

Análisis espacial de la temperatura en la ciudad de Barinas, estado Barinas, Venezuela

Víctor Reyes

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio – Extensión Paraguaná, Núcleo de Investigación “Estudios del Medio Físico Venezolano”, e-mail: vmreyes2006@gmail.com

Recibido:10/11/2009
Aceptado 08/02/2010

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar la distribución de la temperatura en la ciudad de Barinas, estado Barinas, Venezuela. El método utilizado fue la selección de transectos o rutas de registro de temperatura durante el período comprendido entre los años 2004 a 2007. Los días de registro fueron los correspondientes a fechas de solsticios y equinoccios. Se establecieron cinco transectos que permitieron analizar la distribución espacial de las temperaturas. Las horas de registro fueron las 06:00 HLV y las 15:00 HLV. Las menores temperaturas, en las dos horas de registro, se observaron en las áreas verdes ubicadas en las afueras de la ciudad, principalmente en la franja cercana al río Santo Domingo, destacando el sector Punta Gorda. El núcleo cálido de la ciudad se ubica en los alrededores de la Av. 23 de Enero, específicamente entre las avenidas Elías Cordero y la intersección con Cuatricentenaria, Codazzi y 23 de Enero. Esta parte de la ciudad es la de mayor congestión de tránsito producto de la convergencia de varias vías de comunicación en ambos sitios, situación que pareciera influir en el incremento de los valores térmicos observados cerca de las 15:00 HLV. El centro de la ciudad presenta menores valores térmicos que el núcleo citado. La distribución de las temperaturas indica la existencia de una isla de calor urbana (ICU). La intensidad de la ICU a las 06 HLV fue de 3,7 °C, mientras que a la hora de mayor calentamiento fue 4,5 °C. Estas intensidades se clasifican como moderada e intensa, respectivamente, si aplicamos el criterio de Alonso, Labajo y Fidalgo (2003).

Palabras claves: temperatura, clima local, isla de calor urbana, climatología, estado Barinas.

Spatial analysis of the temperature in the Barinas City, Barinas State, Venezuela

Abstract

The objective was to study the Barinas City temperature distributions at Barinas state, Venezuela. The method used temperature transects or routes during the period 2004 to 2007. The registration days were solstice and equinox. Five transects allowed to analyze the spatial distribution of temperatures. Registration hours were 06:00 HLV and 15:00 HLV. Lower temperatures, in two hours of registration, were observed in green areas located at the city outskirts, mainly in the nearby river Santo Domingo and the Punta Gorda sector. The city warm heart was located at the vicinity of Av. 23 Enero, specifically between Av. Elías Cordero and the intersection of Cuatricentenaria, Codazzi and 23 Enero avenues. This city sector has the major traffic jams due to the convergence of several roads. Consequently this situation seemed to influence the increased of thermal values observed near 15:00 HLV. The city centre presents minor thermal values than the mentioned area. The temperature distributions indicate the existence of an urban heat island (UHI). The UHI intensity at 06 HLV was 3,7 °C, while at the hot hour was 4,5 °C. These intensities are classified as moderate and intense, respectively, according to Alonso, Labajo and Fidalgo (2003).

Key words: temperature, local climate, urban heat island, climatology, Barinas State.

Introducción

El crecimiento demográfico e industrial ha influido en la variación del clima de las ciudades (Oke, 1973). Para Landsberg (1981), el desarrollo de edificaciones y el incremento de vías de comunicación, en respuesta al elevado número de vehículos automotores, ha modificado lentamente el paisaje de los centros urbanos, lo cual se traduce en una alteración de los elementos meteorológicos más ligados al área urbana.

El efecto de la urbanización sobre la temperatura, isla de calor urbana (ICU), ha sido bien documentada a nivel mundial (Terjung, 1980; Piccolo y Capelli de Steffens, 1985; Bello, 1994, 1995; Capelli de Steffens, Piccolo, Navarrete y Lara, 1997; Rivero, 1988). Para Bello (1995), el fenómeno de la ICU ha sido el proceso más estudiado de todos los asociados a la urbanización y resulta, por tanto, el mejor conocido en la actualidad. La ICU puede definirse como el “exceso de calor generado en un ambiente urbano por efecto de la acción antrópica” (Capelli de Steffens et al., 1997) e indica que las ciudades son por lo general, más cálidas que su periferia suburbana o rural. Capelli de Steffens, (1986), señala que el contraste térmico obedece a cambios en el balance energético puesto que los edificios, aceras y cubierta vegetal presentan un comportamiento desigual con respecto a la insolación, determinando así una diferenciación espacial en las pérdidas y ganancias de calor; para esta autora, la forma e intensidad de este fenómeno varía con el tiempo y el espacio, siendo un resultado de las características meteorológicas, geográficas y urbanas.

El mosaico complejo de ICU podría influir de distintas maneras en la dinámica urbana, pues tiene relación con el confort, necesidades de ventilación en ambientes laborales, y por ende mayor requerimiento energético para refrigeración. Las ICU también producen células convectivas que pueden estar asociadas a patrones de difusión de contaminantes y a un incremento en las precipitaciones dentro de la ciudad (Terjung, 1980).

Son numerosos los trabajos realizados sobre ICU, fundamentalmente en el hemisferio Norte. En Europa este fenómeno térmico ha sido reportado en París (Dettwiller, 1970), Madrid (López, López, Fernández y Arroyo, 1991); Londres (Lee, 1992), Alcalá de Henares (Bello, 1995), Zaragoza (López, 2002), entre otros. En África se identificó en El Cairo (Robaa, 2003). En Asia están presentes en Tokio (Stanhill y Kalma, 1995) y Hong Kong (Saitoh, Shimada y Hoshi, 1996); en Norteamérica destacan los trabajos de Cayan y Douglas (1984), Karl, Diaz y Kukla (1988); en Centroamérica se señala su presencia en Toluca (Jáuregui, 1979), Ciudad de México (Jáuregui, 1986) y Guadalajara (Figuerola, 1999; Bello, 1994). En Suramérica se han estudiado en Bogotá (Pabón, Pulido, Jaramillo y Chaparro, 1998), Buenos Aires (Figuerola y Mazzeo, 1998), Bahía Blanca (Piccolo y Capelli de Steffens, 1985), Santiago de Chile (Aceituno y Ulriksen, 1981; Salinas 1982; Romero, 1989) y Temuco (Capelli de Steffens et al., 1997).

En el presente trabajo se realiza un análisis de la distribución de las temperaturas en la ciudad de Barinas, Venezuela, con el fin de determinar la presencia de una isla de calor en esta capital. En el país estos estudios han sido poco abordados, encontrándose escasos antecedentes limitados casi exclusivamente al Área Metropolitana de Caracas (Universidad Central de Venezuela, 1968; Guevara, 1981; Reyes, 2003; Reyes y Millán, 2004; y Reyes, 2005).

La Ciudad de Barinas

Barinas es una ciudad localizada en el suroeste de Venezuela entre los 8° 41' y los 8° 34' de latitud norte y los 70° 17' y 70° 07' de longitud oeste; a una altitud promedio de 203 m.s.n.m. La ciudad esta situada cercana al piedemonte andino llanero. El sitio de la ciudad geomorfológicamente corresponde a llanuras aluviales del río Santo Domingo (ver Gráfico 1). Climáticamente, según Koeppen, se corresponde con el tipo Aw', donde a lo largo del año se alternan un período lluvioso (mayo a octubre) y un período seco (noviembre a abril). Para el período 1999-2003, la temperatura media anual fue de 27°C, y el monto anual de lluvia fue de 1.548,5 mm (SERMETFAV, 2007).

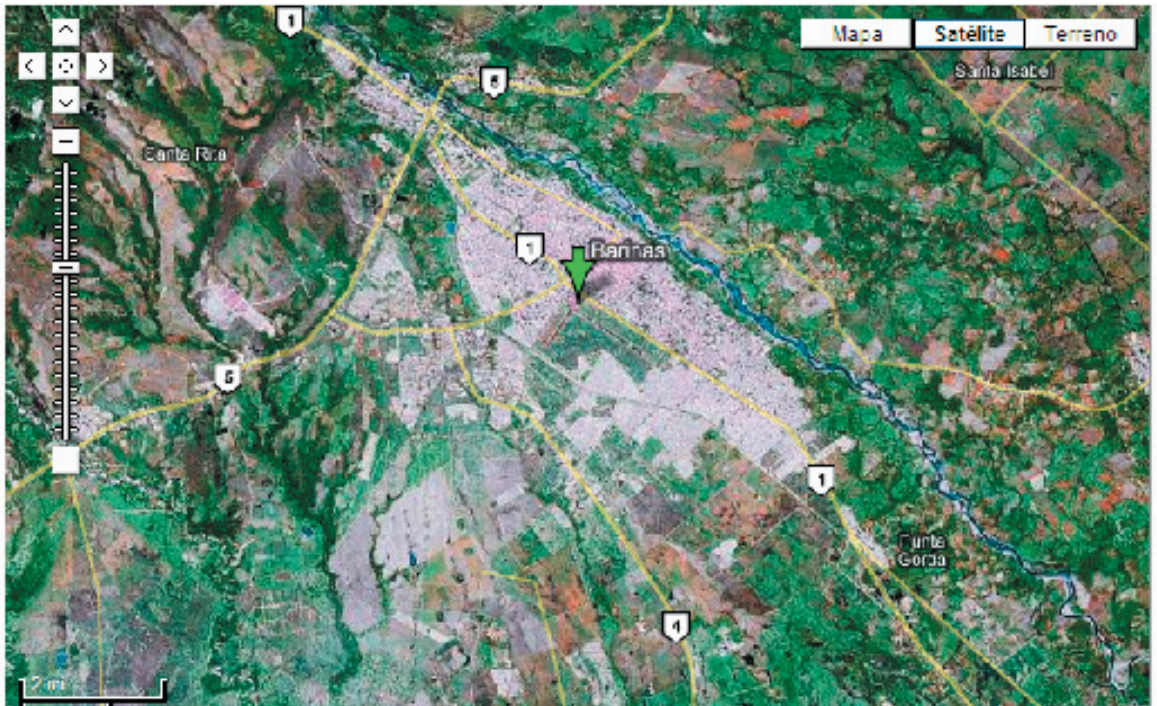


Gráfico 1. Localización de la ciudad de Barinas. Fuente: Google Earth (2007).

La población de la ciudad de Barinas (Municipio Barinas, sin incluir a las parroquias Arvelo Larriva, Torunos, Santa Lucía, San Silvestre y Santa Inés), alcanza los 300.536 habitantes, según estimaciones del Instituto Nacional de Estadística (2008). Sin embargo el análisis de los censos y

estimaciones revela hechos interesantes. El censo de población de 1990 indicaba que la población urbana dentro del municipio era de un 175.836, pero en sólo 18 años ese valor se elevó 41,5%. En el cuadro 1 se evidencia tal situación.

Cuadro 1**Población de la Ciudad de Barinas (Municipio Barinas, sin Incluir a las Parroquias Arvelo Larriva, Torunos, Santa Lucía, San Silvestre y Santa Inés).**

Municipios / parroquias	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Municipio Barinas Parroquia	175.836	191.216	206.445	221.343	235.740	249.683	263.172	275.918	288.370	300.536
Barinas Parroquia	5.674	6.180	6.670	7.149	7.612	8.057	8.492	8.904	9.305	9.698
El Carmen Parroquia	29.716	32.361	34.923	37.428	39.852	42.196	44.476	46.629	48.734	50.790
Rómulo Betancourt Parroquia	28.135	30.639	33.063	35.436	37.727	39.950	42.108	44.147	46.139	48.086
Corazón de Jesús Parroquia	34.991	38.107	41.124	44.076	46.927	49.686	52.370	54.906	57.384	59.805
Ramón Ignacio Méndez Parroquia	50.624	55.131	59.495	63.764	67.888	71.883	75.766	79.435	83.020	86.522
Alto Barinas Parroquia	16.487	17.954	19.375	20.765	22.107	23.411	24.676	25.871	27.038	28.179
Palacio Fajardo Parroquia	4.596	5.004	5.400	5.787	6.161	6.526	6.879	7.212	7.537	7.855
Rodríguez Domínguez Parroquia	2.063	2.246	2.425	2.599	2.768	2.929	3.087	3.237	3.383	3.525
Dominga Ortiz de Páez	3.550	3.594	3.970	4.339	4.698	5.045	5.318	5.577	5.830	6.076

Fuente. Instituto Nacional de Estadística (2008).

Este incremento de la población está acompañado de un aumento del tamaño de la ciudad, pudiéndose distinguir un centro y una periferia que se extiende hacia el suroeste, noroeste y sureste. La extensión de la ciudad en dirección noreste se vio impedida por la existencia de un control natural como lo es el río Santo Domingo. Los espacios periféricos, ocupados actualmente por desarrollos habitacionales en fase de consolidación, eran en el pasado tierras donde prevalecía el uso agropecuario, sabanas y bosques dispersos (ver Gráfico 1).

Esta expansión urbana va acompañada de modificaciones del ambiente natural como lo son la presencia de obstáculos al viento dominante, lejanía al río, retroceso del bosque primario, secado de lagunas, entre otros. Simultáneamente, el mismo fenómeno urbano pudiese estar modificando el clima de la ciudad dado que es mayor la densidad

poblacional, el número de edificaciones, las áreas pavimentadas, el consumo de energía y la intensificación del tránsito vehicular.

Metodología

La distribución espacial de la temperatura se obtuvo mediante mediciones continuas utilizando cinco vehículos que transitaban simultáneamente por la ciudad. Las mediciones se efectuaron en los días correspondientes a fechas de solsticios y equinoccios, desde un día antes hasta un día después del fenómeno geocéntrico, durante los años 2004 al 2007. El período de medición fue de aproximadamente 30 minutos, realizando los automóviles paradas en los lugares de registro establecidos en cada transecto. El Gráfico 2 muestra los cinco recorridos en su conjunto.

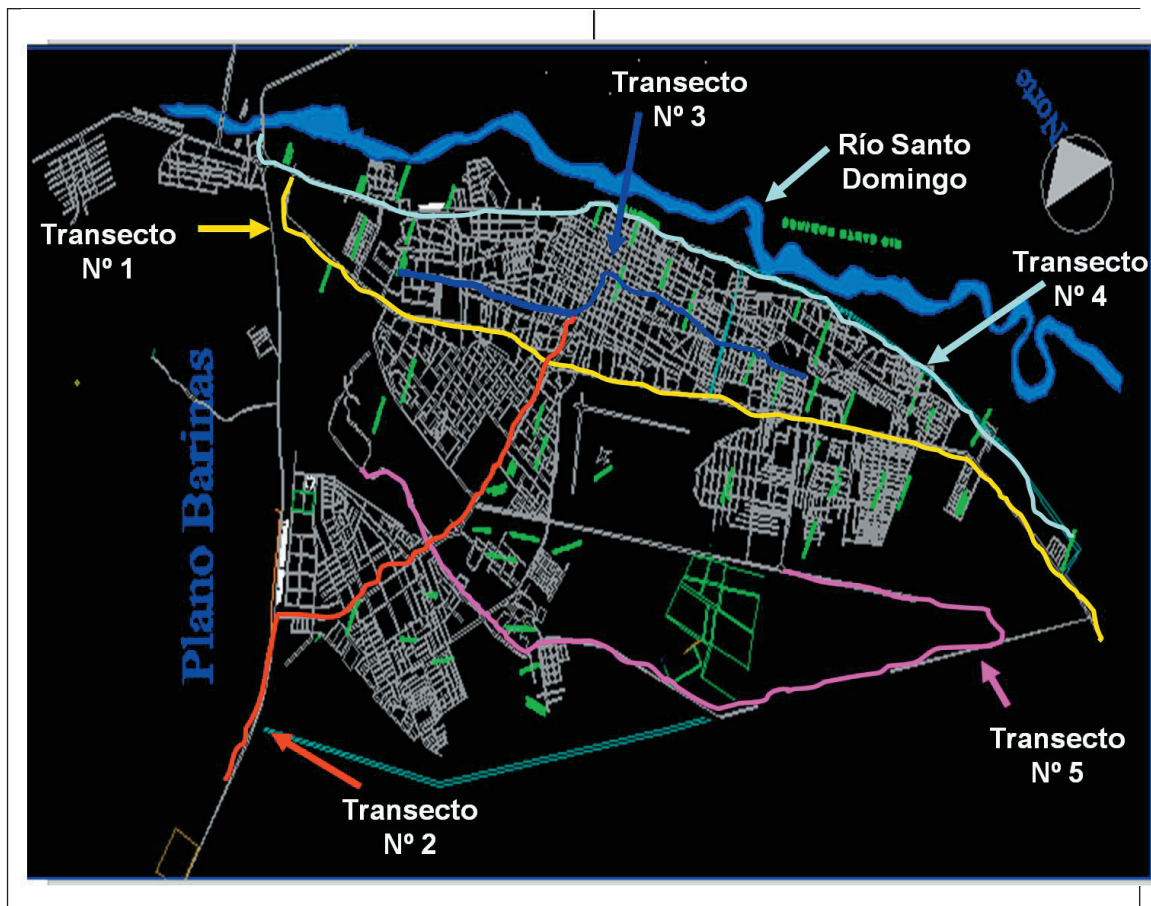


Gráfico 2. Plano de la ciudad de Barinas y ubicación de los transectos de medición de temperatura.

Las mediciones se realizaron en períodos del día en que las temperaturas eran representativas del ciclo diario de la oscilación térmica (Peña, 1975). Por lo tanto el recorrido se efectuó en horas cercanas a las temperaturas mínima (06:00 HLV) y máxima (15:00 HLV). Se tomó como referencia la estación SERMETFAV Barinas. El procedimiento de medición seleccionado es posible llevarlo a cabo cuando no existen variaciones verticales destacadas de la temperatura, para lo cual es necesario contar con diferencias altitudinales inferiores a los 30 m, como es el caso de la ciudad estudiada.

Considerando que la ICU inhibe su presencia cuando el viento en la ciudad excede un determinado valor crítico se procedió a medir el valor de viento

crítico, tal como lo señala Munn (1968). Se asumió en este trabajo la ecuación propuesta por Oke y Hannell (1968) para establecer la velocidad crítica del viento, y que incorpora variables como el tamaño de la población (número de habitantes) y la velocidad del viento prevaleciente. La ecuación es:

$$V_c = -11,6 + 3,4 \log P$$

$$V_c: 7,03 \text{ m/s}$$

Donde: V_c es la velocidad crítica del viento y P el número de habitantes.

En el caso particular de Barinas se encontró que para velocidades mayores que 7,03 m/s no se desarrollaría una ICU que pudiera ser detectada.

Los valores del viento durante los días de medición fueron muy inferiores a ese valor (viento máximo medido < 3,7 m/s).

Resultados Y Discusión

Distribución Espacial de la Temperatura

Por lo general, la ICU diurna se detecta con más dificultad que la nocturna debido a las pequeñas diferencias espaciales de temperatura (Capelli et al., 1997). Sin embargo, esto no fue lo observado durante los días de registro.

Las observaciones térmicas realizadas a las 06:

00 HLV muestran, en conjunto, características que responden a los modelos ideales del fenómeno de isla de calor, registrándose un mayor calentamiento en el sector más transitado de Barinas (intersección de las avenidas 23 de Enero, Cuatricentenaria y Codazzi).

Cabe destacar que a las horas de medición se registraba actividad vehicular en ese sector de la ciudad. En este punto, que constituye el núcleo de la isla de calor, se alcanzaron en promedio temperaturas de 23,5 °C (ver Gráfico 3). Las isotermas, aunque concéntricas, presentan un mayor gradiente del noroeste de la ciudad hasta el núcleo cálido, y posteriormente el espaciado entre ellas se incrementa en dirección sureste.

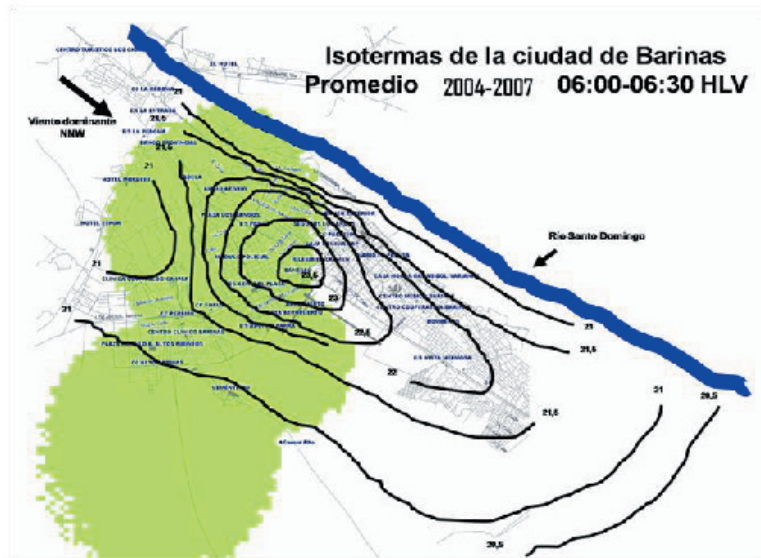


Gráfico 3. Isotermas de la ciudad de Barinas (2004-2007). 06:00-06:30 HLV.

Las menores temperaturas se registraron hacia el sector Punta Gorda, localizado hacia el sureste de la ciudad (isoterma de 20,5 °C). Las isotermas de 21 °C se observan hacia las afueras de la ciudad, destacando los sectores Los Guasimitos, Redoma de Barinas, Alto Barinas, El Toreño, Urb. La Cardenera y toda la franja urbana cercana a las avenidas Industrial y Ribereña, ubicadas ambas a poca distancia de la margen derecha del cauce del río Santo Domingo.

Entre estas avenidas y el núcleo cálido se registró un incremento de 2,5 °C en apenas 1.400 m lineales, aproximadamente. Esta línea imaginaria comprendida entre la avenida Industrial, a la altura de la Plaza Zamora, y la intersección de las avenidas 23 de Enero, Cuatricentenario y Codazzi, atraviesa el

casco histórico y comercial de la ciudad, en el cual se ubican las edificaciones, en promedio, más altas de la urbe, y en el cual las áreas verdes están generalmente limitadas a las plazas públicas.

La intensidad de la isla de calor fue obtenida mediante el criterio de Oke (1973, 1978), quien señala que la intensidad se obtiene a partir de la diferencia urbano-rural más destacada (ΔT_{u-r}). Del cuadro 2 se desprende que la locación urbana térmicamente más destacada fue la intersección de las avenidas 23 de Enero, Cuatricentenario y Codazzi, mientras que dos rurales se alternaron tal distinción (Los Guasimitos y Punta Gorda). La intensidad fue categorizada según el criterio de Alonso, Labajo y Fidalgo (2003), quienes señalan que las intensidades pueden ser clasificadas en tres categorías: baja (menores a 2°C), moderadas (2°C a 4°C) e intensas (mayores a 4°C).

Cuadro 2

Temperaturas Máximas y Mínimas e Intensidad de la Isla de Calor en la Ciudad de Barinas.

Punto de registro	Marzo		Junio		Septiembre		Diciembre		Resumen	
	06:00	15:00	06:00	15:00	06:00	15:00	06:00	15:00	06:00	15:00
Guasimitos ²	23,0	34,2	20,2	31,2	20,7	32,5	18,9	33,1	20,7	32,7
Intersección de las avenidas 23 de Enero, Cuatricentenario y Codazzi ¹	25,2	36,9	23,6	34,6	23,5	34,9	22,6	35,8	23,7	35,6
Punta Gorda ²	22,4	33,0	20,1	30,1	20,6	31,5	19,4	31,2	20,6	31,6
Intensidad (ΔT_{u-r})	2,8	3,9	3,5	4,5	2,9	3,4	3,7	4,6	3,1	4,0
Categoría	Moderada	Moderada	Moderada	Intensa	Moderada	Moderada	Moderada	Intensa	Moderada	Moderada

¹ Sector urbano. ² Sector rural.

La intensidad a las 06:00 HLV fue en promedio de 3,1°C (moderada). En el Cuadro 2 se observa que durante las fechas solsticiales las intensidades fueron mayores que durante las fechas equinocciales. En este sentido la ICU es más intensa a esta hora en el mes de diciembre (3,7°C) y menos intensa en el mes de marzo (2,7°C).

El análisis realizado a los registros térmicos obtenidos a las 15:00 HLV también evidencia la presencia de una isla de calor urbana (ver Gráfico 4). Dicha isla se manifiesta también de manera concéntrica, ubicándose el sector de mayor calentamiento, nuevamente, en el más transitado de Barinas (intersección de las avenidas 23 de Enero, Cuatricentenario y Codazzi).

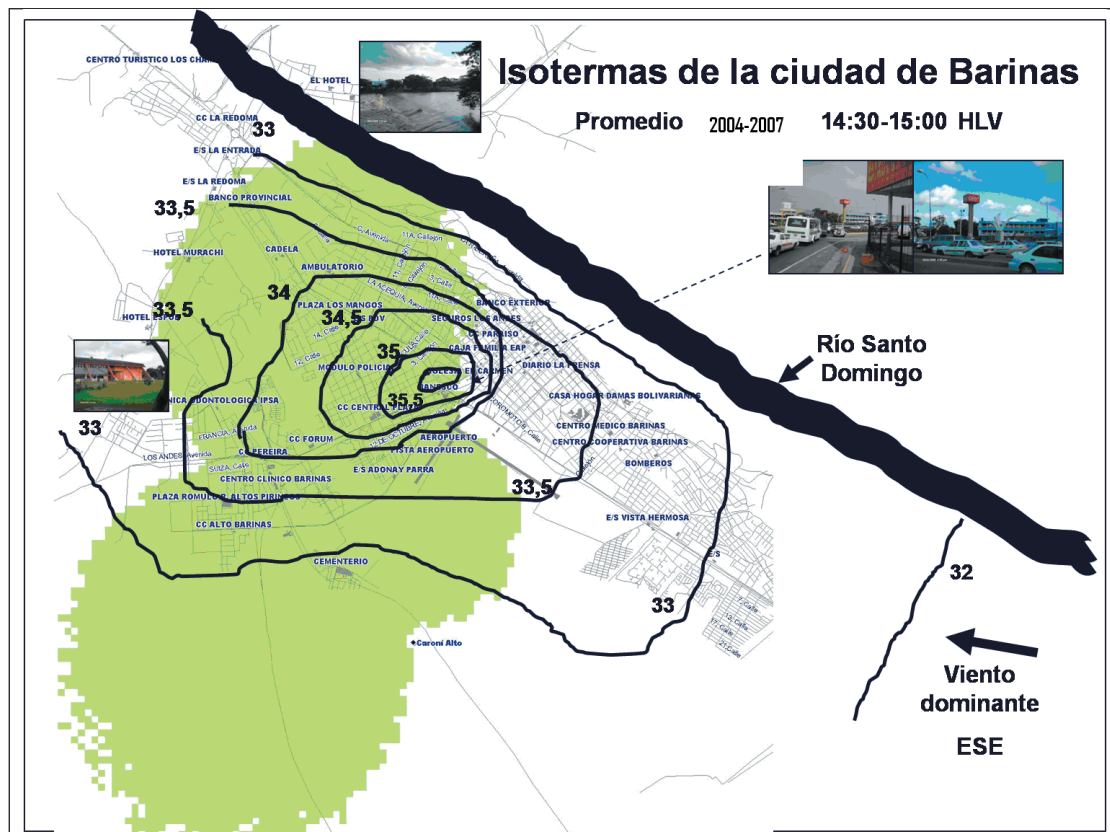


Gráfico 4. Isotermas de la ciudad de Barinas (2004-2007). 14:30-15:00 HLV.

Cabe destacar que a la hora de lectura se registraba una intensa actividad vehicular en ese sector. Esta intersección de las avenidas 23 de Enero, Cuatricentenario y Codazzi, constituye el nudo vial más concurrido de la ciudad. El tránsito en el sector es continuamente alimentado por el volumen de vehículos que se desplaza desde Alto Barinas y La Floresta hacia el centro de la ciudad. Esta situación se repite con el aporte que genera la avenida Elías Cordero y 23 de Enero desde el centro de la ciudad hacia el noroeste o parte alta de Barinas.

De igual forma podría decirse que la confluencia de las avenidas Codazzi y Cuatricentenario ocasionan el mismo efecto de embudo vial.

Los valores más bajos de temperatura se registraron en el sector Punta Gorda, localizado hacia el sureste de la ciudad (isoterma de 32,0 °C). Al igual que en el modelo matutino, los sectores Los Guasimitos, Redoma de Barinas, Alto Barinas, El Toreño, Urb. La Cardenera y toda la franja urbana

cercana a las avenidas Industrial y Ribereña, registran valores térmicos considerados entre los más bajos de la ciudad para esta hora del día (33°C).

Es de resaltar que el fuerte gradiente observado a las 06:00 HLV no se mantiene hasta esta hora pues las isotermas se presentan más espaciadas entre las riberas del río Santo Domingo y el núcleo cálido. Destaca que a esta hora más del 60% de la ciudad se encuentra dentro del área delimitada por la isoterma de 33,5°C.

Un elemento a considerar debe ser el papel del río como distribuidor del viento dominante lo cual parece observarse más claramente a las 06:00 HLV, hora en la cual los flujos prevalecientes descienden de la Cordillera Andina, como brisas de montaña, (Reyes y Foghin, 1996), refrescando la ciudad de Barinas, sobretodo en el trimestre diciembre-enero-febrero.

La intensidad a las 15:00 HLV fue en promedio de 4, 0 °C (moderada). Al igual que en los registros matutinos, se observa que durante las fechas solsticiales las intensidades fueron mayores que durante los días equinocciales (ver cuadro 2). En este sentido la ICU es más intensa a esta hora en los meses de junio y diciembre (4,5°C y 4,6°C, respectivamente) y menos intensa en los meses de marzo y septiembre (3,9°C y 3,4°C, respectivamente).

Conclusiones

Las mediciones realizadas permitieron ilustrar la forma y la intensidad de la ICU en Barinas. La ciudad presenta un comportamiento térmico que evidencia la presencia del fenómeno. Durante las horas de registro (06:00 HLV y 15:00 HLV), se genera una isla de calor que responde en líneas generales al modelo ideal de calentamiento urbano, salvo que la misma resultó ser más intensa en las horas de la tarde que en las primeras horas del día. El núcleo urbano más cálido coincidió en ambas observaciones, mientras que los sectores más "fríos" se ubicaron hacia los sectores rurales Los Guasimitos, Redoma de Barinas y Punta Gorda, o aquellos influidos por la presencia del río Santo Domingo. La intensidad de la isla térmica (ΔT_{u-r}), fue 3,1°C y 4,0°C, en los dos lapsos, respectivamente, lo cual evidencia una intensidad moderada.

Agradecimiento

Este trabajo se realizó con la colaboración de los estudiantes de los cursos de Climatología Física, Seminario en Climatología Física y Seminario en Cambios Climáticos, adscritos al Departamento de Ciencias de la Tierra de la UPEL – Instituto Pedagógico de Caracas.

Referencias

- Aceituno, A., y Ulriksen, E. (1981). Efecto de la isla calórica en Santiago. Resultados preliminares. *Tralka*, 2, (1), 39-56.
- Alonso, M., Labajo, J., y Fidalgo, M. (2003). Characteristics of the urban heat island in the city of Salamanca, Spain. *Atmósfera*, 137-148.
- Bello, V. (1994). La isla de calor y los usos del suelo en Guadalajara. Universidad de Alcalá. *Serie Geográfica*, 4, 83-97.
- Bello, V. (1995): La isla de calor nocturna y los usos del suelo en Alcalá de Henares. *Anales de la Geografía de la Universidad Complutense*, 15, 119-130.
- Capelli de S., A. (1986): Influencia de los árboles en el clima de la ciudad. *Revista Universitaria de Geografía*, 2, (1 y 2), 39-54.
- Capelli de S., A., Píccolo, M., Hernández, H., Navarrette, G., y Lara, R. (1997). La isla de calor en Temuco, Chile: Situación invernal. *Revista Geofísica*, 46, 5-16.
- Cayan, D., y Douglas, A. (1984). Urban influences on surface temperatures in Southwestern United States during recent decades. *J. Climate Appl. Meteor*, 23, 1520-1530.
- Dettwiller, J. (1970). Evolución secular del clima de París. *Mem. Meteorol. Natl. Paris*, 52, 145-170.

- Figueroa, A. (1999). *Isla de calor en la zona metropolitana de Guadalajara*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara-Grupo de Investigación y Modelación Matemática de los Procesos Ambientales. [Documento en línea] Disponible en: <http://148.202.12.1/investigacion/grupos/ambiente.html> [Consulta: 2004, Agosto 21]
- Figueroa, P., y Mazzeo, N. (1998). Urban-rural temperature differences in Buenos Aires. *Int. J. Climatol.* 18, 1709-1723.
- Guevara, J. (1981). "¿Se ha incrementado la temperatura de Caracas?" *Síntesis Geográfica*, 4-9.
- Instituto Nacional de Estadística. (2008). Censos de población y vivienda 2001. [Documento en línea] Disponible en: [Consulta: 2009, Enero 21]
- Jáuregui, E. (1979). La isla de calor en Toluca, México. *Boletín del Instituto de Geografía* (9), 35-46.
- Jáuregui, E. (1986). The urban climate of Mexico City. Urban climatology and its applications with special regard to tropical areas. Proceedings of the Technical Conference. Mexico D.F., 26-30 November 1984., N° 652, 63-86. Geneva: WMO.
- Karl, T., Diaz, H., y Kukla, G., (1988). Urbanization: Its detection and effect in the United States climate record. *J. Climate*, 1, 1099-1123.
- Landsberg, H. (1981). *The Urban Climate*. New York: Academic Press.
- Lee, D. (1992). Urban warming? An analysis of recent trends in London's heat island. *Weather*. 50-56.
- López, A., López, J., Fernández, F., y Arroyo, F. (1991). *El clima urbano de Madrid: la isla de calor*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- López, F. (2002). *El clima en el medio ambiente urbano de Zaragoza*. *Boletín de la A.G.E.*, 33, 227-237.
- Munn, R. (1968). Air flow in urban areas. prospect. *Urban Climates. WMO. Tech. Note*, 108, 15-39.
- Oke, T. (1973). City size and the urban heat island. *Atmost. Environ*, 7, 769-779.
- Oke, T., y Hannell, F. (1968). The form of the urban heat island in Hamilton, Canada. *Urban Climates. WMO, Tech. Note*, 108, 113-126.
- Pabón, J., Pulido, D., Jaramillo, O., y Chaparro, J. (1998). Análisis preliminar de la isla de calor en la sabana de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Cuaderno de Geografía. Disponible en: <http://www.humanas.unal.edu.co/geografia/cuadernos/ano1998/pabonet.pdf>. [Consulta: 2004, Junio 10].
- Peña, O. (1975). *Climas urbanos, medio ambiente y planificación del espacio. Caracterización biosférica del medio chileno*. Universidad de Chile, CDU 551. 588.7, 14 pp.
- Píccolo, M., y Capella de S., A. (1985). Clima urbano bahiense: una experiencia de verano. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Estudios Geográficos.
- Reyes, V. (2003). Análisis preliminar de las series históricas de temperatura en la estación Caracas-Observatorio Cagigal (1891-2000). *Trabajo de Ascenso no publicado*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas.
- Reyes, V. (2005). Análisis de la isla de calor en el Área Metropolitana de Caracas (1965-1969). *Trabajo de Ascenso no publicado*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas.
- Reyes, V., y Foghin, S. (1996). Descripción del régimen eólico diario en superficie, para la estación FAV de barinas, 1989-1994. *Ponencia presentada en la IV Jornada Anual de Investigación*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas.

- Reyes, V., y Millán, Z. (2004). Análisis preliminar de las series históricas de temperatura mínima media y máxima media anual en la estación Caracas-Observatorio Cagigal (1891-2000). *Ponencia presentada en la XI Jornada Anual de Investigación*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas.
- Rivero, R. (1988). *Arquitectura y clima*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Robaa, S. (2003). Urban-suburban/rural differences over greater Cairo, Egypt. *Atmósfera*, 157-171.
- Romero, H. (1989). *Geografía de los climas*. Santiago de Chile: Instituto Geográfico Militar.
- Saitoh, T., Shimada, T., y Hoshi, H. (1996). Modelling and simulation of the Tokyo heat island. *Atmost. Environ*, 30, 3431-3442.
- Salinas, F. (1982). *Estudio experimental del efecto de isla calórica en la ciudad de Santiago*. Memoria para optar título Ing. Civil. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- SERMETFAV. (2007). Resumen climatológico. Maracay: Autor.
- Stanhill, G., y Kalma, J. (1995). Solar dimming and urban heating at Hong Kong. *Int. J. Climatol*, 15, 933-941.
- Terjung, W. (1980). Influences of physical structures on urban energy budgets. *Boundary Layer Meteorology*, 19, 421-439.
- Universidad Central de Venezuela. (1968). *Jornadas Meteorológicas*. Caracas: Autor.