ANALISIS DE LA SITUACION DE LLUVIA 'CONTINUA' EN EL MEDITERRANEO OCCIDENTAL DURANTE OCTUBRE NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 2008

ANALYSIS OF THE CONTINUOUS RAINFALL SITUATION DURING OCTOBER, NOVEMBER AND DECEMBER 2008 IN THE WESTERN MEDITERRANEAN

C. Ramis[1], R. Romero[1], V. Homar[1], S. Alonso[1,2]
1. Grup de Meteorología, Departament de Física, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca.
2. IMEDEA. UIB-CSIC. Palma de Mallorca.
cramis@uib.es

SUMMARY

The last quarter -October, November and December- of 2008 was anomalously wet in the Balearic Islands. Both the number of rainy days and the accumulated precipitation for the period were much greater than climatological mean values, ranking at the 96 percentile in the corresponding frequency distributions. The comparison of the quarterly mean synoptic fields against climatology shows persistent low pressure and negative geopotential height anomalies at low and mid levels over the Iberian Peninsula and over Scandinavia while positive anomalies dominate the eastern Atlantic and eastern Europe. Such pattern can explain the stationarity of the rain-bearing synoptic settings observed during the quarter. Besides, an objective classification of the 92 daily synoptic maps of the quarter, based on the identification of analogue situations within a reference climatology of rainy days, confirms that favorable flows to produce precipitation in the Balearic Islands and eastern Iberian Peninsula were more frequent during last quarter of 2008 than climatological mean.

Introducción

Las Islas Baleares, situadas en el centro del Mediterráneo occidental (Fig. 1), tienen un régimen pluviométrico caracterizado por presentar el máximo de precipitación durante los meses de Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre y el mínimo durante Julio y Agosto (Guijarro 1986). El máximo pluviométrico del año coincide con la época en la cual el número de días de lluvia es mayor (Sumner et al. 2001). El otoño es también cuando, por término medio, el número de días de tormenta es más alto (Gayá et al. 2001). La variabilidad pluviométrica interanual es notable, pudiendo seguir un año muy lluvioso a otro muy seco y viceversa (Homar et al. 2009). Esta variabilidad bien conocida por los habitantes de la región, y hasta cierto punto sufrida, puede conducir, debido al régimen pluviométrico indicado, a un déficit de agua en verano, precisamente la época de mayor demanda como consecuencia de que gran parte de la economía de las islas está fundamentada en el turismo vacacional.

El trimestre Octubre, Noviembre y Diciembre de 2008 fue una época notablemente húmeda. Existía una sensación subjetiva en muchas personas de las Islas Baleares de que estaba lloviendo por encima de los valores medios así como de que el número de días de lluvia era muy superior a su valor normal. Esta sensación subjetiva podría ser confirmada teniendo únicamente presente que, durante el mes de Noviembre, solamente durante cuatro días no llovió en ningún punto de las Islas Baleares (Jansà, comunicación personal).

El objetivo del presente trabajo es, en primer lugar, intentar cuantificar, en términos relativos y comparando con la climatología, cuan anormales pluviométricamente han sido Octubre, Noviembre y Diciembre de 2008. En segundo lugar, determinar qué situaciones meteorológicas han sido las responsables de este periodo húmedo en términos de las anomalías de presión al nivel del mar y geopotencial a 500 hPa. Finalmente analizar la frecuencia de las situaciones meteorológicas productoras de lluvia en las Islas Baleares por comparación con unos patrones de circulación atmosférica de referencia obtenidos por Romero et al. (1999b).

Metodología

Para analizar la anomalía pluviométrica se han considerado los datos pluviométricos de 18 estaciones que tienen la serie pluviométrica diaria completa en el periodo 1951-2008 (Fig. 1). Estas estaciones han sido utilizadas por el OCLIB (Observatorio el Clima de las Islas Baleares de la UIB) para hacer un seguimiento de la evolución de la precipitación en las Islas Baleares. Se ha obtenido el régimen pluviométrico anual en las islas calculando los valores medios mensuales de precipitación considerando las 18 estaciones durante el periodo 1951-2007. Análogamente se ha calculado el número medio mensual de días de lluvia (superior a 1 mm) durante el periodo indicado. Se ha determinado la distribución de frecuencias de las cantidades de precipitación y de los días de lluvia para los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre conjuntamente para el mismo periodo. Los valores medios y las distribuciones de frecuencia se han comparado con los valores observados durante 2008.

Para analizar las situaciones meteorológicas que han dado lugar a este periodo húmedo se ha considerado la situación meteorológica diaria de Octubre, Noviembre y Diciembre de 2008 a las 00 UTC en superficie y a 500 hPa según el análisis del ECMWF. El área considerada cubre el norte de África, Europa y parte del Atlántico oriental (ver Fig. 5). Se ha determinado la situación meteorológica media para cada mes y para todo el trimestre. Para el intervalo temporal 1971-2000, para los meses indicados y para todo el trimestre, se han obtenido los valores medios de la presión al nivel del mar y del geopotencial a 500 hPa obtenidos del análisis ERA40 para la misma área. Finalmente se ha determinado la anomalía media mensual/trimestral de presión en superficie y de geopotencial a 500 hPa calculando la diferencia entre el correspondiente valor medio mensual/trimestral y el correspondiente valor medio climatológico mensual/trimestral.

Finalmente, para realizar la clasificación de situaciones meteorológicas de acuerdo con patrones de circulación que dan lugar a precipitaciones significativas en la zona mediterránea española se ha seguido una metodología de determinación de situaciones análogas utilizada anteriormente por García et al. (2001) y Sumner at al. (2003). El método de obtención de los patrones de circulación (AP), desarrollado por Romero et al. (1999b), consiste en considerar las situaciones meteorológicas que dieron lugar a precipitaciones significativas en la zona mediterránea española durante el período 1984-1993, representadas por el geopotencial a 925 y 500 hPa del análisis del ECMWF en una zona que cubre la península Ibérica y el Mediterráneo occidental. Las matrices de correlación entre las situaciones meteorológicas en modo T (día por día) para ambos niveles fueron sometidas a un análisis de componentes principales (PCA). Considerando los *loadings*, se aplicó el método *kmeans* de análisis de clusters (CA) (Anderberg 1973), obteniéndose 19 patrones de circulación atmosférica. Dichos patrones se asociaron a las 11 estructuras espaciales de precipitación diaria para la zona mediterránea española obtenidos anteriormente por Romero et al. (1999a). Un ejemplo de dicha asociación puede verse en la Fig. 2.

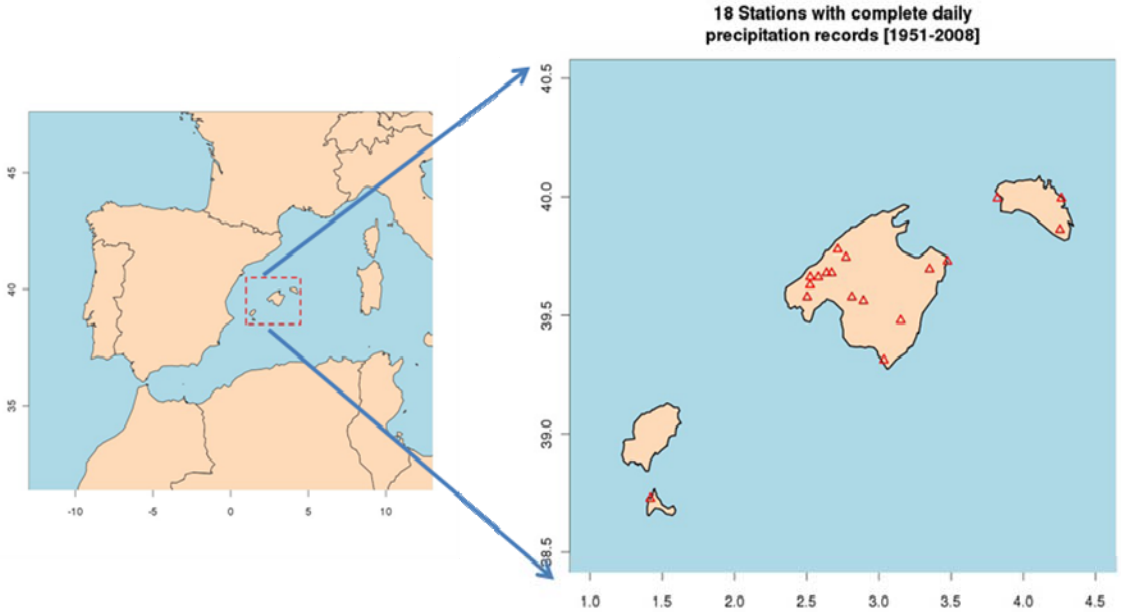

Fig. 1 – Las Islas Baleares y las estaciones pluviométricas utilizadas en el estudio

Para clasificar las situaciones de Octubre, Noviembre y Diciembre de 2008 se han calculado los coeficientes de correlación de Pearson a 925 (r_{925}) y 500 hPa (r_{500}) de cada día, considerando la misma área utilizada en Romero et al. (1999b), con todas las situaciones meteorológicas de la década 1984-1993. Dentro del espacio bidimensional de correlaciones se define una distancia entre dos situaciones meteorológicas de la forma

$$d = \sqrt{(1-r_{925})^2 + (1-r_{500})^2}$$

Se determina para cada día del último trimestre de 2008 la distancia a todos los días de la década 1984-1993. La distancia mínima determina el análogo y la situación de 2008 se asigna al mismo cluster al que pertenece el análogo encontrado. Si el análogo encontrado no pertenece a ningún cluster la situación de 2008 no se clasifica.

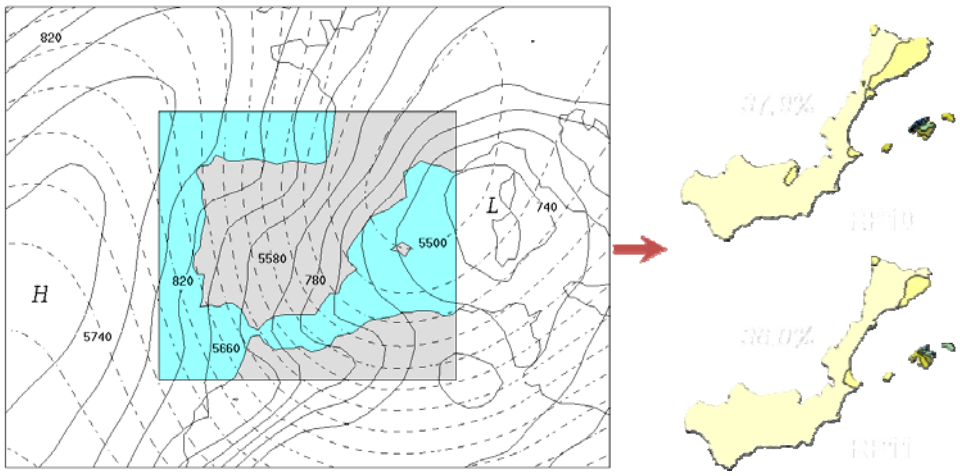

Fig. 2 – Ejemplo de la relación entre patrón de circulación atmosférica y estructura de precipitación

Resultados

La Fig. 3 muestra la distribución anual de la media mensual de los días de lluvia (superior o igual a 1 mm) y su comparación con los datos correspondientes a 2008. Puede observarse que la climatología indica que Octubre, Noviembre y Diciembre son los meses con mayor número de días de lluvia. Al comparar con 2008, se observa que el número de días de lluvia fue superior a la media durante los tres meses considerados, especialmente Noviembre. Aparece también un resultado ajeno al objetivo del estudio, Mayo presenta un número de días de lluvia superior al 250% respecto a la climatología. La Fig. 3 también muestra la distribución de frecuencias de los días de lluvia para los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre deducidos del periodo 1951-2007 y la situación del año 2008. Estamos entonces frente a un extremo en relación al número de días de precipitación, ya que 2008 se sitúa en el percentil 96.

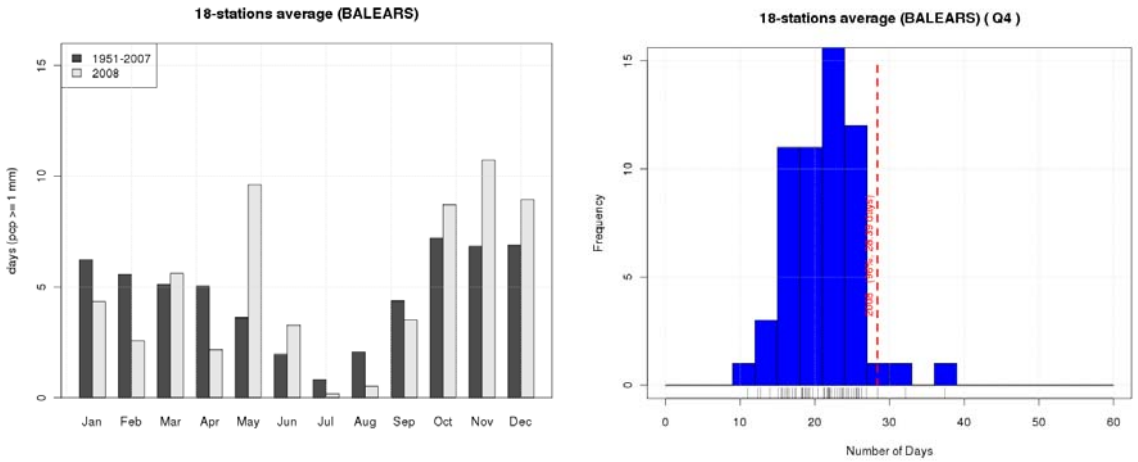

Fig. 3 – Izquierda: Comparación del número de días con precipitación en las Islas Baleares entre 2008 y la climatología (media del periodo 1951-2007). Derecha: Frecuencia del número de días de precipitación correspondiente al trimestre octubre, noviembre y diciembre (periodo 1951-2007). En rojo se indica la situación del trimestre de 2008.

La Fig. 4 muestra la distribución anual de la lluvia media mensual (periodo 1951-2007) comparada con la precipitación mensual de 2008. Puede observarse que durante el cuarto trimestre la precipitación fue superior a la media climatológica, especialmente Noviembre y Diciembre. Debe destacarse que durante el mes de Diciembre se produjo un evento de lluvia intensa, el día 15 se recogieron casi 300 mm en varios observatorios de la Sierra de Tramontana (lluvia y nieve) y cantidades menores aunque significativas en el resto de Mallorca. Nuevamente el mes de Mayo presenta una precipitación del orden del 450% respecto a la climatología. La Fig. 4 también muestra la distribución de frecuencias de la precipitación trimestral (Octubre, Noviembre y Diciembre) para el periodo 1951-2007 y se indica la posición de la lluvia trimestral de 2008. Nuevamente encontramos que la cantidad de precipitación está en el percentil 96. Podemos concluir que tanto por los días de precipitación como por las cantidades recogidas, se está en un extremo de los valores que la climatología nos revela para las Islas Baleares.

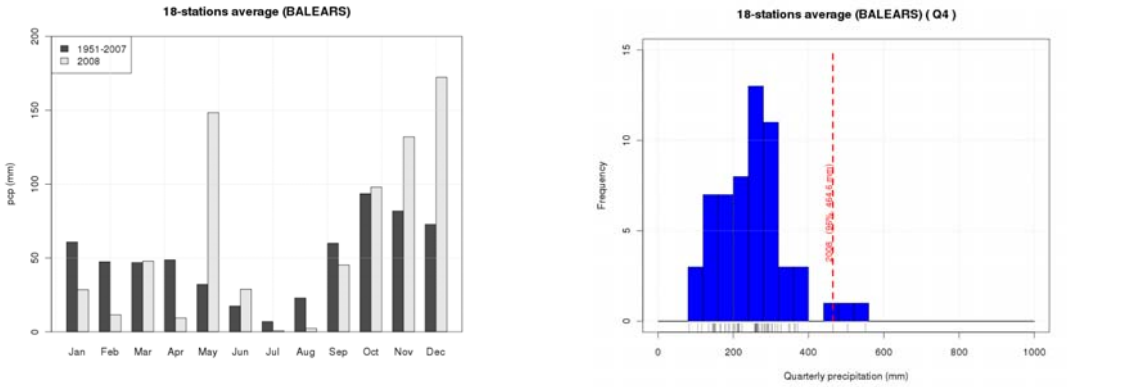

Fig. 4.- Izquierda: Comparación de la lluvia mensual en 2008 respecto a la climatología (periodo 1951-2007). Derecha: Distribución de la precipitación trimestral de octubre, noviembre y diciembre (periodo 1951-2007). En rojo se indica la precipitación trimestral de 2008.

Las anomalías de la presión media en superficie para el trimestre considerado respecto de la presión media climatológica para el mismo trimestre y las correspondientes anomalías para el geopotencial a 500 hPa pueden verse en la Fig. 5. La distribución espacial de ambas anomalías es muy semejante. Las anomalías negativas se sitúan sobre la Península Ibérica y el Mediterráneo occidental y sobre Escandinavia, mientras las anomalías positivas están sobre el Atlántico y este de Europa. La estructura es en forma de collado o silla de montar. Esta situación media demuestra un predominio de flujos fríos del norte sobre la península Ibérica y el Mediterráneo occidental lo que permitiría el predomino de las

circulaciones ciclónicas en esta área. La disposición de las anomalías positivas intensas demuestra la estacionariedad de las situaciones a través de un bloqueo. Las anomalías a 500 hPa presentan una forma de Ω invertida para el Mediterráneo occidental.

La Fig. 6 muestra una comparación de la frecuencia relativa indicada por la climatología durante Octubre, Noviembre y Diciembre de los 19 patrones de circulación obtenidos por Romero et al (1999b), con la frecuencia relativa con la que se han presentado estos patrones de circulación durante el último trimestre de 2008. Los primeros patrones de circulación corresponden a situaciones atlánticas que dan precipitación principalmente en el oeste de Andalucía. Los patrones intermedios corresponden a situaciones que dan lugar a precipitaciones en Andalucía central y a los Pirineos. Finalmente, los últimos patrones corresponden a situaciones con perturbaciones en el Mediterráneo que dan precipitaciones en las Islas Baleares, en el levante peninsular y en Cataluña. Para una explícita explicación de la relación entre patrones meteorológicos y patrones de distribución de la precipitación diaria véase Romero et al (1999b).

Puede observarse que los patrones atmosféricos 13, 14, 17, 18 y 19 correspondientes al año 2008 presentan una frecuencia relativa muy superior a la climatológica. La mayor frecuencia de estas situaciones meteorológicas explica el elevado número de días con precipitación en las islas Baleares así como las anomalías positivas de las acumulaciones mensuales.

.

Conclusiones

La sensación subjetiva de que en las Islas Baleares durante Octubre, Noviembre y Diciembre de 2008 se

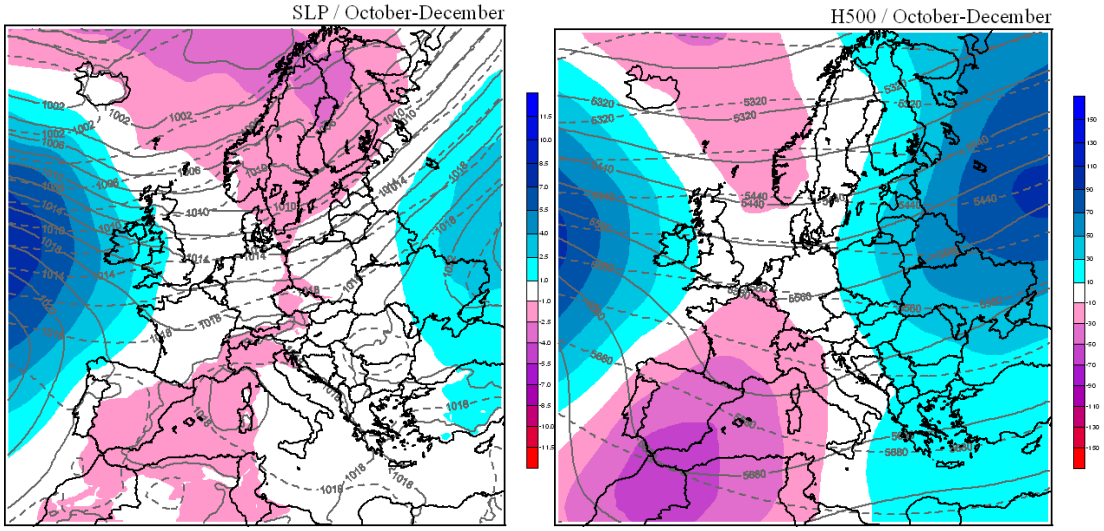

Fig. 5.- Izquierda: Anomalías de la presión media en superficie de los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre de 2008 respecto a la climatología de los mismos meses (periodo 1971-2000). Derecha: Idem correspondiente a la altura geopotencial de 500 hPa. Línea discontinua: valor climatológico; línea continua: valor medio trimestral. Zonas coloreadas: anomalías según la escala adjunta.

vivía un período húmedo ha sido probada y cuantificada. Considerando la distribución climatológica de frecuencias de días de precipitación y la distribución climatológica de frecuencias de precipitaciones para el trimestre indicado se ha demostrado que tanto el número de días con precipitación superior a 1 mm como la precipitación total, corresponden al percentil 96 de sus respectivas distribuciones. Se ha mostrado que durante este trimestre dominaron las bajas presiones sobre la Península Ibérica y el Mediterráneo occidental mientras que las altas presiones dominaron sobre el Atlántico y este de Europa. A 500 hPa la distribución de las anomalías de geopotencial presenta una clara estructura de collado o silla de montar que podría explicar la estacionariedad de la situación meteorológica. Finalmente, a través de un método de determinación de situaciones meteorológicas análogas, se ha demostrado que las situaciones meteorológicas que dan precipitación sobre las Islas Baleares (y el levante español y Cataluña) han sido más frecuentes durante Octubre, Noviembre y Diciembre de 2008 que lo que indica la media climatológica.

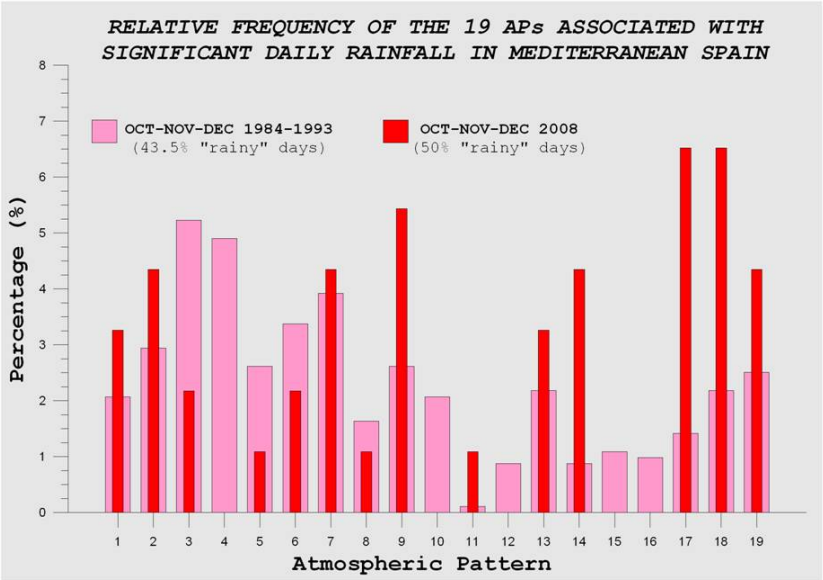

Fig. 6.- Comparación de la frecuencia relativa de los patrones de circulación correspondientes al trimestre Octubre, Noviembre y Diciembre de 2008 respecto a la climatología (periodo 1984-1993).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el proyecto MEDICANES (MEC CGL2008-01271/CLI). Los datos de precipitación han sido suministrados por AEMET.

Bibliografía

Anderberg, M.R., 1973: Cluster Analysis for Applications, Academic Press, New York, 359 pp.

García, M., C. Ramis, R. Romero, S. Alonso and V. Homar. 2003: The role of the orography on the spatial distribution of precipitation over the Spanish Mediterranean zone. Climate Research 23, 247-261.

Gayà, M., V. Homar, R. Romero and C. Ramis. 2001: Tornadoes and waterspouts in the Balearic Islands: Phenomena and environment characterization. Atmos. Res. 56, 253-267.

Guijarro, J. A., 1986: Contribución a la Bioclimatología de Baleares. Tesis Doctoral, Universidad de las Islas Baleares.

Homar, V., C. Ramis, R. Romero, S Alonso. 2009: Recent trends in temperature and precipitation over the Balearic Islands (Spain). Climate Change (Submitted)

Romero, R., C. Ramis and J. A. Guijarro. 1999a: Daily rainfall patterns in the Spanish Mediterranean area: an objective classification. Intern. J. Climatol. 19, 95-112

Romero, R., G. Sumner, C. Ramis and A. Genovés. 1999b: A classification of the atmospheric circulation patterns producing significant daily rainfall in the Spanish Mediterranean area. Intern. J. Climatol. 19, 765-785.

Sumner, G., V. Homar and C. Ramis. 2001: Precipitation seasonality in eastern and southern coastal Spain. Intern. J. Climatol. 21, 219-247.

Sumner, G., R. Romero, V. Homar, C. Ramis, S. Alonso and E. Zorita. 2003: An estimate of the effects of climate change on the rainfall of Mediterranean Spain by the late 21st century. Climate Dynam. 20, 789-805.