

**ESTUDIO DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS ANÓMALAS
SOBRE GALICIA DURANTE EL OTOÑO DE LOS
AÑOS 2000 Y 2001**

L. Naranjo, J.J. Taboada, A. Lage, S. Salsón,
P. Montero, J.A. Souto y V. Pérez-Muñuzuri

Unidade de Observación e Predicción Meteorolóxica. Grupo de Física Non Lineal.
Facultade de Física. Universidade de Santiago de Compostela
15782 – Santiago de Compostela

RESUMEN

Durante los últimos meses del 2000 y 2001 los registros de precipitación y temperaturas en Galicia presentaron valores claramente anómalos y de signo antagónico. El otoño del 2000 resultó ser extremadamente lluvioso, con valores de precipitación muy por encima de la media, alguno de los cuales superó la efemérides de la serie registrada. El mismo período se caracterizó también por valores de temperatura altos. El otoño del 2001 tuvo características prácticamente opuestas, con valores de precipitación muy bajos, principalmente durante los meses de noviembre y diciembre y anomalías negativas de temperatura durante esos meses. Estas anomalías pueden ser explicadas atendiendo a la variabilidad interanual de la circulación atmosférica general. En este trabajo se analizan las anomalías de la altura geopotencial del nivel de 500 hPa sobre el hemisferio norte en el último trimestre de los años 2000 y 2001 respectivamente. Asimismo, se presentan las diferencias entre las componentes zonales de la circulación en los mismos períodos y se discuten sus consecuencias para la región en estudio. Se señalan también los patrones de anomalías para el campo de presión en superficie. Como resultado del análisis, se pone de manifiesto que la gran diferencia en los registros de estos dos trimestres en Galicia ha sido debida a anomalías identificadas en la circulación global, las cuales llevaron a variaciones importantes del patrón de circulación escandinavo.

ABSTRACT

During the last months of 2000 and 2001 the region of Galicia (Northwestern tip of Spain) underwent significant anomalous weather conditions, mainly those related to precipitation and temperature. These anomalies were very different and opposites between both years. The autumn of 2000 was extremely rainy, with above-average precipitation values, some of the registered extremes were new records. This period was also characterized by high temperature values. The autumn of 2001 had practically opposite characteristics with very low precipitation values, and negative temperature anomalies, mainly during the months of November and December. These anomalies can be explained taking into account the interannual variability. In this paper, 500 hPa anomalies over the North Hemisphere during the late months of 2000 and 2001 are analyzed. Besides, the differences among zonal circulation components during the same periods are presented and its consequences over the region are discussed. Anomaly patterns for sea level pressure are also shown. Finally, the main difference between the values of both periods has been due to global circulation anomalies that derived into an important seesaw in the Scandinavian circulation pattern, which affected to the Galician local weather.

1 - INTRODUCCIÓN

Galicia está situada entre los 42° y 44° latitud norte y entre 7° y 9° longitud oeste, en el noroeste de la Península Ibérica, con una superficie de 29560 Km². Esta región está principalmente influenciada por los patrones sinópticos atlánticos. Tanto es así que la mayoría de las precipitaciones se deben a frentes atmosféricos asociados a borrascas procedentes del Atlántico Norte.

De todas formas, no es solamente la dinámica atmosférica el único condicionante del clima gallego, sino que un factor de importancia fundamental es el relieve. De este modo las precipitaciones se producen a barlovento de las sierras, quedando sombras pluviométricas a sotavento. La influencia del relieve se hace patente en el forzamiento orográfico que sufren las masas de aire, especialmente los flujos de sudoeste, al chocar contra altitudes superiores a los 500 m que se encuentran próximas a la costa. En estas circunstancias pueden producirse precipitaciones superiores a los 100 mm al paso de un único frente, con el consiguiente riesgo de inundaciones y daños tanto materiales como humanos.

La precipitación ponderada en Galicia es de 1180 mm anuales, siendo en general una tercera parte de los días del año lluviosos (Martínez-Cortizas y Pérez-Alberti, 1999). En cuanto a la distribución por estaciones, mencionar, que las estaciones más lluviosas son el otoño y el invierno, siendo más secas el verano y primavera.

El año 2000 presentó un otoño especialmente lluvioso, con precipitaciones superiores a 1000 mm entre los meses de noviembre y diciembre (CMA, 2000, 2001) registradas en estaciones meteorológicas como Lourizán en la provincia de Pontevedra (altitud 60 m) superiores también a 700 mm en cada uno de esos dos meses en Invernadeiro en la provincia de Ourense (altitud 1020 m). En contraposición con el otoño del año 2000, el

correspondiente al año 2001 se ha caracterizado por ser muy seco; en particular en los meses de noviembre y diciembre se registraron solamente 50 mm en Lourizán y 35 mm en Invernadeiro.

No obstante, aunque lo descrito anteriormente sólo atañe al territorio gallego, no es ésta una situación individual ni tiene la raíz de su existencia en Galicia, sino que es fruto de una dinámica atmosférica más global y general. Así tanto el otoño del año 2000 como el del 2001 han estado caracterizados por fuertes anomalías de la circulación global atmosférica, si bien de carácter antagónico.

Intentando profundizar más en la descripción de estas anomalías hay que tener en cuenta la relación entre los patrones de circulación general y las variables climatológicas, en este caso temperatura y precipitación. Si se lleva a cabo un análisis por componentes principales del campo de 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, el centroeuropeo, el del e^oste de Europa y el del Atlántico Este. De ellos, los más estudiados han sido los dos primeros.

Concretamente, la NAO fue descubierta por Sir Gilbert Walker (1924) y desde entonces se han desarrollado amplios estudios de la influencia de la NAO en la temperatura, precipitación y en la posición de la Zona de Convergencia Intertropical (van Loon y Rogers, 1978; Meehl y van Loon, 1979; Rogers y van Loon, 1979; Hurrell and van Loon, 1997).

En cuanto al patrón escandinavo hay que señalar que tiene su centro en el norte de la Península Escandinava. Recuerda al encontrado por Rogers (1990) estudiando el campo de la presión a nivel del mar y también al reseñado por Barnston y Livezey (1987) en el nivel de los 700 hPa. La influencia de estos patrones en las diferentes variables

climatológicas ha sido estudiada por Glowienke- Henze (1990), Wibig (1999), Almarza y López (1996), Kozuchowski et. al. (1992), Kutiel et. al. (1996a, b).

En este trabajo, se estudian las condiciones de la circulación general que dieron lugar a que los meses de octubre a diciembre fuesen radicalmente diferentes en los dos últimos años (2000-2001). Se presentan las consecuencias que estos patrones de la circulación general tuvieron sobre los valores de precipitación y temperatura en Galicia. Además se discuten las correlaciones existentes entre estos dos patrones: NAO y patrón escandinavo y la precipitación en Galicia durante los meses de otoño de ambos años.

3 – VARIABILIDAD DE LA CIRCULACIÓN GENERAL

Las condiciones meteorológicas anómalas de los otoños del 2000 y 2001 no pueden ser explicadas como un fenómeno local, sino que son debidas a componentes en la variabilidad de la circulación global. De esta forma, para realizar un estudio sobre este aspecto se ha hecho uso de datos recopilados por la NOAA (*National Oceanographic and Atmospheric Administration, USA*) disponibles a través de la página web del CPC (*Climate Prediction Center, USA*), <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>. Este centro recopila y analiza datos climáticos a nivel global y dispone de registros históricos para la reconstrucción de anomalías. Además se dispone del valor de los diferentes índices de teleconexión.

Durante estos dos otoños consecutivos la circulación global estuvo caracterizada por fuertes anomalías en todo el hemisferio norte. Para una mejor caracterización de la variabilidad en las condiciones meteorológicas nos referiremos en lo sucesivo a las anomalías con respecto a los valores medios para un período suficientemente largo

(período de referencia), pues es en estas anomalías donde más claramente aparecen las diferencias entre unos tipos de circulación y otros. Se considerará como período de referencia la media de los valores entre 1968 y 1996, por ser una de las más utilizadas internacionalmente para estudios de este tipo.

De esta forma, en la figura 1 se representan las anomalías del geopotencial de 500 hPa en el hemisferio norte para los otoños del 2000 y 2001. Durante el año 2000 (figura 1a) puede observarse un incremento del geopotencial en Europa Central, Escandinavia, Rusia y el Océano Ártico; también se observan incrementos, aunque menores, en Norteamérica. Los decrementos corresponden a todo el Asia Central y de forma particular al Atlántico Nororiental. De esta forma, puede observarse como la presión fue más baja de lo habitual en este área, caracterizando la presencia de centros de bajas presiones que afectaron de lleno a Galicia. La situación durante el otoño del 2001 es prácticamente la inversa (figura 1b), con una estructura de anomalías en donde un cinturón de valores positivos se extendió desde latitudes subtropicales sobre el océano Pacífico, Norteamérica y el Atlántico Nororiental.

Estas anomalías pueden apreciarse también en niveles más altos de la atmósfera (300 hPa), en los cuales es fácil identificar la corriente de chorro polar. Durante el otoño del año 2000 (figura 2a) se observa como existen anomalías positivas de la componente zonal de la circulación centrada en el Atlántico Nororiental, frente a las costas de la Península Ibérica. En consecuencia, las corrientes zonales del Oeste de niveles altos se mantuvieron más fuertes de lo habitual en las latitudes correspondientes a la Península Ibérica, propiciando la llegada de frentes asociados a centros de bajas presiones de forma sucesiva. Durante el otoño del 2001 la situación cambia (figura 2b), y donde antes hubo una anomalía negativa, ahora es positiva. De este modo, la rama atlántica de la corriente de chorro polar aparece muy debilitada y alejada de la Península Ibérica

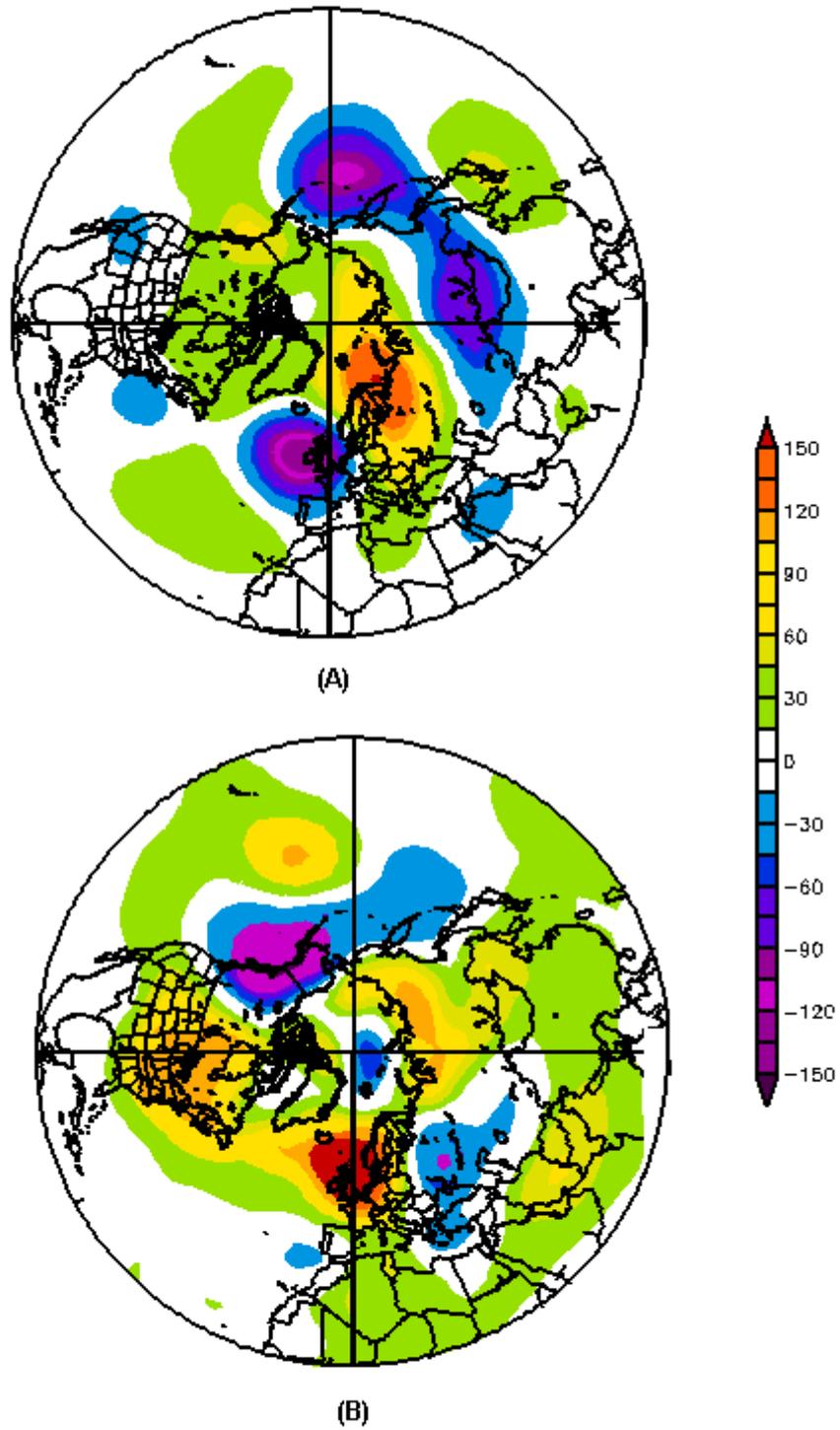


Figura 1. Anomalías de alturas geopotenciales en el nivel de 500 hPa. para los otoños de los años 2000 (A) y el 2001 (B). La escala se representa en metros geopotenciales.

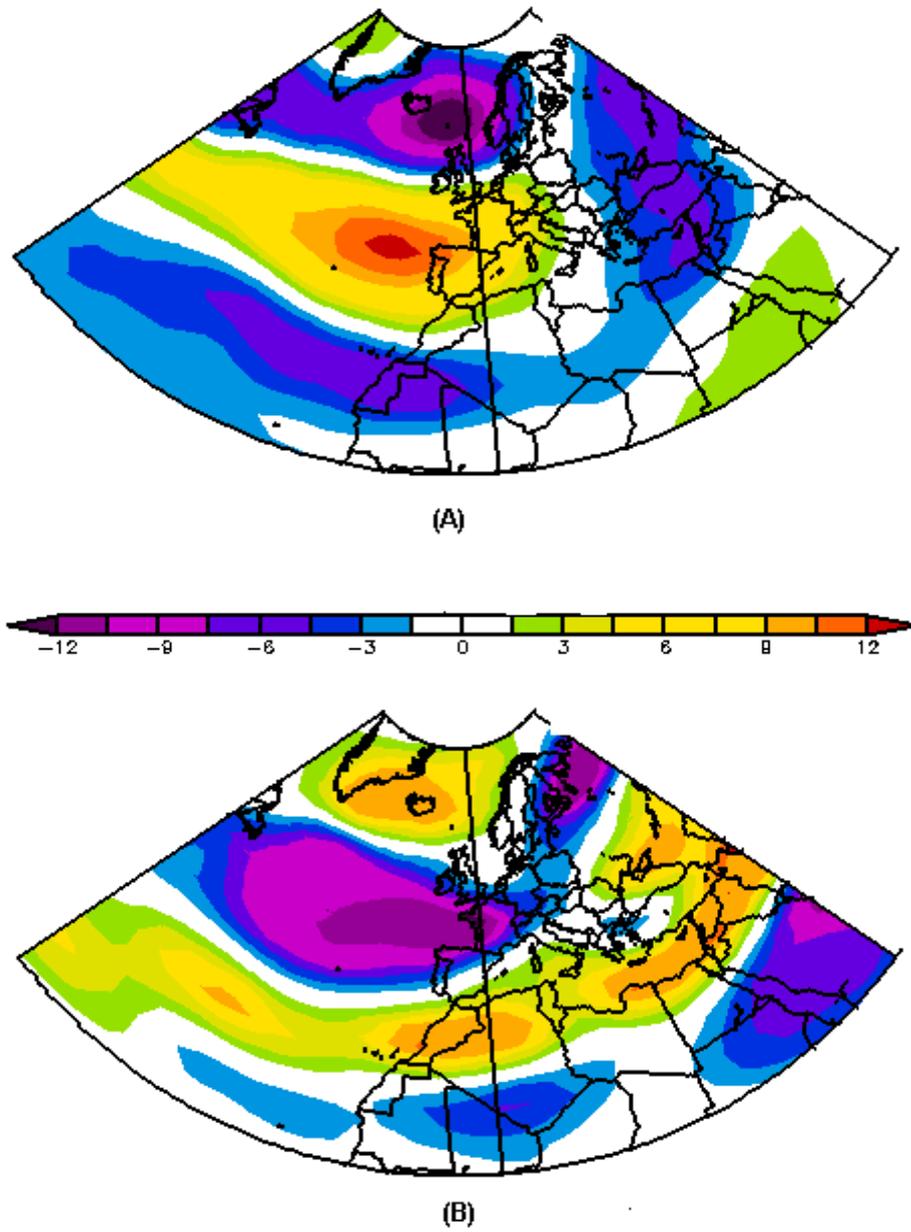


Figura 2. Anomalías de la velocidad de la componente zonal del viento en el nivel de 300 hPa sobre el Océano Atlántico Nororiental en el otoño del 2000 (A) y el 2001 (B) respectivamente. La escala se encuentra graduada en metros por segundo.

favoreciendo, a su vez, que las trayectorias de las borrascas principales se mantengan alejadas de Galicia.

Esta estructura de la circulación atmosférica durante el otoño del 2001 significó para Galicia un dramático cambio con respecto a las condiciones atmosféricas experimentadas en el otoño del 2000. Pero este cambio afectó no solamente a Galicia, sino que tuvo consecuencias en el resto de Europa y norte de África. Así, en la figura 2b también se observa como la corriente en chorro subtropical es más fuerte que los valores medios del período de referencia, significando un mayor paso de perturbaciones en estas latitudes, y explicando los numerosos episodios de adversos ocurridos durante el otoño de 2001 en el Magreb o las Islas Canarias. Por otra parte, la figura 1b presenta anomalías negativas de presión sobre Europa Central y Oriental, lo que junto con la anomalía positiva en el Atlántico Nororiental explica las continuas invasiones de aire polar y los consiguientes episodios adversos (especialmente debido a las bajas temperaturas) que se desarrollaron en toda la cuenca Mediterránea durante el otoño de 2001.

La presión en superficie también presenta patrones de anomalías contrarios si nos referimos a los otoños del 2000 y el 2001 (figura 3). Así, en otoño del 2000 existe una anomalía negativa sobre el Atlántico Nororiental, asociada a una anomalía positiva sobre Siberia y el Océano Ártico, mientras que en el otoño de 2001 estas anomalías se invierten. Esto explica que mientras durante el otoño de 2000 en el Atlántico Nororiental predominaron las bajas presiones asociadas a las frecuentes borrascas, el otoño de 2001 se haya caracterizado por la persistencia de sistemas de altas presiones sobre la misma región.

En la figura 4 se muestra un corte meridiano en la longitud 7°W (sobre la Península Ibérica), desde 20°N hasta 70°N, con las anomalías en la componente zonal de la

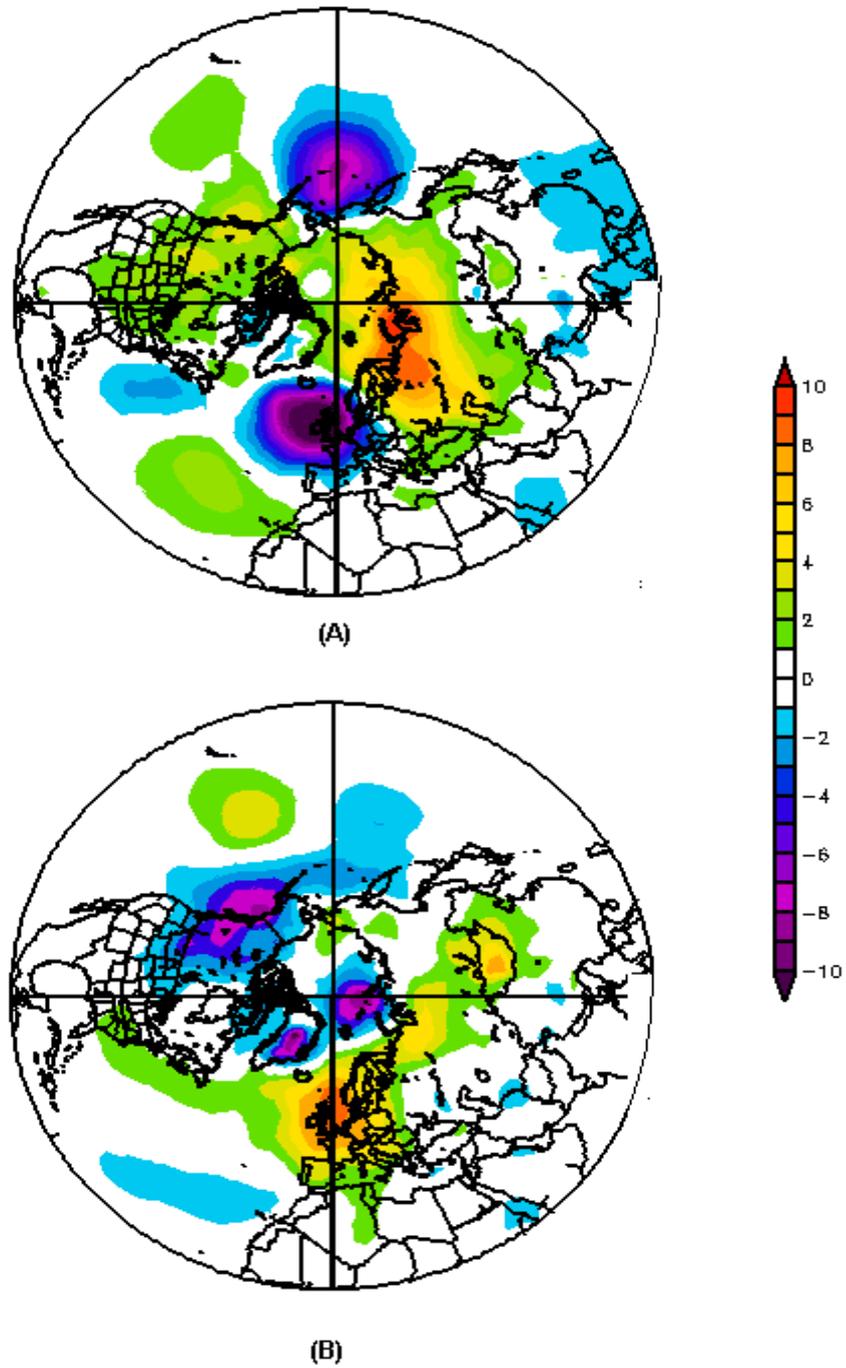


Figura 3. Anomalías de la presión atmosférica a nivel medio del mar para los otoños del 2000 (A) y 2001 (B). La escala esta representada en hectopascales.

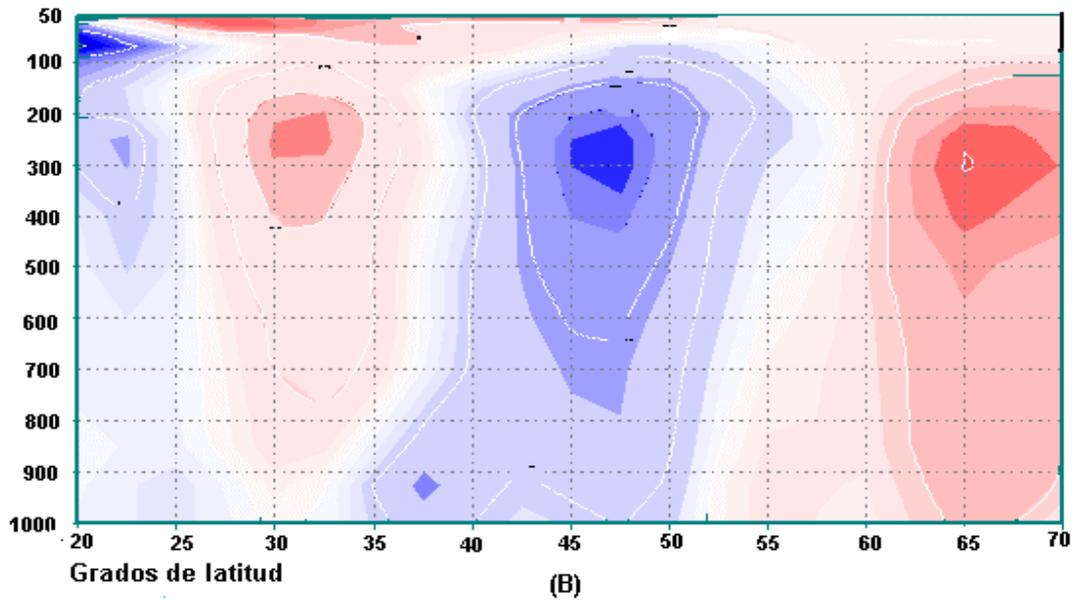
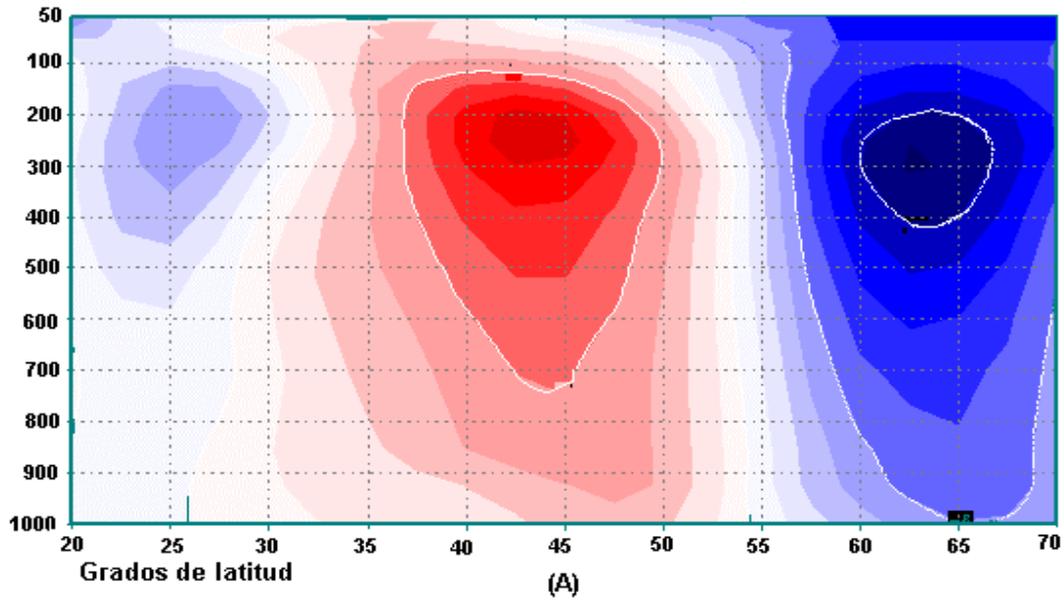


Figura 4. Cortes transversales de la componente zonal del viento a lo largo de la longitud 7 grados Oeste para dos otoños sucesivos del 2000 (A) y del 2001 (B). El eje horizontal representa una banda de latitud desde 20 grados hasta 70 grados norte, mientras el eje vertical representa las superficies isobáricas estándar. La escala está en metros por segundo.

circulación en otoño de 2000 y de 2001. Lo más destacado nuevamente es la inversión del patrón de las anomalías. Durante el otoño del 2000 la anomalía de viento zonal correspondiente a las latitudes medias, entre 30°N y 55°N fue positiva en todas las alturas, lo que pone de nuevo de manifiesto la continuidad de situaciones sinópticas zonales, que dieron lugar a episodios de intensas precipitaciones y temperaturas altas. Por el contrario, en latitudes subtropicales y más al norte de 55°, la anomalía de viento zonal es negativa. Este patrón se invierte de forma casi especular durante el otoño del 2001, ocurriendo en este caso las anomalías negativas en latitudes medias y las positivas al norte y sur de éstas. Esto confirma el bloqueo que supone para el paso de centros de bajas presiones el hecho de que la anomalía de presión sobre el Atlántico Nororiental sea positiva, y al mismo tiempo hace que estas perturbaciones pasen o bien por el norte, afectando en este caso al Mediterráneo, o bien por el sur, afectando entonces a las Islas Canarias y al norte de África.

3.1 Consecuencias sobre las condiciones locales en Galicia.

La Consellería de Medio Ambiente cuenta con una red de 22 estaciones meteorológicas y 43 estaciones climáticas (figura 5a) y (figura 5b), cuyos datos han sido utilizados para la realización de este estudio, en lo que atañe a las condiciones locales. Tanto los datos de la red climática como la de estaciones automáticas pueden ser consultados a través de la página web del Sistema de Información Ambiental de Galicia (SIAM, <http://www.siam-cma.org>).

Las anomalías de la circulación global y regional en los períodos estudiados trajeron importantes consecuencias en las condiciones del tiempo en Galicia. La alta frecuencia de centros anticiclónicos y la drástica disminución de la actividad de borrascas en el



Figura 5. Distribución de las redes de observaciones de la Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia, utilizada en este estudio y que se componen de 22 estaciones meteorológicas (A) y 43 estaciones climáticas (B).

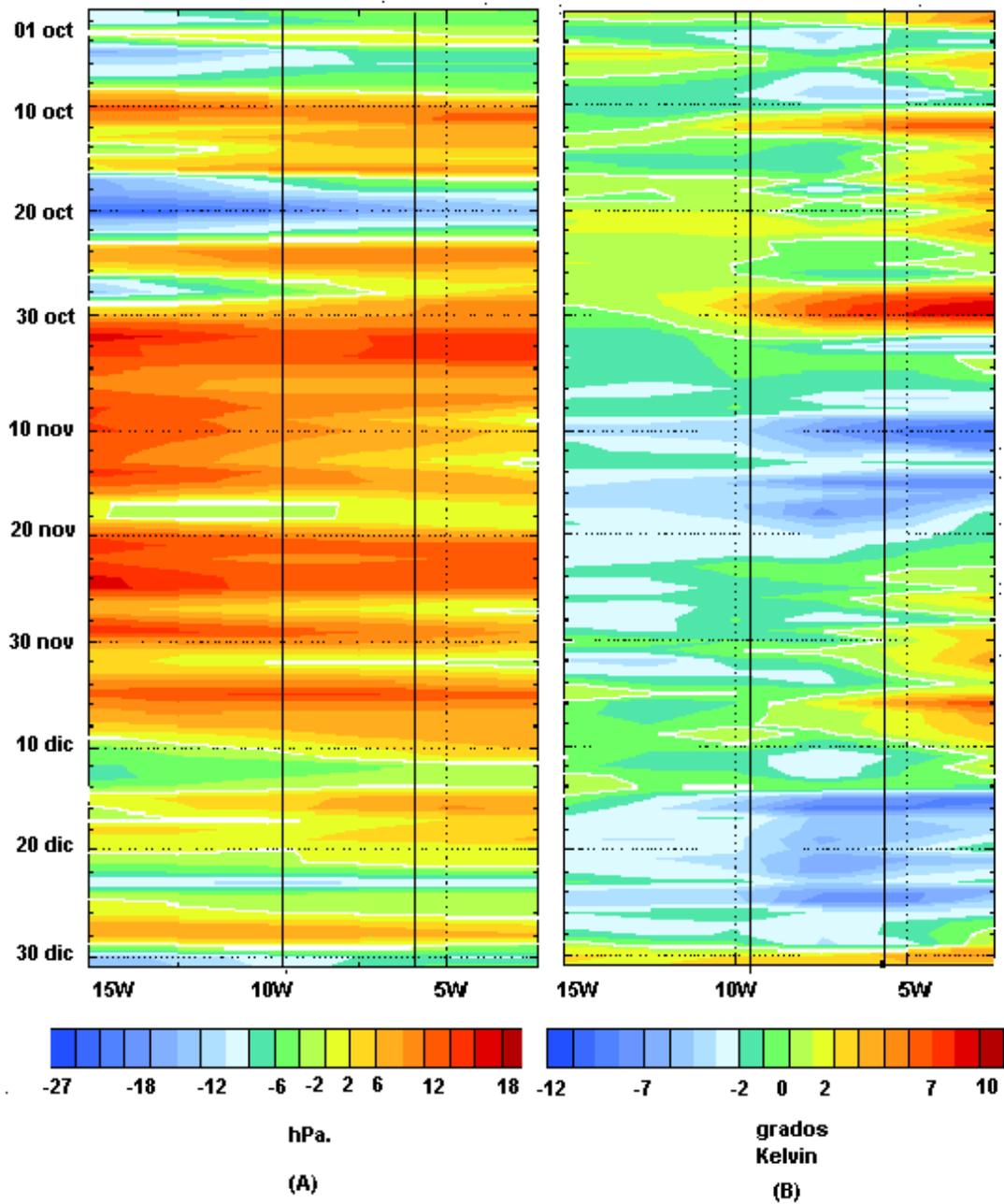
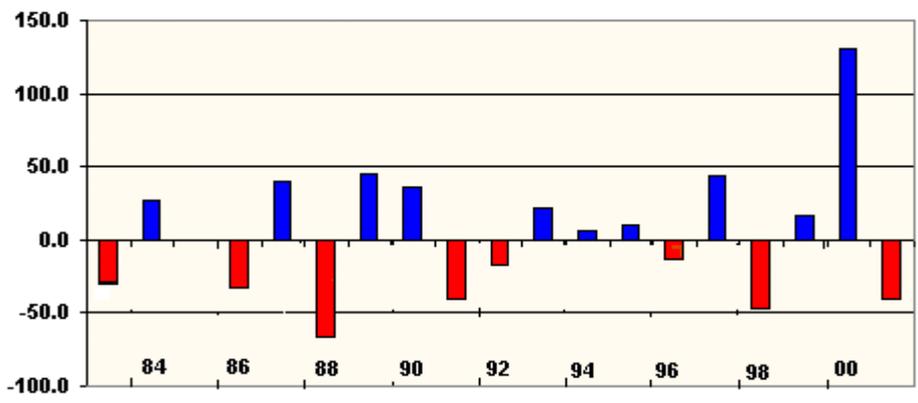


Figura 6. Diagramas de Hollmover sobre los 42.5 grados de latitud acotados entre las longitudes 0 y 15 grados oeste, correspondientes a la presión atmosférica a nivel medio del mar (A) y la temperatura superficial del aire (B). El eje vertical representa la variación temporal de los parámetros entre el 1 de octubre y el 31 de diciembre del 2001, mientras las dos líneas sólidas verticales delimitan la ubicación de Galicia para mayor claridad en los análisis.

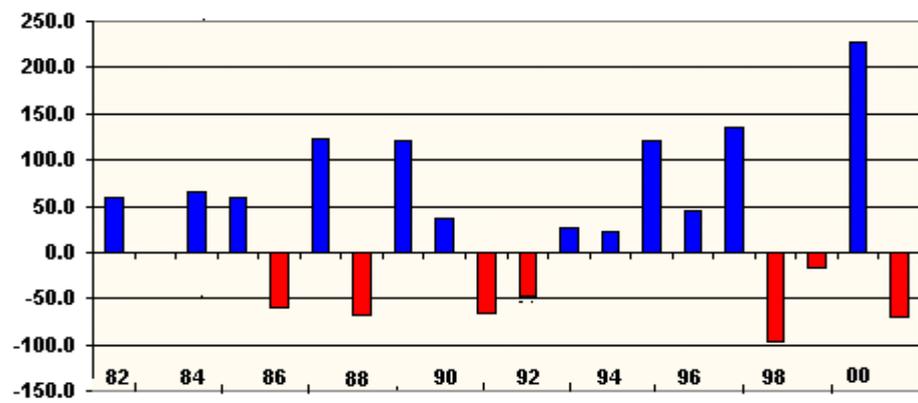
otoño del 2001 provocó un notable incremento de días con presiones anormalmente altas para la época y que tuvieron su máxima expresión desde finales de octubre hasta principios de diciembre. En este período, la casi totalidad de los días se mantuvieron con presiones altas para la época (figura 6a), hasta 18 hPa por encima de los valores de referencia. De hecho, sólo alrededor del 20 de octubre se produjo la única invasión de presiones significativamente bajas provenientes del Atlántico, tal como se observa en la banda de color azul que, alrededor de esa fecha, se extiende desde el margen izquierdo de la figura indicando el avance de bajas presiones desde el Atlántico. Nótese como la anomalía negativa es más fuerte cuanto más al oeste, mostrando el desplazamiento hacia el este del centro de bajas presiones.

Como consecuencia del predominio de las condiciones anticiclónicas, en otoño del 2001, se favorecieron los cielos poco nubosos, lo que a su vez incrementó el enfriamiento nocturno (figura 6b). Podemos observar dos períodos de anomalías negativas de temperatura especialmente significativos en Galicia en la segunda mitad de noviembre y segunda mitad de diciembre. Además, los vientos de componente este en capas bajas estimularon la advección de masas de aire frío continental, lo que se tradujo en la ocurrencia de dos intervalos de temperaturas excepcionalmente frías, uno en cada período anómalo del 2001. No obstante, dentro de estas características generales, el mes de octubre no fue realmente frío, inclusive con un calentamiento importante en sus días finales. Sin embargo, los meses de noviembre y diciembre sí se caracterizaron por anomalías negativas de temperatura.

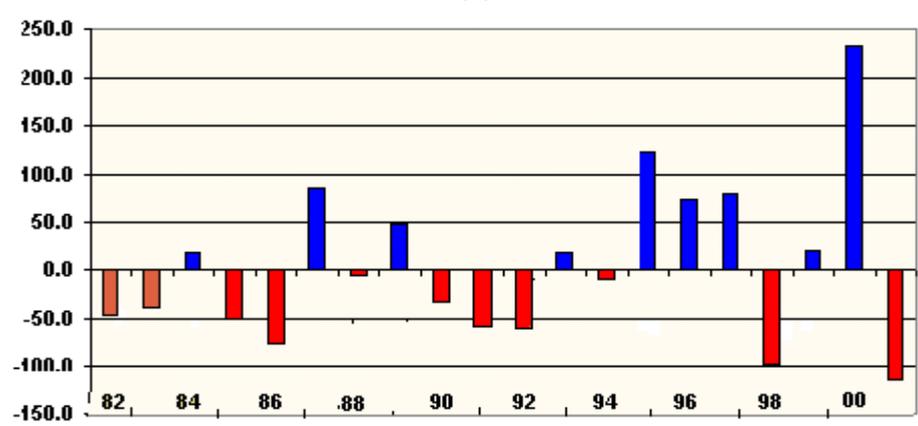
El patrón de altas presiones al norte de la Península Ibérica y la débil circulación del oeste durante los últimos tres meses del 2001, en contraposición al 2000, tuvo también consecuencias sobre la cantidad de precipitación. El otoño del 2000 resultó ser el más lluvioso de los últimos 20 años en toda Galicia, tanto en las comarcas costeras como en



(A)



(B)



(C)

Figura 7. Anomalías de la precipitación total para los otoños del 1982 al 2001 en tres estaciones de la red de Galicia: Mabegondo (A) ubicada en 43.24° N 8.26° W, Lourizán (B) ubicada en 42.41° N 8.66° W y Lalín (C) ubicada en 42.61° N 8.13° W.

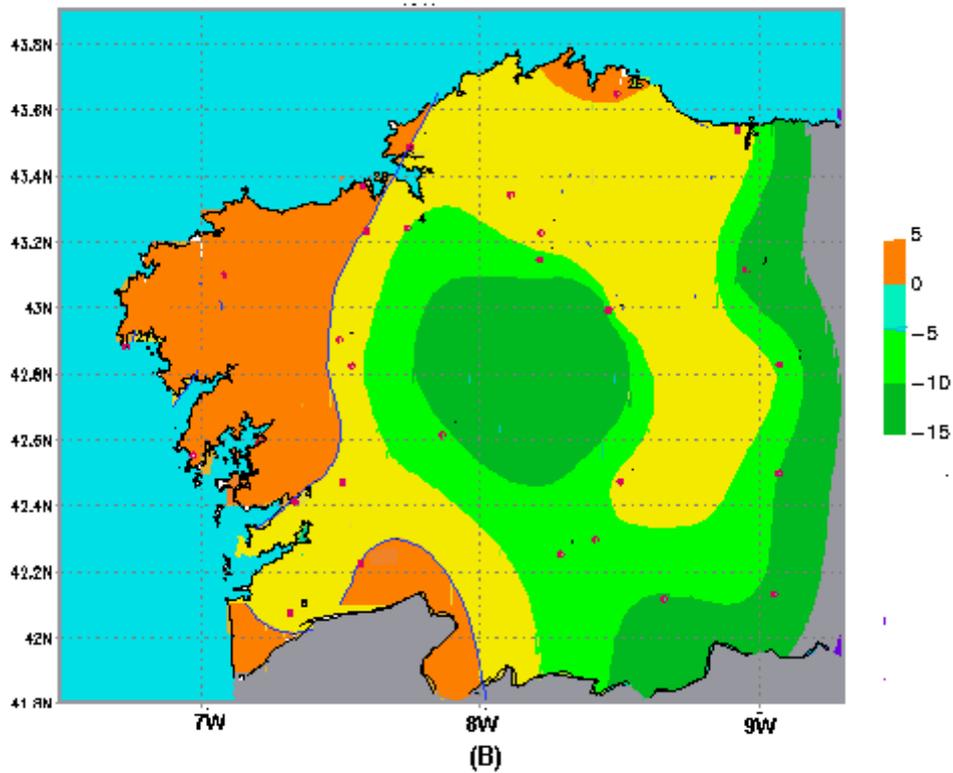
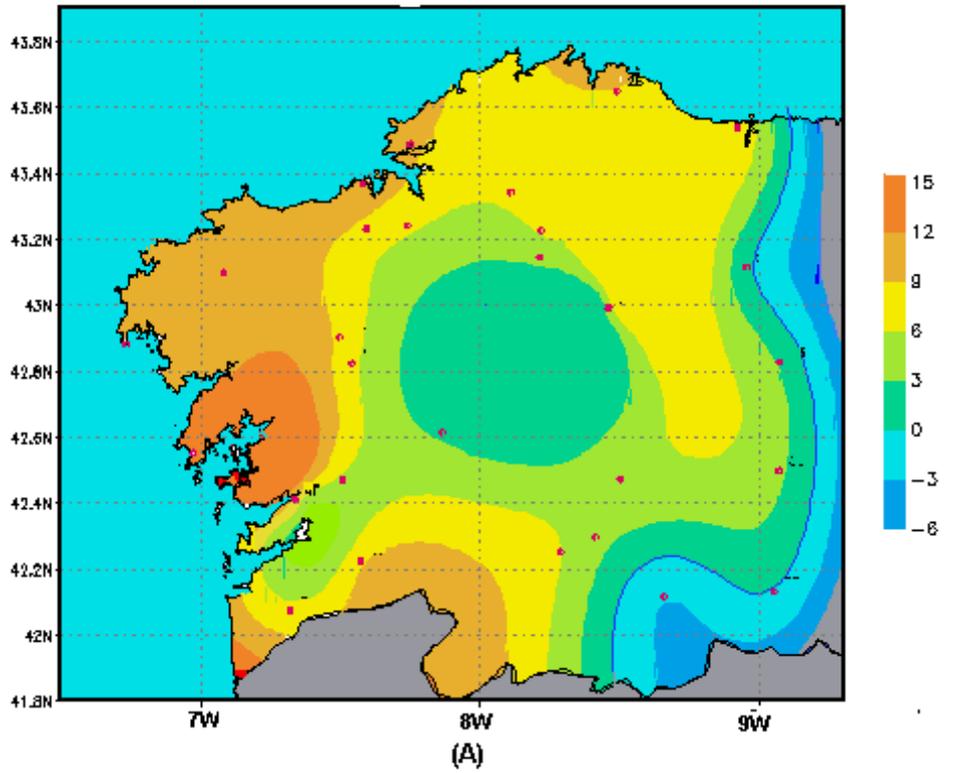


Figura 8. Mapas de la distribución general de las temperaturas mínimas medias (A) y mínimas absolutas (B) para el otoño del 2001 en Galicia, basados en la red de estaciones automáticas de la Xunta de Galicia. Las escalas están expresadas en grados Celsius.

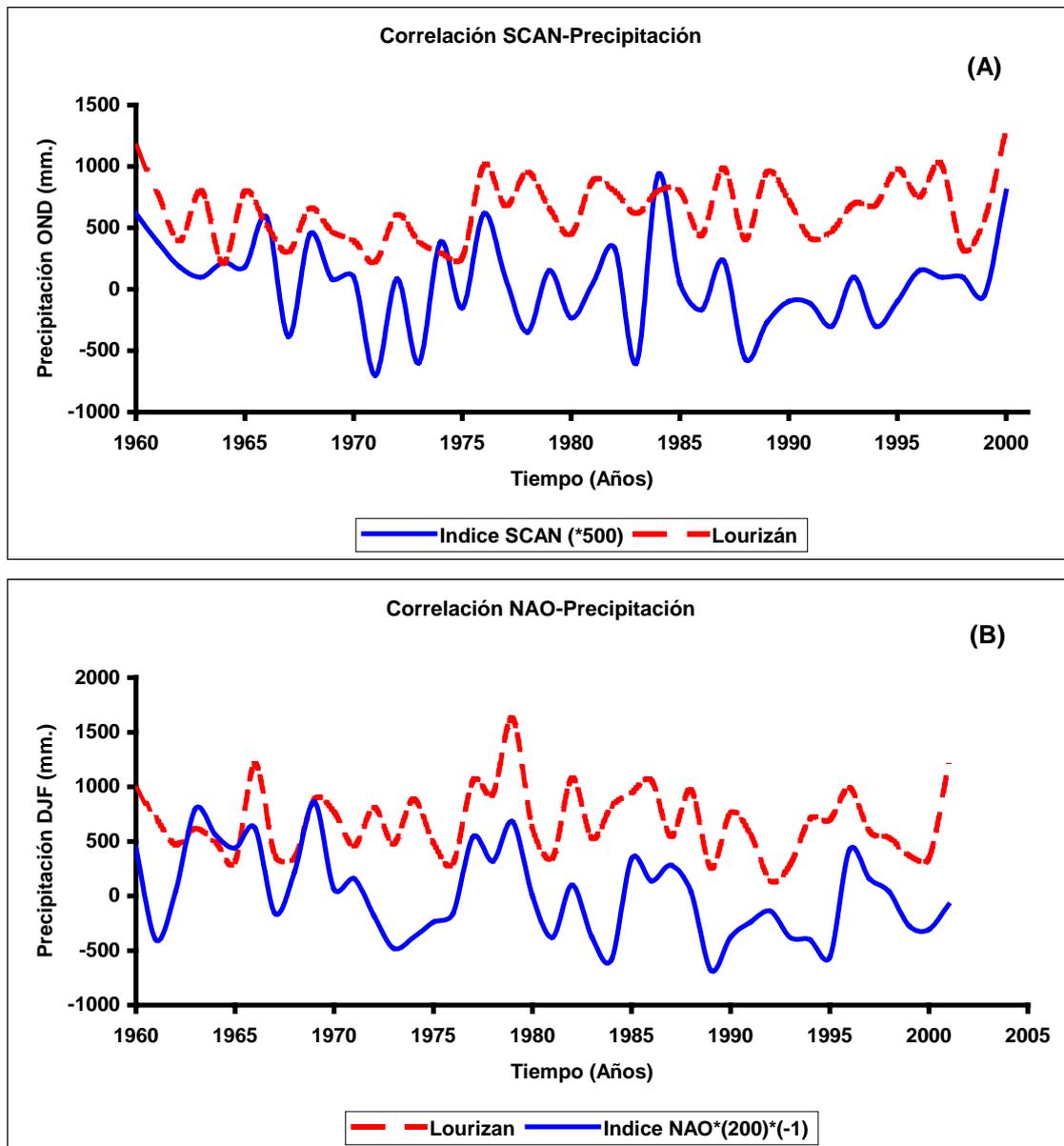


Figura 9. Series suavizadas de las precipitaciones en la localidad de Lourizán durante los períodos octubre-diciembre desde 1960 e índice NAO para igual período. El índice NAO se encuentra multiplicado por el factor negativo -200 para facilitar su representación gráfica.

el interior, mientras que la anomalía del otoño del 2001 resultó negativa, es decir, fue un otoño más seco de lo habitual (figura 7). Puede observarse, sin embargo, cómo ha habido otros otoños con mayor déficit hídrico, aunque, al igual que en las temperaturas hay que señalar que el mes de octubre registró cantidades de precipitación algo por encima de la media, con lo que el déficit registrado en el período fue debido a que los meses de noviembre y diciembre fueron significativamente secos. De hecho, el mes de noviembre resultó para algunas localidades gallegas uno de los más secos según los registros históricos. Concretamente, en la estación de Lourizán resultó ser el menos lluvioso de los últimos 50 años.

Las temperaturas en la Comunidad Gallega también se vieron afectadas por las anomalías en la circulación global. Si fijamos nuestra atención sobre la media de las mínimas registradas durante los últimos meses del 2001 (figura 8a) se hace evidente como las temperaturas han sido mas bajas de lo habitual, notándose esto principalmente, en el centro de la región donde las temperaturas medias están próximas a los 0° C, lo que implica un gran número de días de helada. Las temperaturas mínimas más extremas registradas durante el último trimestre del 2001 (figura 8b), muestran heladas en prácticamente toda la geografía gallega y temperaturas mínimas por debajo de -10° C en el interior de Galicia. Este hecho provocó la congelación de varios ríos, entre ellos el Arnioa a su paso por Allariz, el Cabe a su paso por Monforte e el Limia a su paso por Xinzo.

3.2 – Relación de patrones de circulación general con variables climatológicas locales.

En párrafos anteriores se ha analizado como las distintas condiciones meteorológicas acaecidas en Galicia durante los otoños del 2000 y 2001 pueden ser explicadas mediante las anomalías de la circulación general. Concretamente se ha mostrado como el patrón de anomalías es prácticamente el inverso de un año para el otro. Esta inversión se encuentra vinculada a la existencia de un fenómeno denominado teleconexión, en el cual anomalías físicamente separadas en el espacio aparecen correlacionadas en el tiempo. Así, en lo que afecta a Galicia, se ha observado como el reforzamiento de la presión sobre el Atlántico Nororiental induce un debilitamiento sobre el centro y este de Europa. Este patrón de teleconexión, que no es más que una de las componentes principales del campo de geopotencial de 500 hPa, tal como se señaló en la introducción, es caracterizado por el denominado Índice Escandinavo (SCAND), como medida de las variaciones del patrón escandinavo.

El patrón escandinavo consiste en un centro de presión sobre la Península Escandinava, norte de Siberia y zonas del Ártico, junto con dos centros más débiles y de signo opuesto al anterior situados sobre Europa Occidental y Mongolia-oeste de China, respectivamente (Barnston y Livezey, 1987). La fase positiva de este patrón se asocia con anomalías positivas de presión sobre la Península Escandinava, mientras que la fase negativa está asociada con anomalías negativas sobre esa misma área. Un buen ejemplo de fase positiva del patrón Escandinavo lo encontramos precisamente en la figura 1a, mientras que la fase negativa puede asimilarse a la figura 1b. De esta forma, el cambio del patrón escandinavo, desde un valor positivo en el 2000 a uno negativo en el 2001 podría caracterizar casi exclusivamente el diferente comportamiento de los dos otoños. Cabe decir, que el valor del año 2000 no fue solamente negativo, sino que en valor absoluto alcanzó el segundo valor más alto desde 1960.

Esta explicación tan aparentemente simple no debe inducir a error puesto que este patrón sólo explica una fracción de toda la variabilidad en la circulación del hemisferio norte, aunque sea el principal responsable del cambio ocurrido durante los últimos meses del 2000 y el 2001. Si se observa la serie histórica de precipitación acumulada en la estación climática de Lourizán durante los meses de Octubre a Diciembre (OND) y el valor del índice escandinavo durante este mismo período (figura 9a) se hace evidente este hecho. La correlación de largo período entre ambas series es de 0.46, lo que indica que la variación del índice SCAND explica el 21% de la variabilidad de precipitación en Galicia. Por tanto, otros patrones de variabilidad deben inducir cambios en las condiciones meteorológicas sobre Galicia.

Tal como se explicó en la Introducción, uno de los patrones de teleconexión más importantes en el hemisferio norte es la denominada Oscilación del Atlántico Norte (NAO). Consiste en un dipolo norte-sur, con un centro situado sobre Islandia y otro en latitudes centrales del Océano Atlántico, entre 35°N y 40°N. La fase positiva de la NAO refleja anomalías negativas del geopotencial sobre el Atlántico Norte y una anomalía positiva en el sur. La fase negativa refleja el patrón opuesto. Ambas fases de la NAO están asociadas con cambios en la posición de la corriente de chorro del Atlántico Norte y el paso de borrascas. Esto hace que los cambios en este patrón induzcan cambios en los patrones de temperatura y lluvia en Europa occidental y central (van Loon y Rogers 1978, Rogers y van Loon 1979). La relación entre la NAO y las precipitaciones en Galicia se ilustra en la figura 9b, donde se representa la precipitación acumulada en los meses de diciembre a febrero y el valor del índice en estos meses. Nótese que entre la NAO y la precipitación en Galicia existe una anticorrelación, porque lo que la serie correspondiente a la NAO se ha representado con el signo invertido para mayor facilidad de interpretación. Destaca a simple vista la gran correlación existente en

algunos períodos de tiempo. Como ejemplo de esto podemos citar el período 1975-1990 en el que la variación del índice NAO explicaría un 53% de la variación de la cantidad de precipitación. Sin embargo, cuando se considera el período 1960-2000 este valor baja a un 19%, prácticamente idéntico al obtenido con el SCAND.

Además de estos dos patrones de teleconexión existen otros que se manifiestan en el hemisferio norte y que aunque tienen menor influencia en las condiciones atmosféricas sobre Galicia, no son irrelevantes. Todo ello hace muy dificultoso el encontrar parámetros que permitan realizar una predicción estacional, puesto que no bastaría con predecir el valor de uno o dos índices, sino que debería conocerse el valor combinado de todos ellos para poder predecir las anomalías en el comportamiento atmosférico en los siguientes meses.

4 – CONCLUSIONES

El otoño del año 2000 y el correspondiente al año 2001 en Galicia presentaron características opuestas en cuanto a valores de temperatura y precipitación.

Estas anomalías no respondieron a un fenómeno local sino a la variabilidad en la circulación global atmosférica. Esta variabilidad se puede comprobar analizando los mapas de anomalías tanto de geopotencial de 500hPa como de niveles más altos, como los 300hPa. Como consecuencia de estos análisis se puede deducir que:

- En el año 2001 se observa un incremento de geopotencial en Europa Central, Escandinavia, Rusia y el Océano Ártico, mientras que en el año 2000 se da la situación inversa.
- La componente zonal de la circulación se mantuvo más fuerte de lo habitual en nuestras latitudes en el año 2000, propiciando la entrada de frentes. En el año

2001 dicha componente zonal aparece debilitada, permitiendo el establecimiento de un anticiclón de bloqueo en las inmediaciones de las Islas Británicas.

De igual forma también existen anomalías en cuanto al campo de presión en superficie de signo opuesto en los dos años mencionados.

Las dispares condiciones meteorológicas en Galicia para los otoños del 2000 y 2001 pueden ser explicadas mediante un modo de variación de la circulación atmosférica del hemisferio norte, denominado patrón escandinavo. Esta explicación no debe llevar a pensar que otras anomalías meteorológicas pudieran ser explicadas atendiendo solamente a la variación de este índice, puesto que del estudio de series de precipitación de 40 años se deduce que este índice solamente explica el 21% de la varianza de la lluvia. El siguiente índice en importancia para explicar las anomalías de precipitación es la oscilación del Atlántico Norte (NAO) responsable del 19% de los fenómenos ocurridos

5 – 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 de Galicia*”, 2000-2004.. Asimismo, agradecemos el uso de los datos meteorológicos y climáticos de la Red Meteorológica y Climatológica de Galicia perteneciente a la Consellería de Medio Ambiente, Xunta de Galicia.

REFERENCIAS

- Almarza, C. y López, J.A. (1996). “*Variability of the precipitation in Spain and its relation to the North Atlantic Oscillation*”, European Conference on Applied Climatology, Abstract Volume, 7-10 May, Norrköping, Suecia, 163-165
- Barnston, A. G. and Livezey, R. E. (1987). “*Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns*”, Mon. Weather Rev., **115**, 1083-1126.
- CMA- Consellería de Medio Ambiente (2000). “Anuario Climatológico de Galicia 1999”. Colección Técnica Medio Ambiente. Xunta de Galicia. 97pp.
- CMA- Consellería de Medio Ambiente (2001). “Anuario Climatológico de Galicia 2000”. Colección Técnica Medio Ambiente. Xunta de Galicia. 87 pp
- Glowienka-Henze, R. (1990). “*The North Atlantic Oscillation in the Atlantic-European SLP*”, Tellus, 42A, 497-507.
- Hurrell, J. W. y van Loon, H. (1997). “*Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation*”, Clim. Change, **36**, 301-306.
- Kozuchowski, K., Maheras, P. and Wibig, J. (1992). “*Connections between air temperature and precipitation and the geopotential height of the 500hPa level in a meridional cross-section in Europe*”, Int. J. Climatol., 12, 343-352.
- Kutiel, H., Maheras, P. and Guika, S. (1996a). “*Circulation and extreme rainfall conditions in the eastern Mediterranean during the last century*”, Int. J. Climatol., 16:, 73-92.
- Kutiel, H., Maheras, P. and Guika, S. (1996b). “*indices over the Mediterranean and Europe and their relationship with rainfall conditions across the Mediterranean*”, Theor. Appl. Climatol., 54:, 125-138.

- Martínez-Cortizas, A. y Pérez-Alberti, A. (1999). “*Atlas climático de Galicia*”. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.. 207 pp.
- Meehl, G. A. y van Loon, H. (1979). “*The seesaw in winter temperatures between Greenland and Northern Europe. Part III: Teleconnections with lower latitudes*”, *Mon. Weather Rev.*, **107**, 1095-1106.
- Rogers, J. C. (1990). “*Patterns of low-frequency monthly sea level pressure variability (1899-1986) and associated wave cyclone frequencies*”, *J. Clim.*, **3**, 1364-1379.
- Rogers, J. C. y van Loon, H. (1979). “*The seesaw in winter temperatures between Greenland and Northern Europe. Part II: Some oceanic and atmospheric effects in middle and high altitudes*”, *Mon. Weather Rev.*, **107**, 509-519.
- van Loon, H. y Rogers, J. C. (1978). “*The seesaw in winter temperatures between Greenland and Northern Europe. Part I: General description*”, *Mon. Weather Rev.*, **106**, 296-310.
- Walker, D.T. (1924). “*Correlation in seasonal variations of weather. IX: A further study of world weather*”, *Mem. Indian Meteorol. Dep.*, **24**, 275-332.