



# Tarea 1

**Nataly Antipil**

Curso: Análisis Estadístico en Climatología

Prof. Aldo Montecinos

Departamento de Geofísica

Universidad de Concepción

Tarea entregada el 26 de Mayo de 2023

Dirección electrónica de los autores:

Nataly Antipil E-mail: [nantipil2020@udec.cl](mailto:nantipil2020@udec.cl)

## ARCHIVOS

Se bajan dos archivos del Reanálisis NCEP-NCAR 1, cuyas referencias se pueden encontrar en: <http://www.psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.derived.html>  
Se eligieron las variables temperatura del aire a 2 m de altura desde la superficie, y la tasa de precipitación. Son datos mensuales, entre enero de 1948 y marzo de 2023.

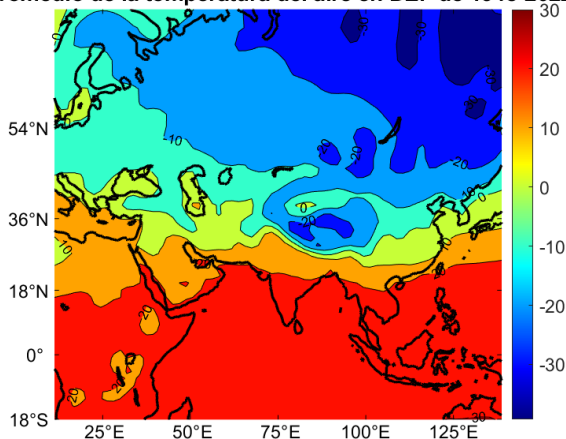
## PREGUNTAS

1. En el caso del continente euro-asiático, comparar las distribuciones de probabilidad de cada grilla, entre el invierno boreal (diciembre-enero-febrero) y el verano boreal (junio-julio-agosto).

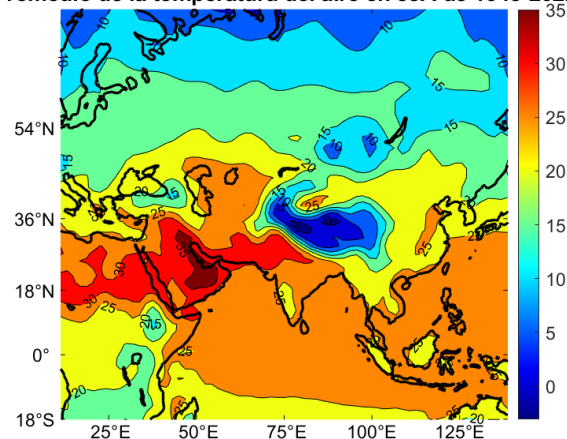
En la preguntas 1 y 2 se utiliza solo la variable “air” (temperatura del aire a 2 m de altura desde la superficie) del archivo 'air.2m.mon.mean.nc'. Se pueden observar sus características con la función “ncdisp('air.2m.mon.mean.nc')” tal que las variables con sus respectivas dimensiones son: lon(192), lat(94), air(192,94,903) , esta última con unidad de medida en Kelvin aunque se traspasan a grados celsius.

Desarrollo: Las distribuciones de Probabilidad se ven descritas según el promedio, la desviación estándar y el skewness, los cuales nos entregan información de la ubicación, dispersión y simetría de los datos, respectivamente. De modo que obtendremos estos estadísticos para los valores de la temperatura del aire a 2 m de altura desde la superficie, para el invierno boreal (diciembre-enero-febrero) y el verano boreal (junio-julio-agosto). Con Matlab, se extrae la región en estudio (continente euro-asiático: 70°N a 0°; 11°E a 140°E), y se toman los valores correspondientes a los meses del invierno y verano boreal. Y con estos valores en espacio y tiempo, se calcula el promedio, la desviación estándar y el skewness para el tiempo (75 años), de la temperatura del aire en cada punto o grilla del mapa, de modo que si graficamos obtenemos los siguiente mapas.

Promedio de la temperatura del aire en DEF de 1948-2022



Promedio de la temperatura del aire en JJA de 1948-2022

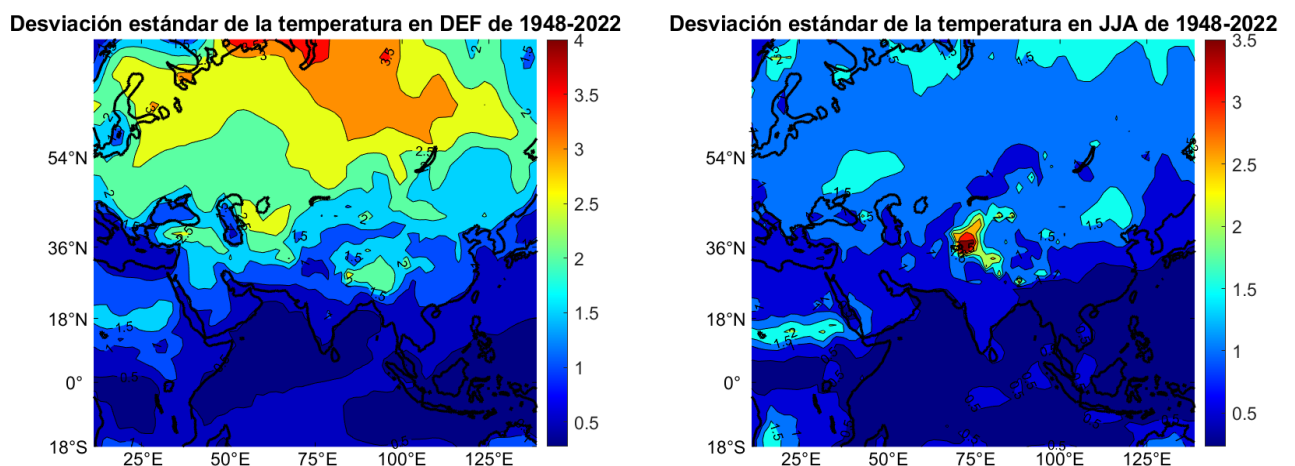


**Figura 1:** Promedio de la temperatura del aire, en grados celsius, a 2 metros de altura sobre la superficie del continente euro-asiático entre 1948 a 2022 para los meses de (a)Diciembre-Enero-Febrero y (b)Junio-Julio-Agosto, respectivamente.

Cómo se puede esperar, las temperaturas de cada grilla son menores en invierno que en verano, observando los valores más bajos al noreste de Rusia, con valores cercanos a  $-30^{\circ}\text{C}$  durante el invierno Boreal (*fig. 1a*), mientras que en el verano boreal (*fig. 1b*) los máximos valores medios de temperatura se observan en medio oriente, alcanzando  $35^{\circ}\text{C}$  junto al Golfo Pérsico, y valores similares a lo largo de esta zona característicamente desértica.

En ambos gráficos, la temperatura promedio en latitudes altas aumenta a medida que nos acercamos a zonas ecuatoriales dado que estas presentan más radiación solar. Aunque hay que notar que éstas latitudes de máxima temperatura se desplazan hacia el norte en verano, probablemente porque la inclinación del eje de rotación de la tierra permite que la máxima radiación solar sea sobre latitudes medias. Es interesante notar que esta variación latitudinal de la temperatura es relativamente constante respecto a la longitud en el verano boreal (*fig. 1b*), sin embargo en invierno (*fig. 1a*) hay mayor variación de la temperatura en la zona oriental, mientras que en occidente esta variación es menor, tal que a altas latitudes se alcanzan relativamente altas temperaturas ; de modo que, tanto sobre china a  $36^{\circ}\text{N}$  como sobre Noruega a  $60^{\circ}\text{N}$  se registran temperaturas medias de  $-10^{\circ}\text{C}$ , estas altas temperaturas en europa, con respecto a otras zonas a la misma latitud puede deberse la transferencia de calor al aire desde la Corriente del Golfo, la cual es de las corrientes más rápidas y presentaría mayores temperaturas en DEF dado que nace de aguas tropicales, en donde por esas fechas es verano, por lo que transporta altas temperaturas.

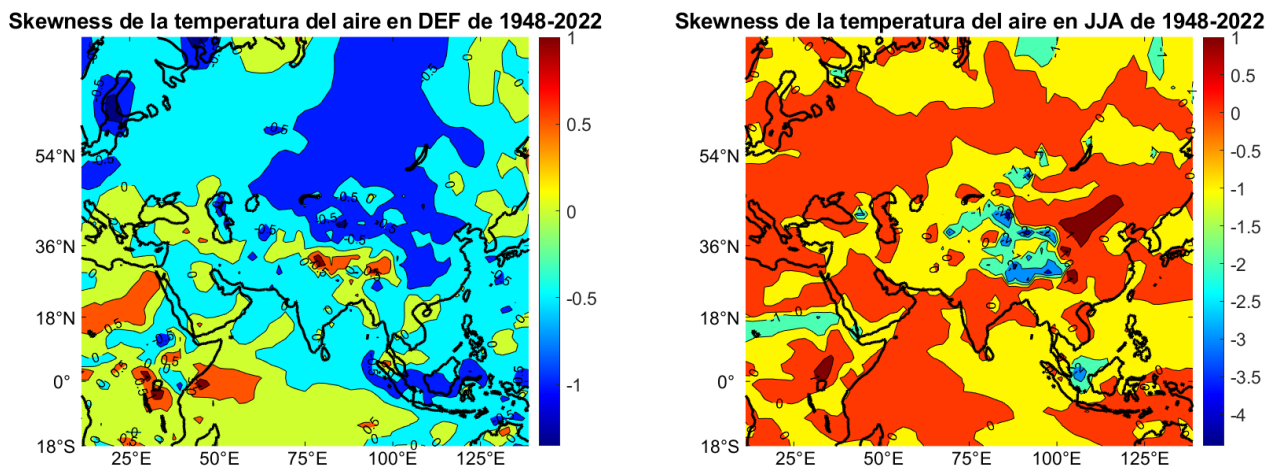
Se observa además como en el sistema de los Himalayas a  $36^{\circ}\text{N}$  existen temperaturas medias similares a las que se presentan en latitudes polares, dado que la topografía es un factor determinante de la temperatura del aire. Y por último, note que sobre el mar la temperatura del aire es más bien homogénea para cada estación.



**Figura 2:** Desviación estándar de los valores de de la temperatura del aire a 2 metros de altura sobre la superficie del continente euro-asiático entre 1948 a 2022 para los meses de (a)Diciembre-Enero-Febrero y (b),Junio-Julio-Agosto, respectivamente.

En ambos mapas de la (fig.2) los valores menores se observan sobre el océano y en zonas costeras, lo que puede significar que la presencia de agua impide grandes variaciones de temperatura.

Por otro lado, durante el invierno boreal (fig.2a) la desviación estándar aumenta notoriamente hacia el norte, alcanzando, en la zona centro-norte, valores triple que en la costa sur; por lo que allí existiría mayor dispersión de la temperatura con respecto a la media. En cambio durante el verano boreal (fig.2b) la temperatura del aire varía más bien poco, casi en toda la región euroasiática, pues la desviación estándar alcanza valores entre 0.5 y 1.5, a excepción una pequeña zona al norte de la India que alcanza una desviación estándar con valores cercano a 3, donde había mayor variación de temperaturas en verano.



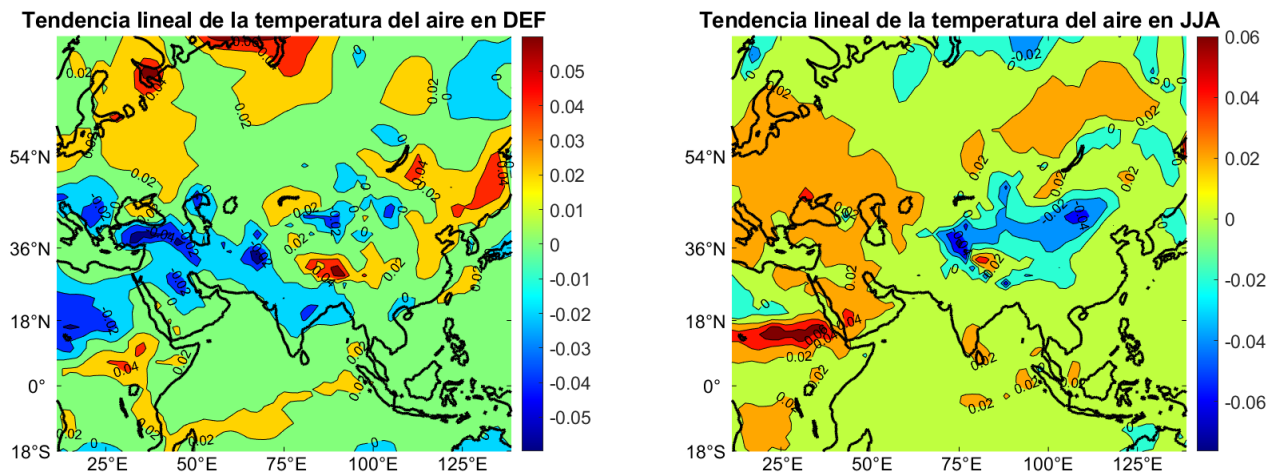
**Figura 3:** Skewness o Sesgo de los valores de la temperatura del aire a 2 metros de altura sobre la superficie del continente euro-asiático entre 1948 a 2022 para los meses de (a)Diciembre-Enero-Febrero y (b)Junio-Julio-Agosto, respectivamente.

En el mapa de invierno boreal (fig.3a) se observa una extensa zona en el centro y norte de la región con sesgo negativo (aproximadamente -1) lo que indica mayor cantidad de anomalías negativas. contrario al sesgo de la zona suroeste que presenta un sesgo positivo aunque de menor magnitud (cerca de cero) por lo que aquí los datos de temperatura presentan menor asimetría.

En cuanto al verano boreal (fig.3b) el sesgo es homogéneo en toda la región variando en valores positivos y negativos entre -1 y 1, principalmente.

2. En el caso del continente euro-asiático, determinar la tendencia lineal en el periodo de análisis, para el invierno boreal (diciembre-enero-febrero) y el verano boreal (junio-julio-agosto). Obtener significancia estadística del estadístico que decidan utilizar para obtener la tendencia lineal temporal.

Utilizando las mismas variables que en el ejercicio anterior tenemos los datos de temperatura a 2 m sobre la superficie del continente euroasiático en el Invierno boreal (diciembre-enero-febrero) y el verano boreal (junio-julio-agosto). Aplicamos la regresión lineal para cada punto (en cada matriz de datos estacionales) y con la pendiente de cada grilla se grafican los siguientes mapas.



**Figura 4:** Tendencia lineal de la temperatura del aire en el **(a)** invierno boreal (diciembre-enero- febrero) y el **(b)** verano boreal (junio-julio-agosto) entre los años 1948 a 2022.

Tenemos que durante el invierno boreal (*fig.4a*) gran parte de la zona no experimenta grandes variaciones de temperatura a lo largo de los años (color verde). Sin embargo en las zonas con tonos azules como en el norte de África, medio oriente, la India y el sureste de Europa presentan una pendiente negativa, es decir, los inviernos desde 1948 al presente tienden a ser más fríos. De manera análoga, las zonas con colores cálidos (valores positivos) indican que los inviernos desde 1948 han tenido temperaturas cada vez más altas a lo largo de los años.

En cuanto al verano boreal (*fig.4b*) las temperaturas del aire en Europa y Medio Oriente han experimentado un aumento de temperatura a lo largo de los años, sin embargo la zona con mayor tendencia al aumento de temperatura es una extensión latitudinal en África a la altura de 18°N. Se observa también que veranos en zonas del norte de China y el norte de Rusia (tonos azules) han experimentado una disminución de temperatura a lo largo de los años. Por último, la mayor parte de la región (color verde amarillento) ha tenido una tendencia más leve al aumento de la temperatura del aire en cada verano desde 1948.

(sin significancia estadística)

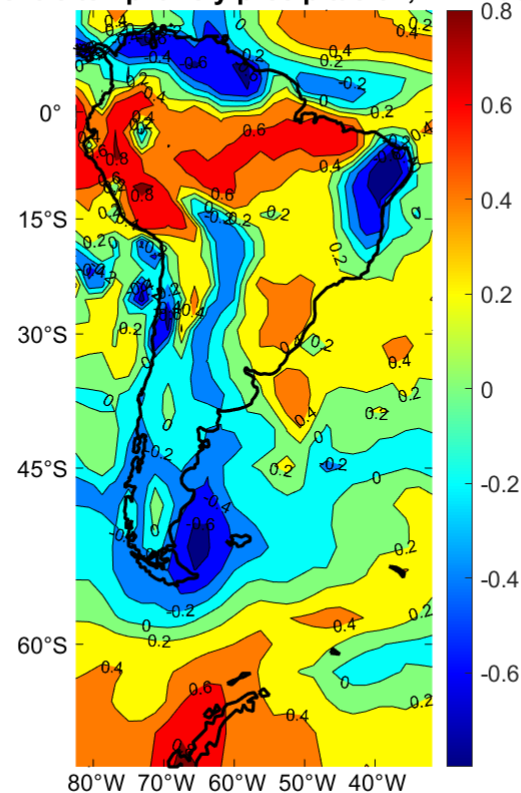
3. En el caso de Sudamérica tropical-subtropical, determinar la correlación punto a punto entre la temperatura a 2 m y la precipitación, durante el otoño austral (marzo-abril-mayo). Obtener significancia estadística.

Nuevamente utilizamos el archivo [air.2m.mon.mean.nc](#) ya visto, con la variable “air” (temperatura a 2 m de la superficie), se lee también en archivo [prate.sfc.mon.mean.nc](#) con variables lon(192), lat(94), prate(192,94,903), siendo “prate” la tasa de precipitación con unidad en  $Kg\ m^2\ v^{-1}$ .

Una vez más, se extraen los valores de temperatura y precipitación para la región en estudio (trópico y subtropico de Sudamérica: 14°N - 30°S; 81°W - 30°W), los valores

negativos de precipitación se igualan a cero, se toman los valores promedios correspondientes al otoño austral (marzo-abril-mayo) y se calcula la anomalía de estos. Luego se realiza la correlación punto a punto, tal que para todas las posiciones se correlaciona grilla la grilla entre las anomalías de temperatura y precipitación. Obteniendo así, el siguiente mapa.

**Correlación entre temp. aire y precipitación, MAM de 1948-2022**



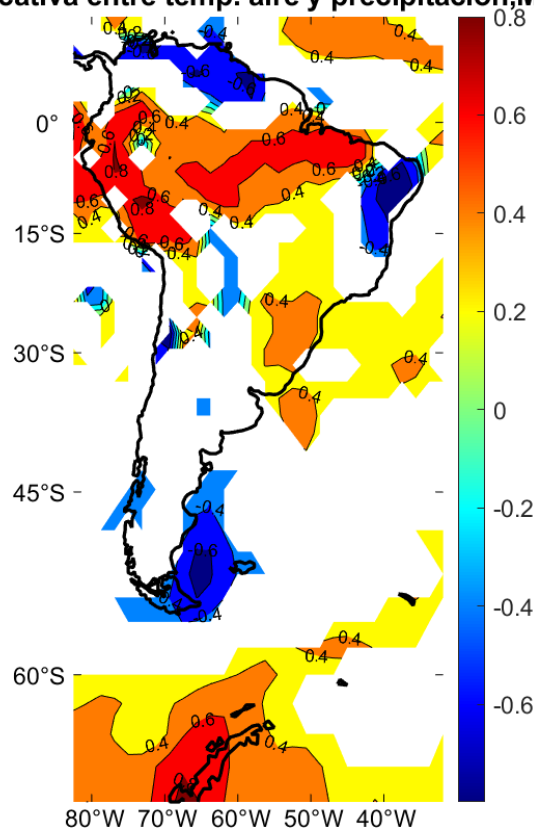
**Figura 5:** Correlación punto a punto entre la temperatura a 2 m y la precipitación, durante el otoño austral (marzo-abril-mayo) de los años 1948 a 2022.

Los valores de correlación en la (fig.5) el nivel de relación lineal entre las variables de temperatura del aire y precipitación. En los casos de correlación positiva como los valores rojizos en la zona ecuatorial y en la antártida significan que cuando aumenta la temperatura aumenta la precipitación y viceversa, cuando una variable disminuye también la otra; esto es lógico en el ecuador dado que si aumenta la temperatura del aire, este puede almacenar más humedad, y como en estas zonas son muy húmedas, el aumento de la temperatura aumenta la evaporación generando las condiciones precisas para la precipitación, una causalidad similar puede explicar los valores positivos de correlación en la zona antártica pues la disminución de la temperatura genera que en estas latitudes y en esta estación el agua tienda a solidificarse disminuyendo la precipitación. Note también que en las zonas señaladas se observan valores de hasta 0.8 de correlación, lo que indica una fuerte relación positiva entre estas variables.

Por otro lado los valores negativos indican que cuando una variable aumenta la otra disminuye, esto significa que en zonas con alta correlación negativa (tonos azules) como la zona sur, la costa norte y la costa este de América, cuando aumenta la temperatura disminuye la precipitación y viceversa. (note que si observa un mapa físico estas zonas concuerdan con lugares de escasa vegetación).

Luego, para obtener la significancia estadística se construye un set de datos artificiales por medio del remuestreo de las anomalías de precipitación que se correlacionan con las anomalías de la temperatura del aire. Entonces la correlación de las anomalías observadas vista en el gráfico anterior (*fig. 5*) se compara con la correlación obtenida por remuestreo, viendo si es significativa cuando está bajo el percentil 2.5 o sobre el percentil 97.5 ( $\alpha=5\%$ ) mientras que cuando está entre ese rango de percentiles se ignora. Se obtiene el siguiente mapa.

**Correlación significativa entre temp. aire y precipitación, MAM de 1948-2022**



**Figura 6:** Correlación significativa punto a punto entre la temperatura a 2 m y la precipitación, durante el otoño austral (marzo-abril-mayo) obtenida por test de significancia.

En la (*fig. 6*) se obtienen valores de correlación significativa solo en las zonas en la que hay color, estas concuerdan con los valores de correlación de mayor magnitud, que justamente analizamos en la (*fig. 5*), aunque notemos también la zona en amarillo que aunque tiene una correlación de 0.2 es significativa según el test de significancia, no así, mediante este test, la



correlación de -0.2 resulto no ser significativa, al igual que en las zonas en celeste y por supuesto, verdes (correlación cero).

Es importante mencionar que aunque existan correlaciones significativas con valores altos de magnitud, que como vimos no es provocada por una distribución aleatoria de los datos y por tanto estadísticamente se relacionan, no es seguro que las variables presenten causalidad, pues puede que ambas variables están influenciadas por una tercera variable, o que exista una relación no lineal, o alguna otra posibilidad.