

Análisis de las dinámicas espacio-temporales de la Isla de Calor Urbana en el Valle de Aburrá usando el modelo WRF/UCM-BEP



Investigadores

Natalia Bernal Manrique

Juan José Henao - Ph.D Ingeniería ambiental, Angela M. Rendón - Ph.D Ingeniería ambiental

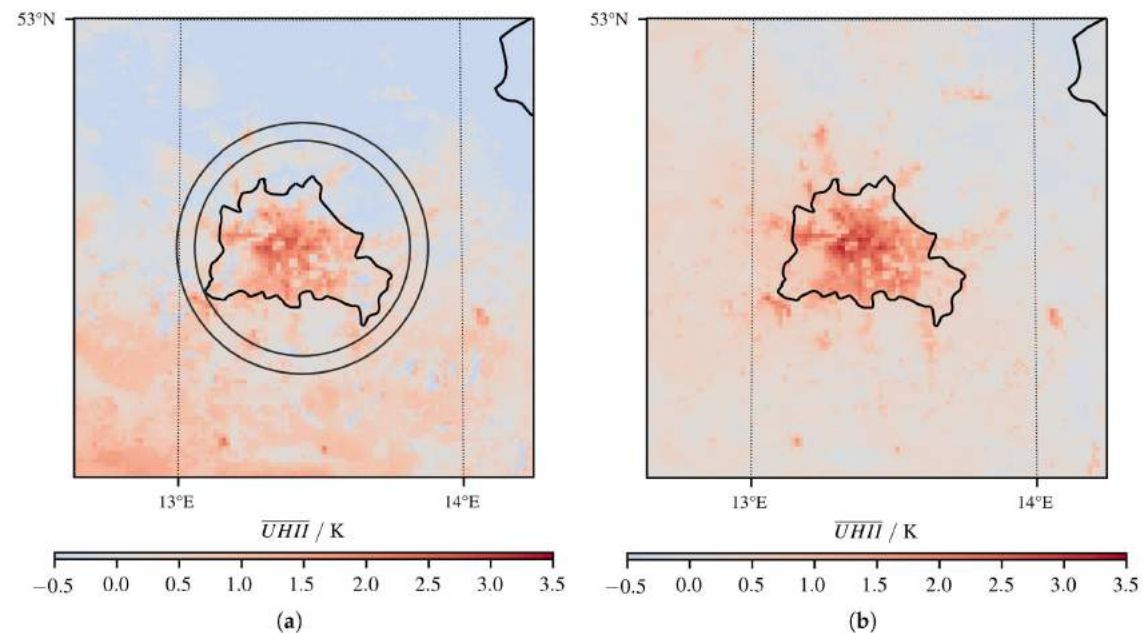
Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Introducción

- ¿Qué es el Fenómeno Isla de Calor Urbana (ICU) y cómo se calcula ?



Fenómeno de Isla de Calor Urbana (ICU). Adaptado de Oke (2017).



Mapas de intensidad ICU para los métodos de evaluación a) Anillo de referencia rural. (b) Referencia rural virtual. Tomado y traducido de Vogel et al (2020).

■ Objetivo del estudio

Analizar la magnitud y duración de la ICU considerando diferentes representaciones de la cobertura de la superficie, que puedan afectar la circulación en la baja atmósfera en el Valle de Aburrá.

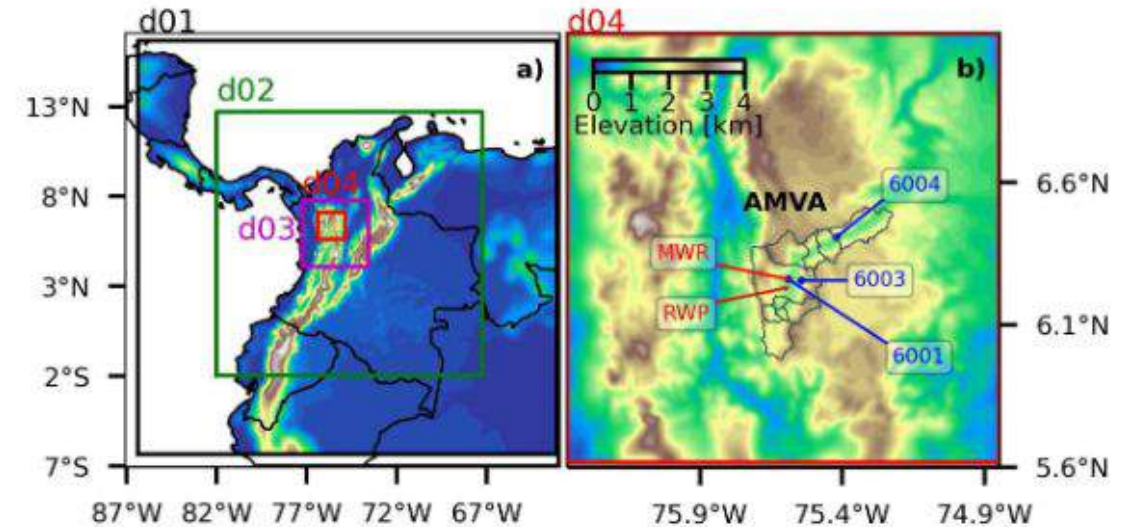


Orografía del Valle de Aburrá.
Tomada de: <https://earth.google.com/web/>

MATERIALES Y MÉTODOS

- **Área de estudio:** Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA)
- **Periodo de estudio:** Días despejados: 22/01/2019 al 25/01/2019
- **Configuración del modelo WRF-UCM (Urban Canopy Model)**
 - ❑ Reducción de escala de 27km a 3km y 1km
 - ❑ Parametrizaciones (Henao, 2020)
 - ❑ Mapa de cobertura: MODIS, ESA-CCI
 - ❑ Escenarios cobertura de la superficie:
MODIS, ESA-CCI, BEP.

BEP: Valores de las características urbanas según categoría urbana



a) Configuración del modelo con cuatro dominios anidados en recuadros coloreados. b) Dominio con mejor resolución (d04, 1x1 km. Tomado y traducido de Henao et al. (2023) [Manuscrito en proceso de publicación]

Variables analizadas: T2m, Viento



MATERIALES Y MÉTODOS

- Evaluación del modelo

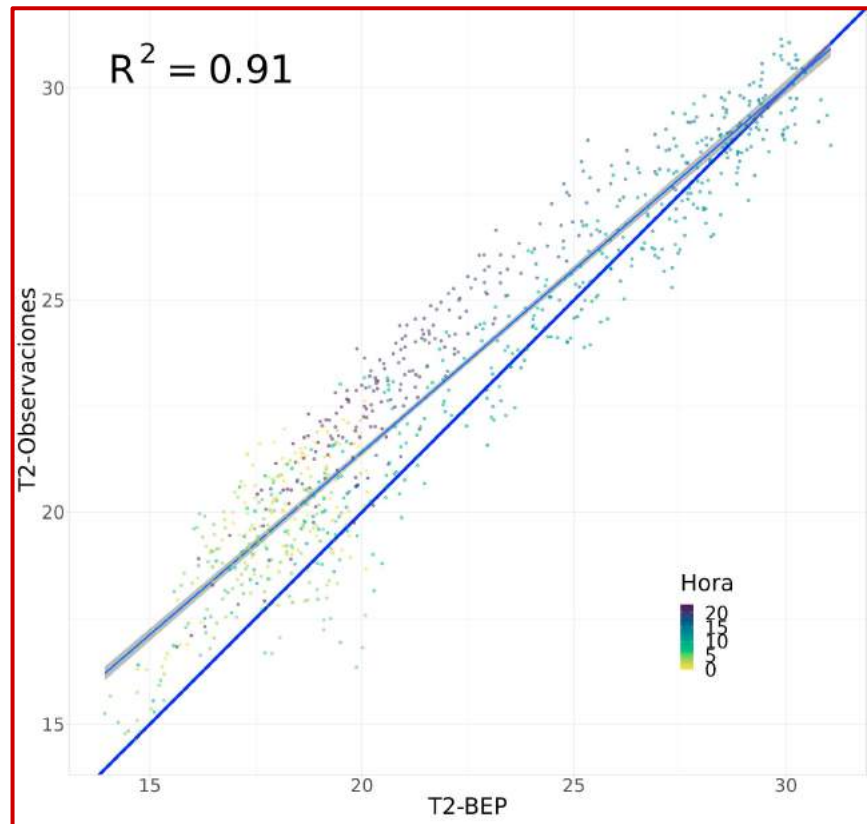
	T2			W-Vel			W-Dir		
	Def	Ext	BEP	Def	Ext	BEP	Def	Ext	BEP
R2	0.89	0.93	0.91	0.41	0.43	0.46	0.07	0.06	0.07
MAE	1.48	0.96	1.46	0.94	1.01	0.93	85.21	87.48	84.84
RMSE	1.80	1.16	1.76	1.23	1.32	1.21	127.23	128.88	127.12



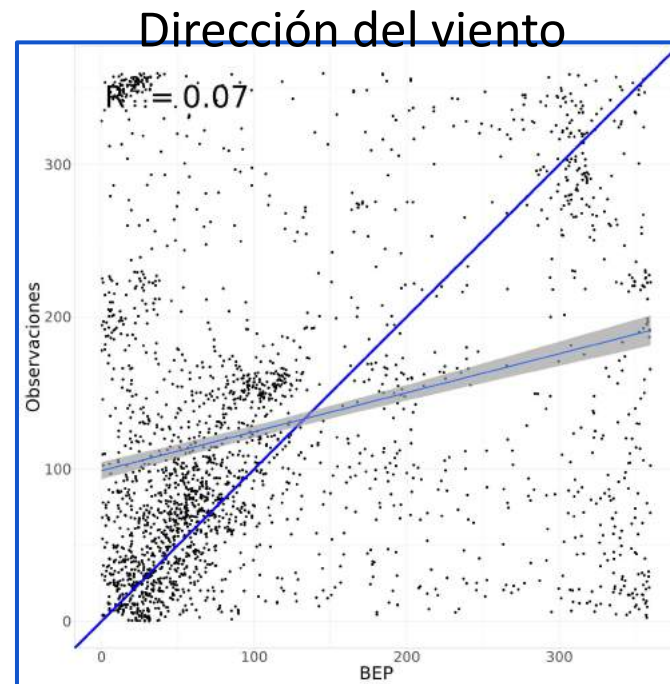
MATERIALES Y MÉTODOS

- Evaluación del modelo

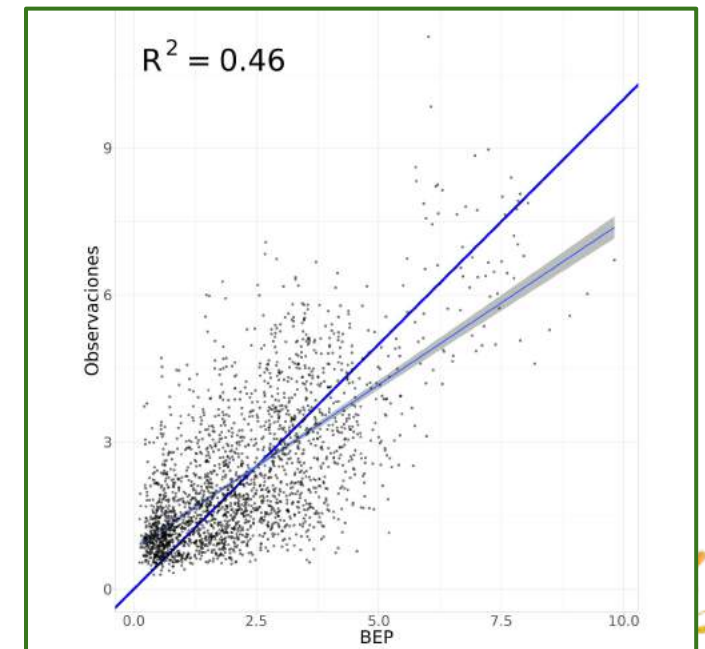
Temperatura



Viento

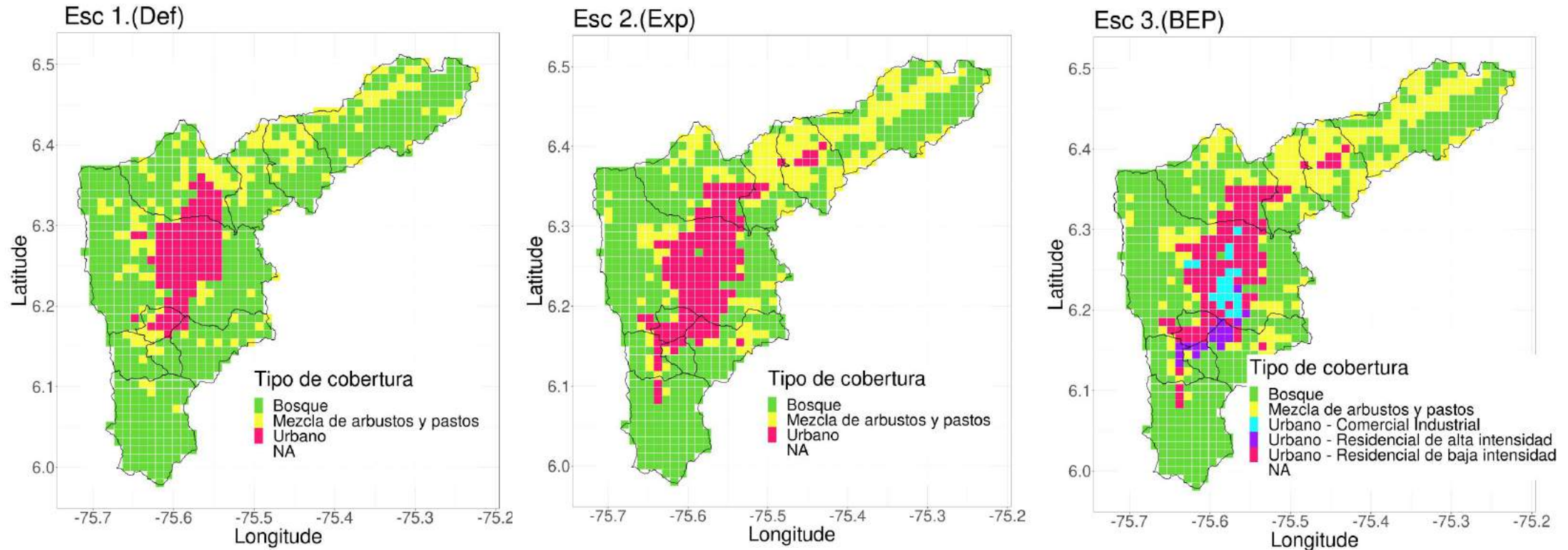


Velocidad del viento



MATERIALES Y MÉTODOS

- Cambios en la información de coberturas

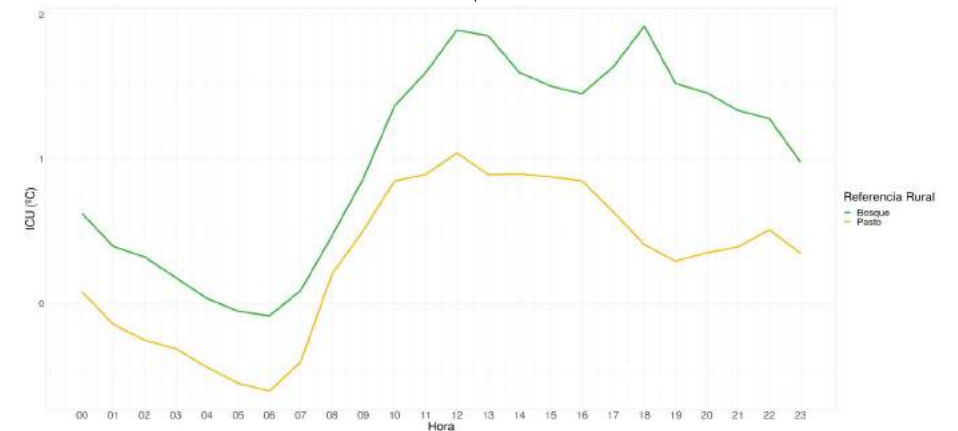
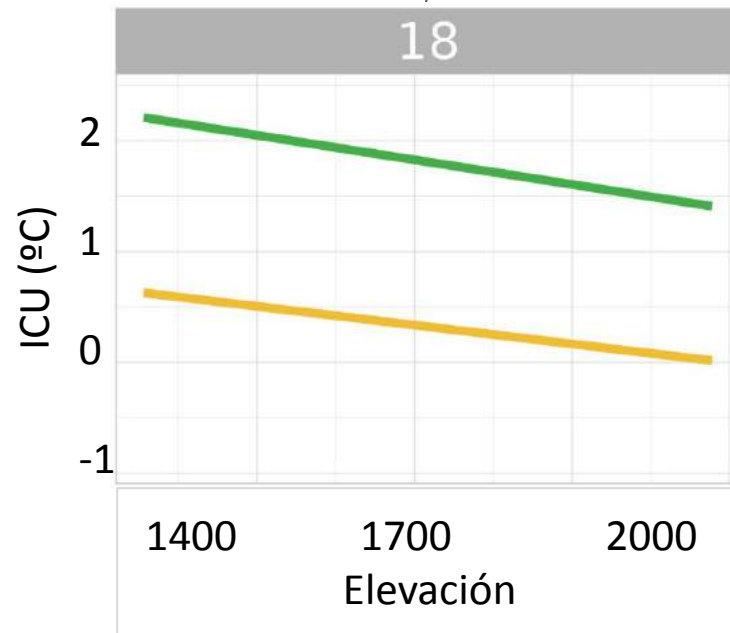
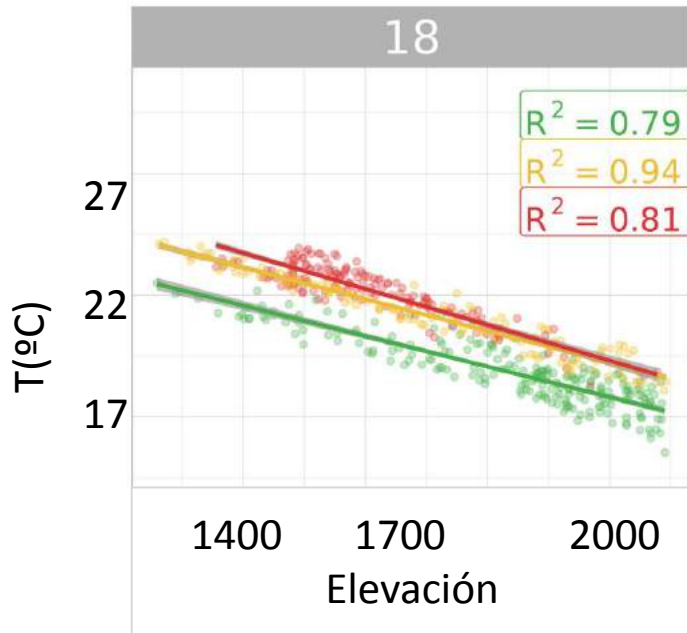


Distribución espacial de las celdas de cobertura para a) MODIS LULC (Def), b) ESA-CCI (Ext) y c) ESA-CCI categorizado (BEP).



MATERIALES Y MÉTODOS

- Cálculo de la ICU



Tipo de cobertura

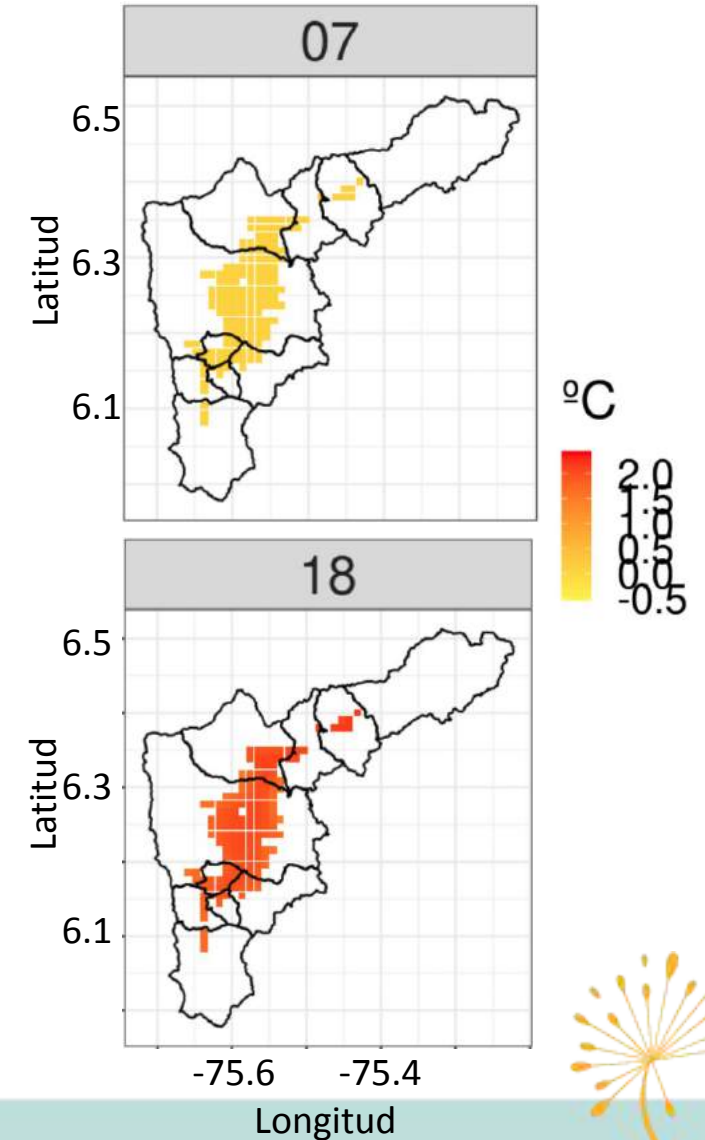
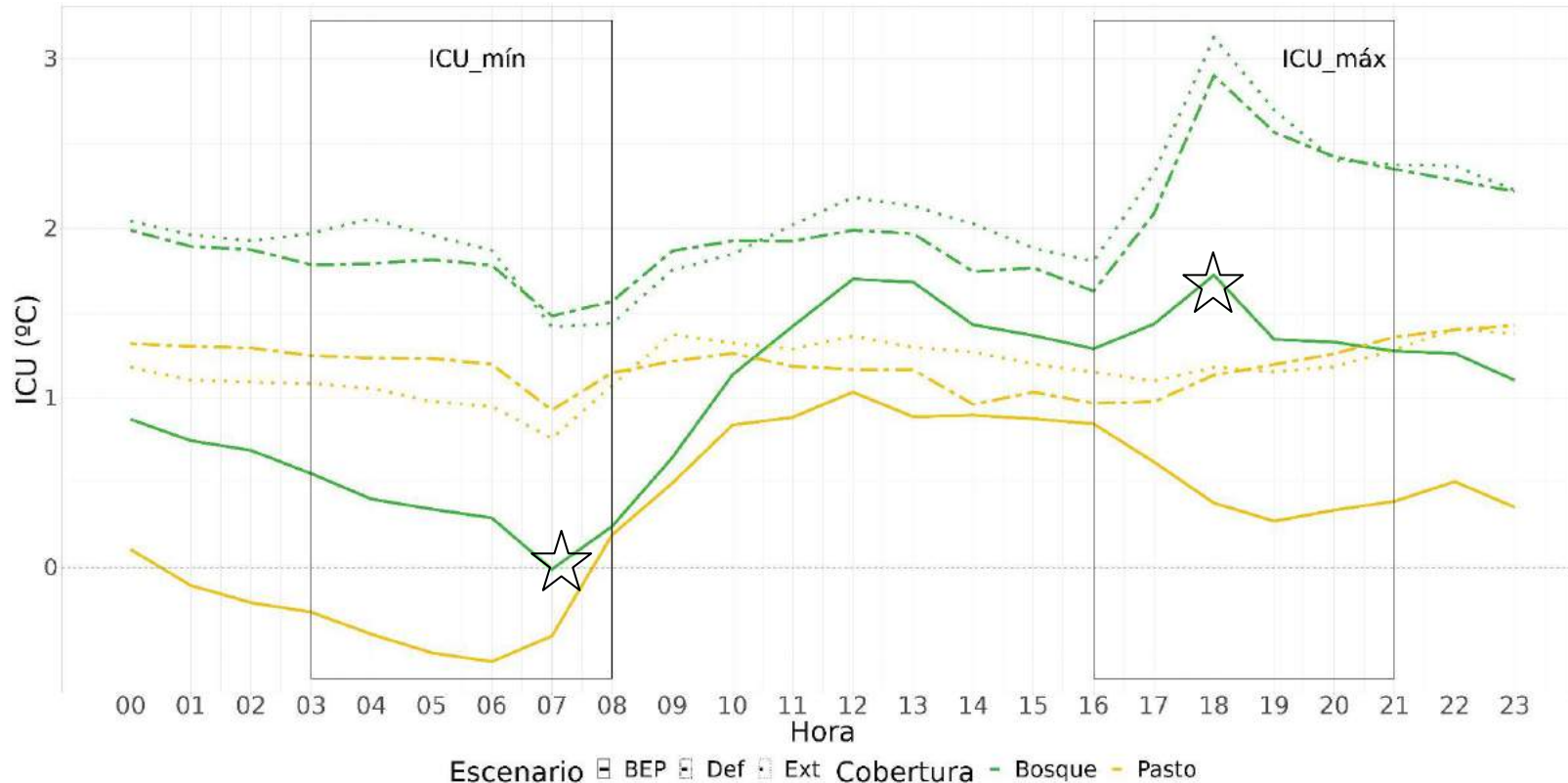
- Bosque
- Mezcla de arbustos y pastos
- Urbano

Ciclo diario de la ICU
Periodos de mayor y menor magnitud de la ICU



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Dinámicas espacio-temporales de la ICU



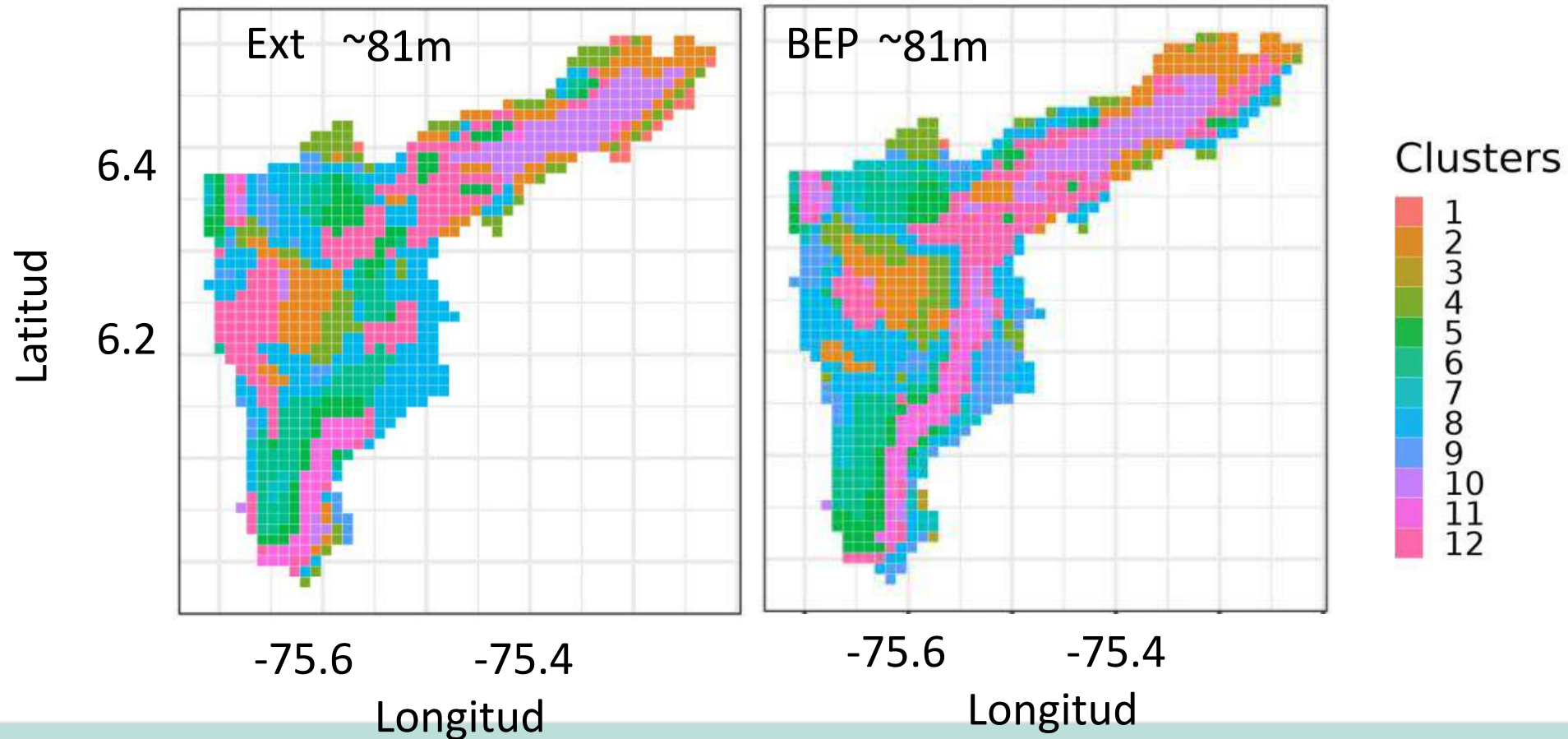
Ciclo diario de la ICU respecto a las coberturas bosque (color verde) y pasto (color amarillo) de los escenarios Def (línea sólida), Ext (línea punteada) y BEP (línea discontinua). En recuadros los periodos de menor ($ICU_{mín}$) y mayor ($ICU_{máx}$) magnitud de la ICU.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Influencia de la ICU sobre los campos de circulación

Diferencia ICU mín - ICU máx



CONCLUSIONES

- ❑ En el valle de Aburrá se presenta el fenómeno de ICU, con magnitudes entre 1-1.5°C (BEP) y 2-3°C (Def,Ext)
- ❑ La implementación del UCM permite capturar en mayor detalle las dinámicas espaciales y temporales de la ICU y su relación con los campos de circulación cerca de la superficie.
- ❑ Esta discusión puede contribuir a apoyar la toma de decisiones referentes con la planificación urbana en ciudades densamente pobladas, ya que se puede tener una mayor claridad de los efectos de las características de la superficie sobre la dinámica de la ICU y en consecuencia sobre posibles impactos sobre el transporte de contaminantes y las condiciones de calidad del aire en la región.



Bibliografía

- Arnfield, A. J. (2003). Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology: a Journal of the Royal Meteorological Society*, 23(1), 1-26.
- Chen, F., Kusaka, H., Bornstein, R., Ching, J., Grimmond, C. S. B., Grossman-Clarke, S., ... & Zhang, C. (2011). The integrated WRF/urban modelling system: development, evaluation, and applications to urban environmental problems. *International Journal of Climatology*, 31(2), 273-288.
- Giannaros, C., Nenes, A., Giannaros, T. M., Kourtidis, K., & Melas, D. (2018). A comprehensive approach for the simulation of the Urban Heat Island effect with the WRF/SLUCM modeling system: The case of Athens (Greece). *Atmospheric Research*, 201, 86-101.
- Göndöcs, J., Breuer, H., Pongrácz, R., & Bartholy, J. (2017). Urban heat island mesoscale modelling study for the Budapest agglomeration area using the WRF model. *Urban climate*, 21, 66-86.
- Grimmond, C. S. B., Ward, H. C., & Kotthaus, S. (2015). Effects of urbanization on local and regional climate. In *The Routledge handbook of urbanization and global environmental change* (pp. 193-211). Routledge.
- Henao, J. J., Rendón, A. M., & Salazar, J. F. (2020). Trade-off between urban heat island mitigation and air quality in urban valleys. *Urban Climate*, 31, 100542.
- Kim, G., Lee, J., Lee, M. I., & Kim, D. (2021). Impacts of urbanization on atmospheric circulation and aerosol transport in a coastal environment simulated by the WRF-Chem coupled with urban canopy model. *Atmospheric Environment*, 249, 118253.
- Liang, T., He, J., Chen, L., Yao, Z., Zhang, L., Che, H., & Gong, S. (2021). Simulation of the influence of a fine-scale urban underlying surface on the urban heat island effect in Beijing. *Atmospheric Research*, 262, 105786.
- Li, H., Zhou, Y., Wang, X., Zhou, X., Zhang, H., & Sodoudi, S. (2019). Quantifying urban heat island intensity and its physical mechanism using WRF/UCM. *Science of the total environment*, 650, 3110-3119.
- Li, J., Zhou, M., Lenschow, D. H., Cheng, Z., & Dou, Y. (2020). Observed relationships between the urban heat island, urban pollution island, and downward longwave radiation in the Beijing area. *Earth and Space Science*, 7(6), e2020EA001100.
- Martilli, A., Clappier, A., & Rotach, M. W. (2002). An urban surface exchange parameterisation for mesoscale models. *Boundary-layer meteorology*, 104(2), 261-304.
- Martínez, S., Machard, A., Pellegrino, A., Touili, K., Servant, L., & Bozonnet, E. (2021). A practical approach to the evaluation of local urban overheating—A coastal city case-study. *Energy and Buildings*, 253, 111522.
- Morini, E., Touchaei, A. G., Castellani, B., Rossi, F., & Cotana, F. (2016). The impact of albedo increase to mitigate the urban heat island in Terni (Italy) using the WRF model. *Sustainability*, 8(10), 999.
- Oke, T. R., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. A. (2017). *Urban climates*. Cambridge University Press.
- Stewart, I. D., Krayenhoff, E. S., Voogt, J. A., Lachapelle, J. A., Allen, M. A., & Broadbent, A. M. (2021). Time evolution of the surface urban heat island. *Earth's Future*, 9(10), e2021EF002178.
- Tang, J., Lan, X., Lian, Y., Zhao, F., & Li, T. (2022). Estimation of Urban–Rural Land Surface Temperature Difference at Different Elevations in the Qinling–Daba Mountains Using MODIS and the Random Forest Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11442.
- Ulpiani, G. (2021). On the linkage between urban heat island and urban pollution island: Three-decade literature review towards a conceptual framework. *Science of the total environment*, 751, 141727.
- Vogel, J., & Afshari, A. (2020). Comparison of urban heat island intensity estimation methods using urbanized WRF in Berlin, Germany. *Atmosphere*, 11(12), 1338.





¡MUCHAS GRACIAS!
Mayor información: natalia.bernal@udea.edu.co

AGRADECIMIENTOS

Directores

Ph.D Angela M. Rendón, Ph.D Juan José Henao

Institución

Este trabajo fue financiado por la Universidad de Antioquia a través de una beca para estudiantes de maestría.

Más información



<https://casap.science/>



casap@casap.science