

RELACIONES ENTRE LOS EXTREMOS DE TEMPERATURA MÁXIMA Y PATRONES DE CIRCULACIÓN EN EL ATLÁNTICO NORTE.

C. Rodríguez Puebla¹; M. D. Frías¹ y A. H. Encinas²

¹Dpto. de Física General y de la Atmósfera. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca.
Telf: 923 294436, Fax: 923 294584, concha@usal.es y dfrias@usal.es

²Dpto. de Matemática Aplicada. E.T.S. Ing. Ind. de Bejar. Universidad de Salamanca. ascen@usal.es.

Resumen

Los principales objetivos de este trabajo son la caracterización de los extremos térmicos en la península Ibérica y su análisis mediante las relaciones con regímenes de la circulación atmosférica del Atlántico norte. Obtenemos los índices extremos a partir de los datos diarios considerando los casos en que se sobrepasa el nivel asociado al 90 percentil de la distribución de la función de probabilidad. Los resultados indican un aumento en el número de casos de temperaturas máximas extremas para el verano. La tendencia y la variabilidad de los extremos calientes se relaciona con patrones de circulación del Atlántico Norte.

Abstract

The main purposes of this paper are to characterize the maximum temperature extremes in the Iberian peninsula and to analysis them considering their relationship with atmospheric circulation over the North Atlantic region. The extreme indices are computed on the daily series considering the occurrence of maximum temperature above the 90 percentile of the probability distribution function. An increase in the number of cases of maximum summer temperature is obtained. The trend and variability of warm extremes are related to the atmospheric circulation patterns.

Palabras claves: *Temperatura máxima, variabilidad climática, teleconexiones climática.*

Keywords: *Maximum temperatura, climate variability, climate teleconexions.*

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de los extremos climáticos tiene un gran interés, entre otras razones, porque causan enormes pérdidas y trastornos económicos. Los extremos climáticos pueden definirse por la ocurrencia de valores de variables meteorológicas que sobrepasan un determinado nivel, al que le corresponde una pequeña probabilidad.

El verano de 2003 fue especialmente anómalo y nos cuestionamos si las temperaturas altas de este verano son consecuencia de la tendencia de calentamiento observada en el planeta.

Para desarrollar este estudio analizamos la variabilidad de índices térmicos construidos a partir de temperaturas máximas diarias de los meses de verano: junio, julio y agosto. Por una parte, describimos las características de las temperaturas máximas medias mensuales y, por otra, las del índice que representa el porcentaje de casos de temperatura máxima que sobrepasan el valor correspondiente al percentil 90 del periodo 1961 a 1990.

Tank y Konnen (2003) determinaron las tendencias en índices extremos de temperatura y obtuvieron que desde 1976 a 1999 se produce un aumento de los casos extremos y de la variabilidad de temperaturas. Folland et al (1999), con el fin de atender a las necesidades planteadas por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), proponen índices térmicos basados en percentiles para representar las olas de calor de verano y de frío de invierno. Además, Folland et al (2002) recomiendan la comparación de las tendencias en distintos índices climáticos para comprobar si la variabilidad climática en las

distintas regiones del planeta tiene la misma consistencia física. Heino et al. (1999) analizaron los extremos térmicos en el centro y norte de Europa y obtuvieron mayor tendencia de aumento en la temperatura mínima que en la máxima. Este resultado concuerda con el obtenido por Karl et al. (1993) en el estudio sobre el calentamiento global. Jones et al. (1999) indican que el aumento de temperaturas en Inglaterra está asociado a la disminución de días fríos. Sin embargo, en el estudio de Yan et al. (2002) se obtiene un aumento de extremos calientes, que es más evidente hacia el oeste de Europa. Uno de los objetivos de este trabajo es la caracterización de la variabilidad de los índices térmicos extremos para el verano, además, tratamos de justificar la variabilidad de sucesos calientes investigando su relación con propiedades dinámicas de la atmósfera, en particular con los cambios de circulación. Es decir, se analizan las variaciones de los índices térmicos con las de presiones al nivel del mar.

En la sección 2 presentamos una breve descripción de los datos y los métodos utilizados para la obtención del índice de temperatura máxima extrema y del test de Mann-Kendall que representa la tendencia. En la sección 3 se muestran los resultados más relevantes y en la sección 4 se resumen las conclusiones del estudio.

2. DATOS Y MÉTODOS

Los datos que hemos usado en este trabajo son:

- Temperaturas máximas diarias (29 lugares) y mensuales (55 lugares) distribuidos por la península Ibérica, proporcionadas por los Institutos de Meteorología de España y Portugal y por “European Climate Assessment” (ECA) (Tank et al.2002).
- El problema de la calidad y disponibilidad de los datos diarios lo paliamos, en gran medida, utilizando los datos del proyecto de reanálisis del NCEP/NCAR (Nacional Center for Environmental Prediction/Nacional Centers for Atmospheric Research), que simbolizaremos con el acrónimo NNR, (Kalnay et al.,1996; Kistler et al., 2001). Estos datos tienen una resolución gaussiana y hemos considerado 70 puntos de malla sobre la península
- Datos de presión a nivel del mar diarios y mensuales de NNR. La resolución es de 2.5° , hemos considerado una malla de 30°W a 30°E y de 20°N a 60°N.

A partir de los datos diarios hemos obtenido las temperaturas máximas medias mensuales (TX) y el índice de temperatura máxima extrema (TX90).

El índice TX90 se ha calculado considerando la distribución frecuencial para cada día del año en el periodo 1961 a 1990 y determinando el nivel de temperatura que corresponde al percentil 90, a continuación se comparó la temperatura de cada día con el nivel y se hizo un recuento de los días de cada mes que sobrepasan el nivel fijado. Cuando el porcentaje de casos para cada mes sea superior al 10% significa que en ese mes se ha producido un exceso de extremos calientes respecto a lo que hemos considerado normal.

Para determinar la tendencia utilizamos el test no paramétrico de Mann-Kendall (z) (Press et al. 1996). Si en el resultado del test el valor absoluto de z es mayor que 2, indica que la tendencia es significativa y si es positivo dicha tendencia es creciente.

3. RESULTADOS

La Fig. 1 presenta la distribución de la temperatura máxima (TX) para el verano (junio-julio-agosto) que proporciona los datos NNR junto con los datos “in situ” suministrados por los Institutos de Meteorología de España y Portugal.

Fig.1: Distribución espacial de la temperatura máxima en verano.

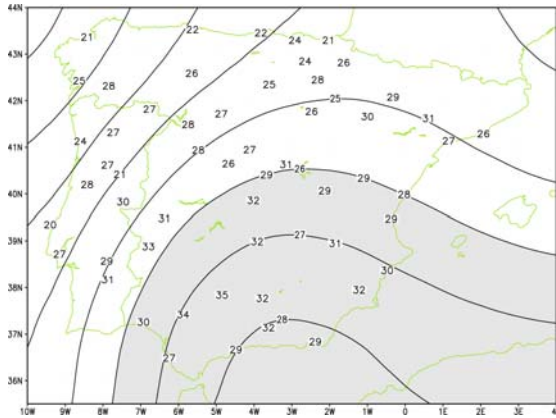
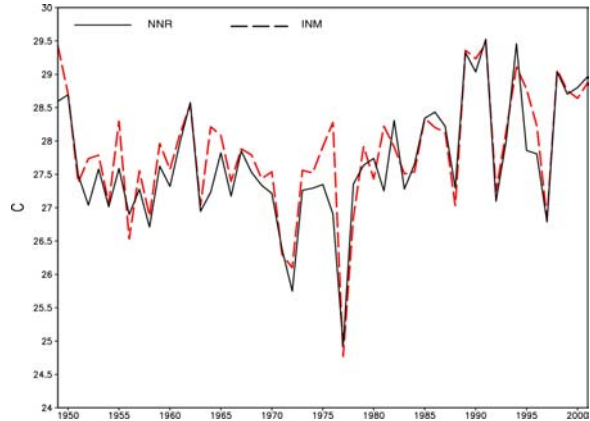


Fig.2: Evolución de la temperatura máxima de verano para datos NNR(—) y del INM(- - -), promediando datos sobre la península Ibérica



La Fig.2 muestra la evolución de TX promediando los datos mensuales para el área considerada. La principal conclusión de las figuras 1 y 2 es que tanto la distribución espacial como la evolución temporal quedan bien reflejadas con los datos NNR. Este resultado nos permite continuar el estudio con los datos NNR, pues, además de ser adecuados para representar las propiedades térmicas sobre la península Ibérica, ofrecen una distribución homogénea tanto espacial como temporalmente.

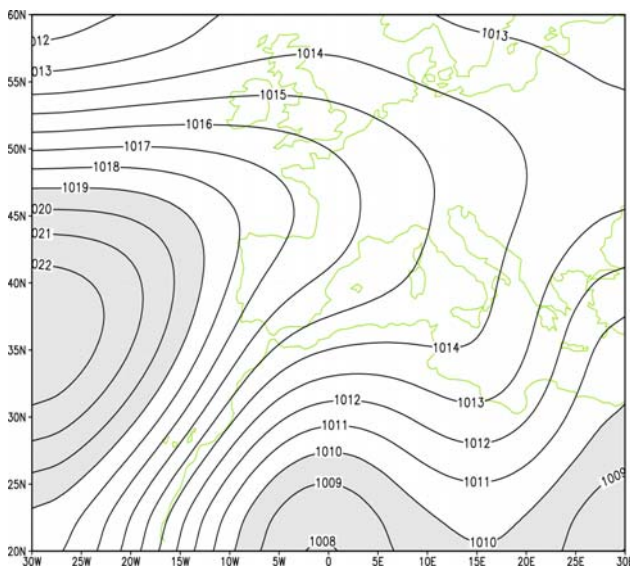


Fig.3: Distribución de presión al nivel del mar promedio para los meses de verano (junio-julio-agosto).

Presentamos la Fig. 3 para informar sobre la circulación atmosférica promedio para el verano. La característica es el centro de altas presiones subtropical desplazado hacia el norte, mapa sinóptico típico del verano (Font, 2000).

El día 3 de agosto del año 2003 fue muy caluroso en la mayor parte de la península, lo cuál se puede apreciar en la Fig 4a que refleja las anomalías de temperatura máxima respecto a la climatología del mismo día, obtenida considerando la temperatura máxima normal para el periodo (1961 a 1990). Para comparar la distribución térmica con la situación atmosférica representamos en la Fig.4b la distribución de presión para el día 3 de agosto de 2003, observamos bajas presiones en la vertiente Atlántica y altas presiones en la vertiente Mediterránea, una situación diferente respecto a la circulación promedio del verano (Fig.3).

Esta situación atmosférica anómala fue causante de los días de calor que fueron tan frecuentes en los meses de junio y agosto del verano de 2003. Los extremos térmicos y los cambios de circulación asociados suelen ocurrir con cierta frecuencia y así tenemos la ola de calor entre los días 12 a 15 de agosto de 1987, los mapas compuestos de anomalías de temperatura máxima y de presión al nivel del mar se muestran en las figuras 5a y 5b. En ellas se puede comprobar unas características similares a las de agosto del 2003.

Fig.4a: Anomalías de temperatura máxima (°C) respecto a la climatología el día 3 de agosto de 2003.

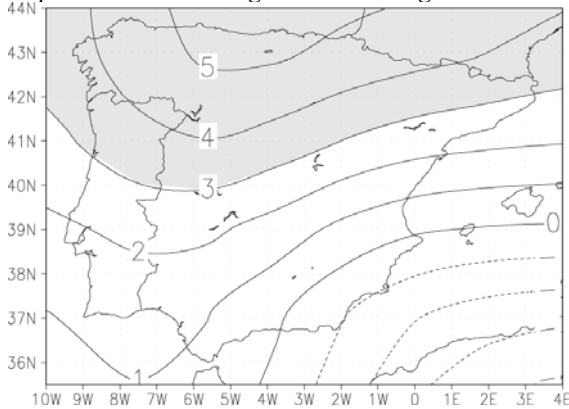


Fig. 4b: Presión al nivel del mar (hP) el día 3 de agosto de 2003

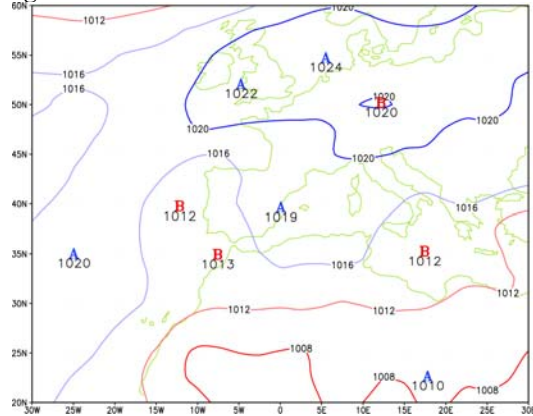


Fig.5a: Mapa compuesto de anomalías de temperatura máxima(°C) de los días 12 a 15 de agosto de 1987 respecto a la climatología.

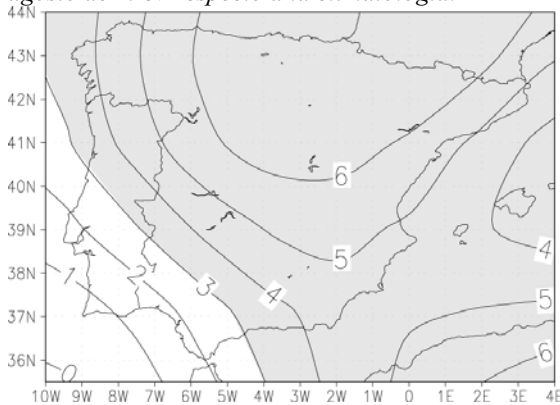
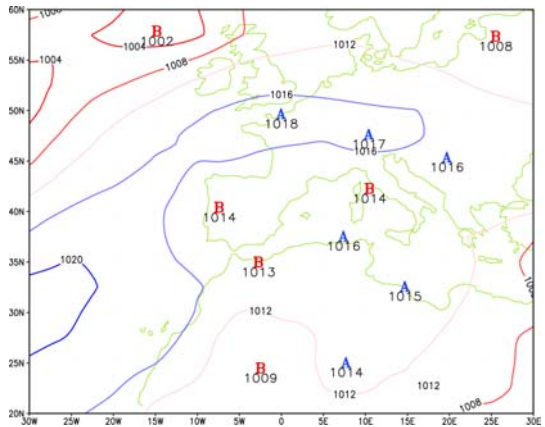


Fig. 5b: Mapa compuesto de presión al nivel del mar para los días 12 a 15 de agosto de 1987.



Para determinar si hay o no tendencia de aumento de temperatura máxima en verano representamos, en primer lugar, la evolución de la temperatura máxima media mensual para dos lugares: Salamanca (SA) y Madrid (MD). La Fig. 6a muestra las evoluciones de TX de verano. Para determinar si hay aumento de olas de calor, representamos la evolución del porcentaje de casos que sobrepasan el percentil 90 o índice de temperatura máxima (TX90) para Salamanca y Madrid en Agosto (Fig. 6b)

Las figuras 6a y 6b nos están manifestando la tendencia creciente tanto para la temperatura máxima como para los sucesos calientes. El resultado es más pronunciado para MD que para SA a partir del año 1970, lo cuál tiene explicación como consecuencia del efecto urbanismo.

Fig.6a: Evolución de la TX promedio del verano en Salamanca (SA) y en Madrid (MD)



Fig.6b: Evolución del índice TX90 de agosto en Salamanca (SA) y en Madrid (MD).

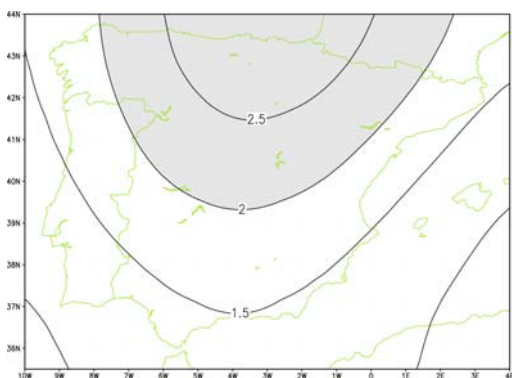
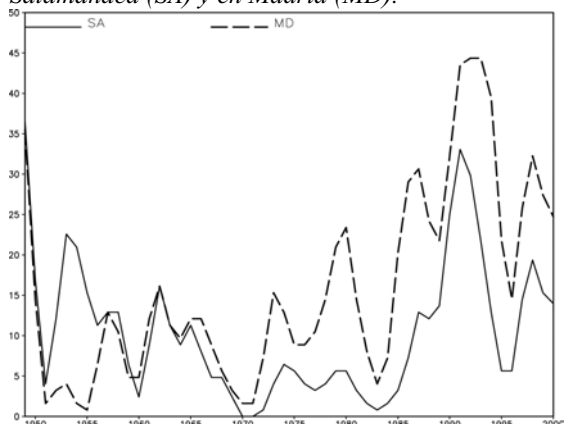


Fig. 7: Test z de Mann-Kendall para la serie temporal de TX90 de verano.

Finalmente en la Figura 7 se representa el valor del test z de Kendall de TX90 para el verano, el resultado es positivo para toda la península, siendo más significativo hacia el norte.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo analizamos los extremos de temperatura máxima de verano en la península Ibérica, los resultados obtenidos nos permiten extraer las siguientes conclusiones: Tanto la temperatura máxima (TX) como el índice que representa los extremos en temperatura máxima (TX90) indican calentamiento para la península Ibérica en el verano. El aumento de temperatura se corresponde con un aumento de presiones en el área Mediterránea. Ambos resultados se manifiestan como una respuesta consistente al calentamiento global. Las fluctuaciones de TX y TX90 son sensibles a la circulación del Atlántico Norte.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo se ha realizado con la ayuda de los proyectos de investigación CICYT: REN2002-04584-CO4-02 y de la Junta de Castilla y León SA027/02. Agradecemos a los Institutos de Meteorología de España y Portugal, y al “The European Climate Support Network of EUMETNET and European Climate Assessment” (ECA) por suministrarnos datos y al NCEP/NCAR por los datos del proyecto de Reanálisis. También deseamos expresar nuestro agradecimiento a los desarrolladores del software GrADS.

REFERENCIAS

Folland, C.K.; C. Miller; D. Bader; M. Crowe; P. Jones; N. Plummer; M. Richman; D.E. Parker; J. Rogers and P. Scholefield. (1999): Workshop on indices and indicators for climate extremes, Asheville, NC, USA, 3-6 June 1997. Breakout group C: temperature indices for climate extremes. *Climate Change*, **42**,31-43

- Folland, Ch. K.; T. R. Karl and M.J. Salinger. (2002):Observed climate variability and change. *Weather*, **57**,269-278
- Font Tullot, I.. (2000):Climatología de España y Portugal. *Universidad de Salamanca* ,
- Heino,R., R. Brazdil; E. Forland; H. Tuomenvirta; H. Alexandersson; M. Beniston; C. Pfister; M. Rebetez; G. Rosenhagen; S. Rosner and J. Wibig. (1999):Progress in the study of climate extremes in northern and central Europe. *Climate Change*, **42**,151-181
- Jones, P.D.; E.B. Horton; C.K. Folland; M. Hulme; D.E. Parker and T.A. Basnett. (1999):The use of indices to identify changes in climatic extremes. *Climate Change*, **42**,131-149
- Kalnay, E.; Kanamitsu; R. Kistler; W.Collins; D. Deaven; L. Gandin; M. Iredell; S. Saha; G. White; J. Woollen; Y. Zhu; M. Chelliah; W. Ebisuzaki; W. Higgins; J. Janowiak; K.C. Mo; C. Ropelewski; J. Wang; A. Leetmaa; R. Reynolds; R. Jenne and D. Joseph. (1996):The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **77**,437-471
- Karl, T.R. ; P.D. Jones; R.W. Knight; G. Kukla; N. Plummer; V. Razuvayev; K.P. Gallo; J. Lindsey; R.J. Charlson and T.C. Peterson. (1993):A new perspective on recent global warming: Asymmetric trends of daily maximum and minimum temperature. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **74**,1007-1023
- Kistler, R. ; E. Kalnay; W. Collins: S. Saha; G. White; J. Woollen; M. Chelliah; W. Ebisuzaki; M. Kanamitsu; V. Kousky; H. van der Dool; R. Jenne and M. Fiorino. (2001):The NCEP-NCAR 50 year Reanalysis: Monthly Means CD-ROM and documentation. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **82**,247-267
- Press;W.H.;Teukolsky;S.A.;Vetterling;W.T.;Flanery;B.P.:(1995):Numerical Recipes in Fortan77, *Cambridge*
- Tank , A.M. K. and coauthors. (2002):Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European climate assessment. *Int. J. of Climatology*, **22**,1441-1453
- Tank, AMGK and GP. Konnen. (2003):Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946-99. *J. of Climate*, **16**,3665-3680
- Yan, Z.; P.D. Jones; T.D. Davies; A. Moberg; H. Bergstrom; D. Camuffo; C. Cocheo; M. Maugeri; G.R. Demarée; T. Verhoeve; E. Thoen; M. Barriendos; R. Rodríguez; J. Martín-Vide and C. Yang (2002):Trends of extreme temperatures in Europe and China based on daily observations. *Climate Change*, **53**,355-392