

Title: *Factores determinantes de las sequías meteorológicas en Europa en clima actual y futuros: modelización de **alta** resolución del transporte de humedad y calor (FROALLO)*

Authors: *José Carlos Fernández Alvarez*^{1,2,3}

Email: jcfernandez@cesga.es

¹Galicia Supercomputing Center (CESGA), Santiago de Compostela, Spain

²Centro de Investigación Mariña, Universidade de Vigo, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Campus As Lagoas s/n, Ourense, 32004, Spain

³CESAM, Departamento de Física, Universidade de Aveiro, 3810-193, Aveiro, Portugal.

The authors acknowledge the support from
EXMERISK PROJECT (TED2021-129152B-C43)
MCIN/AEI y Unión Europea NextGenerationEU/ PRTR



1- Contexto científico de la propuesta investigadora



- La **sequía** se considera uno de los desastres naturales de mayor alcance, afectando aproximadamente a 55 millones de personas cada año y causando **graves impactos socioeconómicos y ambientales** (Vicente-Serrano et al., 2020).
- El **impacto de los episodios de sequía puede ser aún mayor en clima futuro**.
- En ausencia de acción climática (un aumento de 4°C sin ninguna adaptación) para 2100 las pérdidas anuales por sequía en el continente europeo y UK, aumentarán a más de 65 mil millones de euros/año.

1- Contexto científico de la propuesta investigadora

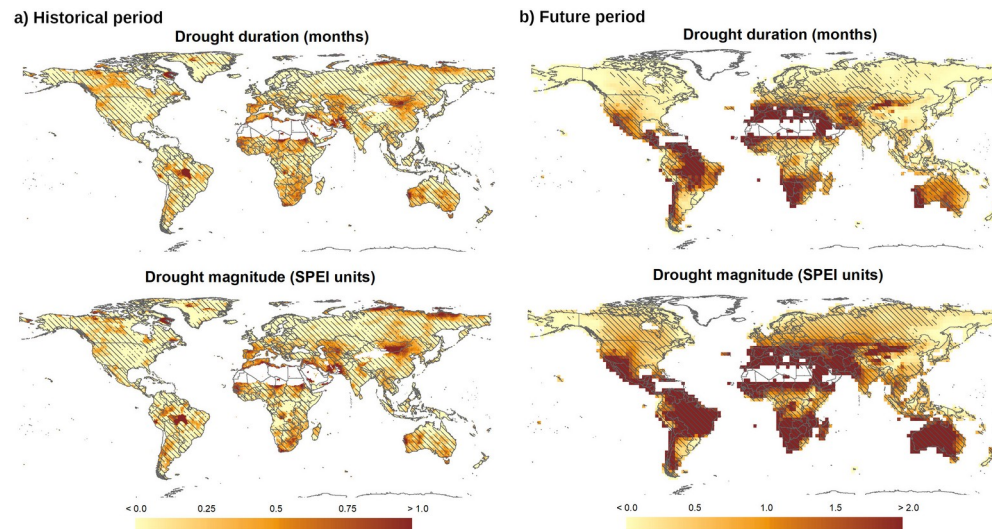


Figura 1. a) Tendencias en la duración y magnitud de la sequía para el periodo histórico (a) y futuro sobre la base del escenario climático SSP5-8.5 (b). Tomada de Salvador et al. (2023).

- En este contexto de cambio climático el **calentamiento global** influirá en **la gravedad o frecuencia de la sequía**.
- Siguen existiendo incertidumbres sobre las tendencias recientes de sequía, y futuras. Sumado a **la baja resolución de los modelos climáticos globales** (MCGs) empleados hoy en día en las proyecciones futuras.

1- Contexto científico de la propuesta investigadora

El origen común de las sequías es meteorológico pero existen **factores dinámicos** que pueden influir:

Transporte de
humedad

Transporte de Calor

Demanda Evaporativa Atmosférica

2- Datos and Métodos

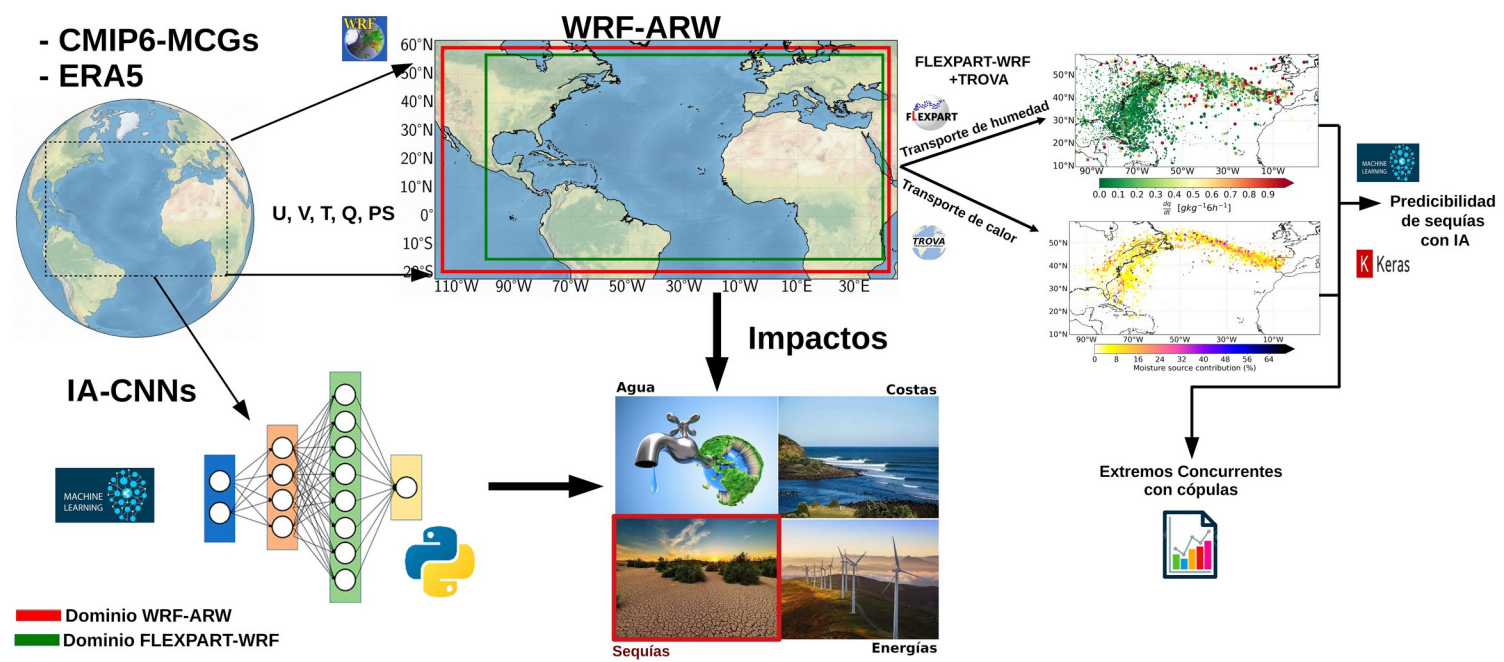


Figura 3. Metodologías de reducción de escala dinámica y estadística. Predicibilidad de sequías y extremos concurrentes.

Stay period: Multiple dynamic downscaling experiments will be carried out using the WRF regional model.

2- Metodologías lagrangianas

- Transporte de humedad

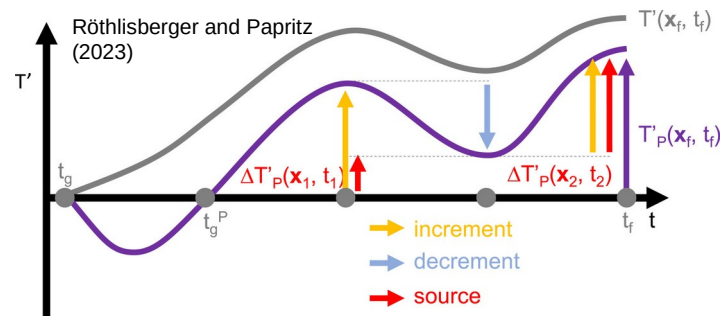
$$E - P = \frac{m \sum_{k=1}^N \left(\frac{dq}{dt} \right)_k}{A}$$

Stohl and James (2005)

N: número total de partícula
A: área
dq/dt: cambios de humedad para cada partícula
M: masa de las partículas
P: Precipitación
E: Evaporación

- Transporte de anomalías de temperatura

$$T'(x, t) - T'(x_g, t_g) = - \int_{t_g^{adv}}^t \frac{\partial \bar{T}}{\partial t} d\tau - \int_{t_g^{adv}}^t v \cdot \nabla_h(\bar{T}) d\tau + \int_{t_g^{adv}}^t \left[\frac{\kappa T}{p} - \frac{\partial \bar{T}}{\partial p} \right] \omega d\tau + \int_{t_g^{adv}}^t \left(\frac{p}{p_0} \right)^\kappa \frac{D\theta}{Dt} d\tau$$



- ↗ Los **procesos adiabáticos** se relacionan con el calentamiento (enfriamiento) asociado al ascenso (descenso) de masas de aire.
- ↗ Los **procesos diabáticos** se relacionan con los procesos de condensación (evaporación), en los que se libera (absorbe) calor latente, generando calentamiento (enfriamiento), con la interacción superficie-atmósfera (liberación de calor sensible) y con el balance de radiación neta de onda larga (térmica).
- ↗ Los **procesos advectivos** están determinados por gradientes de temperatura

3- Resultados: Sequía en el Amazonas en 2023

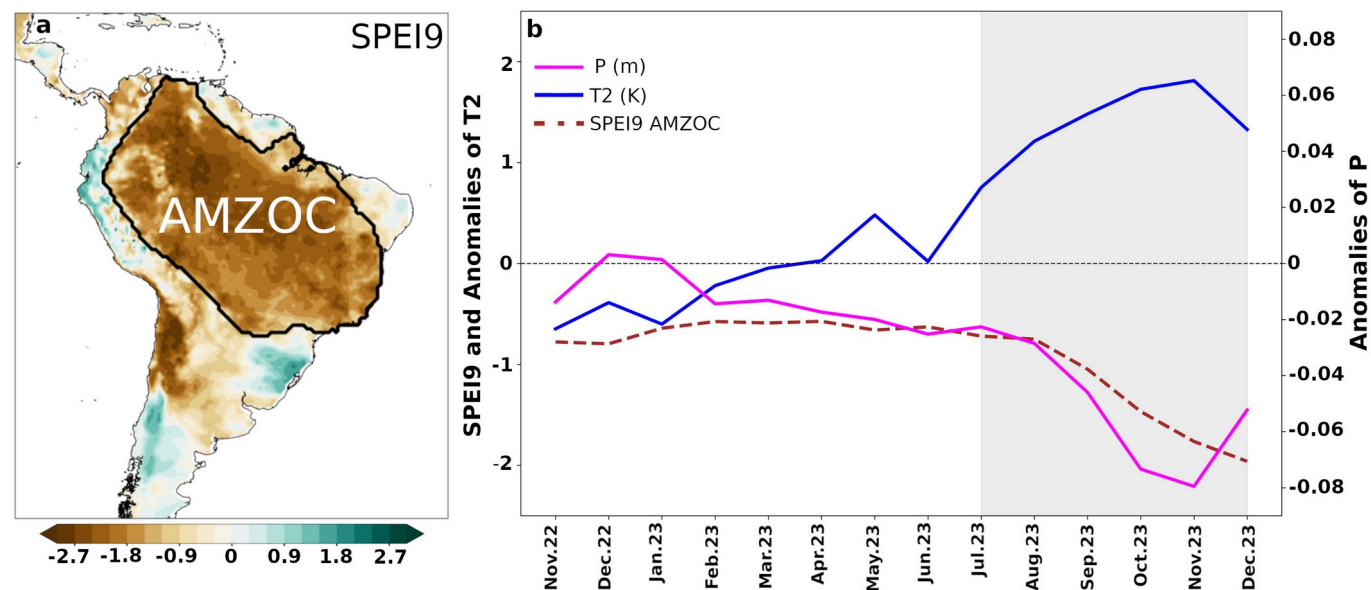


Fig. 1: Characterization of the 2022-2023 Amazon-Orinoco-Cerrado drought

3- Resultados: *Transporte de anomalías de humedad*

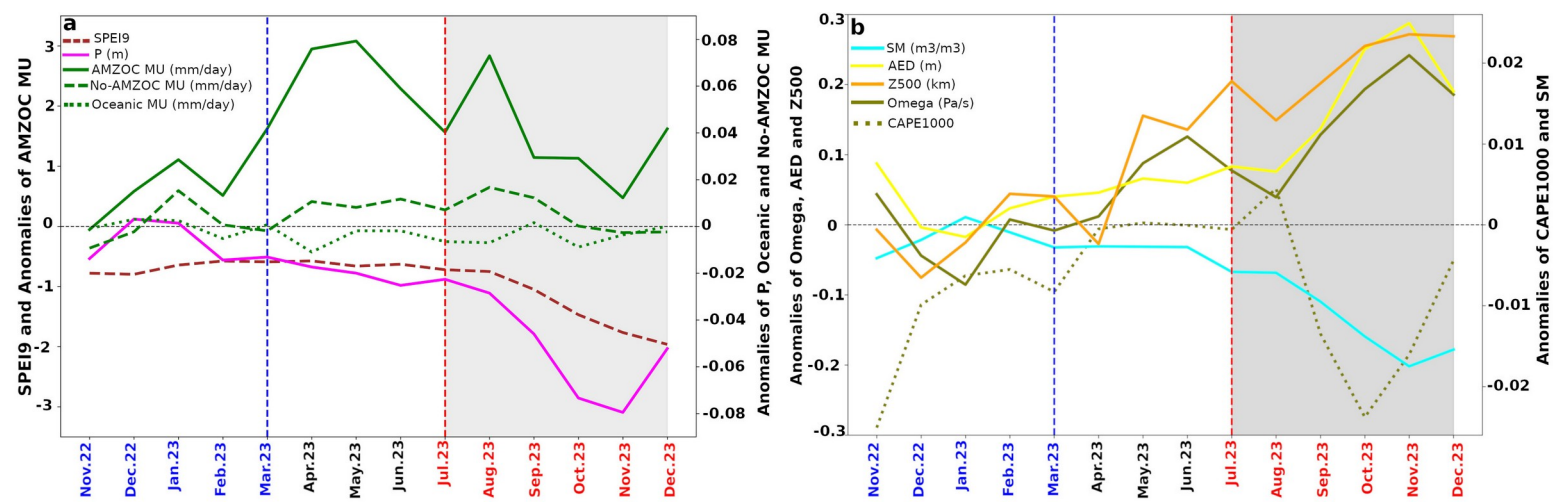
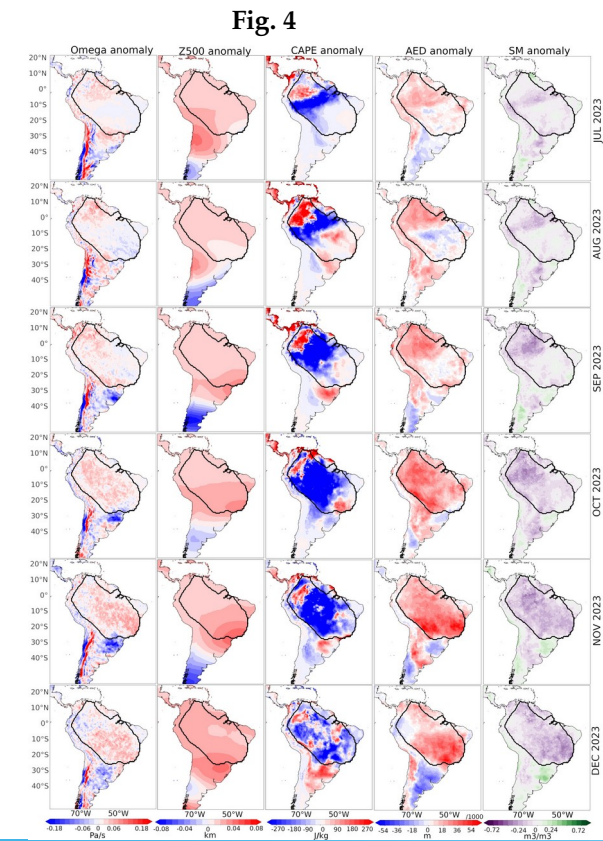
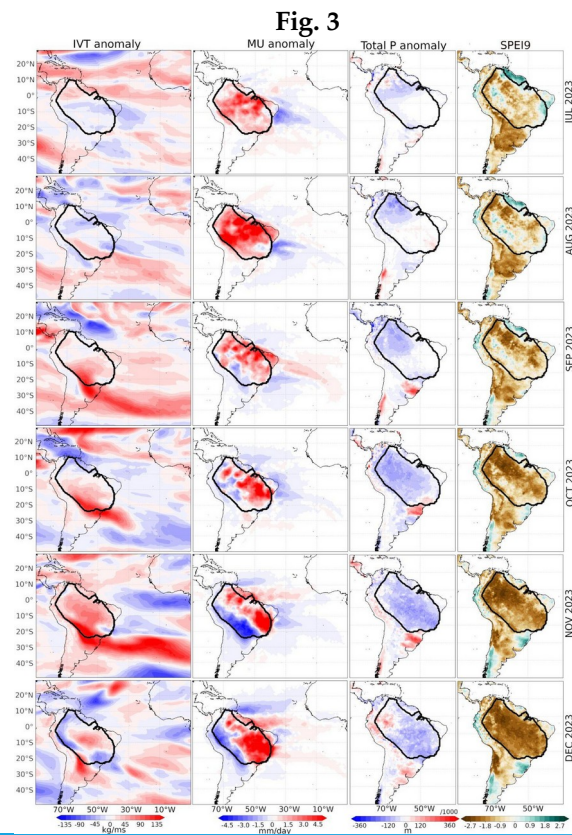


Fig. 2: Anomalies of drought-related variables to precipitation for the 2022-2023 AMZOC drought

3- Resultados: Transporte de anomalías de humedad



3- Resultados: *Transporte de anomalías de Temperatura*

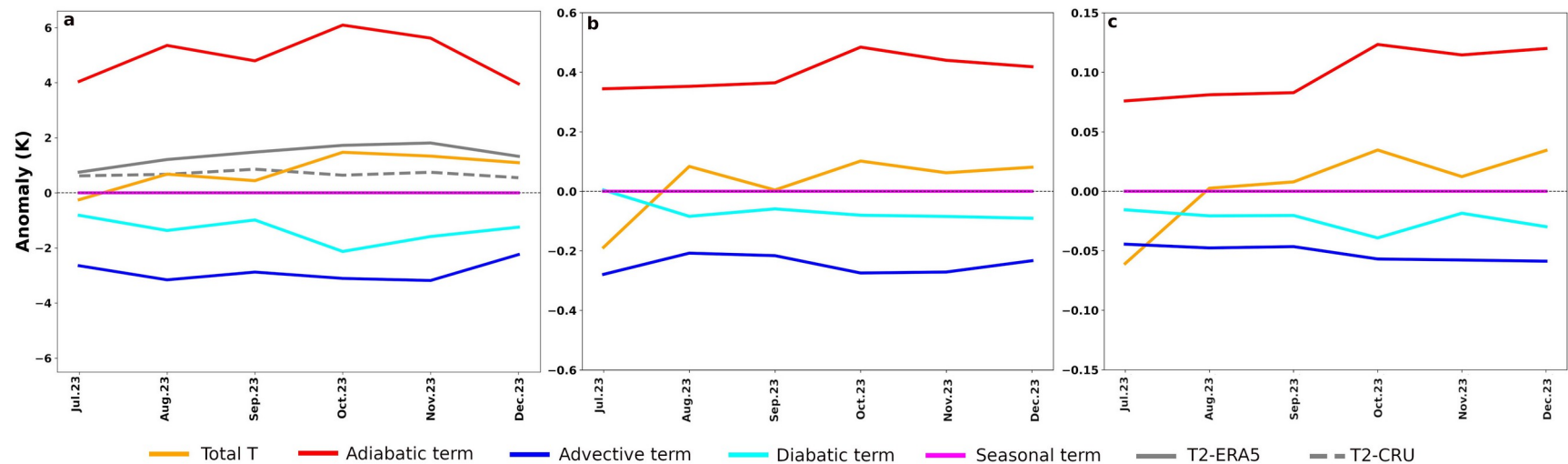
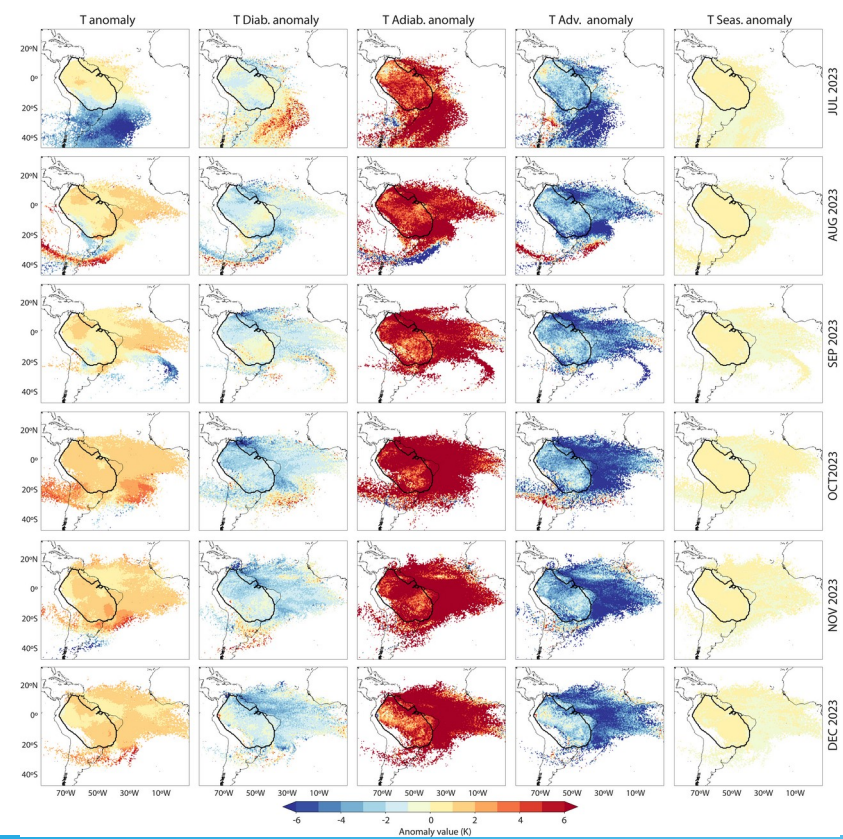


Fig. 5: Anomalies of 2023 drought-related temperature anomaly sources during the dry-to-wet transition season

3- Resultados: *Transporte de anomalías de Temperatura*



4- Resumen

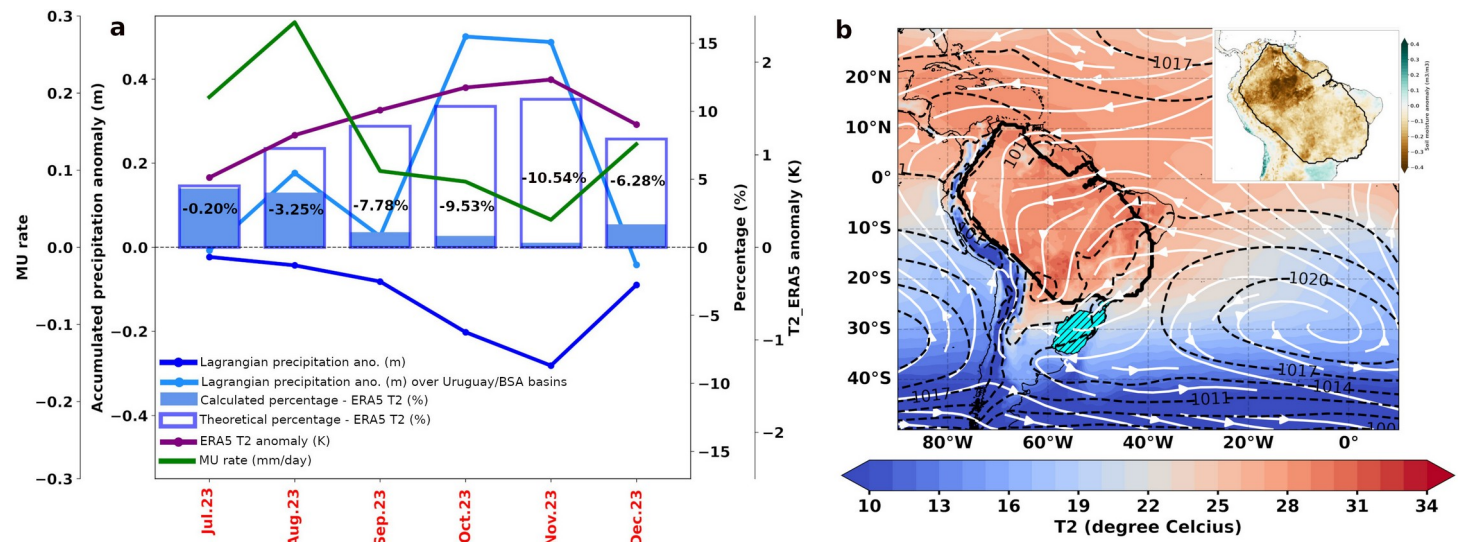


Fig. 7: Behaviour of different variables related to the drought in July to December 2023

5- Conclusiones

- ♦ Las anomalías positivas de absorción de humedad en la región se mantuvieron constantes durante el episodio de sequía, aunque disminuyeron de septiembre a noviembre de 2023.
- ♦ Estas anomalías no fueron suficientes para compensar la demanda atmosférica debido al aumento de temperatura entre julio y noviembre de 2023.
- ♦ La humedad que no precipitó localmente debido a la persistente estabilidad atmosférica se transportó (mecanismo compensatorio) hacia regiones con suficiente inestabilidad como para desencadenar la precipitación, actuando así como un sumidero para la humedad transportada desde la región AMZOC.