

EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ESTIVAL EN ESPAÑA. PARTE II: RELACIÓN CON LA CIRCULACION ATMOSFÉRICA Y LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

Javier SIGRÓ RODRÍGUEZ¹, Manola BRUNET INDIA^{1,2}, Enric AGUILAR ANFRONS¹
¹ *Grupo de Investigación del Cambio Climático, Universitat Rovira i Virgili*
² *Climate Research Unit, University of East Anglia*
javier.sigro@urv.cat, manola.brunet@urv.cat, enric.aguilard@urv.cat

RESUMEN

El propósito del artículo es identificar las relaciones existentes entre la temperatura máxima estival en España y los patrones atmosféricos de circulación regional y la temperatura superficial del mar (SST). Para ello se han utilizado los patrones espaciales de la temperatura máxima obtenidos en la Parte I de este trabajo y se comparan con los patrones atmosféricos definidos en el marco del proyecto EMULATE mediante el método SANDRA y con la SST procedente de la base de datos HadSST2. Los resultados indican que es la temperatura superficial de las masas marítimas que rodean la Península Ibérica la que más claramente influye en el comportamiento de la temperatura máxima durante los meses de verano. El litoral Mediterráneo presenta las mayores correlaciones con la SST, superiores a 0.60, que permiten explicar el 55 % de la varianza de la temperatura máxima durante los meses de Junio a Agosto, mientras que el norte y centro Peninsular, en los meses finales del verano, Agosto y Septiembre, la SST explica el mayor porcentaje de varianza térmica, el 62 %.

Palabras Clave: Temperatura máxima estival, patrones de presión, SST, cambio climático

ABSTRACT

The aim of this paper is to identify the existing relationship between summer maximum temperatures, regional atmospheric circulation patterns and sea surface temperatures. Spatial patterns identified at the Part I of this work have been employed and compared to those defined by the EMULATE project using the SANDRA method. and the SST from HadSST2 dataset. Our results indicate that sea surface temperature of the water masses surrounding the Iberian Peninsula exert the most important forcing over maximum summer temperatures. The Mediterranean coastal areas present higher correlations to SSTs (> 0.6) explaining 55% of summer June to August maximum temperatures. On the contrary, in the northern and central areas of the Iberian Peninsula is the end of the summer (August, September) when these marine variables explain a large portion of temperatures variance (62%)

1. INTRODUCCION

Numerosos estudios se han centrado en investigar la relación entre la dinámica atmosférica y la temperatura superficial del mar (SST) con la variabilidad de la temperatura del aire sobre Europa y la cuenca del Mediterráneo. Muchos de ellos inciden fundamentalmente en las

estaciones invernal o equinocciales, como POZO-VAZQUEZ et al., (2001a,b) que relaciona las temperaturas invernales con la NAO y ENSO, SAENZ et al., (2001a,b) que estudia la relación entre el norte de España y la dinámica atmosférica y las SST o CASTRO-DIEZ et al., (2002), que explora la relación entre la NAO y el sur de Europa.

Sin embargo, la relación de la temperatura estival española con la variabilidad atmosférica y de las SSTs no ha recibido una atención tan exhaustiva. La temperatura máxima estival se ha contemplado en diversos trabajos dentro del análisis de la variabilidad estacional. MOBERG *et al.*, (2006) estudian la evolución de la temperatura máxima a partir de 230 estaciones, que abarcan todo el siglo XX, para el conjunto europeo y el comportamiento de los valores extremos. MAHERAS et al., (1999) estudian la circulación en la cuenca del Mediterráneo y su relación con la presencia de meses cálidos o meses fríos a partir de la temperatura media mensual. BRUNET et al., (2007) examinan la temperatura máxima estacional de verano en el contexto del análisis de la variabilidad térmica anual española.

Específicamente enfocado a la temperatura de los meses de verano, XOPLAKI et al.(2003, 2006) analizan la relación entre la temperatura estival, la presión atmosférica y las SSTs en la cuenca del Mediterráneo, indicando la incidencia en el calentamiento estival de la persistencia de anomalías positivas de presión sobre Europa y en las anomalías positivas de la SST del Mediterráneo Occidental. En el litoral mediterráneo español MIRÓ et al (2006) investigan la relación entre la temperatura estival y las SSTs en el área de Valencia, y SIGRÓ et al. (2006) analizan la temperatura estival en Cataluña y su relación con índices teleconectivos.

El objetivo de este trabajo es identificar las relaciones existentes entre la temperatura máxima estival en España, los patrones atmosféricos de circulación regional y las SSTs.

2. DATOS Y METODOS UTILIZADOS.

Se ha utilizado los promedios bimensuales de la temperatura máxima diaria obtenidos a partir de la base de datos Spanish Daily Adjusted Temperature Series (SDATS) del Grupo de Investigación del Cambio Climático de la Universidad Rovira i Virgili (BRUNET et al., 2006, 2008) para el periodo 1850-2005, y los patrones espaciales detallados en la Parte I de este trabajo para el periodo 1894-2005.

Para comparar las temperaturas máximas estivales españolas con la dinámica atmosférica se ha optado por utilizar las series temporales de los patrones de circulación atmosférica obtenidas mediante la aplicación de la técnica de conglomerado SANDRA (Simulated ANnealing and Diversified RANdomisation) en el marco del proyecto EMULATE, obtenidos en la web del mismo (http://www.cru.uea.ac.uk/projects/emulate/emslp3_pattern_classification/emslp3_pattern_classification/class.html). Dicha técnica y la clasificación de los patrones de presión resultantes se describe en PHILIPP et al. (2007), que los autores definen como más robusta que el análisis cluster convencional de K-medias.

El análisis de la relación entre las temperaturas máximas estivales con la dinámica atmosférica se inicia con un examen de los coeficientes de correlación obtenidos entre las series bimensuales de temperatura máxima en los patrones espaciales identificados y las series temporales de los patrones de circulación atmosférica. Se han utilizado las series temporales

obtenidas mediante dos métodos, el de la distancia euclídea inversa normalizada (series denominadas Eucli) y mediante los patrones de correlación normalizados (series denominadas Cor). La designación de las series es AAABB_XX donde, AAA corresponde a Eucli A cor, BB al mes en que se inicia la serie bimensual y XX al número de cluster del mes mencionado. Así Eucli05_06 corresponde a la serie obtenida por el método de la distancia euclídea correspondiente al sexto cluster de mayo-junio.

Para evaluar la influencia de la SST del Atlántico Norte Oriental y el Mediterráneo Occidental en los diferentes patrones espaciales de las temperaturas máximas españolas se han construido dos series regionales de SST a partir de los datos de la base HadSST2 (RAINER et al 2006). La correspondiente al Atlántico Norte representa la evolución de las SST en el área comprendida entre los 20°W-0°W de longitud y los 50°N-25°N de latitud, exceptuando las aguas de esta área circunscritas al Mar Mediterráneo. Por su parte, el área occidental del Mediterráneo agrupa la señal de las aguas mediterráneas comprendidas entre los 5°W-15°E y los 35°N-45°N. La señal bimensual de ambas áreas marítimas se ha denominado como Atl_Est_X y Med_Occ_bi_X, representado la X el primer mes de la estación bimensual.

Las correlaciones de Spearman se han calculado entre las series bimensuales de temperatura máxima correspondientes a los distintos patrones espaciales de temperatura y las series de los patrones de circulación atmosférica y de SST desde ese mes hasta con un desfase de 4 meses.

3. RELACIÓN CON LA DINÁMICA ATMOSFÉRICA

Los coeficientes de correlación obtenidos para junio-julio pueden consultarse en la Tabla I. En general hay concordancia entre los índices Eucli y Cor cuyos coeficientes de correlación muestran significación estadística con la temperatura máxima, aunque los índices Cor tienen coeficientes algo más elevados que los coeficientes Eucli. El mayor número de correlaciones significativas corresponde al patrón LNE (16, 8 para cada tipo de índice) con índices con un mes de diferencia como máximo. Los patrones CEN y WSW¹³, en cambio, están correlados principalmente con índices que tienen un desfase de dos o tres meses con la temperatura.

Las correlaciones correspondientes a Julio-Agosto se centran para el patrón CEN en índices simultáneos, mientras que en el LNE se detectan correlaciones significativas también con índices desfasados 1 mes. Las temperaturas en el área del patrón SWS, sin embargo, están asociadas principalmente con índices desfasados de 1 a 3 meses.

Los coeficientes de correlación calculados para las series de Agosto-Septiembre son los que presentan los valores más elevados, con coeficientes que para el patrón NS se sitúan en algunos casos entre 0.40-0.50, y para el SWS llegan a 0.39. El patrón NS tiene así mismo un elevado número de correlaciones significativas, 16, mientras que en el otro extremo el patrón SEES solo cuenta con 6 coeficientes significativos.

Con el objetivo de discriminar cuáles de estos patrones de variabilidad atmosférica tienen una mayor contribución a lo hora de explicar la variabilidad de las series de temperatura máxima, se han construido una serie de modelos de regresión lineal entre cada serie bimensual de los diferentes patrones espaciales de temperatura y los índices de variabilidad atmosférica que

¹³ Acrónimos definidos en el artículo anterior

muestran correlación significativa con ellos. Se han construido modelos separados con los índices Cor y con los índices Eucli.

PATRÓN DE CIRCULACIÓN	RPCs Y PATRONES ESPACIALES CORRESPONDIENTES								
	rpc1_6	rpc2_6	rpc3_6	rpc1_7	rpc2_7	rpc3_7	rpc1_8	rpc2_8	rpc3_8
	CEN	LNE	SWS	CEN	LNE	SWS	NS	SWS	SEES
Cor03_03	0	0	-.246(**)	0	0	0	0	0	0
Cor03_07	0	0	-.337(**)	0	0	0	0	0	0
Cor03_09	0	0	-.312(**)	0	0	0	0	0	0
Cor04_03	-.268(**)	0	0	0	0	0	0	0	0
Cor04_04	-.260(**)	0	0	0	0	0	0	0	0
Cor04_06	0	0	-.256(**)	0	0	-.201(*)	0	0	0
Cor04_07	-.220(*)	0	0	-.191(*)	0	0	-.212(*)	0	0
Cor04_10	.195(*)	0	0	0	0	0	0	0	0
Cor05_01	.192(*)	.265(**)	0	0	0	0	0	0	0
Cor05_03	0	0	0	0	0	.211(*)	0	0	0
Cor05_04	0	.197(*)	0	0	0	0	0	0	0
Cor05_05	0	0	-.231(*)	0	0	-.325(**)	0	0	0
Cor05_06	0	.303(**)	0	0	0	0	0	0	0
Cor05_07	0	.281(**)	0	0	0	0	0	0	0
Cor05_08	0	.248(**)	0	0	0	0	0	0	0
Cor06_01	0	-.254(**)	0	0	-.302(**)	0	0	0	0
Cor06_03	0	.235(*)	0	0	.196(*)	0	0	0	0
Cor06_05	0	.269(**)	0	0	.258(**)	0	0	0	0
Cor07_01	0	.315(**)	0	0	.247(**)	0	0	0	0
Cor07_03	0	0	0	0	0	0	-.192(*)	0	0
Cor07_04	.273(**)	0	0	.293(**)	0	0	.202(*)	-.252(**)	0
Cor07_05	.203(*)	0	0	.301(**)	.269(**)	0	.211(*)	0	0
Cor08_01	0	.222(*)	0	.226(*)	.215(*)	0	.206(*)	0	0
Cor08_02	0	0	0	0	0	.203(*)	0	.328(**)	.258(**)
Cor08_03	0	0	0	0	0	0	.290(**)	-.244(*)	0
Cor08_05	0	0	0	0	0	0	.452(**)	0	0
Cor08_06	0	0	0	0	0	.252(**)	0	.390(**)	0
Cor08_07	0	.190(*)	0	0	0	0	.441(**)	-.233(*)	0
Cor08_08	0	0	.189(*)	0	0	0	0	.190(*)	.199(*)
Eucli03_01	-.213(*)	0	0	0	0	0	0	0	0
Eucli03_03	0	0	-.307(**)	0	0	-.196(*)	0	0	0
Eucli03_07	0	0	-.262(**)	0	0	0	0	0	0
Eucli03_08	-.194(*)	0	0	0	0	0	0	0	0
Eucli03_09	0	0	-.320(**)	0	0	0	0	0	0
Eucli04_01	0	0	0	0	0	0	0	-.218(*)	0
Eucli04_06	0	0	-.190(*)	0	0	-.222(*)	0	0	0
Eucli04_10	.224(*)	0	0	0	0	0	0	0	0
Eucli05_01	.219(*)	.199(*)	0	0	0	0	0	0	0
Eucli05_04	0	.210(*)	0	0	0	0	0	0	0
Eucli05_05	0	0	0	0	0	-.253(**)	0	0	0
Eucli05_06	0	.264(**)	0	0	0	0	0	0	0
Eucli05_07	0	.270(**)	0	0	0	0	0	0	0

Eucli05_08	0	.197(*)	0	0	0	0	0	0	0
Eucli06_01	0	-.262(**)	0	0	-.351(**)	0	0	0	0
Eucli06_04	0	.197(*)	0	0	0	0	0	0	0
Eucli06_05	0	.280(**)	0	0	.205(*)	0	0	0	0
Eucli07_01	0	.215(*)	0	.191(*)	0	0	0	0	0
Eucli07_03	0	0	0	-.203(*)	0	0	-.201(*)	0	0
Eucli07_04	.244(*)	0	0	.298(**)	0	0	.221(*)	-.219(*)	0
Eucli07_05	0	0	0	.214(*)	.192(*)	0	0	0	0
Eucli07_06	0	0	0	-.199(*)	0	0	0	0	0
Eucli08_01	0	0	0	.246(**)	0	0	.202(*)	0	0
Eucli08_02	0	0	0	0	0	.190(*)	-.227(*)	.304(**)	.302(**)
Eucli08_03	0	0	0	.200(*)	0	0	.314(**)	-.233(*)	-.198(*)
Eucli08_04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eucli08_05	0	0	0	.216(*)	0	0	.508(**)	0	0
Eucli08_06	0	0	0	.250(**)	0	.244(*)	.257(**)	.368(**)	0
Eucli08_07	0	0	0	0	0	0	.446(**)	-.228(*)	-.232(*)
Eucli08_08	0	0	.219(*)	0	0	0	0	.218(*)	.241(*)
* significativa al 95 %									
** significativa al 99 %									

Tabla 1. CORRELACIONES RHO DE SPEARMAN ENTRE LAS SERIES CORRESPONDIENTES A LOS DIFERENTES PATRONES ATMOSFÉRICOS Y LOS DISTINTOS PATRONES ESPACIALES DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ESTIVAL ESPAÑOLA

3.1 Influencia de la dinámica atmosférica

Las Figuras 1, 2 y 3 recogen los índices atmosféricos que contribuyen de forma significativa a explicar la variabilidad de la temperatura máxima estival en las áreas definidas por los patrones espaciales de temperatura.

Pese a tener coeficientes de correlación algo inferiores, los modelos de regresión construidos con los índices Eucli permiten, en general, explicar una mayor variabilidad de la temperatura máxima estival que los realizados con los índices Cor. Por tanto se utilizan los primeros para describir las relaciones entre temperatura y variabilidad atmosférica.

El patrón CEN/NS (Figura 1) está influenciado principalmente por un patrón atmosférico caracterizado por un centro de anomalías negativas localizado sobre los 30°-40°W y 45°N y un segundo centro de anomalías, más difuso, sobre los 40°-50°E y 50-60N. Situado entre ambos, un centro de anomalías positivas en las longitudes occidentales se localiza sobre los 60-70°N, con una cuña que se extiende sobre Europa Occidental.

Esta configuración aparece relacionada con la temperatura estival del patrón CEN/NS a lo largo de todo el verano, si bien en JA y AS existe simultaneidad temporal entre temperaturas y dinámica atmosférica, correspondiéndose respectivamente las temperaturas con el Eucli07_05 y Eucli08_05. En JJ, en cambio, la relación se establece con Eucli03_01, con idéntica configuración atmosférica pero 3 meses de desfase.

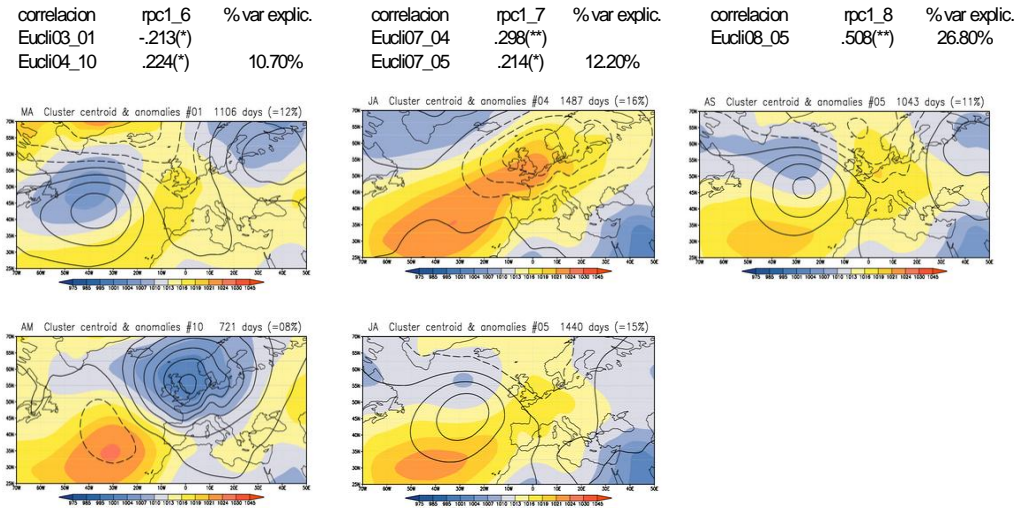


Fig. 1. Correlaciones, porcentaje de la varianza explicada y patrón espacial de los índices atmosféricos EUCLI significativos en los modelos de regresión construidos para los RPCs integrados en el patrón CEN/NS. Las líneas continuas (discontinuas) indican anomalías de presión negativas (positivas)

Hay otros modos atmosféricos que contribuyen a explicar la variabilidad en el patrón CEN/NS. En JJ el patrón atmosférico anterior se complementa con el Eucli04_10, patrón atmosférico de abril-mayo que se caracteriza por la presencia de un potente polo de anomalías negativas centrado sobre UK y abarcando toda Europa, el Mediterráneo e Islandia, contrapuesto a un leve centro de anomalías positivas localizado en los 35°W-40°N. Entre ambos explican un 10.7 % de la variabilidad del patrón CEN en JJ.

En JA el Eucli07_05 se complementa con el Eucli07_04, que caracterizado por un polo de anomalías positivas centrado sobre el Mar del Norte, se corresponde con la NAO positiva estival (Folland et al., EmulD7) y permite explicar entre ambos el 12.2 % de la variabilidad de la temperatura, mientras que la variabilidad del final del estío (AS) queda explicada en un 26.8% únicamente por el Eucli08_05

La temperatura en el área del patrón LNE/SEES (Figura 2) se relaciona durante las estaciones bimensuales JJ y JA con el mismo patrón atmosférico descrito para el patrón CEN/NS, un centro de anomalías negativas localizado sobre los 30°-40°W y 45°N y un centro de anomalías positivas en las longitudes occidentales sobre los 60-70°N, con una cuña que se extiende hacia Europa Occidental (Eucli06_05 y Eucli07_05), sin desfase temporal entre las señales atmosféricas y las térmicas.

La variabilidad térmica explicada por el modelo en el patrón LNE/SEES de JJ (12.8%) se completa con el Eucli05_06. Este índice corresponde a un patrón atmosférico similar al anterior pero con el polo de anomalías negativas mas extenso y centrado en los 20°W-50°N, con anomalías positivas de presión únicamente en el ángulo noroccidental.

EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ESTIVAL EN ESPAÑA. PARTE II

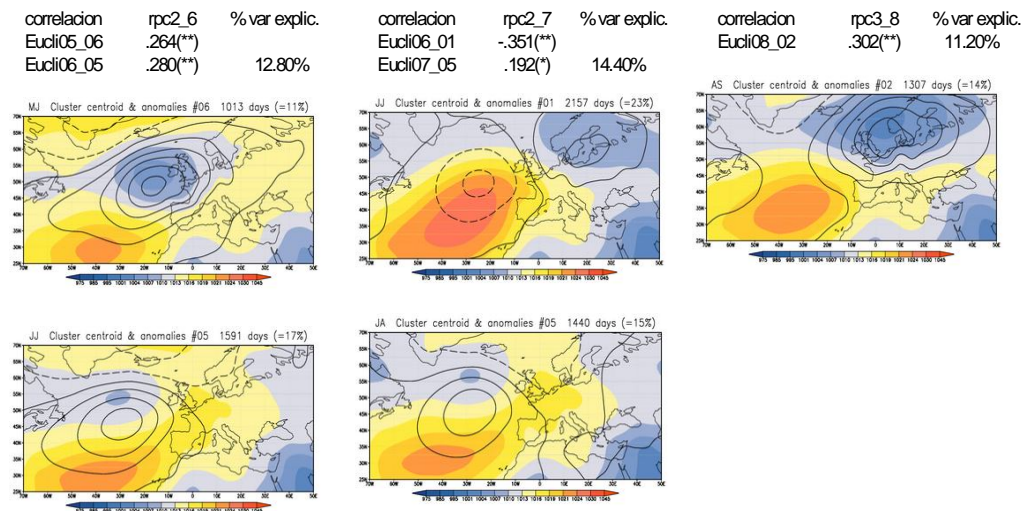


Fig. 2. Correlaciones, porcentaje de la varianza explicada y patrón espacial de los índices atmosféricos EUCLI significativos en los modelos de regresión construidos para los RPCs integrados en el patrón LNE/SEES. Las líneas continuas (discontinuas) indican anomalías de presión negativas (positivas)

En JA el patrón atmosférico que explica junto al Eucli07_05 el 14.4% de la variabilidad es el Eucli06_01, que representa un polo de anomalías positivas sobre el Atlántico Norte y un polo de anomalías negativas sobre el Mar Báltico.

Al final de la estación estival, AS, el único patrón atmosférico significativo a la hora de explicar las temperaturas del patrón LNE/SEES es el que corresponde al Eucli08_02, caracterizado por un potente polo de anomalías negativas localizado sobre el Mar de Norte que se corresponde con la fase negativa del la NAO estival y que explica el 11.2% de la variabilidad térmica.

El tercer sector de España diferenciado por su comportamiento térmico es el definido por el patrón SWS (Figura 3). En JJ y JA este patrón se relaciona con patrones atmosféricos de meses anteriores. La variabilidad térmica de JJ se explica en un 14.5% por dos modos atmosféricos correspondientes a tres meses anteriores, el Eucli 03_03 y el Eucli03_07, caracterizados por un dipolo de anomalías negativas sobre el Mar Báltico y positivas en el Atlántico Norte (25°W-50°N) en el primer caso y un dipolo de anomalías negativas sobre el conjunto de Europa y anomalías positivas sobre Groenlandia en el segundo caso.

En el caso de JA, únicamente un patrón atmosférico explica un 5.6% de la variabilidad de la temperatura. Se trata del correspondiente al Eucli05_05, un dipolo de anomalías negativas sobre el Mar del Norte y positivas sobre el Atlántico Norte.

El patrón SWS en AS es el que tiene un mayor porcentaje de variabilidad explicada por los modos atmosféricos (27%) y un mayor numero de patrones atmosféricos que contribuyen

significativamente a ello: 4. Son los correspondientes al Eucli 08_02, Eucli 08_03, Eucli 08_06 y Eucli 08_07. Los dos primeros corresponden a las fases negativa y positiva de la NAO estival respectivamente. El tercero representa un gran polo de anomalías negativas por encima de los 55°N, mientras que el Eucli 08_07 se relaciona con un polo de anomalías positivas centrado sobre el Mar Báltico.

4. EL PAPEL DE LA SST EN LA EVOLUCION DE LA TEMPERATURAS MÁXIMAS ESTIVALES

Aunque los modos de variabilidad atmosférica explican un cierto porcentaje de la variabilidad térmica de las temperaturas máximas españolas, en general este porcentaje no es muy elevado.

Otra variable climática estrechamente relacionada con la temperatura del aire es la temperatura de la superficie marina.

La Tabla 2 recoge los coeficientes de correlación significativos entre las SST y los diversos patrones espaciales de temperatura con hasta 4 meses de desfase. El patrón LNE/SEES se configura como el que presenta mayor número de correlaciones y con coeficientes mayores tanto con la señal del Atlántico Este como con la del Mediterráneo Occidental. El patrón LNE tienen correlaciones elevadas con ambas señales en JJ (0.69 con Med_Occ_6 y 0.59 con Atl_Est_6) y con las señales de SST de meses anteriores, aunque los coeficientes disminuyen con el tiempo. Valores similares los encontramos en JA, mientras que en AS el patrón SEES, aunque muestra correlaciones significativas persistentes en el tiempo con ambas señales marítimas, registra coeficientes menores, posiblemente debido a la inclusión del litoral norte en el patrón NS, como se desprende de la baja correlación con la señal Atl_Est_8 y del incremento en las correlaciones del patrón NS respecto al CEN.

Efectivamente el patrón CEN tiene pocas y débiles correlaciones, especialmente con el área Atlántica, mientras que al absorber el litoral norte en AS ascienden notablemente los coeficientes de correlación con ambas señales de SST y, de hecho, en esta estación es el patrón que mejor correlación tiene con las señales marítimas, llegando a 0.68 con Atl_Est_8 y 0.58 con Med_Occ_8.

El patrón SWS, por su parte, tiene correlaciones bajas o medias con la señal atlántica y esporádicas con la mediterránea, que desaparecen en AS.

4.1 Variabilidad explicada por la SST

La presencia de mayores coeficientes de correlación entre las SST y las temperaturas que entre estas últimas y las señales atmosféricas nos permite intuir que posibilitarán un mayor ajuste de los modelos de regresión y por tanto nos explicarán un mayor porcentaje de variabilidad de la temperatura máxima estival española.

Tal como aparece reflejado en la Tabla 3, la inclusión de las señales de la temperatura superficial del mar en los modelos de regresión permite en todos los casos mejorar el porcentaje de variabilidad térmica explicada.

EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ESTIVAL EN ESPAÑA. PARTE II

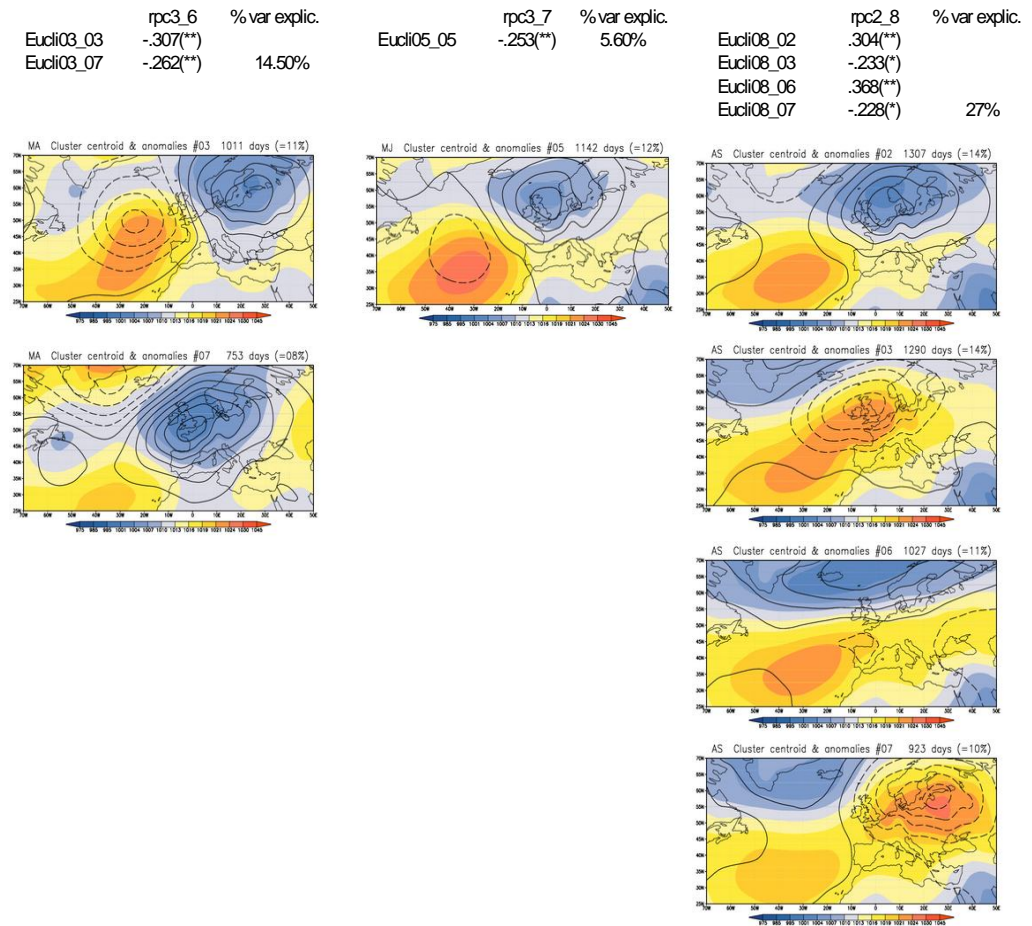


Fig. 3. Correlaciones, porcentaje de la varianza explicada y patrón espacial de los índices atmosféricos EUCLI significativos en los modelos de regresión construidos para los RPCs integrados en el patrón SWS. Las líneas continuas (discontinuas) indican anomalías de presión negativas (positivas)

Los modelos de regresión del patrón LNE/SEES son los que resultan en general mas beneficiados por la inclusión de las señales de SST, con incrementos superiores al 30-40% en la variabilidad explicada de la temperatura máxima. En JJ la temperatura del Mediterráneo Occidental junto con la del Atlántico Este de Marzo-Abril se complementan con el Eucli06_05 para explicar el 55.1% de la variabilidad térmica, contra el 12.8% utilizando únicamente las señales atmosféricas. De forma similar, en los dos meses centrales del verano la SST de ambas zonas marinas se complementa con el Eucli6_01 para explicar el 54.2% de la variabilidad. El porcentaje disminuye en el patrón SEES de AS, perdiendo significación las señales atlánticas y relacionándose la temperatura máxima principalmente con la SST del Mediterráneo Occidental simultáneamente y con cuatro meses de desfase, y con el patrón Eucli08_02, que se corresponde con la NAO estival negativa.

	rpc1_6	rpc2_6	rpc3_6	rpc1_7	rpc2_7	rpc3_7	rpc1_8	rpc2_8	rpc3_8
	CEN	LNE	SWS	CEN	LNE	SWS	NS	SWS	SEES
atl_este_bi_1			.274**	.275**	.249**	.300**	.288**		.276**
atl_este_bi_2		.359**	.320**	.319**	.257**	.284**	.359**		.284**
atl_este_bi_3		.405**	.358**	.285**	.247**	.244**	.334**		.261**
atl_este_bi_4		.367**	.338**	.200*	.187*	.230*	.262**		.197*
atl_este_bi_5		.435**	.386**		.275**	.215*	.229*		.252**
atl_este_bi_6		.590**	.403**		.494**	.240*	.223*		.341**
atl_este_bi_7				.363**	.543**	.291**	.370**		.394**
atl_este_bi_8							.681**	.187*	.228*
mediocc_bi_1					.270**	.204*			.282**
mediocc_bi_2		.313**	.217*		.282**	.213*			.289**
mediocc_bi_3		.334**	.275**		.270**	.191*			.277**
mediocc_bi_4		.356**	.279**		.320**				.349**
mediocc_bi_5	.265**	.491**	.257**		.392**				.341**
mediocc_bi_6	.388**	.692**	.202*		.557**				.311**
mediocc_bi_7				.353**	.688**		.190*		.440**
mediocc_bi_8							.579**		.454**

* significativa al 95 %

** significativa al 99 %

Tabla 2. CORRELACIONES ENTRE LOS PATRONES ESPACIALES DE LA TEMPERATURA MÁXIMA ESTIVAL Y LA SST DEL ATLANTICO ESTE Y DEL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

Las temperaturas máximas en el sector definido por el patrón CEN se relacionan en JJ con los dos patrones atmosféricos ya mencionados, Eucli03_01 y Eucli04_10, y con la temperatura del Mediterráneo Occidental, Med_Occ_5 y Med_Occ_6. En JA un 17.3% de la variabilidad se explica mediante la NAO estival positiva (Eucli_07_04) y el Atl_Est_07. Al transformarse en el patrón NS al final del verano, el 62 % de la señal térmica se explica mediante las series de SST atlánticas y mediterráneas, siendo el modelo que mejor explica la variabilidad de la temperatura máxima.

El patrón SWS es el que muestra durante todo el verano una menor relación con la evolución de la SST marinas. Únicamente en JJ la inclusión de las SST permite explicar un 29.1% de la variabilidad térmica, junto con el Eucli03_03. En los meses centrales del verano, el modelo solo explica un 10.6 % mediante la SST atlántica y el índice Eucli05_05, y al final del verano, cuando el modelo permite explicar el 30% de la variabilidad térmica, la inclusión de la señal Atl_Est_8 solo incrementa un 3% la variabilidad explicada mediante los patrones atmosféricos.

PATRON CEN/NS			PATRON LNE/SEES			PATRON SWS	
rpc1_6			rpc2_6			rpc3_6	
Eucli03_01	30.80%		Eucli06_05	55.10%		Eucli03_03	29.10%
Eucli04_10			Med_Occ_6			atl_est_6	
Med_Occ_5			Atl_est_3			Med_Occ_6	
Med_Occ_6							
rpc1_7			rpc2_7			rpc3_7	
Eucli07_04	17.30%		Eucli06_01	54.20%		Eucli05_05	10.60%
Atl_est_7			Med_Occ_7			Atl_est_7	
			Atl_est_7				
rpc1_8			rpc3_8			rpc2_8	
Atl_Est_8	62%		Eucli08_02	38.40%		Eucli08_02	30%
Atl_Est_7			Med_Occ_8			Eucli08_03	
Med_Occ_8			Med_Occ_4			Eucli08_06	
						Eucli08_07	
					Atl_Est_8		

Tabla 3. VARIANZA EXPLICADA POR LOS MODELOS DE REGRESIÓN INCLUYENDO LA SST

5. CONCLUSIONES

El desplazamiento hacia latitudes septentrionales de la circulación del oeste durante el periodo estival se refleja en la pobre influencia que sobre las temperaturas máximas estivales ejercen los distintos patrones atmosféricos investigados.

Es la temperatura superficial de las masas marítimas que rodean la Península Ibérica las que mas claramente influyen en el comportamiento de la temperatura máxima durante los meses de verano, tal como MIRÓ et al. (2006) detecta en el área de Valencia. Es precisamente este sector de la Península, el litoral Mediterráneo, en el que se observan las mayores correlaciones con la SST, con coeficientes superiores a 0.60.

La combinación de patrones atmosféricos y temperatura superficial del mar en este sector, principalmente Mediterráneo pero también contribuida por el Atlantico, permite explicar el 55 % de la varianza de la temperatura máxima durante los meses de Junio a Agosto.

Es sin embargo en el sector central y norte peninsular, en los meses finales del verano, Agosto y Septiembre, donde estas variables marinas y atmosféricas explican mayor porcentaje de varianza térmica, el 62 %.

Por el contrario, el sector suroeste peninsular es el que muestra menor relación de la temperatura máxima respecto estas variables, especialmente la SST, con porcentajes de varianza explicada que no superan el 30 %

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación otorgada por el Ministerio de Educación y Ciencia mediante los proyectos CLICAL (CGL-2006-13327-C04-03) y CAFIDEXPI (CGL2007-65546-C03-02)

7. BIBLIOGRAFIA

- BRUNET, M.; SALADIÉ, O.; JONES, P. D.; SGRÓ, J.; MOBERG, A.; AGUILAR, E.; WALTHER, A.; LISTER, D.; LÓPEZ, D. Y ALMARZA, C., (2006), The development of a new daily adjusted temperature dataset for Spain (1850-2003), *International Journal of Climatology*, 26, 1777-1802.
- BRUNET, M.; JONES, P. D.; SGRÓ, J.; SALADIÉ, O.; AGUILAR, E.; MOBERG, A.; DELLA-MARTA, P. M.; LISTER, D.; WALTHER, A. y LOPEZ, D., (2007), Temporal and spatial temperature variability and change over Spain during 1850-2005, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, VOL. 112, D12117, doi:10.1029/2006JD008249, 2007
- CASTRO-DIEZ, Y., D. POZO-VAZQUEZ, F. S. RODRIGO, y J. ESTEBAN-PARRA (2002), NAO and winter temperature variability in southern Europe, *Geophys. Res. Lett.*, 29(8), 1160, doi:10.1029/2001GL014042.
- POZO-VAZQUEZ, D., M. J. ESTEBAN-PARRA, F. S. RODRIGO, y Y. CASTRO-DIEZ (2001a), The association between ENSO and winter atmospheric circulation and temperature in the North Atlantic region, *Journal of Climate* 16, 3408-3420.
- MAHERAS, P., E. XOPLAKI, T. D. DAVIES, J. MARTÍN-VIDE, M. BARRIENDOS, y M. J. ALCOFORADO (1999), Warm and cold monthly anomalies across the Mediterranean Basin and their relationship with circulation: 1860- 1990, *International Journal of Climatology*, 19, 1697-1715.
- MIRÓ J.J., M. J. ESTRELA y M. MILLAN (2006), Summer Temperature Trends in a Mediterranean Area (Valencia Region), *Int. J. Climatol.*, 26 (8), 1051-1073.
- MOBERG, A.; JONES, P.D.; LISTER, D.; WALTHER, A.; BRUNET, M.; JACOBET, J.; ALEXANDER, L.V.; DELLA-MARTA, P.M.; LUTERBACHER, J.; YIOU, P.; CHEN, D.L.; TANK A.M.G.K.; SALADIE, O.; SIGRO, J.; AGUILAR, E. *et al.*, (2006) Indices for daily temperature and precipitation extremes in Europe analysed for the period 1901-2000, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 111 (D22): Art. No. D22106.
- PHILIPP A DELLA-MARTA PM, JACOBET J, FEREDAY DR, JONES PD, MOBERG A, WANNER H (2007) Long-term variability of daily North Atlantic-European pressure patterns since 1850 classified by simulated annealing clustering, *Journal of Climate* ,20 (16), 4065-4095
- POZO-VAZQUEZ, D., M. J. ESTEBAN-PARRA, F. S. RODRIGO, y Y. CASTRO-DIEZ (2001b), A study of NAO variability and its possible non-linear influences on European surface temperature, *Climate. Dynamics.*, 17, 701- 715.

- SAENZ, J., J. ZUBILLAGA, y C. RODRIGUEZ-PUEBLA (2001a), Interannual wintertemperature variability in the north of the Iberian peninsula, *Climate.Research.*, 16, 169–179.
- RAYNER, N.A., P. BROHAN, D.E. PARKER, C.K. FOLLAND, J.J. KENNEDY, M. VANICEK, T. ANSELL y S.F.B. TET (2006), Improved analyses of changes and uncertainties in marine temperature measured in situ since the mid-nineteenth century: the HadSST2 dataset. *Journal of. Climate*, 19, 446-469
- SAENZ, J., C. RODRIGUEZ- PUEBLA, J. FERNANDEZ, y J. ZUBILLAGA (2001b), Interpretation of interannual winter temperature variations over SouthwesternEurope, *J. Geophys. Res.*, 106(D18), 20,641– 20,652.
- SIGRÓ, J., M. BRUNET, E. AGUILAR, O. SALADIÉ, AND D. LOPEZ (2006), Variabilidad de la temperatura estival en Cataluña, En J. M. CUADRAT ET AL *Clima, Sociedad y Medio Ambiente*, Pub. AEC, Serie A, 5, Zaragoza, 301– 310, ISBN: 84-611-2463-4.
- XOPLAKI, E., J. F. GONZÁLEZ-ROUCO, J. LUTERBACHER, y H. WANNER (2003), Mediterranean summer air temperature variability and its connection to the large-scale atmospheric circulation and SSTs, *Climate. Dynamics.*, 20, 723– 739.
- XOPLAKI, E., J. LUTERBACHER, y J.F. GONZÁLEZ-ROUCO (2006), Mediterranean summer temperature and winter precipitation, largescale dynamics, trends. *Il Nuovo Cimento* 29, 45-54.