

# ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN EN GALICIA Y SU RELACIÓN CON PATRONES DE TELECONEXIÓN

Juan J. TABOADA, Lino NARANJO, Ana LAGE y Vicente PÉREZ-MUÑUZURI

*Unidad de Observación y Predicción Meteorológica de Galicia.  
Consellería de Medio Ambiente. Universidad de Santiago de Compostela  
Facultad de Física. Campus Sur. 15782 Santiago de Compostela.  
e-mail: [uscfmjth@cesga.es](mailto:uscfmjth@cesga.es); <http://www.siam-cma.org> y <http://meteo.usc.es>*

## RESUMEN

Se estudia la relación de la variabilidad de precipitación en Galicia con los cambios en los patrones de circulación general de la atmósfera. Se obtiene que la mayor variabilidad en la precipitación es explicada por la NAO, si bien otros patrones de circulación, tales como los caracterizados por los índices POL, SCAN y EA contribuyen significativamente. El trabajo se complementa con un estudio de la variabilidad temporal en los patrones de circulación, obteniéndose variaciones significativas en la correlación si se consideran dos series separadas por el año 1976, año en el cual se ha documentado un cambio en la circulación general en el hemisferio norte. Así, se obtiene que la influencia del patrón EA prácticamente desaparece a partir de 1976, aumentando muy significativamente la influencia de la NAO.

**Palabras clave:** Patrones de teleconexión, Precipitación, Variabilidad temporal y espacial, Galicia (NO España).

## ABSTRACT

*Variations in precipitation quantities in Galicia are related to global atmospheric circulation changes. It is obtained that NAO is the pattern that shows more correlation with rain, although other circulation patterns described by indexes such as POL, SCAN or EA have a significant contribution. This work is complemented with a study of the temporal variability in the circulation patterns. It is obtained that correlation between different indexes and precipitation varies with time. This fact can be proved studying the relationship between circulation patterns and precipitation, considering two series separated by the year 1976. It can be observed that correlation between EA and precipitation has almost disappeared in the period 1976-2000, while correlation of rain with NAO is increased.*

**Key words:** Teleconnection pattern, Precipitation, Temporal and spatial variability, Galicia (NW Spain).

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos meses de los años 2000 y 2001 el tiempo en Galicia presentó características anómalas y antagónicas, especialmente respecto a la variable precipitación (NARANJO *et al.*,

2001). De este modo, el otoño del año 2000 fue extremadamente lluvioso con valores de precipitación superando e incluso duplicando los valores medios en muchos observatorios. Por el contrario, el otoño del año 2001 fue muy seco, con valores de precipitación bajos. Como ejemplo de lo comentado anteriormente citemos el caso del observatorio de Lourizán situado en las Rías Bajas que registró 1000 mm entre noviembre y diciembre de 2000 y únicamente 50 mm en el mismo período del año 2001.

Estas anomalías aún siendo de carácter local, no tienen su origen dentro de Galicia sino que su causa hay que buscarla en estructuras globales atmosféricas. Si se realiza un análisis por componentes principales del campo del geopotencial de 500 hPa promediado mensualmente se obtienen los siguientes patrones de circulación general: la oscilación del Atlántico Norte (NAO, North Atlantic Oscillation), el patrón escandinavo (SCAN), el patrón centroeuropeo, el patrón del este de Europa (POL, Polar/Eurasia Pattern) y el patrón del Atlántico Este (Eastern Atlantic). Diversos autores han encontrado correlaciones entre los valores de estas oscilaciones y la precipitación en la Península Ibérica. Así, ZORITA *et al.* (1992) mostró que la relación de la precipitación invernal con la NAO es más importante en la parte sudoccidental de la Península, siendo la correlación en Galicia entre 0.3 y 0.4. Por otra parte RODÓ *et al.* (1997) encontraron que la correlación del índice de la circulación del Sur con la precipitación invernal en la franja Mediterránea era de 0.5, mostrando de nuevo Galicia una débil señal. Otros autores, (RODRÍGUEZ *et al.*, 1999, 2001) confirmaron estos resultados y señalaron además la correlación entre otros patrones de circulación (SCAN, POL, EA) y la cantidad de precipitación encontrándose correlaciones en Galicia menores que las encontradas por Zorita *et al.* con la NAO.

Esto lleva a pensar que Galicia se encuentra situada geográficamente en una zona sometida a la influencia de diferentes factores. El objetivo de este trabajo es el de caracterizar los cambios en la pluviometría sobre Galicia, en especial el cambio registrado entre finales del 2000 y finales del 2001, atendiendo a las variaciones en la circulación atmosférica global. Una vez caracterizadas estas correlaciones se estudiará la variabilidad tanto espacial como temporal a la que están sometidas. Para ello se han utilizado los índices de teleconexión tomados del CPC (Climatic Prediction Center) del NCEP (National Center of Environmental Prediction), así como una serie histórica de precipitación mensual para áreas globales (1900-1998) construida por Hulme perteneciente a la Unidad para la Investigación del Clima de la Universidad de East Anglia (HULME, 1987). De esta serie se utilizó solamente el período que va de 1950 a 2000, después de realizar un análisis de dobles masas con la estación de Lourizán de la Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia y un test de homogeneidad posterior.

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los últimos dos meses del 2000 registraron cantidades anómalas de precipitación en toda Europa Occidental, siendo el otoño más húmedo de los registrados en el País de Gales, Inglaterra y Noruega. Además en la Península Escandinava se registraron cantidades de lluvia entre 400 y 2000 mm por encima de las medias climáticas. Esta situación continuó durante los tres primeros meses del 2001, con nuevos récords de precipitación en la Bretaña, mientras en Inglaterra el período de 24 meses que finalizó en marzo del 2001 constituyó el más húmedo dentro de registros de 236 años

Tabla 1: Valores de la correlación entre los índices teleconectivos y la precipitación invernal en Galicia.

	NAO	POL	SCA	EA
R	-0.48	-0.41	0.39	0.27
R(50-76)	-0.26	-0.37	0.37	0.51
R(77-98)	-0.71	-0.57	0.48	-0.10

de duración. Por supuesto, el noroeste español no se escapó de este anómalo comportamiento. Sin embargo el otoño del 2001 constituyó en Galicia el más seco de los últimos 20 años.

Para caracterizar el diferente comportamiento de los otoños del 2000 y el 2001 en Galicia se estudió la evolución de los patrones de teleconexión con relevancia en el hemisferio norte, en dichos períodos. Como primer hecho destacable se observó un patrón de alturas geopotenciales por encima de lo normal en latitudes altas y alturas geopotenciales bajas en latitudes medias en el otoño del 2000 (figura 1a). Los patrones NAO y POL presentaban una fase fuertemente negativa mientras que el SCA y el EA estaban en fase positiva. En el mismo período pero del año siguiente, año significativamente más seco NAO, SCA y EA cambiaron sus signos siendo débil la fase de NAO y EA. Las anomalías en 500 hPa sobre el Atlántico Norte son prácticamente contrarias a las observadas para el año anterior (figura 1b).

En consecuencia, el patrón Escandinavo parece tener gran influencia en los cambios observados en la precipitación en los años 2000 y 2001 en Galicia. Este hecho nos lleva a pensar que Galicia se encuentra en una zona especialmente sensible, puesto que el cambio en un solo patrón de circulación hizo que la cantidad de precipitación invernal variase muy significativamente. Para caracterizar la influencia de los patrones de circulación en la variabilidad de precipitación se llevó a cabo el estudio de las correlaciones entre los índices que caracterizan a estos patrones y la cantidad de lluvia invernal en el período 1950-2000 (tabla 1).

En estos resultados se pone de manifiesto que el patrón que explica la mayor variancia en la precipitación sobre Galicia es la NAO, seguida por la POL y a continuación el patrón SCAN y el EA. De cualquier forma hay que mencionar también la variabilidad espacial. De esta forma se observa como los años con NAO positiva propician la aparición de anomalías negativas de lluvia en general (figura 2), aunque en algunas zonas en concreto puede suceder que esta anomalía no se presente e incluso sea positiva. Al contrario, los años con NAO negativa coinciden con los años más húmedos en general, aunque con una evidente variabilidad espacial.

Si hacemos esta correlación por separado para años secos y húmedos aparece (figura 3) que el patrón POL explica principalmente los años secos, mientras los años húmedos son explicados por los patrones NAO y SCAN. Así, los siete años en los que el índice POL fue superior a 0.8 coinciden con los siete años más secos de la serie de precipitación. Las bajas correlaciones entre la fase negativa de este patrón y la cantidad de lluvia pueden ser explicadas por las anomalías que caracterizan a este patrón de teleconexión. En su forma positiva nos encontramos con anomalías

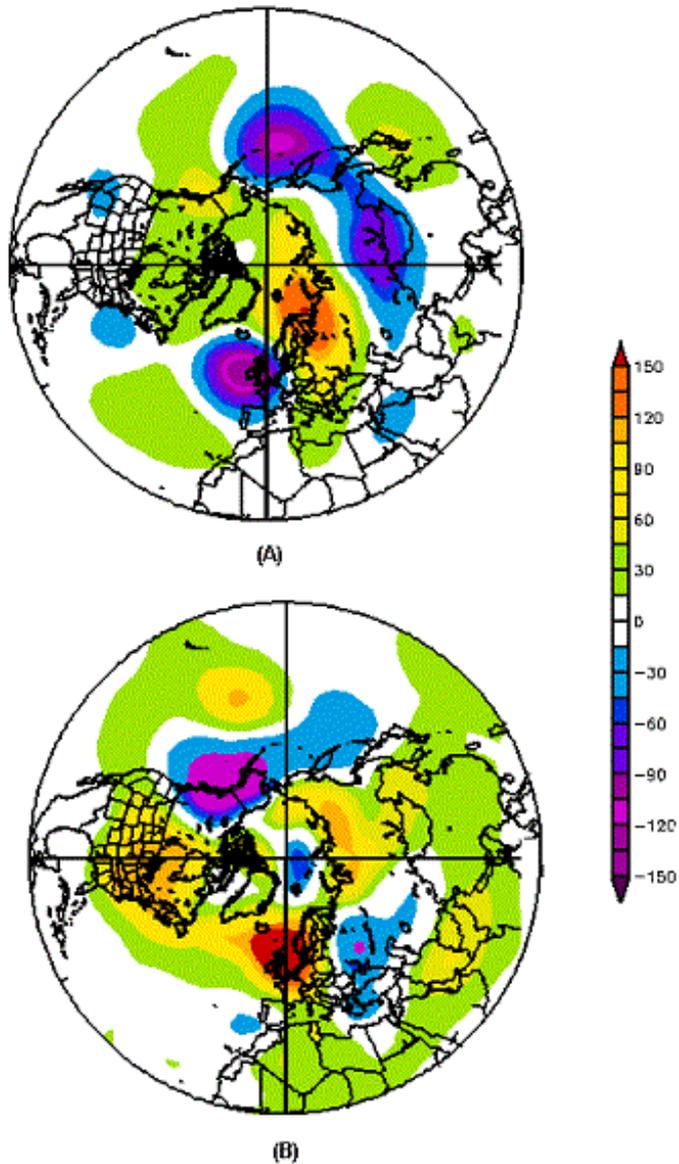


Figura 1: Anomalías en la altura del geopotencial a 500 hPa en los dos últimos meses del 2000 (a) y del 2001 (b). Se observa como el dipolo este-oeste con centros sobre el Atlántico Norte y Centroeuropa ha experimentado un cambio de signo.

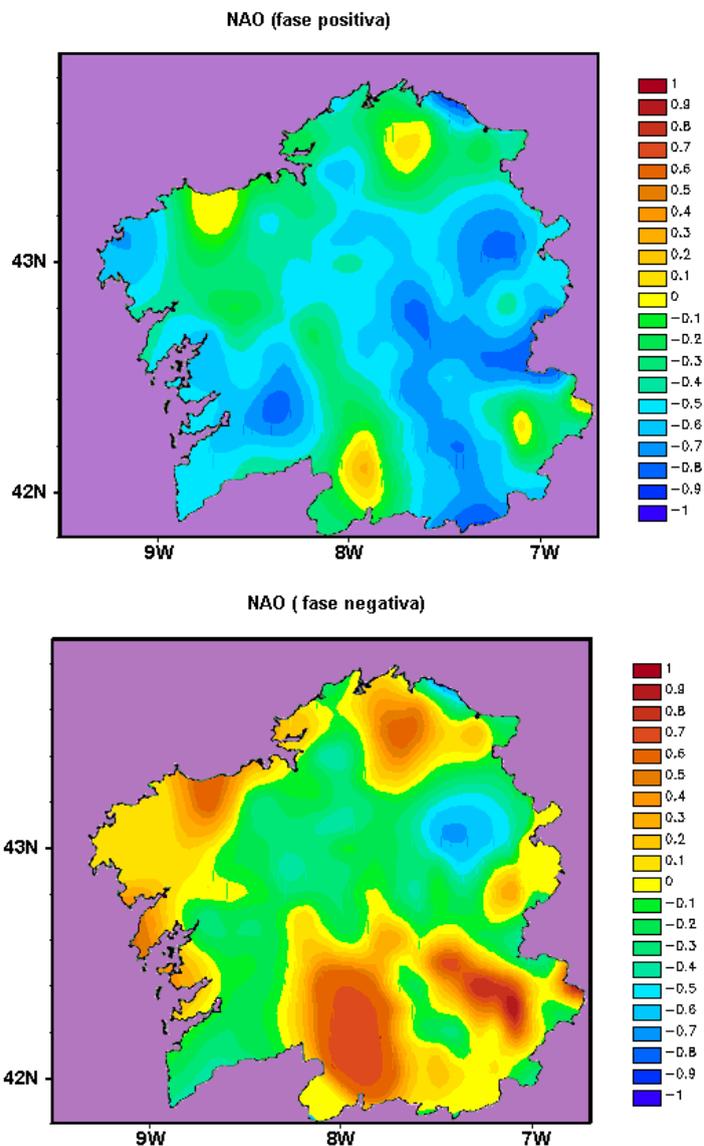


Figura 2: Correlación de la precipitación en Galicia con el índice NAO, durante los inviernos con NAO positiva y NAO negativa. Queda patente la variabilidad espacial dentro de un área geográfica reducida, como Galicia.

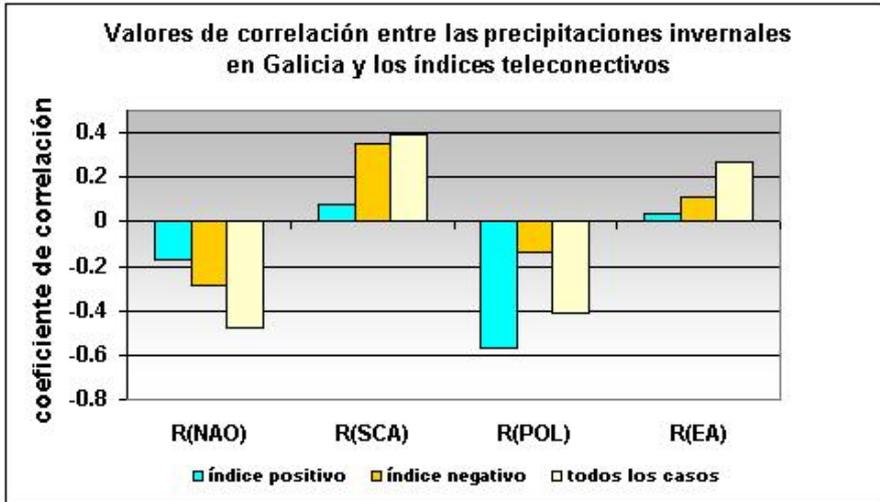


Figura 3: Valores de correlación entre precipitación y los distintos índices teleconectivos, distinguiendo entre los valores positivos y negativos de los índices.

positivas sobre Europa Occidental que bloquean el paso de perturbaciones hacia el noroeste español, propiciando años muy secos. En su fase negativa este bloqueo desaparece y los regímenes de tiempo están más sometidos a las perturbaciones que viajan por el Atlántico Norte, las cuales a su vez dependerán de otros patrones de variación atmosféricos, principalmente la NAO.

En el párrafo anterior se explicó como es necesario tener en cuenta la variabilidad espacial cuando se obtienen correlaciones con patrones generales de circulación atmosférica. Pero además de la variabilidad espacial es preciso considerar la variabilidad temporal en la atmósfera. Así, las variaciones de escala decenal en la circulación general han recibido mucha atención en los últimos años (DESER and BLACKMON, 1993; KUSHNIR, 1994; HURRELL, 1995; WATANABE y NITTA, 1999). En 1976 un cambio atmosférico abrupto tuvo lugar en el hemisferio norte (TRENBERTH, 1990). Si dividimos la serie de trabajo de cincuenta años, tomando como punto de separación precisamente ese año se obtiene como resultados que las correlaciones mostradas anteriormente son muy sensibles a este cambio en la circulación atmosférica global (figura 4).

De esta forma vemos como la correlación del patrón EA prácticamente desaparece en el período 1976-1998. Este patrón estuvo en su fase negativa durante el período 1950-1976, pasando luego a la fase positiva. Podemos concluir entonces que la fase positiva de EA no tiene influencia directa sobre el tiempo en Galicia. Por otra parte podemos ver como la NAO incrementa su correlación con la lluvia de una forma apreciable en el segundo período considerado. El cambio de este patrón hacia una fase más positiva, junto con los cambios en el resto de patrones sugieren un reforzamiento de la dorsal Atlántica subtropical que se ve confirmado con las anomalías en la presión superficial

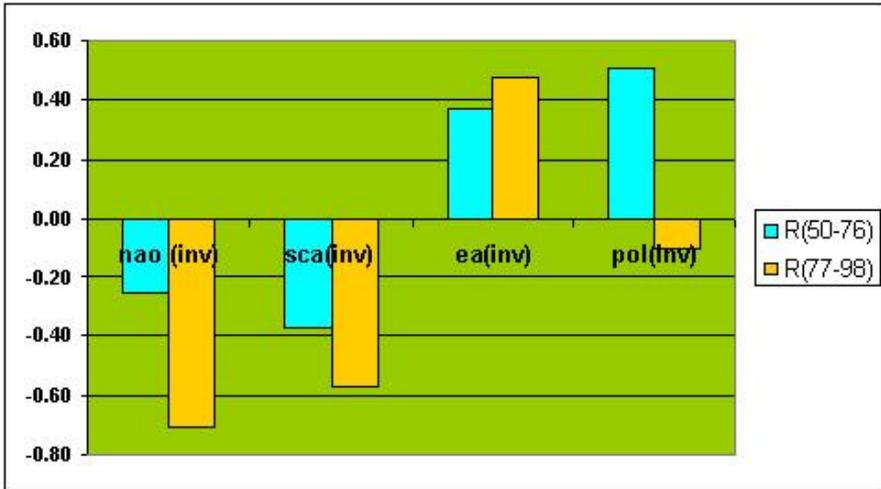


Figura 4: Valores de correlación entre precipitación y los distintos índices teleconectivos, distinguiendo entre el período 50-76 y el 77-98.

a nivel del mar en Punta Delgada (Azores). Las causas dinámicas de la variabilidad atmosférica no están claras todavía en la literatura. En principio los modelos atmosféricos de circulación general parecen indicar que las causas deben encontrarse en la propia dinámica de la atmósfera (HURELL, 1995). Sin embargo, este comportamiento puede ser el reflejo de un comportamiento ambiguo de estos modelos. De cualquier forma es muy difícil obtener evidencias experimentales directas sobre este tipo de conexiones, aunque recientemente se ha obtenido el resultado de que el 25 % de la variancia de la NAO puede ser explicada con la temperatura superficial del mar de los meses precedentes (CZAJA y FRANKIGNOUL, 2002).

### 3. CONCLUSIONES

Galicia está localizada en una región muy sensible a la variabilidad atmosférica. Los cambios observados en cuanto a precipitación no son explicados por un único índice. NAO y POL, dos estructuras bipolares Norte-Sur y el dipolo Este-Oeste SCAN tienen una gran influencia en la variabilidad interanual.

Estas relaciones han experimentado variaciones decadales significativas alrededor de la mitad de los años 70. Para explicar esta variabilidad decadal hay que tener en cuenta la variabilidad interna de los patrones de circulación así como forzamientos externos como variaciones de la temperatura del agua del mar en las inmediaciones de la Península.

#### 4. AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido realizado en el marco del Convenio de Colaboración entre la Consellería de Medio Ambiente y la Universidad de Santiago de Compostela para el *Desarrollo de una Unidad de Observación Meteorológica y Climatológica y de Modelos Numéricos de Predicción Meteorológica*, 2000-2003.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- DESER, C. y BLACKMON, M. (1993): Surface climate variations over the North Atlantic Ocean during winter: 1900-1989. *J. Climate.*, 6, pp. 1743-1753.
- CZAJA, A. y FRANKIGNOUL (2002). Observed impact of Atlantic SST anomalies on the North Atlantic Oscillation. *J. Climate*, 15, pp. 606-623.
- HULME, M.T., OSBORN, J. y JOHNS, T.C. (1987): Precipitation sensitivity to global warming: Comparison of observations with HadCM2 simulations. *Geophys.Res. Lett.*, 25, pp. 3379-3382.
- HURRELL, J.W. (1995): Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation. *Science*, 269, pp. 676-679
- KUSHNIR, Y. (1994): Interdecadal variations in North Atlantic sea surface temperature and associated atmospheric condition. *J.Climate.*, 7, pp. 141-157.
- NARANJO, L., TABOADA, J.J., LAGE, A., SALSON, S., MONTERO, P., SOUTO, J.A. y PEREZ-MUÑUZURI, V. (2001): Estudio de las condiciones meteorológicas anómalas sobre Galicia durante el otoño de los años 2000 y 2001. *Revista Real Academia de Ciencias.*, Vol. XX, pp. 113-133.
- RODÓ, X., BAERT, E. y COMÍN, F.A. (1997): Variations in seasonal rainfall in Southern Europe during the present century: relationships with the North Atlantic Oscillation and the El Niño-Southern Oscillation. *Climate Dynamics*, 13, pp. 275-284.
- RODRÍGUEZ-PUEBLA, C., ENCINAS, A.H. y GARCIA-SANCHEZ, B. (1999): Influencia de índices de circulación en las variaciones de precipitación invernal en la Península Ibérica. En: J.M. Raso-Nadal and J. Martín-Vide eds., *La climatología española en los albores del siglo XXI*, pp. 469-470.
- RODRÍGUEZ-PUEBLA, C., ENCINAS, A.H. y SAENZ, J. (2001): Winter precipitation over the Iberian peninsula and its relationship to circulation indices. *Hydrology and Earth System Sciences*, 5(2), pp. 233-244.
- TRENBERTH, K.E. (1990): Recent observed interdecadal climate changes in the Northern Hemisphere. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 71, pp. 988-993.
- WATANABE, M. y NITTA, T. (1999): Decadal changes in the atmosphere circulation and associated surface climate variations in the Northern Hemisphere winter. *J.Climate.*, 12, pp. 494-510.
- ZORITA, E., HARIN, V.K. y VON STORCH, H. (1992): The atmospheric circulation and sea surface temperature in the North Atlantic area in winter: their interaction and relevance for Iberian precipitation. *J. Climatology*, 5, pp. 1097-1108.