

EVOLUCIÓN DE LA CLIMATOLOGÍA URBANA EN MÉXICO 1791-2024: PANORÁMICA.

Adalberto TEJEDA-MARTÍNEZ¹, Irving Rafael MÉNDEZ-PÉREZ² y Elda LUYANDO³ y R. R. GÓMEZ-DÍA¹

¹*Grupo de Climatología Aplicada de la Universidad Veracruzana (México)*

²*Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana (México)*

³*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México*

atejeda.martinez@gmail.com, irmendez@uv.mx, ellu@atmosfera.unam.mx
renedg03@gmail.com

RESUMEN

El primer atisbo de climatología urbana en México se ubica en 1791, cuando Antonio de Pineda realizó mediciones de temperatura en la ciudad de Celaya y sus alrededores. Cien años después, Moreno y Anda hizo lo mismo para la Ciudad de México, aunque el desarrollo sistemático de la disciplina ocurre en las siete décadas recientes. Se presentará una panorámica de la evolución de los estudios de los efectos de la urbanización en la temperatura, la precipitación y el balance hídrico, la humedad atmosférica, los balances de radiación y de energía, el viento y el bioclima humano. Esta evolución se agrupa en cuatro periodos: antes de 1970, los prolegómenos; de 1971 a 1980, el inicio formal; entre 1981 a 2000, el arranque; y de 2001 a 2024 la consolidación. Se mostrará que en la segunda y tercera etapas la predominancia de los trabajos de Ernesto Jáuregui y colaboradores aplicados principalmente a la Ciudad de México, son enriquecidos por nuevas generaciones de autores y enfocados a ciudades distribuidas en todo el país. La revisión abarca cerca de 350 publicaciones; 33 en el primer periodo, 84 en el segundo y, en el tercero, 230.

Palabras clave: climatología urbana, México, isla de calor urbana.

ABSTRACT

The first glimpse of urban climatology in Mexico dates to 1791, when Antonio de Pineda made temperature measurements in the city of Celaya and its surroundings. One hundred later, Moreno y Anda did the same for Mexico City, although the systematic development of the discipline occurs in the recent seven decades. An overview of the evolution of studies on the effects of urbanization on temperature, precipitation and water balance, atmospheric humidity, radiation and energy balances, wind and human bioclimate will be presented. This evolution is grouped into four periods: before 1970, the prolegomena; from 1971 to 1980, the formal beginning; between 1981 to 2000, the start; and from 2001 to 2024 consolidation. It will be shown that in the second and third stages the predominance of the works of Ernesto Jáuregui and collaborators applied mainly to Mexico City, are enriched by new generations of

authors and focused on cities distributed throughout the country. The review covers nearly 350 publications: 33 in the first period, 84 in the second and, in the third, 230.

Key words: urban climate, Mexico, urban heat island.

1. INTRODUCCIÓN

La climatología urbana estudia, principalmente, las alteraciones climáticas debidas a la urbanización (Oke, 1984), desde el punto de vista de sus procesos físicos y químicos. El Primer Simposio Internacional sobre Climas Urbanos y Edificaciones se efectuó en Bruselas en 1968, convocado por la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 1970), y significó un impulso a la investigación en esta área, particularmente de la isla de calor urbana (ICU en lo sucesivo) en diversas latitudes. En el medio siglo anterior, se habían estudiado alrededor de 250 ciudades (Stewart 2011; Santamouris, 2020): una decena en África, 40 en Norteamérica y Latinoamérica, y el resto dividido a partes iguales entre Europa y Asia junto con Australia.

En este documento se revisa lo publicado sobre la climatología urbana de México. No se consideran la calidad del aire, ni emisiones de gases de efecto invernadero ni riesgos o desastres por hidrometeoros.

Tejeda-Martínez y Jáuregui-Ostos (2004) localizaron 68 publicaciones para las cuatro décadas finales del siglo XX, pero considérese que entonces no estaban disponibles ficheros ni bases de datos confiables en internet. El 40% estaba dedicado a la Ciudad de México (CDMX en lo sucesivo) y 60% a otras urbes (Guadalajara, Monterrey, Mexicali, Toluca y Xalapa, principalmente). Para entonces no se habían utilizado sensores remotos y la modelación en climatología urbana era incipiente.

La presente revisión bibliográfica se divide en cuatro periodos: antes de 1970 (los prolegómenos), 1970-1980 (los inicios) domina como zona de estudio la CDMX, y un alto porcentaje de las publicaciones son de Ernesto Jáuregui y sus colaboradores, particularmente sobre la ICU atmosférica. Entre 1981 y 2000 (el arranque) emergen otras ciudades de interés y comienzan estudios sobre otras variables atmosféricas además de la temperatura y sobre la ICU superficial y en lo que va del siglo (la consolidación), aparecen otras ciudades, se diversifican los autores, los enfoques y las variables estudiadas (ver Figs. 1 y 2).

La revisión que se discute en el presente documento tuvo como fuente búsquedas en internet bajo las palabras clave de clima urbano en México, ICU y los temas mostrados en la Fig. 2. El más recurrente y de evolución sostenida es el de las alteraciones térmicas (Fig. 3). Los artículos de investigación son las publicaciones más frecuentes, pero un papel relevante lo ocupan las tesis de grado y capítulos de libros, por cierto, no siempre accesibles en internet, y por tanto no contabilizados en la Fig. 4. (El total de las publicaciones revisadas se puede consultar en https://drive.google.com/drive/folders/18ep-hnfQm2D3bBit7_awG9OxVNVOA6hq?usp=sharing).

1.1. PROLEGÓMENOS E INICIO FORMAL

Son notorias dos indagaciones pioneras sobre las alteraciones térmicas debidas a la urbanización mencionadas por Méndez-Pérez et al. (2023): una sobre las ciudades de

Celaya, en 1791, y otra sobre la CDMX de 1895-96. La ICU, sus métodos y enfoques, se analiza en otra comunicación de este volumen (Tejeda-Martínez, et al., 2025). En estos periodos (antes de 1970 y 1871 a 1980) se encontraron 33 publicaciones distribuidas en diez autores, de los cuales Ernesto Jáuregui fue el autor principal en 23 publicaciones y tres en coautoría, es decir, el 79% de los trabajos.

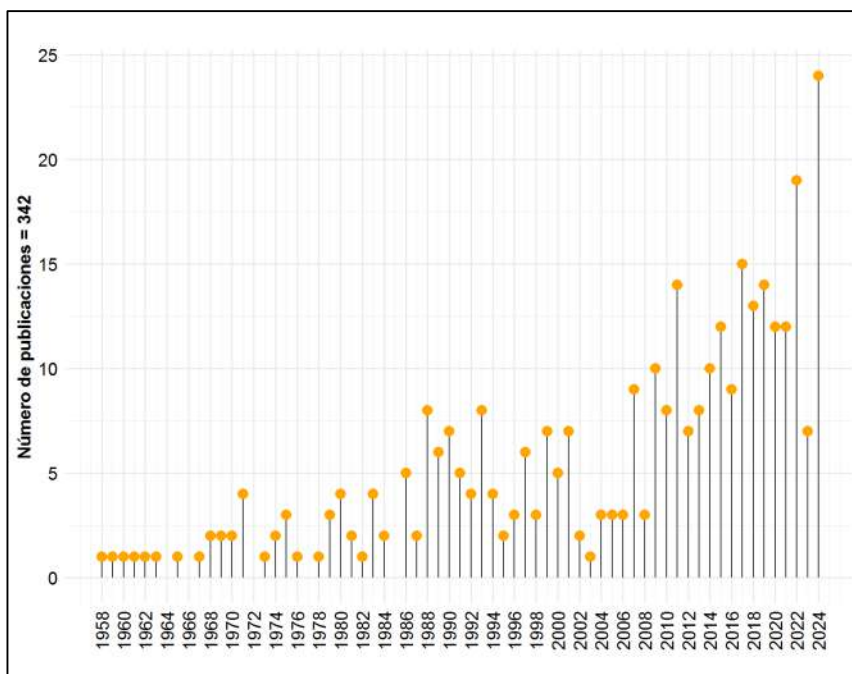


Fig. 1: Evolución numérica de las publicaciones de climatología urbana en México, de 1958 a 2024. Fuente: elaboración propia.

Entre 1958 y 1960 aparecen los primeros estudios sobre visibilidad y turbiedad. Jáuregui (1958) encuentra que la turbiedad del aire en la CDMX se debía a las tolvaneras, las que a su vez eran originadas por los vientos turbulentos de la convección local –ya sea con presencia de nubes o sin ellas– sobre suelos desnudos. Además, las tolvaneras de un año no estaban correlacionadas con la precipitación del año previo (Jáuregui, 1960). El mismo trabajo reporta que a lo largo de un periodo de 15 años ocurrió una reducción notoria de la visibilidad, fenómeno que ya se había anticipado en la publicación de dos años antes, y no necesariamente atribuido a las tolvaneras (Jáuregui 1958). Para los suelos aledaños al lago de Texcoco, Jáuregui (1970, 1971a) estudió los mecanismos de erosión eólica en diferentes ciudades del territorio nacional.

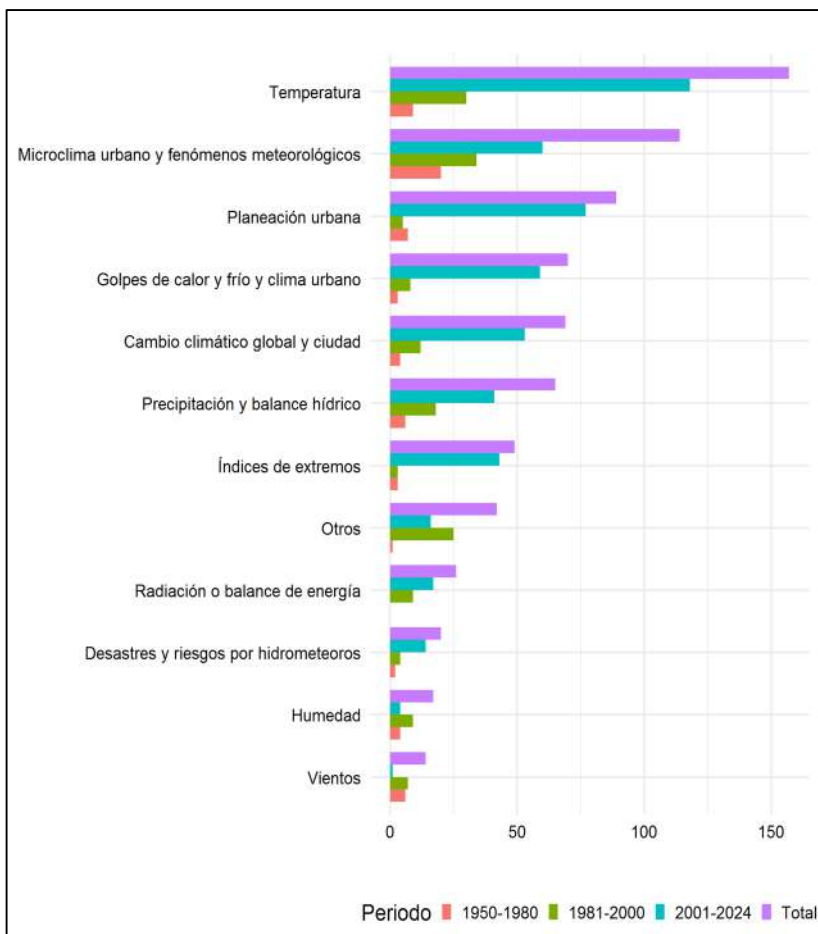


Fig. 2: Temas estudiados en la climatología urbana sobre México, para tres periodos: 1950-1980, 1981-2000 y 2001-2024. Fuente: elaboración propia.

A finales de los 60 del siglo pasado, la geógrafa Dolores Riquelme Vértiz, al estudiar los microclimas en la CDMX, encuentra una diferencia de temperatura entre un sitio urbano de 2°C con respecto a las afueras (Riquelme, 1968).

Jáuregui (1971b) inicia lo que iba a desarrollar en las siguientes tres décadas sobre la ICU y otros aspectos como los bioclimáticos de la ciudad o al interior de edificaciones, pero un impulso importante lo constituyeron tres reuniones científicas ocurridas en México durante la segunda mitad de los 1980: la Conferencia Técnica Sobre Climatología Urbana y sus Aplicaciones con Especial Atención a Zonas Tropicales (WMO, 1986) en 1984 en la CDMX; el III Congreso de la Organización Mexicana de Meteorólogos (OMMAC, 1988), en 1988 también en la CDMX, que incluyó mesas sobre la climatología urbana, y el Primer Simposio Internacional sobre Contaminación

del Aire y Clima Urbano, en noviembre de 1990, en Guadalajara, convocado por la Organización Meteorológica Mundial y la OMMAC (OMM y OMMAC, 1990).

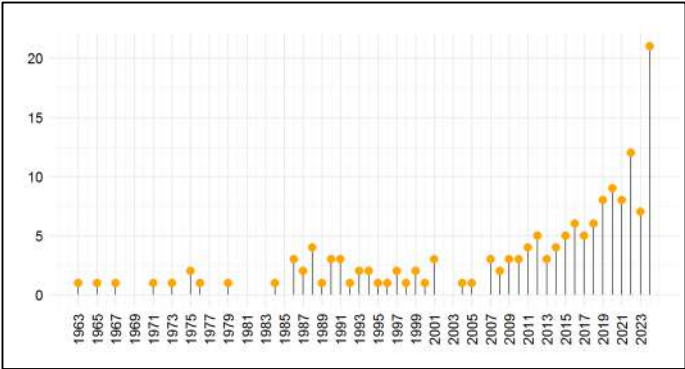


Fig. 3: Evolución numérica de las publicaciones de climatología urbana sobre México, centrados en las alteraciones térmicas, de 1963 a 2024. Fuente: elaboración propia.

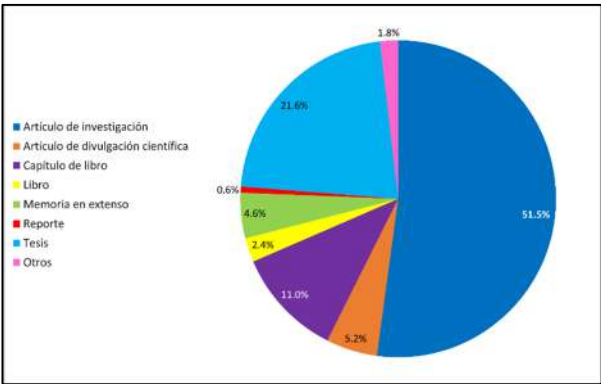


Fig. 4: Distribución por tipo de publicación de los 347 textos localizados y revisados, para el periodo de 1950 a 2024. Fuente: elaboración propia.

Los trabajos de Ernesto Jáuregui (1959,1973, 1979) concernientes al comportamiento de la precipitación en el territorio nacional comienzan con un estudio a lo largo del periodo 1900-1958 en Tacubaya; en 1979 el propio Jáuregui traza una generalización (con el objetivo de estudiar fluctuaciones pluviométricas) para varias ciudades del territorio nacional a lo largo de los cien años previos. En esta línea de investigación, Maderey (1980) realiza un estudio extenso de la relación entre la intensidad de las precipitaciones y su frecuencia para diferentes meses del año en el valle de México. A una escala espacial menor se observa, en la década de 1970, el fenómeno de isla de lluvia asociada a corrientes convectivas debidas al calentamiento por radiación solar de superficies urbanas y a la turbulencia, principalmente (Jáuregui, 1974).

En el estudio de las condiciones necesarias para el confort humano en relación con las condiciones meteorológicas la temperatura de bulbo húmedo se constituye en la variable relevante para establecer el índice de incomodidad. Las condiciones óptimas de comodidad se encuentran en las porciones noroeste y centro de la gran meseta mexicana (Jáuregui, 1967). Jáuregui (1971c) analizó la variación de la temperatura en dos clínicas de la CDMX (simultáneamente).



*Fig. 5: Número de publicaciones dedicadas a distintas ciudades o zonas urbanas.
Fuente: elaboración propia.*

2. PERIODO DE ARRANQUE: 1981 - 2000

En estas dos décadas se incrementaron 2,5 veces las publicaciones con respecto al periodo anterior; se contabilizaron 84 publicaciones en total. La Fig. 2 evidencia el creciente interés en investigar sobre los efectos de la urbanización sobre la temperatura del aire y eventualmente de la superficie. La CDMX sigue siendo la más estudiada en su conjunto o partes de ellas, como se muestra en la Fig. 5.

Nuevamente el doctor Jáuregui Ostos tiene la mayor participación ya sea como autor o coautor, en un 56% del total de este periodo.

Aplicando series de tiempo para el periodo 1961-1980, Rubí-Sandoval (1991) corrobora los efectos de la urbanización en clima térmico de la CDMX.

Jáuregui analizó las consecuencias de la urbanización en las tendencias de temperatura de 1900 a 1990 (Jáuregui, 1995) y su conexión con el balance de energía entre la superficie y el aire, asunto que retomará dos años después (Jáuregui, 1997). Ruiz-Hernández (1994) se ocupó en general de los cambios climáticos –no solo térmicos– sufridos por la ciudad como consecuencia de su crecimiento anárquico. Toudert (1996) buscó la articulación de los climas interregionales y la ICU atmosférica de la

CDMX. El libro de Jáuregui (2000) constituye una visión clara y concisa del clima urbano de la ciudad. Otras ciudades estudiadas en este periodo fueron Aguascalientes, para la cual Lemus y Gay (1988) detectaron las variaciones de la temperatura y la precipitación de 1921 a 1985 por causas locales. Barradas (1987) y Tejeda y Acevedo (1990) publicaron sobre la ICU atmosférica en la ciudad de Xalapa.

Años más tarde, Luna-González (1997) realizó un trabajo pionero en la simulación del clima termal y calidad del aire de la CDMX mediante un modelo meteorológico no hidrostático.

Al crecimiento en extensión y en cantidad de las urbes mexicanas en este periodo, correspondió el incremento de estudios sobre consecuencias de los fenómenos meteorológicos en la calidad del aire. Por ejemplo, los trabajos de Jáuregui (1983a, 1983b) sobre la mejoría de la visibilidad atmosférica, otro posterior (Jáuregui, 1988) sobre el incremento de la contaminación atmosférica, y un poco después (Jáuregui, 1989) sobre la disminución de tolvaneras en el valle de México.

Se observa para este periodo cómo se multiplican trabajos que utilizan índices bioclimáticos en ciudades tropicales y se generan cartografías de la temperatura de bulbo húmedo (Jauregui, 1990a; Robles-Gil, 1998).

Respecto a los estudios de precipitación y balance hídrico, se muestran incrementos en aspectos relacionados con el crecimiento urbano, como las precipitaciones convectivas de la CDMX, o la influencia del Bosque de Chapultepec en el clima de la ciudad (Jáuregui, 1990b).

Sobre humedad atmosférica urbana, Barradas (1991) analiza el papel de las áreas verdes de la CDMX en la temperatura vía el consumo de calor latente, y Jáuregui y Tejeda (1997) analizan el contraste de humedad urbano-rural para la misma ciudad.

3. PERIODO DE CONSOLIDACIÓN: 2001 A 2024

Para lo que va del siglo se localizaron 225 trabajos. Se duplicaron las publicaciones con respecto al periodo anterior, y las tesis de grado y pregrado pasaron de 15 a 60 (Tabla 1). Los sitios de mayor interés fueron la CDMX, Puebla, Veracruz y Xalapa. Sin embargo, se debe puntualizar que en este periodo se encontró poco interés en el estudio del viento y la humedad en sitios urbanos. Sobre esta última variable, Tejeda-Martínez et al. (2024) localizaron únicamente 46 artículos publicados a nivel mundial de 1960 a 2022.

Licenciatura	Especialidad	Maestría	Doctorado
28	3	24	5

Tabla 1. Tesis publicadas sobre clima urbano en México durante el periodo 2001-2024. Para ver la lista completa, visitar https://drive.google.com/drive/folders/18ep-hnfQm2D3bBit7_awG9OxVNV0A6hq?usp=sharing

Los estudios sobre la ICU siguieron ampliándose a otros centros urbanos, por ejemplo, en Monterrey (Rivera-Rivera, 2012), Tampico (Evans y Schiller, 2005), Ciudad Juárez (Contreras-Cardosa et al., 2008), Mexicali (García-Cueto et al., 2007), Torreón (Villanueva-Solís et al., 2022), Hermosillo (López-González et al., 2021; Mercado-

Maldonado, 2022), Poza Rica (Hernández y Segura, 2012; Parada, 2013), entre otros. También se han ido incorporando la percepción remota y la modelación numérica para la identificación o cuantificación de la ICU, como en los trabajos de Ballinas y Barradas (2016), Dialesandro et al. (2019), Galindo (2009, 2010) y Rivera et al. (2017). Recientemente, empieza a emplearse el uso del dron (Grajeda et al., 2018) y la dinámica de fluidos computacionales (Grajeda, 2020; Grajeda et al., 2022).

4. COMENTARIOS FINALES

Si bien los estudios de clima urbano en México han incrementado su número de forma notable en lo que va del siglo, todavía se observa un rezago puesto que no todas las ciudades de más de cien mil habitantes, por ejemplo, han sido estudiadas al menos una vez desde la perspectiva de la climatología urbana. Destaca el caso de Monterrey, capital del estado de Nuevo León, ubicada al norte del país, con una actividad industrial fuerte y una población conurbada de 5 millones de habitantes, de la que se encontraron menos de 5 publicaciones en las siete décadas recientes. Las ciudades en que más estudios se han realizado son aquellas que cuentan con grupos académicos relacionados con los estudios del clima, entre ellas tres de las grandes del país: Ciudad de México, desde luego, con una población conurbada de 20 millones; Guadalajara (5,5 millones en la conurbación), Puebla (casi pionera en climatología urbana; con 3,2 millones de habitantes), y otras urbes medias como Xalapa (0,8 millones en la conurbación).

Este rezago no es únicamente en cuanto a la cantidad, sino también en cuanto a la utilización de los resultados que no han incidido en los planes de desarrollo de las ciudades.

El tema más estudiado es el de la ICU, por lo que se discutirá en otra comunicación en este mismo volumen (Tejeda-Martínez, et al., 2025).

MATERIAL SUPLEMENTARIO

En la sección de Referencias solo aparecen las fichas de las publicaciones comentadas explícitamente en este documento. El total del material consultado se puede ver en https://drive.google.com/drive/folders/18ep-hnfQm2D3bBit7_awG9OxVNVOA6hq?usp=sharing

AGRADECIMIENTOS

A Raquel E. Hernández Parra, Aranza E. Baruch Vera y J. Omar Castro Díaz, por su apoyo en recabar información.

REFERENCIAS

Ballinas, M. y Barradas, V. L. (2016). The Urban Tree as a Tool to Mitigate the Urban Heat Island in Mexico City: A Simple Phenomenological Model. *Journal of Environmental Quality*. 45(1):157-66. doi: <https://doi.org/10.2134/jeq2015.01.0056>

- Barradas, V. L. (1987). Evidencia del efecto de “Isla térmica” en Jalapa, Veracruz, México. *Revista Geofísica*, (26), 125-135. Recuperado de <https://tinyurl.com/3pfvunkz>
- Barradas, V.L. (1991). Air temperature and humidity and human comfort index of some city parks of Mexico City. *International Journal of Biometeorology*, 35:24-28. doi: <https://doi.org/10.1007/BF01040959>
- Contreras-Cardosa, A., Salas-Plata Mendoza, J.A., Velázquez-Angulo, G. y Quevedo-Urías, H. (2008). Determinación de la isla de calor urbano en Ciudad Juárez mediante programa de cómputo. *Cultura Científica y Tecnológica*. 26(5):3-16. Recuperado de <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culecyt/article/view/393>
- Dialesandro, J.M., Wheeler, S.M. y Abunnasr, Y. (2019). Urban heat islands behaviors in dryland regions. *Environmental Research Communications*. 1:081005. doi: <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ab37d0>
- Evans, J.M., y Schiller, S. (2005). La isla de calor en ciudades con clima cálido-húmedo: el caso de Tampico, México. *Avances de Energías Renovables y Medio Ambiente*. 9:37-42. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/83074>
- Galindo, I. (2009). A satellite time slots climatology of the urban heat island of Guadalajara Megacity in Mexico from NOAA/AVHRR THERMAL infrared monitoring. *European Geosciences Union General Assembly*. Viena, Austria: EGU, 2009. 12796. Recuperado de <https://tinyurl.com/5ad7253h>
- Galindo, I. (2010). Identificación y estudios de las islas urbanas de calor de las ciudades de Guadalajara y Colima, propuestas de estrategias de mitigación. *Primer Encuentro Académico CONAVI-CONACYT*. 43. Recuperado de <https://n9.cl/dl6zf>
- García-Cueto O. R., Jáuregui, E., Toudert, D. y Tejeda-Martínez, A. (2007). Detection of the urban heat island in Mexicali, B. C., Mexico and its relationship with land use. *Atmósfera*, 20(2):111-131. Recuperado de <https://n9.cl/b6bav>
- Grajeda, R.M. (2020). Calor antropogénico vehicular en los parámetros físicos de un cañón urbano. Para un clima cálido húmedo. Tesis de doctorado. Facultad de Arquitectura, Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad de Colima, Universidad de Guanajuato y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Grajeda, R. M., Alonso, E. M. y Esparza, C. J. (2018). Vehicular anthropogenic heat in the physical parameters of an urban canyon for warm humid climate. 34th *International Conference on Passive and Low Energy Architecture*. 225-230. Recuperado de <https://tinyurl.com/mrbzmd54>
- Grajeda, R.M., Alonso, E.M., Escobar, C., Esparza, C.J., Sotelo, C., Martínez, W. Mondragón, M. y Cabrera, A. (2022). Anthropogenic Vehicular Heat and Its Influence on Urban Planning. *Atmosphere*. 13, 1259. <https://doi.org/10.3390/atmos13081259>
- Hernández, M. y Segura. P. (2012). Determinación de la isla de calor en la ciudad de Poza Rica, Ver por efectos antropogénicos. *Tesina de la Licenciatura de Ingeniería Ambiental*. Poza Rica, Ver. 32 pp.
- Jáuregui, E. (1958). El aumento de la turbiedad del aire en la Ciudad de México. *Ingeniería Hidráulica en México*. 12(3), 9-18.
- Jáuregui, E. (1959). Notas sobre la precipitación en Tacubaya para el periodo 1900-1958. *Ingeniería Hidráulica en México*. 13, 29-39.

- Jáuregui, E. (1960). Las tolvaneras del Valle de México. *Ingeniería Hidráulica en México*. 14(4), 60-66.
- Jáuregui, E. (1967). Notas sobre la precipitación en Tacubaya para el periodo 1900-1958. *Ingeniería Hidráulica en México*. Vol. 13. pp. 29-39.
- Jáuregui, E. (1970). La erosión hidráulica y eólica en México y sus efectos en las estructuras hidráulicas y en los núcleos de población. *Boletín del Instituto de Geografía*. Instituto de Geografía, UNAM. No. 3. doi: <https://doi.org/10.14350/rig.58845>
- Jáuregui, E. (1971a) La erosión eólica en los suelos vecinos al lago de Texcoco. *Ingeniería Hidráulica en México*. Vol. XXV No. 2
- Jáuregui, E. (1971b). Mesomicroclima de la Ciudad de México. Instituto de Geografía, UNAM. Imprenta Universitaria.
- Jáuregui, E. (1971c). Evaluación del bioclima en dos clínicas de la Ciudad de México. *Boletín del Instituto de Geografía*. UNAM. Vol. 4. 1971. doi: <https://doi.org/10.14350/rig.58859>
- Jáuregui, E. (1973). The urban climate of Mexico City. *Erdkunde*. 27(4), 298-307. doi: <https://doi.org/10.3112/erdkunde.1973.04.06>
- Jáuregui, E. (1974). La isla de lluvia de la ciudad de México. *Ingeniería Hidráulica*. Vol. 3 (2).
- Jáuregui, E. (1979). Algunos aspectos de las fluctuaciones pluviométricas en México en los últimos cien años. *Boletín del Instituto de Geografía*. No. 9. 1979. doi: <https://doi.org/10.14350/rig.58914>
- Jáuregui, E. (1983a). Variaciones de largo periodo de la visibilidad en la Ciudad de México. *Geofísica Internacional*. 22(3), 251-275. doi: <https://doi.org/10.22201/igeof.00167169p.1983.22.3.868>
- Jáuregui, E. (1983b). Visibility trends in Mexico City. *Erdkunde*. 37:296-299. doi: <https://doi.org/10.3112/erdkunde.1983.04.06>
- Jáuregui, E. (1988). Efectos de la urbanización en el clima del valle de México. *Momento Económico*, (41-42), 6-7. Recuperado de <https://n9.cl/2hc8>
- Jáuregui, E. (1989). The dust storms of Mexico City. *International Journal of Climatology*, 9:169-180. doi: <https://doi.org/10.1002/joc.3370090205>
- Jáuregui, E. (1990a). Distribución de la temperatura efectiva en México. *Memorias de la II Reunión Nacional de Energía y Confort*. Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ingeniería, mayo 23 al 25 de 1990. 136-139p.
- Jáuregui, E. (1990b). Influence of a large urban park on temperature and convective precipitation in a tropical city. *Energy and Buildings*, 15-16:457-463. doi: [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(90\)90021-A](https://doi.org/10.1016/0378-7788(90)90021-A)
- Jáuregui, E. (1995). Algunas alteraciones de largo período del clima de la Ciudad de México debidas a la urbanización. *Revisión y perspectivas*. *Boletín del Instituto de Geografía-UNAM*. 31, 9-44. doi: <https://doi.org/10.14350/rig.59035>
- Jáuregui, E. (1997). The last Ms for 40th anniversary issue. *Aspects of urban human biometeorology*. *International Journal of Biometeorology*. 40, 58-61. doi: <https://doi.org/10.1007/BF02439413>
- Jáuregui, E. y Tejeda, A. (1997). Urban-rural humidity contrasts in Mexico City, *International Journal of Climatology*, 17(2), 187-196. doi:

- [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(199702\)17:2<187::AID-JOC114>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(199702)17:2<187::AID-JOC114>3.0.CO;2-P)
- Jáuregui, E. (2000). El clima de la Ciudad de México. Plaza y Valdez (eds). 129pp.
- Lemus, L. y Gay, C. (1988). Temperature, precipitation variations and local effects Aguascalientes 1921-1985. *Atmósfera*, 1, 39-44. Recuperado de <https://n9.cl/44oyr>
- López-González, F.M., Navarro-Navarro, L.A., Díaz-Cervantes, R.E. y Navarro-Estupiñán, J. (2021). Vegetation cover and urban heat islands/oases distribution in Hermosillo City, Sonora. *International Journal of Borders, Territories and Regions*. 33(6). doi: <https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2088>
- Luna-González, E. (1997) Simulación del clima termal y la calidad del aire en el Valle de México, usando un modelo meteorológico no-hidroestático. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Maderey, L. E. (1980). Intensidad de la precipitación en el Valle de México. *Investigaciones Geográficas*, n.10, pp.7-53. ISSN 2448-7279.
- Méndez-Pérez, I.R., Tejeda-Martínez, A., Lino-Solano, J.J. y Rivera-Blanco, C.O. (2023). Vigencia de la detección de la isla de calor urbana mediante recorridos: dos ejemplos en el oriente de México. *Investigaciones Geográficas*, 112: e60729. doi: <https://doi.org/10.14350/rig.60729>
- Mercado-Maldonado, L. (2022). Mitigación y adaptación al efecto de isla de calor urbana de clima cálido seco. El caso de Hermosillo, Sonora. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, 6(11): 85-110. doi: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i11.187>
- Oke, T. (1984). Methods in urban climatology. En *Applied Climatology*. Kirchhofer, W., Ohmura, A. and Wanner, H. (eds.), ETH Geog. Instit., Zurich, 19-29.
- OMMAC. (1988). Memorias del III Congreso Nacional y III Congreso Iberoamericano de Meteorología. México, D.F., 14 al 18 de noviembre. Organización Mexicana de Meteorólogos, A.C.
- OMM y OMMAC. (1990). Memorias del Primer Simposio Internacional sobre Contaminación del Aire y Clima Urbano. Guadalajara, Jalisco, 19 al 22 de noviembre. Organización Meteorológica Mundial y Organización Mexicana de Meteorólogos, A.C.
- Parada, M.G. (2013). Evaluación preliminar de la isla de calor en Poza Rica, Veracruz. Tesis de Especialidad en Diagnóstico y Gestión Ambiental, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Veracruzana.
- Riquelme, D. (1968). Microclimas del área metropolitana de la Ciudad de México. *Anuario de Geografía*, 8. 103-105.
- Rivera-Rivera, A. L. (2012). Urban Heat Islands in Monterrey, Mexico, using remote sensing imagery and geographic information systems analysis. Tesis de Maestría, División de Ingeniería y Arquitectura. ITES de Monterrey.
- Rivera, E., Antonio, X., Origel, G., Sarricolea, P. y Adame, S. (2017). Spatiotemporal analysis of the atmospheric and surface urban heat islands of the Metropolitan Area of Toluca, Mexico. *Environmental Earth Sciences*. 76, 225. doi: <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6538-4>
- Robles-Gil, M. S. G. (1998). El clima en la ciudad de La Paz, Baja California Sur. Tesis de Maestría. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

- Rubí-Sandoval, M.E. (1991). Cambios en la temperatura y precipitación de la Ciudad de México debidos a la urbanización durante el periodo 1961-1980. Tesis de Licenciatura en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- Ruiz-Hernández, J.A. (1994). Cambios climáticos en la Ciudad de México. Tesis de Licenciatura en Geografía, Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- Santamouris, M. (2020). Recent progress on urban overheating and heat island research. Integrated assessment of the energy, environmental, vulnerability and health impact. Synergies with the global climate change. *Energy and Buildings*. 207, 109482. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109482>
- 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. doi: <https://doi.org/10.1002/joc.2141>
- Tejeda-Martínez, A. y Acevedo, F. (1990). Alteraciones climáticas por la urbanización en Xalapa, Ver. *La Ciencia y el Hombre*. 6:37-48. Recuperado de <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/5077>
- Tejeda-Martínez, A., y Jáuregui-Ostos, E. (2004). Cuatro décadas de climatología urbana en México. En M. Rodríguez-Viqueira (Ed.), *Estudios de Arquitectura Bioclimática* (Vol. 6, págs. 163-178). México: LIMUSA- UAM Iztapalapa.
- Tejeda-Martínez, A., Méndez-Pérez, I.R. y Luyando-López, E. (2024). Contribuciones de Ernesto Jáuregui a las ciencias atmosféricas en México, con énfasis en la climatología urbana. *Investigaciones Geográficas*. 114, e60845. doi: <https://doi.org/10.14350/rig.60845>
- Tejeda-Martínez, A., Balderas-Romero, G., Moreyra-González, L.E. y Castro-Díaz, J.O. (2024). Urban atmospheric humidity excesses and deficits in two Mexican metropolises: Guadalajara and Puebla. *Atmósfera*, 38: 187-216. doi: <https://doi.org/10.20937/ATM.53252>
- Tejeda-Martínez, A., Luyando-López, E., Méndez-Pérez, I.R. y Hernández-Parra, R.E. (2025). Evolución de la climatología urbana en México 1791-2024: islas de calor urbana y balance de energía. Consultar en este volumen.
- Toudert, D. (1996). Urban Linkages with Climate Intrarregional and Study of Heat Islands in the City of Mexicali. *La Articulación Urbana con el Clima Intrarregional y el Estudio de las Islas de Calor en la Ciudad de Mexicali*. *Revista Calafia*, 8, 29-35.
- Villanueva-Solís, J., Quiroa-Herrera, J. A. y González-Calderón, A. J. (2022). Vulnerabilidad climática urbana: isla de calor y marginación. El caso de Torreón, Coahuila. *Hatso Hnini Revista de Investigación de Paisaje y Espacio Construido*. 1(2). Recuperado de <https://n9.cl/iab26>
- WMO. (1986). Urban Climatology and its applications with special regard to tropical areas. Proceedings of the technical conference organized by the World Meteorological Organization and co-sponsored by the World Health Organization. México, D.F., 26-30 November 1984. WMO No. 652, Geneva, 534 p.
- WMO, (1970). Urban Climates. Technical Note No. 108, Volumen I. Geneva.