. Este estoma corresponde a la especie *Tillandsia brachycaulos* Schltdl. (familia Bromeliaceae), y fue tomada en un microscopio electrónico en CICY por el Dr. Manuel Cach Pérez, con la asesoría de Lilia Can Itza.

Un segundo efecto que es menos evidente, pero igualmente importante, es la capacidad que tiene la vegetación de bajar la temperatura local por el efecto de la transpiración (Figura 1B). Las plantas transpiran, así como nosotros sudamos. Cuando sudamos, nuestra temperatura corporal baja gracias a que se libera calor latente. El agua depositada sobre la piel se evapora y ese paso de líquido a gas requiere de liberación de energía, que se utiliza para romper enlaces tenues entre las moléculas de agua, que se atraen unas a otras en sus cargas polares (formando los llamados puentes de hidrógeno). En concreto, se necesita suministrar 539.4 kilocalorías para evaporar 1 kg de agua y esa es una alta cantidad de energía. Entonces, en nuestra piel, el uso de esa energía de vaporización del sudor resulta en que la piel se enfría.

En las plantas, la transpiración enfría las hojas que, al igual que nosotros, requieren temperaturas óptimas para realizar sus procesos metabólicos. Durante la transpiración, las raíces de las plantas extraen agua del suelo, lo transportan hasta sus hojas y la transpiran por pequeños poros llamados estomas, por los que también toman el CO_2 para la fotosíntesis (Figura 2).

Un estudio reciente, demuestra que hay un error de hasta 5°C en la predicción de las temperaturas máximas sobre Europa, por tener datos erróneos de transpiración (Kala *et al.*, 2016). Y es que existen pocos trabajos en campo que midan la transpiración, dada la gran diversidad de ecosistemas y plantas. La novedad de este estudio es que usa datos recientes (Lin *et al.*, 2015) y calibra la transpiración variante de los ecosistemas locales, dando datos

más precisos que asumiendo iguales tasas de transpiración en todos los ecosistemas.

Solo en Yucatán, tenemos árboles con gran variabilidad en las tasas de transpiración. La sequía recurrente nos lleva a tener árboles especializados en ahorrar agua. Esto lo hacen teniendo menos hojas, tirando las hojas durante la sequía, teniendo menores áreas de conducción de agua y mayores tasas de fotosíntesis (Valdéz-Hernández *et al.*, 2005; Cernusak *et al.*, 2009; Reyes-García *et al*., 2012; Tamayo-Chim *et al.*, 2012). En la selva seca de Dzibilchaltún, una ceiba (*Ceiba schottii* Britten & Baker f., Malvaceae) puede transpirar 27 kg de agua al día, mientras que un jabín (*Piscidia piscipula* (L.) Sarg., Fabaceae) de similar tamaño, transpira solo 8 kg (Reyes-García *et al.*, 2012). En este caso tendremos que la primera planta, posiblemente tenga un mayor efecto bajando temperaturas locales que la segunda.

Los escenarios climáticos de Kala y colaboradores (2016), realzan la importancia de la transpiración sobre la intensidad de las oleadas de calor. Ellos encuentran que si bien la frecuencia y duración de las oleadas son efecto de patrones climáticos y no se ven afectados por la vegetación, la intensidad sí. La transpiración de la vegetación puede hacer que bajen las temperaturas locales y no se sientan tan extremas, teniendo menores efectos adversos. Por lo anterior, plantar árboles, muchos árboles en la ciudad, será nuestra mejor defensa ante las altas temperaturas.

Referencias

Cernusak L.A., Winter K., Aranda J., Virgo A., y García M. 2009. Transpiration efficiency over an annual cycle, leaf gas exchange and wood carbon isotope ratio of three tropical tree species. *Tree Physiology* 29:1153–1161.

Kala J., De Kauwe M.G., Pitman A.J., Medlyn B.E., Wang Y.-P., Lorenz R., y Perkins-Kirkpatrick S.E. 2016. Impact of the representation of stomatal conductance on model projections of heatwave intensity. *Scientific Reports* 6, Article number: 23418. Doi: 10.1038/srep23418

Lin, Y.-S., Medlyn B.E., Duursma R.A., Prentice I.C., Wang H., Baig S., Eamus D., Resco de Dios V., Mitchell P., Ellsworth D.S., Op de Beeck M., Wallin G., Uddling J., Tarvainen L., Linderson M.-J., Cernusak L.A., Nippert J.B., Ocheltree T.W., Tissue D.T., Martin-StPaul N.K., Rogers A., Warren J.M., De Angelis P., Hikosaka K., Han Q., Onoda Y., Gimeno T.E., Barton C.V.M., Bennie J., Bonal D., Bosc A., Löw M., Rey A., Rowland L., Setterfield S.A., TauszPosch S., Zaragoza-Castells J., Broadmeadow M.S.J., Drake J.E., Freeman M., Ghannoum O., Hutley L.B., Kelly J.W., Kikuzawa K., Kolari P., Koyama K., Limousin J.-M., Meir P., Lola da Costa A.C., Mikkelsen T.N., Salinas N., y Sun W. 2015. Optimal stomatal behaviour around the world. *Nature Climate Change* 5: 459–464.

NASA Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio 2016. http://climate.nasa.gov/climate_resources/28/

Pantavou K., Theoharatos G., Nikolopoulos G., Katavoutas G., y Asimakopoulos D. 2008. Evaluation of thermal discomfort in Athens territory and its effect on the daily number of recorded patients at hospitals' emergency rooms. *International Journal of Biometeorology* 52(8): 773–778.

Reyes-García C., Andrade J.L., Simá J.L., Us-Santamaría R., y Jackson P.C. 2012. Sapwood to heartwood ratio affects whole-tree water use in dry

forest legume and non-legume trees. *Trees* 26:1317–30.

Tamayo-Chim M., Reyes-García C., y Orellana R. 2012. A Combination of forage species with different responses to drought can increase year-round productivity in seasonally dry silvopastoral systems. *Agroforestry Systems* 84: 287–97.

Valdéz-Hernández M., Andrade J.L., Jackson P.C., y Rebolledo-Vieyra M. 2010. Phenology of five tree species of a tropical dry forest in Yucatan, Mexico: effects of environmental and physiological factors. *Plant Soil* 329:155–171.

Desde el Herbario CICY, 8: 97–101 (30-Junio-2016), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editor responsable: Ivón Mercedes Ramírez Morillo. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 30 de junio de 2016. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación.