

Análisis del fenómeno de islas de calor urbana, Mérida, Yucatán (2000 y 2023)

Jiménez Arévalo Emiliano, Martínez Torres Luis Donald, Mendoza Ruíz Erick Eduardo

Posgrado Ciencias de Información Geoespacial, Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial. C.P. 14240. Tlalpan, Ciudad de México, México.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático y la rápida urbanización han aumentado los impactos de las Islas de Calor Urbanas (ICUS), generando diferencias de temperatura entre áreas urbanas y rurales. Factores como la disminución de la vegetación, aumento de superficies impermeables y acumulación de calor en materiales urbanos agravan este fenómeno. Las ICUS resultan en mayor demanda energética, problemas de salud y reducción de la calidad ambiental. Este fenómeno es más intenso en áreas periurbanas donde la urbanización desplaza la vegetación natural. La incidencia de las ICUS afecta negativamente a las zonas más vulnerables, agravando riesgos en comunidades con infraestructura deficiente. El análisis propuesto busca comprender el fenómeno en Mérida usando datos satelitales de Temperatura Superficial Terrestre obtenido de imágenes MODIS para identificar tendencias y evaluar el impacto del crecimiento urbano y cambios en el uso del suelo entre 2000 y 2023.

OBJETIVO

Analizar las diferencias en la intensidad y distribución del fenómeno de Islas de Calor Urbanas entre los años de 2000 y 2023, utilizando datos de temperatura de superficie terrestre (LST) a partir de imágenes MODIS, y relacionar resultados con la superficie urbana y verificar la correlación entre ICUS y el aumento de la urbanización.

MÉTODO

Se recopilaron imágenes satelitales con las mejores situaciones atmosféricas posibles, estas son producto del MOD11 LST, con una resolución espacial de 1000m (Wan et al., 2021), correspondientes al mes de Julio de los años 2000 y 2023, dichas imágenes. Para poder realizar los cálculos correspondientes es necesario delimitar las zonas de uso de suelo urbano a partir del conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso de Suelo y vegetación serie II y VII (INEGI, 2021). Se realizaron dos métodos para determinar el Índice de Islas de Calor Urbano:

$$ICUS_{Rahman} = \frac{\bar{T}_{mensual} - \bar{T}_{urbana}}{SD_{urbana}}$$

$$ICUS_{Hidalgo} = \bar{T}_{urbana} - \bar{T}_{rural}$$

Mediante datos de estaciones climatológicas ubicadas dentro de la zona de estudio, se realizaron correcciones meteorológicas de los datos de temperatura (SMN, 2023), mediante la suma algebraica del valor promedio de la diferencia de los datos registrados y el dato de Temperatura Superficial Terrestre.

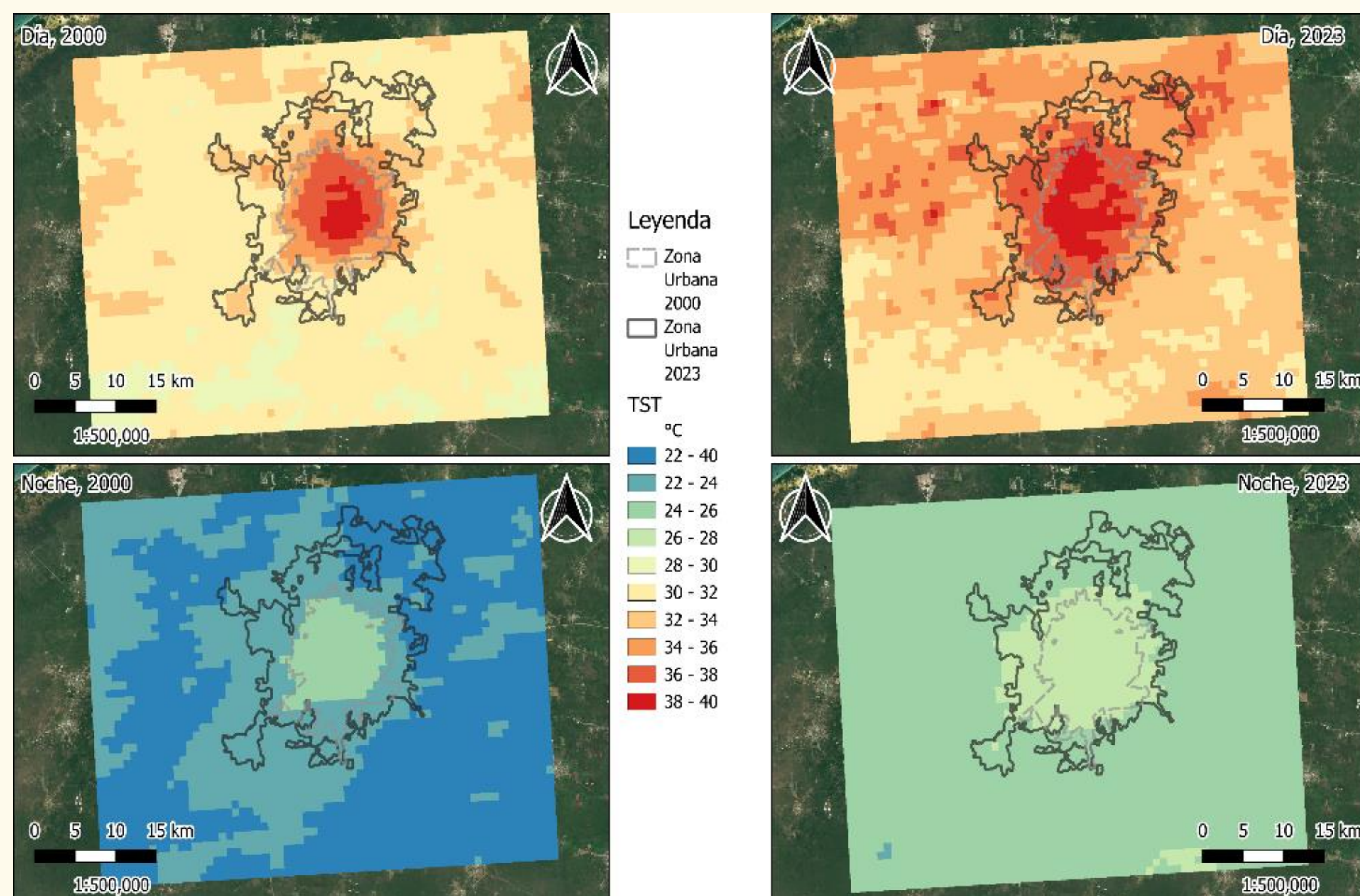


Fig. 1: Mapa de Temperatura Superficial Terrestre (Día y Noche)

RESULTADOS

Una vez obtenidos los resultados del ICUS de día y noche para los dos cortes temporales, se determina qué tanto cambió el ICUS de dichos años. Para ello se realiza una diferencia de los ICUS correspondientes, el cual indica de acuerdo con el método de Rahman que los resultados destacan un incremento sustancial en las temperaturas urbanas y rurales, con una intensificación significativa del fenómeno durante la noche. Este comportamiento refleja la influencia del crecimiento urbano, la disminución de cobertura vegetal y el aumento de las actividades humanas, subrayando la importancia de intervenciones urbanas sostenibles.

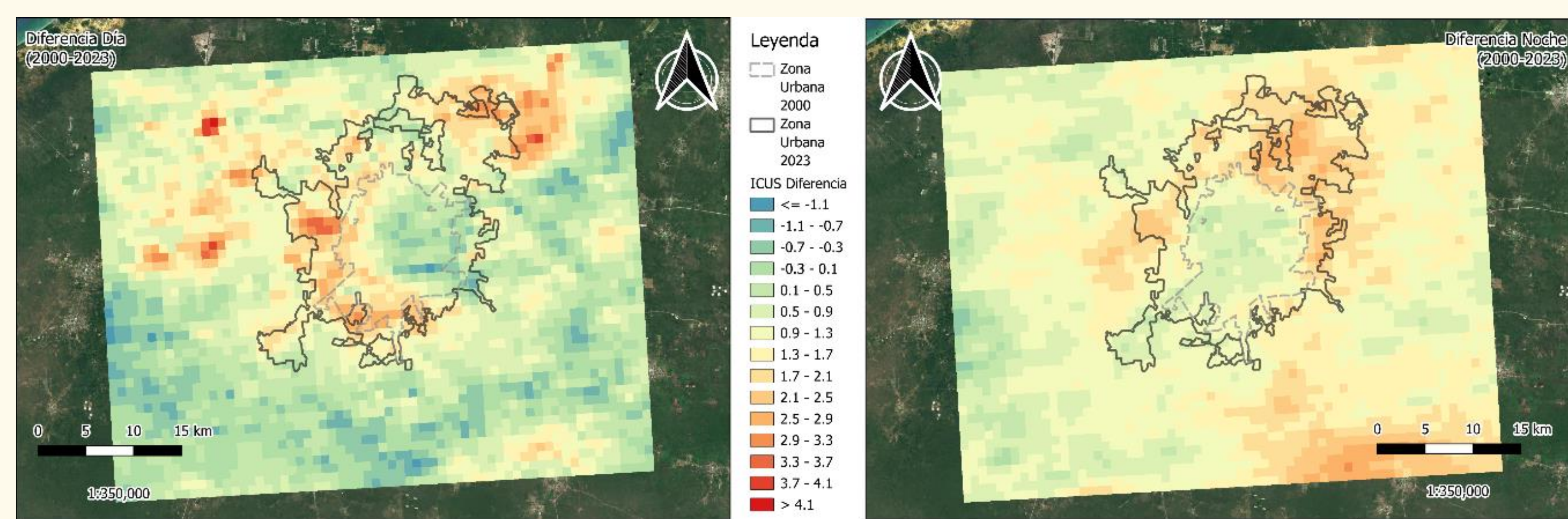


Fig. 2: Diferencia ICUS día y noche entre los años 2000 y 2023, usando método de Rahman et al., 2022

En cuanto al método de Hidalgo García, 2022, los resultados del ICUS no contienen evidencia que pruebe que existe un aumento en proporción al crecimiento urbano, esto debido a que existe decrecimiento del ICUS del año 2000 al 2023, demostrando que formalmente, la Intensidad de isla de calor en Mérida es menor en 2023 de lo que fue en el 2000, pero esto sucedió porque la zona rural se volvió mucho más cálida (casi dos grados en día y noche) de lo que la zona urbana (menos de un grado en día y noche). Es decir, el ICUS (Hidalgo García, 2022) es un índice que tiene aplicación en análisis para un mismo tiempo en diferente espacio, pero no para un mismo espacio en el tiempo.

ICUS	Día		ICUS	Hipótesis alternativa	Noche		ICUS	Hipótesis alternativa
	Zona Urbana	Zona rural			Zona Urbana	Zona rural		
2000	36.22	30.76	5.46		26.99	22.04	4.95	
2023	36.45	32.94	3.51	Se rechaza	26.28	24.75	1.53	Se rechaza

Tabla 1: Temperatura media de las zonas urbanas y rurales, e ICUS de los años 2000 y 2023 mediante el método de Hidalgo García, 2022.

CONCLUSIONES

El análisis muestra que las Islas de Calor Urbanas (ICUS) en Mérida son un fenómeno recurrente tanto en 2000 como en 2023. Las temperaturas rurales han aumentado más que las urbanas, especialmente durante la noche, reduciendo la diferencia entre ambas. El calentamiento más pronunciado en zonas rurales se debe a la deforestación y el crecimiento urbano en áreas periféricas. La hipótesis de un aumento generalizado de ICUS (Hidalgo, 2022) fue rechazada, ya que el aumento paralelo de temperaturas en zonas rurales y urbanas afecta la interpretación de la intensidad del fenómeno. Con el método de Rahman, 2022 las periferias urbanas muestran un incremento en la formación de ICUS debido a la expansión urbana. Contrario al método de Hidalgo, la hipótesis planteada en el análisis de Rahman sí se cumple debido al enfoque diferencial de su metodología, que considera tanto los incrementos absolutos como las dinámicas específicas de transformación del paisaje urbano y rural. Esto pone en evidencia que la interacción entre el calentamiento global, la urbanización y los cambios de uso de suelo requieren estudios más detallados y metodologías adaptadas al contexto espacial local. Ante ello, podemos concluir que son necesarios trabajos donde deberán priorizar enfoques multidisciplinarios y la integración de variables socioeconómicas y ambientales para entender de manera más completa las implicaciones de las islas de calor urbana.