

CO-OCURRENCIA DE OLAS DE FRÍO/CALOR ATMOSFÉRICAS Y MARINAS EN LA COSTA URUGUAYA DE MAYO A OCTUBRE

Yilian Montesino¹ (yilian.montesino@fcien.edu.uy) & Madeleine Renom^{1,2} & Gastón Manta¹

¹ Departamento de Cs. de la Atmósfera y Física de los Océanos, Instituto de Física, Facultad de Ciencias (Udelar)

² Instituto Uruguayo de Meteorología (Inumet)

INTRODUCCIÓN

El calentamiento global ha intensificado los extremos de temperatura en la atmósfera y el océano (IPCC, 2021), con impactos en ecosistemas y actividades humanas. En Uruguay, aún son escasos los estudios sobre el semestre frío y la interacción aire-mar, pese a su rol amplificador (De Mello, 2024; Manta et al., 2018; Pastor et al., 2024). Este trabajo analiza la co-ocurrencia de olas de calor y frío en la costa uruguaya, evaluando su distribución y patrones atmosféricos asociados.

DATOS Y METODOLOGÍA

Se emplearon datos diarios de temperatura máxima (Tx) y mínima (Tn) de las estaciones costeras La Estanzuela, Carrasco y Rocha (1982–2018), provistos por INUMET e INIA. Para el océano, se usaron datos diarios de temperatura superficial de mar TSM (OISST, NOAA) en tres puntos adyacentes (Figura 1). El estudio abarca el semestre frío (mayo–octubre) de 1982 a 2018.

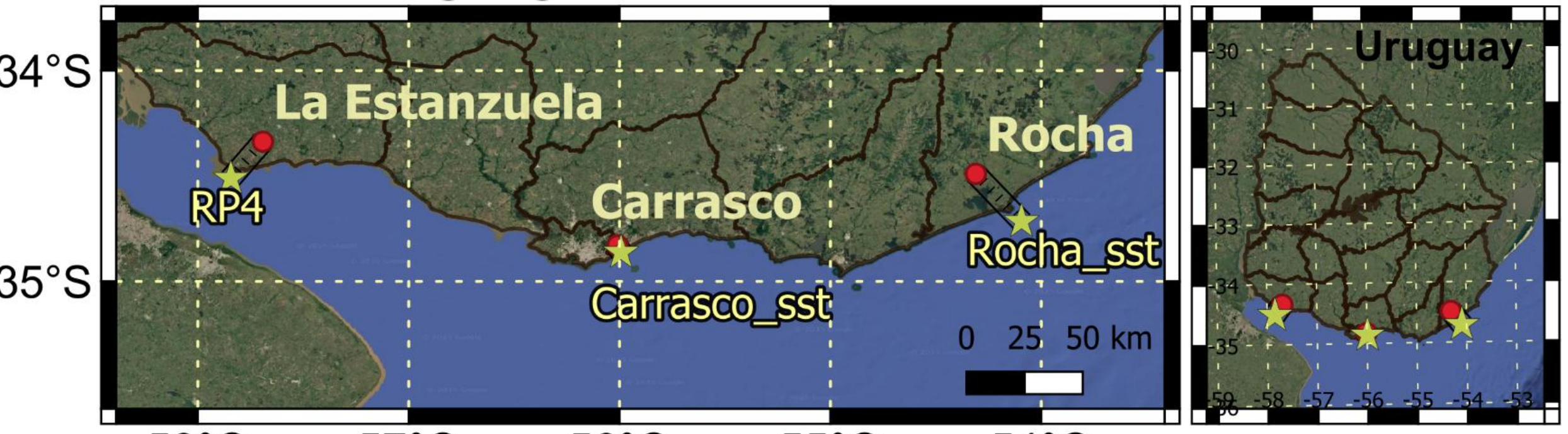


Figura 1. Distribución geográfica de las estaciones meteorológicas (puntos rojos) y puntos marinos (estrellas).

Definiciones y criterios:

- **Olas de calor/frío extremas atmosféricas (OC/OF):** ≥ 3 días consecutivos con T_x y $T_n \geq p_{90}$ o $\leq p_{10}$ (Rusticucci et al., 2016).
- **Olas marinas (OCM/OFM):** ≥ 5 días con $TSM \geq p_{90}$ o $\leq p_{10}$ (Hobday et al., 2016).
- **Co-ocurrencia:** coincidencia diaria entre estaciones costeras (sitio 1) y puntos marinos adyacentes (sitio 2) | se consideraron desfases de -4 a $+4$ días | normalización por el menor número de eventos | comparación respecto a lag 0.
- **Olas coexistentes (OCC_50/OFC_50):** registradas simultáneamente en ≥ 2 estaciones costeras y ≥ 2 puntos marinos.

CONCLUSIONES

- Las olas atmosféricas son más frecuentes que las marinas, aunque estas últimas presentan mayor persistencia. En el Río de la Plata predominan las OCM, en Rocha las OFM y en el sur-sureste las OC superan en frecuencia y extensión a las OF.
- Se observa alta sincronización aire–mar: las olas atmosféricas preceden a las marinas, con co-ocurrencia máxima a los 2 días.
- Las olas de calor coexistentes son más comunes en la costa y se asocian a un centro ciclónico en el norte de Argentina que favorece la advección cálida y húmeda.
- Las olas de frío coexistentes son menos frecuentes y responden a una anomalía anticiclónica continental con vientos del suroeste.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hobday, A. J., Alexander, L. v., Perkins, S. E., Smale, D. A., Straub, S. C., Oliver, E. C. J., Benthuyssen, J. A., Burrows, M. T., Donat, M. G., Feng, M., Holbrook, N. J., Moore, P. J., Scannell, H. A., sen Gupta, A., y Wernberg, T., 2016: A hierarchical approach to defining marine heatwaves. Progress in Oceanography, 141, 227–238.

IPCC, 2021: Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In Climate Change 2021 – The Physical Science Basis 1513–1766.

de Mello, S., (2024.): Caracterización de las olas de calor en Uruguay, análisis de la variabilidad interanual y variabilidad diaria. Tesis de maestría. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ciencias - PEDECIBA.

Manta, G., de Mello, S., Trinchin, R., Badagian, J., y Barreiro, M., 2018: The 2017 Record Marine Heatwave in the Southwestern Atlantic Shelf. Geophysical Research Letters, 45(22), 12,449-12,456.

Pastor, F., Paredes-Fortuny, L. y Khodayar, S., 2024: Mediterranean marine heatwaves intensify in the presence of concurrent atmospheric heatwaves. Commun Earth Environ 5, 797.

Rusticucci, M., Kysely, J., Almeida, G y Lhotka, O., 2016: Long-term variability of heat waves in Argentina and recurrence probability of the severe 2008 heat wave in Buenos Aires. Theoretical and Applied Climatology, 124(3–4), 679–689.



OLAS DE CALOR Y FRÍO

Las olas marinas presentan mayor duración que las atmosféricas, por la mayor inercia térmica del océano. En el Río de la Plata predominan las **OCM** sobre las **OFM**, mientras que en Rocha ocurre lo contrario. En el sur-sureste, las **OC** son más frecuentes y prolongadas que las **OF** (Figura 2)..

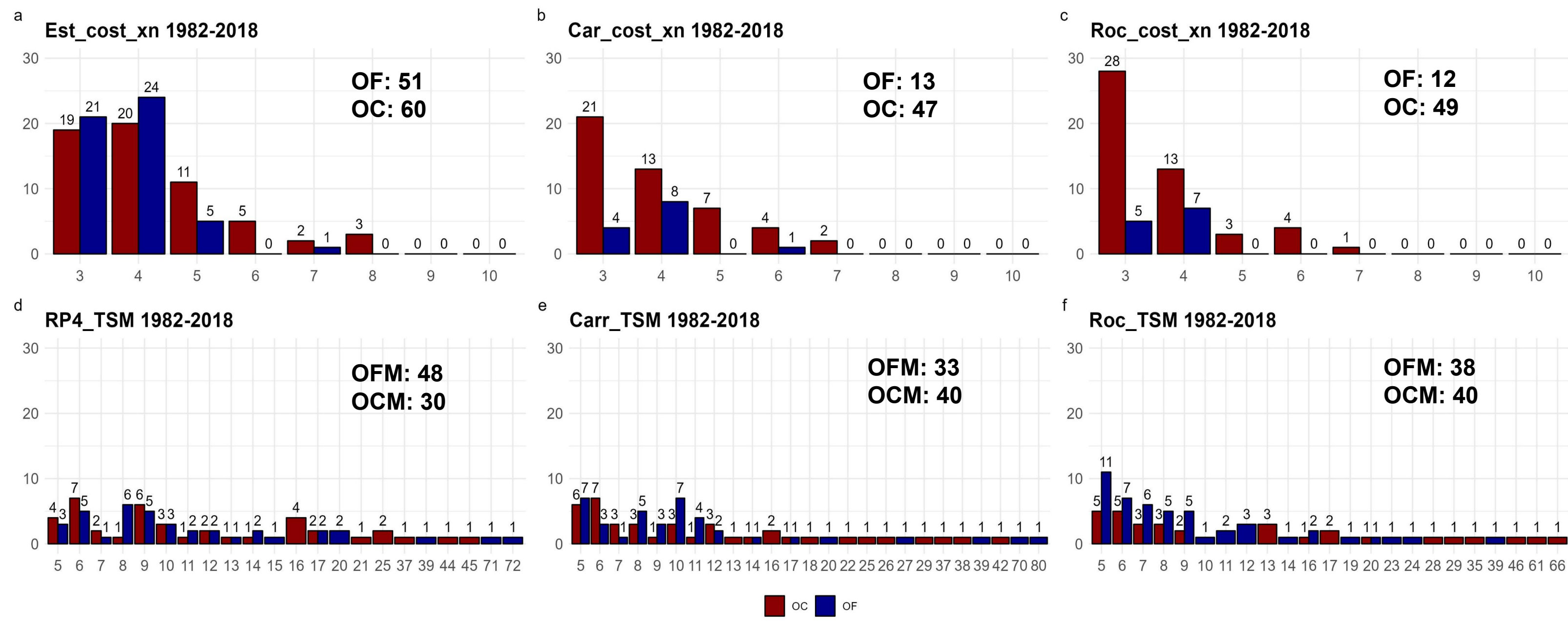


Figura 2. Duración de las olas atmosféricas (arriba) y marinas (abajo) en los sitios de estudio: (a-c) Sitio 1 y (d-f) Sitio 2.

La co-ocurrencia difiere según el evento (Figura 3): en olas de calor aumentó desde lag -2 , con persistencia en Rocha y La Estanzuela con breve acoplamiento en Carrasco; en olas de frío la sincronía fue mayor, aunque condicionada por pocos casos, sin precedencia oceánica.

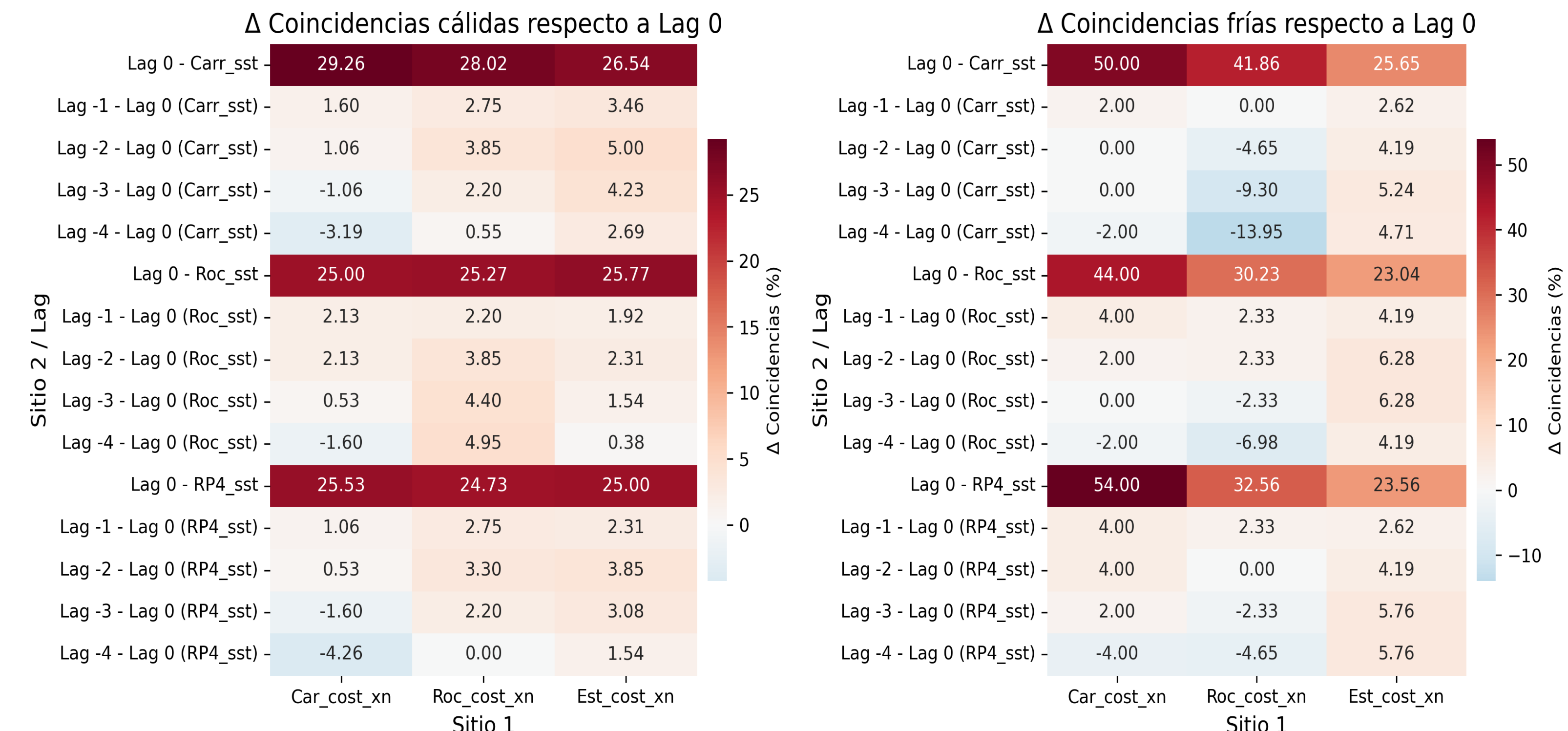


Figura 3. Variación de co-ocurrencia diaria de olas cálidas (izq.) y frías (der.) entre sitios, en función del desfase temporal (lag). El lag 0 indica coincidencia simultánea; los lags negativos reflejan una ocurrencia previa en la atmósfera de la ola.

OLAS COEXISTENTES

Se registran más **OCC_50** (13) que **OCF_50** (5). Los composites (Figura 4) muestran anomalías significativas de temperatura a 2 m (t2m) y TSM al 1% de significancia estadística.

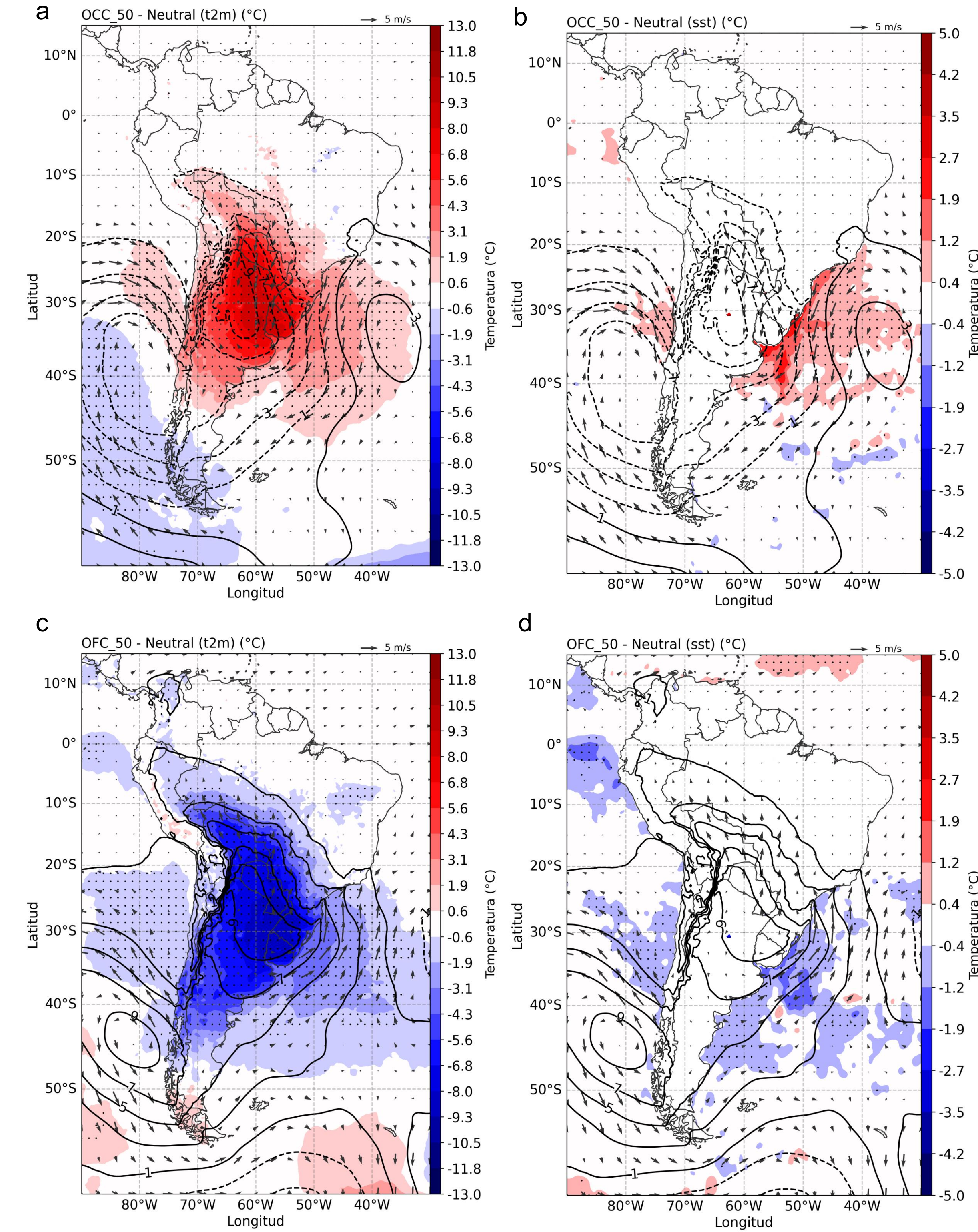


Figura 4. Composites de las OCC_50 (a, b) y OFC_50 (c, d), con anomalías de t2m (izq.) y TSM (der.), presión a nivel del mar (hPa), viento a 10 m (m/s) y regiones con significancia estadística del 1% en las anomalías térmicas (prueba t de Student).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el financiamiento recibido a través del del programa de becas de ANII y la Comisión Académica de Posgrado (CAP).