

## 1. INTRODUCCIÓN.

Los índices de teleconexión del hemisferio Norte han sido ampliamente estudiados debido a su conexión con el clima a lo largo de todo el planeta. Estos índices pueden utilizarse para la predicción climatológica, por lo que su estudio bajo escenarios de cambio climático [1] es muy importante. En este estudio se evalúa si los modelos climáticos globales son capaces de simular los índices definidos en el actualidad y como se modificarían en escenarios futuros.

## 2. DATOS Y METODOLOGÍA.

- Datos mensuales de altura geopotencial en 500-hPa ( $Z_{500}$ ) del World Climate Research Programme's (WCRP's) Coupled Model Intercomparison Project phase 3 (CMIP3) multi-model data set [2] de los experimentos 20C3M (1950-1999) y SRES A1B (2001-2050).

- Datos mensuales de  $Z_{500}$  del reanálisis NCEP/NCAR.

- Índices de teleconexión (IT) mensuales del Climate Prediction Center (CPC).

Se obtienen los patrones de teleconexión (PT) mensuales del CPC mediante la correlación espacial entre los IT del CPC y las anomalías mensuales estandarizadas de  $Z_{500}$  del reanálisis.

- Se utiliza el método de regresión por Mínimos Cuadrados Parciales [3] para obtener los IT mensuales simulados por los modelos. Los predictores son los PT mensuales del CPC y los predictandos son los campos de anomalías estandarizadas de  $Z_{500}$  mensuales de los modelos. Los coeficientes de la regresión serán los IT simulados.

- Los PT mensuales simulados por los modelos se obtienen mediante la correlación espacial entre los IT simulados y las anomalías mensuales estandarizadas de  $Z_{500}$  de los modelos.

- Selección de los modelos que mejor reproducen la NAO definida por el CPC mediante el análisis del diagrama de Taylor. En orden alfabético, los 10 mejores modelos, son: BCCR-BCM2.0, CGCM3.1(T63), CNRM-CM3, ECHAM5/MPI-OM, GFDL-CM2.1, INM-CM3.0, MIROC3.2(medres), MRI-CGCM2.3, UKMO-HadCM3 y UKMO-HadGEM1, con los cuales se realiza un multimodelo.

Se muestran los resultados obtenidos para la estación de invierno (DJF) de los IT que más afectan a la PI: Oscilación del Atlántico Norte (NAO), Patrón del Atlántico Este (EA), Este del Atlántico-Oeste de Rusia (EWR) y Escandinavia (SCA). Se evalúan los patrones espaciales y las series temporales de todos los modelos por separado y del multimodelo comparándolos con los obtenidos para el CPC.

## 3. RESULTADOS.

### A) Diagramas de Taylor

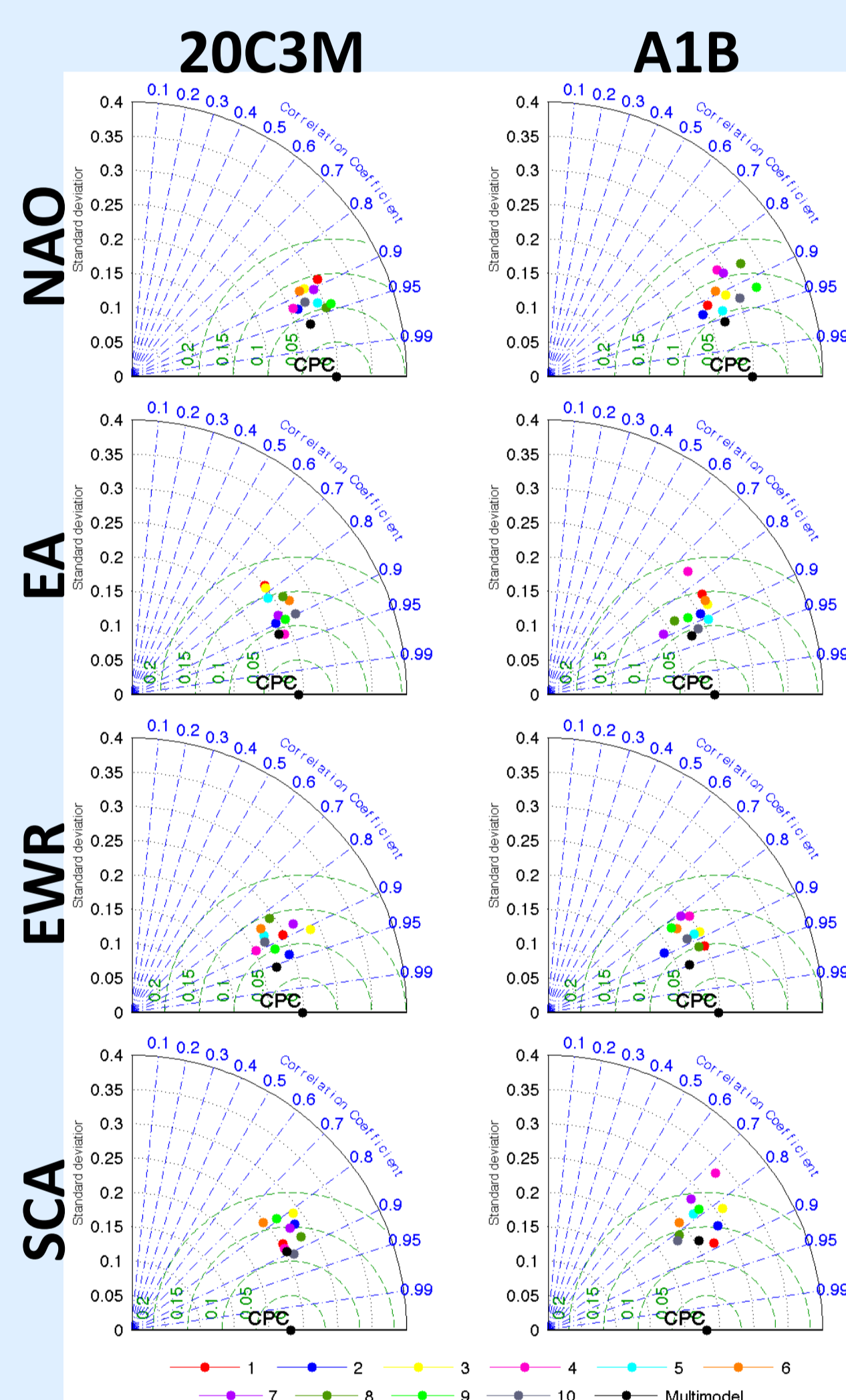


Figura 1: Diagramas de Taylor en los que se muestran las similitudes entre el PT del CPC, que se toma como referencia, y los PT de los 10 modelos seleccionados (1:BCCR-BCM2.0, 2:CGCM3.1(T63), 3:CNRM-CM3, 4:ECHAM5/MPI-OM, 5:GFDL-CM2.1, 6:INM-CM3.0, 7:MIROC3.2(medres), 8:MRI-CGCM2.3, 9:UKMO-HadCM3 y 10:UKMO-HadGEM1) y el multimodelo.

### C) Diagramas de cajas

Figura 3: Diagramas de cajas en los que se representan la distribución de los datos del CPC y de los modelos por separado. Se muestran los experimentos 20C3M (azul) y A1B (rojo). En cada caja, la marca central es la media, los bordes de la caja son los percentiles 25 y 75 y las barras de error representan los valores extremos. Los valores atípicos se representan mediante asteriscos y cruces.

### B) Patrones de Teleconexión

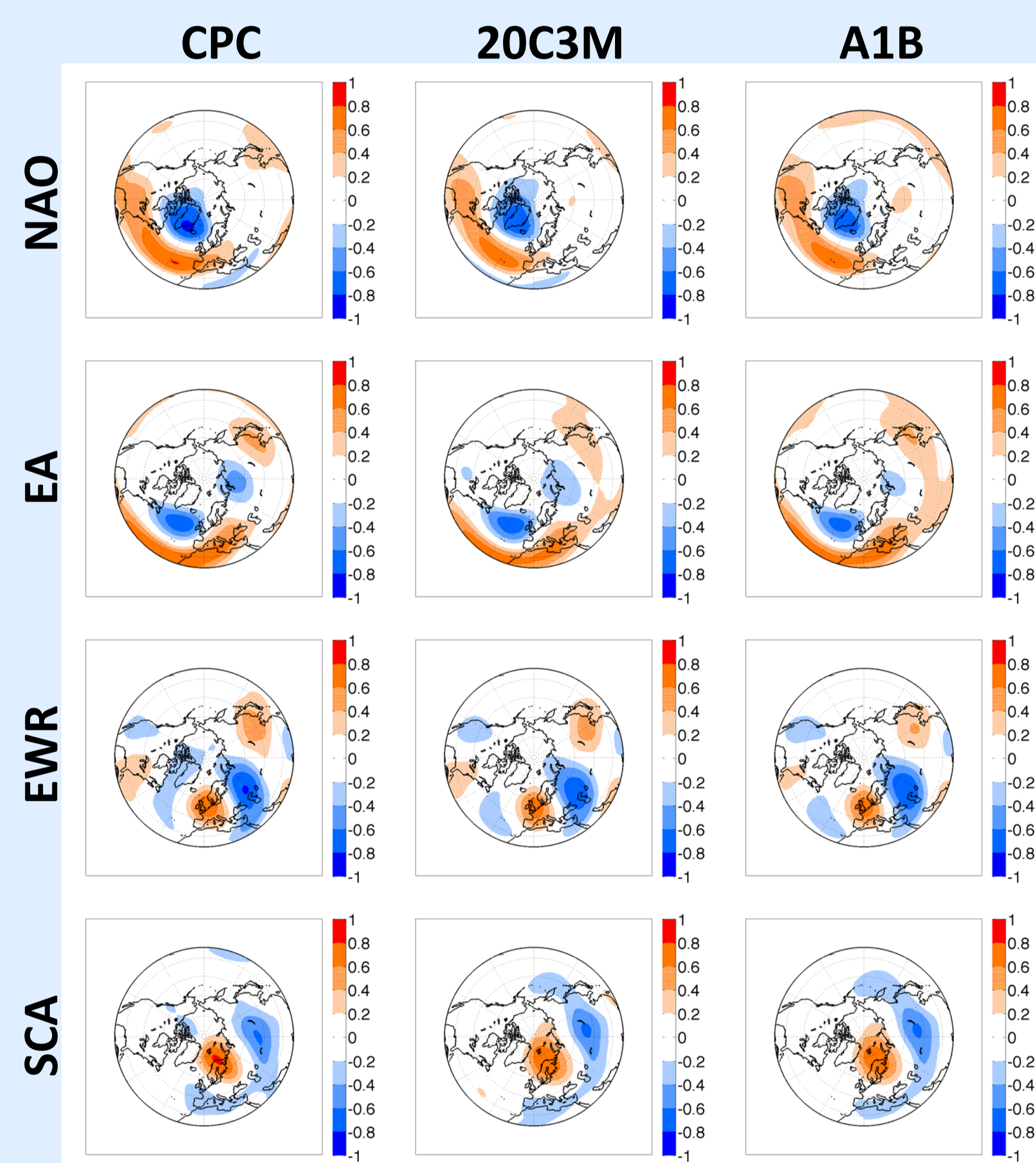
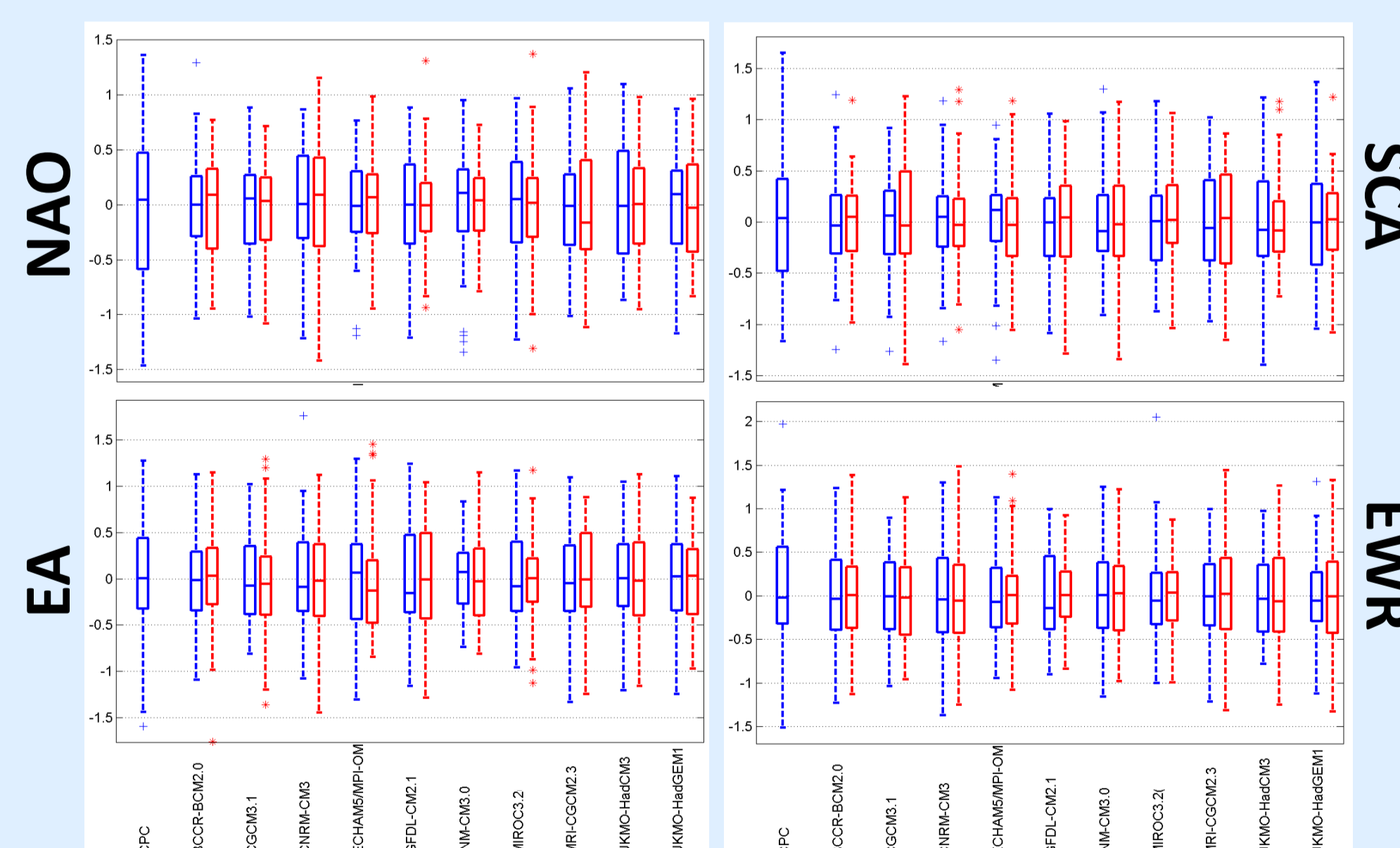


Figura 2: Patrones espaciales de teleconexión del CPC (primera columna) y simulados por el multimodelo para los experimentos 20C3M (segunda columna) y A1B (tercera columna).



### D) Índices de Teleconexión

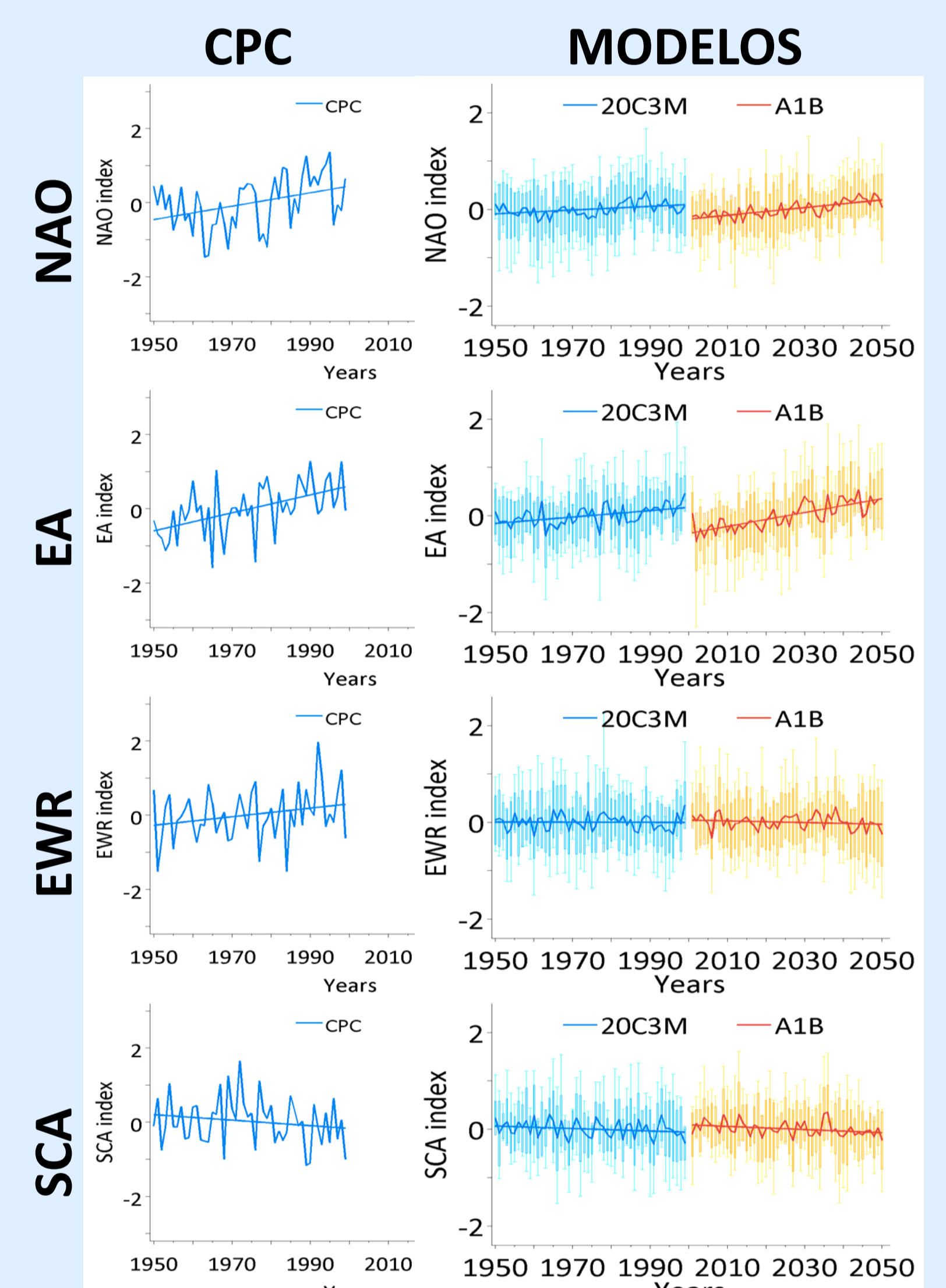


Figura 4: Series temporales de los IT del CPC (primera columna) y del multimodelo (segunda columna). Las líneas gruesas representan la serie temporal y la tendencia, las cajas representan la desviación estándar de entre todos los modelos utilizados en el multimodelo y las barras de error son los valores extremos de los índices.

Tabla 1: Parámetro Z del test de Mann-Kendall que indica la significación de la tendencia de las series.

Z-Kendall	CPC	20C3M	A1B
NAO	2.61	2.46	5.19
EA	3.71	3.66	5.82
EWR	1.50	-0.31	-1.41
SCA	-1.12	-1.60	-2.45

## 4. CONCLUSIONES.

En este estudio sobre la evaluación de los PT e IT hemos obtenidos los siguientes resultados:

### →Para los PT:

- La caracterización espacial del multimodelo mejora respecto a los modelos individuales.
- En el experimento 20C3M, el multimodelo presenta una correlación con el CPC superior a 0.9 en todos los casos.
- En el experimento A1B, los cambios en los PT no son significativos, aunque se observa que los centros positivos de la NAO y el EA se extienden por áreas tropicales y las estructuras del EWR y SCA sufren un ligero debilitamiento.

### →Para los IT:

- El diagrama de cajas muestra, por lo general, menor variabilidad para los modelos individuales que para los datos del CPC.
- En el experimento 20C3M la semejanza en la distribución de los datos es mayor, en el caso de la NAO, para los modelos UKMO-HadCM3 y MIROC3.2(medres).
- En el experimento A1B se observa un incremento de la tendencia para la NAO (0.10/década), el EA (0.15/década) y el SCA (-0.04/década).

Las causas de los cambios de los IT bajo diferentes condiciones climáticas será el objetivo del trabajo futuro, teniendo en cuenta las interacciones entre los IT con la temperatura superficial del mar y las influencias estratosféricas.

## AGRADECIMIENTOS.

Los autores expresan su agradecimiento a los grupos de modelización, al Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison (PCMDI) and the WCRP's Working Group on Coupled Modelling (WGCM) por hacer accesibles los datos del WCRP CMIP3; al NCEP/NCAR por sus datos de reanálisis; al Climate Prediction Center por los Índices de Teleconexión y a los desarrolladores del software CDAT. Este trabajo se ha realizado con la ayuda de los proyectos de investigación: CGL2008-04619 del Ministerio de Ciencia e Innovación, SA123/A08 de la Junta de Castilla y León con fondos Europeos del FEDER y MOVAC ref.200800050084028 del Ministerio de Medio Ambiente.

## REFERENCIAS.

- [1] Handorf D, Dethloff K. 2009. Atmospheric teleconnection and flow regimes under future climate projections. *Eur. Phys. J. Special Topics*, 174: 273-285
- [2] Meehl GA, Covey C, Delworth T, McAvaney B, Mitchell JFB et al. 2007. The WCRP CMIP3 multimodel dataset: a new era in climate change research. *Bulletin of the American Meteorological Society* 88: 1383-1394
- [3] Smoliak, BV, Wallace JM, Stoelinga MT, Mitchell TP. 2010. Application of partial least squares regression to the diagnosis of year-to-year variations in Pacific Northwest snowpack and Atlantic hurricanes. *Geophysical Research Letters*, 37: L03801