

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PRECIPITACIÓN REGISTRADA EN LA PENINSULA IBERICA: 1961-90 y 1971-2000.

M. Andrés; C. Tomás; F de Pablo ; L. Rivas ; Solange Mendonça*

Departamento de Física General y de la Atmósfera. Facultad de Ciencias.

Universidad de Salamanca, Salamanca, Pza. Merced, s/n., España

*** Geophysical Center of the University of Lisboa, F. of Sciences, Lisboa. Portugal**

Resumen

Se analizan los valores climatológicos de la precipitación mensual acumulada en 42 observatorios de la Península Ibérica, considerando dos períodos diferentes 1961-90 y 1971-2000. Mediante la aplicación del Análisis de Componentes Principales a las matrices de datos (12*42)(meses*observatorios) se retienen tres componentes (CPs) que explican el 93,4% y el 93,7% de las varianzas totales en cada período, respectivamente. La distribución espacial de los factores rotados muestra que: a) las CP1 para cada período presentan los valores más elevados al W de la Península ; b) las CP2, presentan los valores más altos al N y NE, y c) las CP3 presentan los mayores valores al E. Por último se determinan los modos de circulación diaria que afectan a la Península Ibérica en ambos períodos y se extraen y comparan las frecuencias mensuales.

Precipitación; variabilidad temporal; variabilidad espacial; tipos de tiempo.

Summary

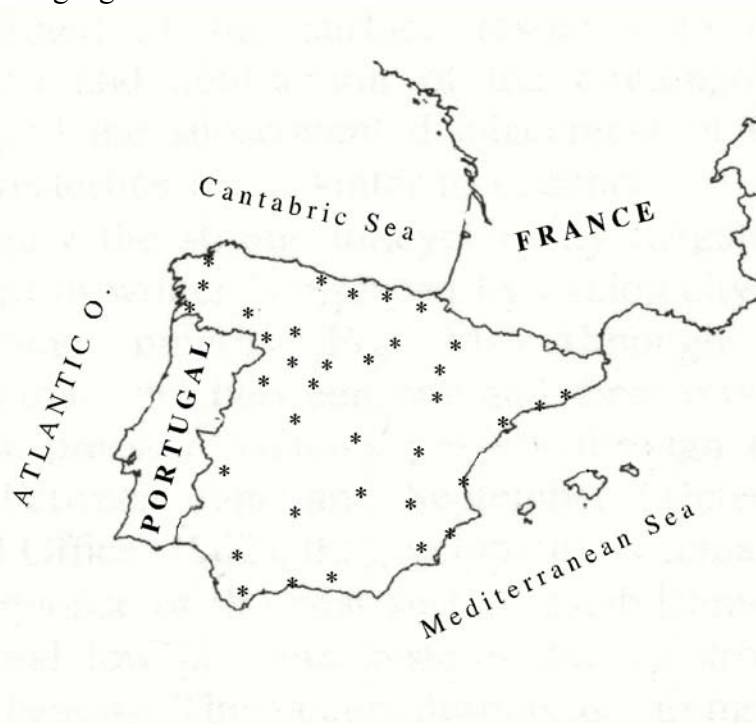
The total monthly rain gauge data of 42 observing stations throughout the Iberian Peninsula (IP) were analysed at climate time scale, using two different time periods, 1961-90 and 1971-2000. The Principal Components Analysis is used to reduce the data matrix (12 x 42) (months x stations) and three components (CPs) are retained. They explain 93.4% and 93.7% of the total variance for each time period considered respectively. The spatial distribution of the rotated factors shows that a) maximum values of the CP1 for each time period are located in the western IP; b) the highest values of the CP2 are located in the northern and northeastern IP, and c) maximum values of CP3 are located in the eastern IP. Daily circulation weather types affecting the IP are obtained for both time periods besides monthly frequencies of each one air masses.

Rainfall data; temporal and spatial analysis; weather types

Datos y Métodos

El estudio parte de los valores climatológicos mensuales de precipitación, INM 2002, para 42 observatorios irregularmente repartidos en la Península Ibérica, para dos períodos diferentes 1961-1990 y 1971-2000, figura 1; en la segunda parte del trabajo se usan valores diarios de presión en superficie para una rejilla de 16 puntos, cuyo centro es la Península Ibérica, para el período 1961-2000.

Figura 1. Situación geográfica de los 42 observatorios.



Los datos climáticos de los observatorios en un área pequeña están más o menos correlados. El Análisis de Componentes Principales (ACP) es una técnica estadística sofisticada, corrientemente usada en climatología como técnica de reducción, cuya mayor dificultad consiste en que la interpretación de los resultados ha de ser cuidadosa. En este trabajo hemos utilizado esta técnica con objeto de obtener los principales modos de variación espacial y temporal de la precipitación en la Península Ibérica.

Las matrices iniciales de datos son (12×42) (meses*observatorios) para los dos períodos diferentes de 30 años cada uno. El ACP transforma una serie de variables correladas en una nueva serie de variables no-correladas, llamadas componentes principales (CPs), las cuales se derivan en orden de importancia decreciente, es decir, la primera CP tiene en cuenta la mayor parte de la información de la varianza de los datos originales; la segunda CP la mayor parte del resto y así sucesivamente. Las variables originales son combinaciones lineales de las CPs, que en forma matricial puede escribirse: $(M) = (C) \cdot (O)$, donde (M) es la matriz de datos iniciales; (C) es la matriz de coeficientes denominados factor loadings y (O) es la matriz ordenada de valores propios.

A veces, los resultados del ACP no son fáciles de interpretar físicamente por lo que se recurre a la rotación de las componentes. En nuestro caso se ha elegido la rotación ortogonal “Varimax” (Richman, 1986). Mediante esta rotación las CPs permanecen ortogonales (no-correladas) y los factor loadings son los coeficientes de correlación entre las variables iniciales y las CPs.

Resultados

a) Variación temporal y espacial de la precipitación

En la tabla 1, se presentan los valores propios y la varianza (en porcentaje) explicada por las tres primeras componentes; estas han sido seleccionadas de acuerdo con la regla N (para $\lambda = \text{valor propio} > 1$) para ambos períodos.

Tabla I. Resultados del ACP

61-90						71-00					
Sin rotar			Rotada			Sin rotar			Rotada		
Autovalor	% vari	% var acu	Autovalor	% var	% var acu	Autovalor	% vari	% var acu	Autovalor	% var	% var acu
28.078	66.853	66.853	21.048	50.114	50.114	28.345	67.489	67.489	20.558	48.947	48.947
6.984	16.627	83.481	11.265	26.820	76.935	7.251	17.264	84.753	12.217	29.089	78.036
4.187	9.968	93.449	6.903	16.435	93.370	3.895	9.275	94.028	6.596	15.704	93.740

Figura 2. Evolución mensual de los scores.

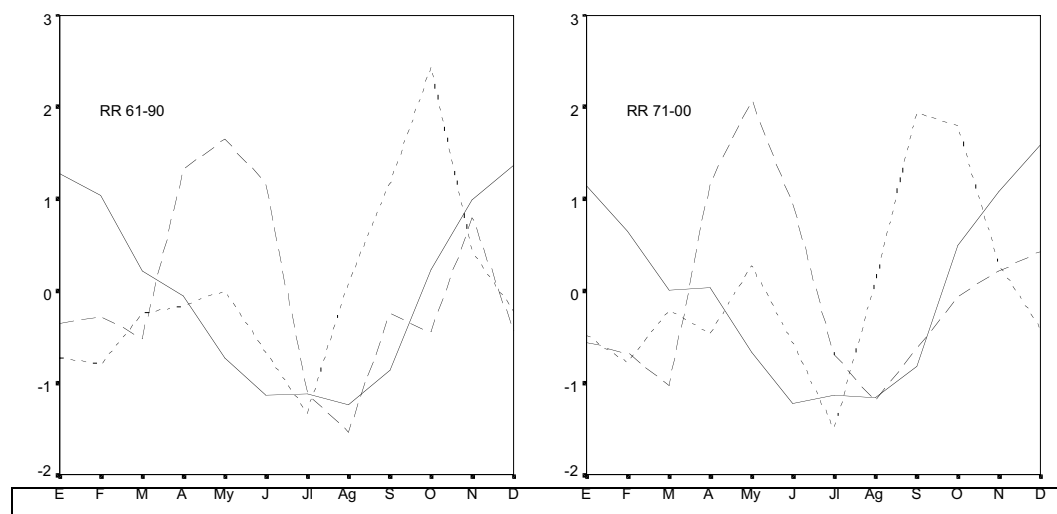
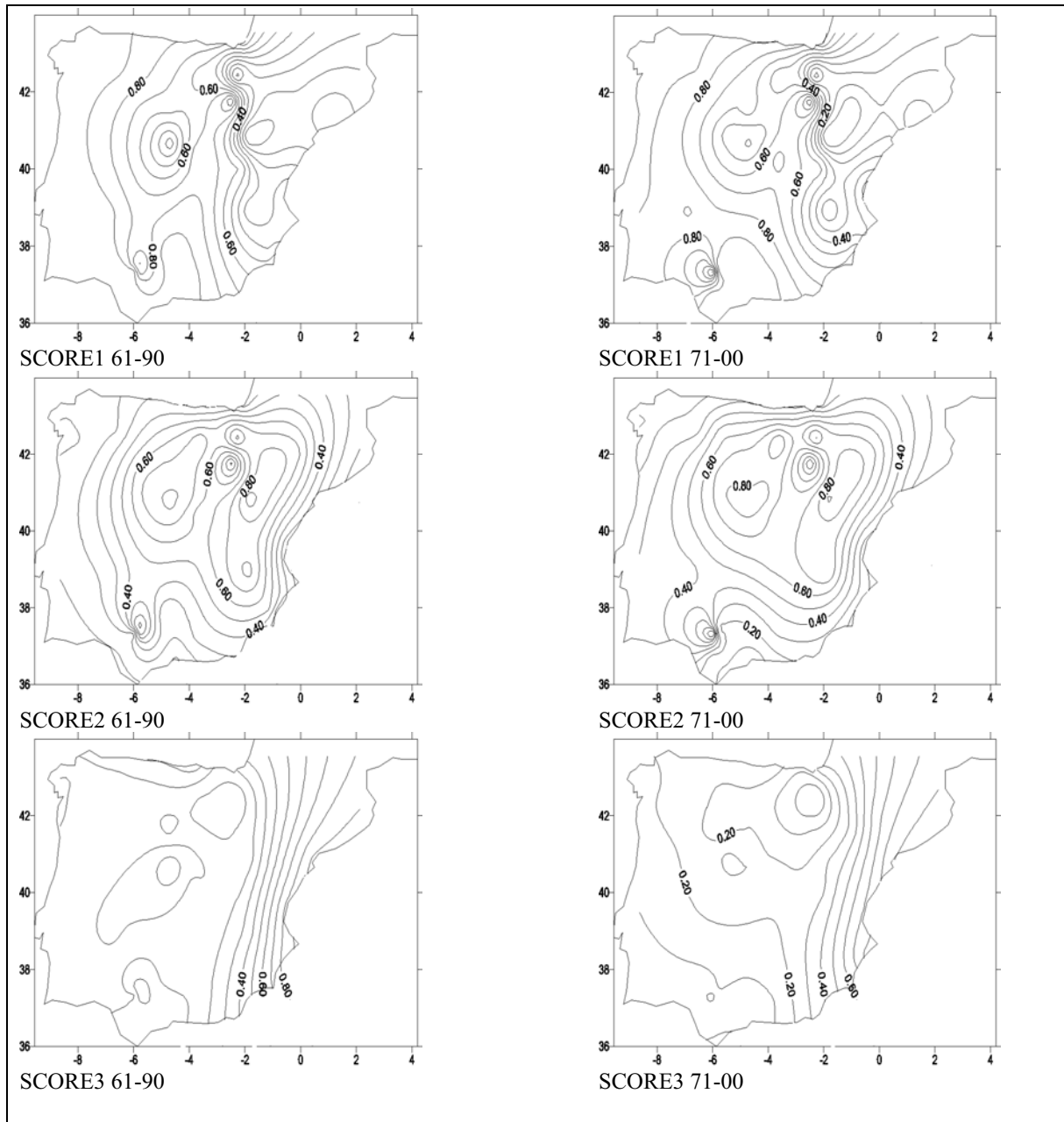


Figura 3. Izda: distribución espacial de los factores de 61-90 y dcha de 71-00



En la figura 2 se presenta la evolución mensual de las proyecciones de cada una de las 3 CPs para ambos períodos, a resaltar la gran similitud de ambos paneles, similitud que se manifiesta en los coeficientes de correlación entre las correspondientes evoluciones temporales de ambos períodos: $r_1 = 0.983^{**}$; $r_2 = 0.891^{**}$; $r_3 = 0.940^{**}$, todos ellos significativos al 99%. A la vista de las gráficas de la figura 2, puede decirse que la evolución mensual de los scores se ajusta perfectamente a la evolución de la precipitación en la Península a lo largo del año. Así, puede apreciarse (score1) la escasa contribución a la precipitación anual de la precipitación de los meses de verano; por otra parte, en la mayoría de las regiones peninsulares, hay dos máximos de precipitación al año uno en primavera

(score2) unido a la actividad de las depresiones atlánticas, que aparece asociado con la presencia de la corriente en chorro polar, y otro que tiene lugar en el otoño o al comienzo del invierno (score3).

Por otra parte, en la figura 3 se presenta la variación espacial de los factor loadings de cada CP. Según la tabla 1, la CP1 explica un 50.1% y un 48.9% de la varianza en cada período correspondiente. El cálculo de los factor loadings para las CP1, después de la rotación, muestra que los valores más altos aparecen en la parte W de la Península (I.a.), la precipitación en esta zona viene predominantemente determinada por los flujos de masas de aire procedentes del SW, W y NW. Las del SW debidas a que los potentes anticiclones en Escandinavia y Este de Europa actúan de bloqueo, desviando la corriente zonal, con lo que el aire tropical marítimo fluye del SE sobre Europa Occidental. Las del W son debidas a las altas presiones del Atlántico Subtropical, con núcleo al S, W o SW de las Azores, estando más o menos en línea de paralelo con otros núcleos euroasiáticos constituyen la muralla por cuyo borde se manifiesta el flujo zonal en buena parte de la Península Ibérica. El engranaje dinámico de los vórtices de baja presión contorneando el anticiclón, casi siempre el de las Azores, produce un desfile de áreas depresionarias alternadas de cuñas anticiclónicas intermedias, lo que supondrá una alternancia de curvaturas ciclónicas y anticiclónicas sucesivas que alcanzan distintas regiones de la Península. La duración de la situación de flujo genérico del W es superior a cinco días y aún de dos semanas, presentándose más bien en meses invernales. Por último, las del NW se deben a que la mayor agresividad del aire polar que nos llega del Canadá, casi siempre pasando por Terranova o bordeando Groenlandia se manifiesta en la circulación zonal ondulada de largo recorrido marítimo hasta Europa, por alguna fase de flujo del noroeste. La baja secundaria más próxima a la Península está situada hacia las Islas Británicas o Normandía, a veces.

Las CP2 que explican el 26.8% y el 29.1% de varianza en cada período correspondiente presentan los valores más altos de los loadings al N y NE de la Península Ibérica. La precipitación en estas zonas está ligada a flujos del N, NW y NE. Las situaciones del N se deben a que el anticiclón atlántico emigra en alguna ocasión otoñal hacia el norte al extenderse su dorsal hacia Islandia y dispone su eje en posición meridiana tal como a 30 grados oeste con lo que justifica una intensa corriente del norte que rápidamente lleva aire ártico incluso, no solo polar, desde el Océano Ártico hasta a veces el mismo Desierto del Sahara. La presentación de este grupo de situaciones es general, salvo en verano, en que el vértice circumpolar, por cuya agresividad se produce, está decaído entonces y no existe siquiera aire polar frío. Por último, el flujo del NE puede llevar aire continental polar, seco y frío, procedente del norte de Europa, y aún continental atlántico, si su procedencia corresponde a latitudes más al norte. Ocurre con anticiclón británico-escandinavo o con anticiclón atlántico con dorsal muy alta en latitud desde el nordeste o casi el este, y situado su centro a 50° de latitud norte. Otra explicación dinámica de este flujo es resultante de una posición del anticiclón atlántico avanzando una dorsal hacia Inglaterra-norte de Francia, con lo que el aire marítimo tropical bordeando el anticiclón con corriente nordeste sobre la península es el dominante.

Las CP3 que explican el 16.4% y 15.7% de la varianza, respectivamente, originan los loadings más elevados en la parte E de la Península.

b) Tipos de tiempo

Acabamos de ver, apartado (a), que la distribución espacial de la precipitación presenta similares características en ambos períodos. La pregunta siguiente es si existirá también constancia de los flujos de masas asociados, para contestarla, nos hemos basado en los procedimientos desarrollados por Jenkinson and Collison (1977) y Jones et al. (1993) para definir objetivamente LWTs para las Islas Británicas y hemos determinado la circulación diaria que afecta a la Península Ibérica en ambos períodos.

Como la fuerza del flujo geostrófico es proporcional al gradiente de presión, la diferencia de presión entre dos estaciones puede ser usada como guía de la fuerza del flujo geostrófico perpendicular a la línea que une a ambas estaciones. Es decir, la diferencia entre las presiones de las estaciones en el sur del dominio y en el norte nos dará un índice de la fuerza del flujo del W o zonal (WF). De igual forma la diferencia de presiones entre las estaciones del oeste y del este nos dará un índice de la fuerza del flujo del S o meridional (SF). La composición de ambos flujos da origen al flujo total (F). Otros índices usados son :Variación horizontal de la vorticidad sur (ZS), variación horizontal de la vorticidad oeste (ZW) y variación total de la vorticidad (Z).

Los índices son calculados usando valores de presión de superficie (SLP) obtenidos para un espacio de 16 puntos (figura 1) usando las expresiones y reglas de clasificación propuestas por Trigo and DaCamara, 2000. Lo adecuado de estas reglas para la Península Ibérica ha sido confirmado por Goodess and Palutikof (1998) y Tomás, C. et al (2003).

El campo de datos diarios de SLP (2,5°x 2,5° longitud-latitud) proporcionado por el IRI/LDEO Climate Data Library son utilizados sobre el área definida por 40° W a 25° E y desde 20° a 70° N. El método da origen a 26 CWTs, con 8 tipos direccionales puros, 16 tipos híbridos (HC y HA) y 2 tipos controlados por la vorticidad geostrófica (C y A). Con objeto de reducir la clasificación se retienen sólo las situaciones dominantes (aquellas que superan el valor medio). Tablas II y III.

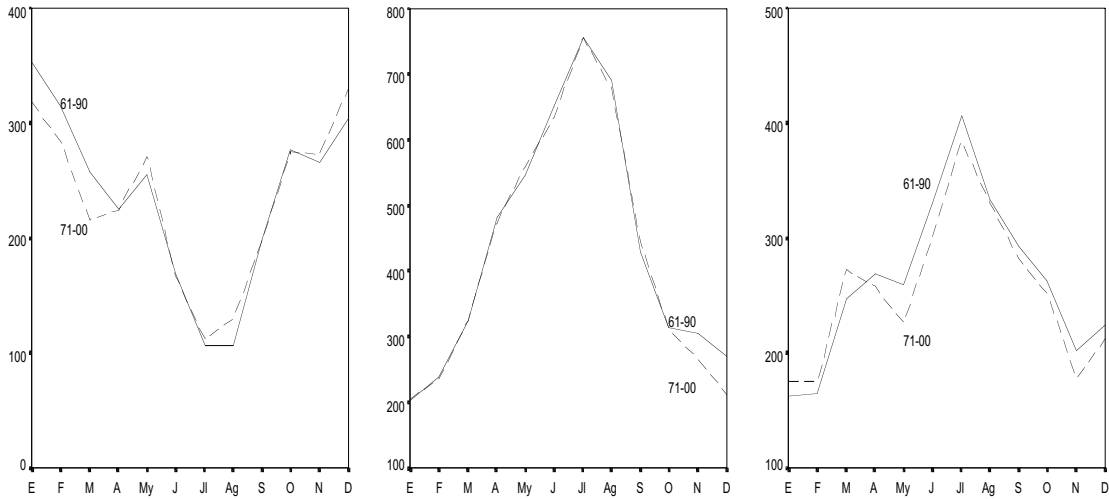
Tabla II. Situaciones dominantes. Período 1961-90

61-90	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO	%
NE	25	30	59	112	132	211	280	234	125	79	47	41	1375	12,5
E	34	46	76	52	35	28	33	26	56	61	38	45	530	4,8
SW	73	84	42	30	33	12	2	5	32	55	46	68	482	4,4
W	85	97	58	63	59	32	11	14	43	67	53	73	655	6,0
NW	42	39	44	40	66	42	47	35	35	44	42	41	517	4,7
N	19	37	55	83	104	144	172	195	72	27	47	32	987	9,0
C	42	58	49	84	67	62	46	47	47	59	69	56	686	6,4
A	276	208	249	161	179	121	102	160	210	213	246	256	2381	22,6
HANE	16	20	29	38	52	48	50	52	44	35	25	32	441	4,0
HAN	13	15	39	38	42	57	72	76	46	23	16	19	456	4,2

Tabla III. Situaciones dominantes. Período 1971-2000

71-00	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO	%
NE	27	36	57	93	119	176	258	231	120	79	35	28	1259	11,5
E	44	49	80	60	23	32	30	35	56	60	33	50	552	5,0
SW	62	62	33	26	47	10	2	7	34	60	51	86	480	4,4
W	78	83	44	52	56	32	18	18	45	60	49	78	613	5,6
NW	40	34	42	53	63	47	45	33	37	39	46	34	513	4,7
N	18	39	54	83	119	167	189	197	70	33	41	24	1034	9,4
C	46	43	43	95	95	56	49	59	55	49	58	51	699	6,4
A	297	236	268	166	156	127	99	143	209	233	278	262	2474	22,6
HANE	20	19	39	35	39	42	65	39	50	36	24	19	427	3,9
HAN	9	20	41	29	36	59	68	61	58	22	11	12	426	3,9

Figura 4. Izda. Situaciones con componente W (Puras + Híbridas). Centro. Situaciones con componente N, NW y NE (Puras + Híbridas). Dcha: Situaciones con componente E (Puras + Híbridas). Continuo (61-90); Discontinuo (71-00).



Los resultados de las tablas II y III y de la figura 4 explican de forma correcta las similares características espaciales y temporales de la precipitación registrada en la Península Ibérica en ambos periodos.

Bibliografía

Goodess, C.M. and Palutikof, J.P. (1998)
 Development of daily rainfall scenarios for the southeast Spain using a circulation type approach to downscaling
 Int. Journal of Climatology, **18**, pp. 1051-1081.

INM 2002

Valores normales y estadísticos de observatorios meteorológicos principales
 Series estadísticas. Ministerio de Medio Ambiente.

Jenkinson, A.F. and Collison, F.P. (1977)

An initial climatology of gales over North sea.

Synoptic Climatology Branch Memorandum, 62, Meteorological Office, London.

Jones, P.D., Hulme, M. and Briffa, K.R.. (1993)

A comparasion of Lamb circulation types with an objective classification scheme.

Int. Journal of Climatology, **13**, pp. 655-663.

Richman, M.B.(1986)

Rotation of principal components

Journal of Climatology, **6**, pp. 293-335.

Tomás, C.; de Pablo, F. and Rivas, L. (2003)

Circulation weather types and cloud-to- ground flash density over the Iberian Peninsula

Int. Journal of Climatology (accepted, Marzo 2003).

Trigo, R.M. and DaCamara, C.C. (2000)

Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in Portugal

Int. Journal of Climatology, **20**, pp. 1559-1581.