

ANÁLISIS DEL PAPEL DE LA ELECCIÓN DE LA BASE DE DATOS RETICULAR OBSERVACIONAL EN LA EVALUACIÓN DE MODELOS CLIMÁTICOS REGIONALES

Juan P. MONTÁVEZ¹, Juan J. GÓMEZ NAVARRO^{1,2}, Sonia JEREZ¹, Rocío BARÓ¹, Raquel LORENTE-PLAZAS¹, Juan Andrés GARCÍA-VALERO^{1,3}, Pedro JIMÉNEZ-GUERRERO¹

¹Universidad de Murcia, España. ²Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Alemania.

³Instituto Dom Luiz, Lisboa, Portugal. ⁴Delegación de AEMET en la Región de Murcia, España.

montavez@um.es, juan.gomez-navarro@hzg.de, sonia.jerez@gmail.com, raquel.lorente1@um.es, jugarciav@aemet.es, pedro.jimenezguerrero@um.es

RESUMEN

La validación de los modelos climáticos es fundamental, pues nos aporta confianza en su uso posterior para diferentes aplicaciones. La precisión de un modelo se evalúa comprobando su capacidad para reproducir las observaciones. Sin embargo, la naturaleza de los procedimientos para obtener medidas, así como las técnicas estadísticas empleadas para extrapolar esta información a bases de datos en retícula, hacen que aparezcan incertidumbres importantes que dificultan el proceso de validación. En este trabajo se presentan los resultados de la evaluación de la habilidad de todos los miembros de dos conjuntos de simulaciones regionales climáticas para la reproducción de la precipitación y temperaturas máximas y mínimas utilizando tres bases de datos reticulares diferentes (SPAIN02, AEMET y E-OBS), que tienen una resolución espacial similar (aprox 25 km). El primer conjunto es multifísica (30 km) y consta de ocho miembros. El segundo conjunto es multimodelo (ESCENA) y consta de 5 miembros (25 km de resolución). Los resultados indican que la bondad de los miembros del conjunto en la reproducción de la climatología observada sobre España depende de la base de datos seleccionada. Estos resultados pueden tener implicaciones sobre las discusiones que se están llevando a cabo en la comunidad de cambio climático respecto a la ponderación de los modelos regionales del clima en conjuntos de proyecciones de futuro.

Palabras clave: Modelos Climáticos Regionales, Incertidumbres, Bases de datos reticulares.

ABSTRACT

The validation of climate models is critical because it gives us confidence for using in different applications. The skill of a model is evaluated by checking their ability reproducing observations. However, the nature of the procedures for obtaining measurements, as well as the statistical techniques used to extrapolate this information to grided databases, produce important uncertainties that can difficult the validation process. This paper presents the results of the skill evaluation of the members of two ensembles of regional climate simulations in reproducing precipitation and maximum and minimum temperatures using three different grid databases (SPAIN02, AEMET and E-OBS), which have similar spatial resolution (approximately 25 km). The first set is multiphysics (30 km) and consists of eight members. The second set is multi-model (ESCENA) and consists of 5 members (25 km resolution). The results indicate that the skill of the ensemble members in reproducing the

observed climate over Spain depends on the selected database. These results may have implications on the discussions that are taking place in the climate change community regarding the weighting of the regional future climate model projections.

Key words: Regional Climate Models, Uncertainties, Observational gridded data sets.

1. INTRODUCCIÓN

El posible cambio climático se ha convertido en uno de los mayores problemas que la sociedad debe de afrontar en las próximas décadas. Evaluar los impactos que se pueden derivar de dichos cambios para así poder desarrollar estrategias de adaptación es una tarea común en muchos sectores de la sociedad. Para poder llevar a cabo los estudios de impacto se hace necesario, en la mayor parte de los casos, disponer de proyecciones de cambio climático de alta resolución que permitan poder evaluar los posibles cambios a nivel regional. Las técnicas de regionalización, tanto dinámicas como estadísticas, de las proyecciones para distintos escenarios de modelos de circulación general (MCGs), dan respuesta a esta necesidad; los escenarios regionales de cambio climático.

Por otro lado, intentar evaluar el comportamiento del clima en el futuro está ligado a una gran incertidumbre. Cada paso en el proceso de la obtención de escenarios regionalizados de cambio climático está sometido a una fuerte incertidumbre; generación de escenarios de emisión y concentración de agentes forzantes (gases de efecto invernadero), limitaciones en el conocimiento de los efectos radiativos de distintas sustancias y distintos procesos físicos, modelización a escala global y los métodos de regionalización.

Uno de los métodos más usados para la obtención de escenarios regionalizados de cambio climático es el uso de modelos regionales del clima (MRCs) (Gomez-Navarro et al. 2010, Jerez et al. 2012). Esta técnicas se basan utilizar las salidas de los MCGs para proporcionar las condiciones de contorno a MRCs que debido a su resolución son capaces de proporcionar detalles regionales mientras se mantienen las principales características de la circulación a gran escala (Rummukainen 2010). Pero dichas técnicas también están sujetas a una incertidumbre. Prácticamente cualquier cambio (modelo, física, resolución, dominio, etc) en la configuración del experimento a realizar produce perturbaciones en los resultados finales (Fernández et al. 2007, Argueso et al. 2011).

Para poder acotar/evaluar dicha incertidumbre, una aproximación común es el uso de conjuntos de simulaciones. La idea se basa en tomar la estadística de este conjunto en lugar de valores deterministas provenientes de un solo experimento. Pero la cuestión que se plantea es si todos los miembros del conjunto deben tener el mismo peso en el conjunto final. Una vez planteada dicha cuestión, surgen varios problemas relacionados con cómo deben pesarse y qué referencia se utiliza para establecer dichos pesos (Christensen et al. 2010, Coppola et al. 2010, Deque et al. 2010). El problema se aborda evaluando cada uno de los experimentos frente a las observaciones en el periodo observacional alimentando el MRC con condiciones de contorno que se consideran casi perfectas. Así pues, el peso de cada miembro de un conjunto vendrá dado su por su capacidad para reproducir las observaciones.

En los últimos años se han venido desarrollando una serie de bases de datos en rejilla. Su construcción se basa en la interpolación espacial de los datos observados a mallas regulares. Por lo tanto, el uso de distintos datos observacionales, el control de calidad de los mismos, o los métodos de interpolación espacial pueden llevar a la construcción de distintas rejillas observacionales que presenten diferencias entre ellas. Dicho de otro modo, las observaciones disponibles estarán sujetas

a incertidumbre. Estas bases de datos en rejilla son comunmente usadas para la evaluación de MRCs (Gómez-Navarro et al. 2011, Jerez et al. 2010, 2012a). La cuestión que se plantea en este trabajo es qué dependencia puede haber entre la evaluación de MRCs y la base de datos observacional elegida. Si la bondad en la reproducción del clima observado es sensible a la base de datos, el establecimiento de pesos en un conjunto de simulaciones dependerá también de dicha base de datos, pudiéndose plantear un nuevo dilema al ya controvertido asunto del peso de los miembros de un conjunto (Christensen et al. 2010, Lorenz et al. 2010).

En este trabajo se presentan las incertidumbres asociadas tanto a simulaciones del clima actual como a incertidumbres empleando un dos conjuntos de simulaciones y tres bases de datos observacionales en rejilla sobre España.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio analiza la capacidad de diversos modelos climáticos para reproducir el clima observado sobre España, enfatizando la incertidumbre presente en diversas bases de datos observacionales sobre este área, y cómo ésta puede afectar a la valoración de la calidad de los modelos climáticos. El análisis se centra en tres variables: temperatura máxima y mínima, así como precipitación, todas a escala diaria. Se han utilizado tres bases de datos diferentes que contienen estas variables con esta resolución temporal: SPAIN02, AEMET y E-OBS.

2.1. Bases de datos observacionales

La base de datos SPAIN02 (Herrera et al., 2012) consiste en una malla de datos sobre la España peninsular y las Islas Baleares con una resolución regular de $0,2^\circ$. Cubre el periodo 1950-2008 con resolución diaria. Se ha desarrollado dentro del grupo de meteorología de la Universidad de Cantabria. La base de datos de la Agencia Española de Meteorología, AEMET, (Luna et al., 2008) consiste en cuadrículas de 25 km x 25 km cubriendo la España Peninsular y Baleares. Cubre el periodo 1931-2009 con resolución diaria. Ha sido desarrollada por AEMET. Por último, la base de datos E-OBS (European Climate Assessment & Observations database) (Haylock et al., 2008) consiste una rejilla homogénea que cubre toda Europa con una resolución de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ con resolución diaria. En este estudio se ha utilizado la quinta versión de esta base de datos, que cuenta con una mayor densidad de observaciones sobre la Península Ibérica, y cubre el periodo 1950-2011.

2.2. Ensembles de simulaciones

En cuanto a los datos de las simulaciones, se ha utilizado un conjunto multi-física y un conjunto multimodelo. El conjunto multifísica consiste en un conjunto de 8 miembros, cada uno de ellos con una configuración física distinta (Jerez et al. 2012b) pero compartiendo el mismo núcleo dinámico y una resolución espacial de 30 km. En este conjunto se utilizó ERA40 para suministrar las condiciones de contorno. El conjunto multimodelo (Jimenez-Guerrero et al. 2012) está compuesto por 5 miembros, los modelos MM5, PROMES, REMO y dos configuraciones del modelo WRF. Estas integraciones se han llevado a cabo dentro del proyecto ESCENA. Se utilizó ERA-Interim como condiciones de contorno.

Es importante tener en cuenta que cada base de datos está construida sobre una rejilla diferente, si bien todas tienen similar resolución espacial. Para hacer comparables todas las bases de datos, éstas han sido interpoladas espacialmente a la malla original de la base de datos SPAIN02.

3. RESULTADOS

En esta sección se analizan los resultados de diversos parámetros estadísticos de tres variables fundamentales en diversas bases de datos, y se comparan con sus homólogos obtenidos en un conjunto de simulaciones. Las variables consideradas son temperatura máxima diaria (TMAX), temperatura mínima diaria (TMIN) y precipitación acumulada diaria (PRE). Se han comparado estas tres variables en diversos periodos temporales y mediante diversos estadísticos, explicados en detalle a continuación.

3.1. Diferencias entre bases de datos

Las tres bases de datos observacionales utilizadas en este estudio abarcan diferentes ventanas temporales. Para hacerlas comparables entre sí hemos elegido el periodo de referencia más largo posible que solapa en todos los casos, que es 1950-2007.

La primera comparación ha consistido la obtención del valor promedio durante todo el periodo de estudio de cada una de las tres variables, analizando por se separando el comportamiento en cada una de las estaciones del año. El resultado para temperatura máxima se muestra en la Figura 1. Esta variable tiene una fuerte componente estacional y orográfica en todas las bases de datos observacionales. Las temperaturas más altas tienden a concentrarse en el Sur de la Península, con importantes reducciones siguiendo los principales sistemas montañosos. SPAIN02 es, en términos generales, más cálida (fría) que su contrapartida E-OBS (AEMET). Las mayores diferencias entre bases de datos se encuentran en torno a los sistemas montañosos, mientras que en las zonas de orografía más simple la diferencia es menor, en torno a 1°C.

Los resultados para la temperatura mínima (no mostrados por brevedad) son similares. Hay un fuerte componente orográfico, aunque para esta variable la componente latitudinal está menos marcada. En este caso no se pudo identificar un sesgo predominante como en el caso anterior, sino que la diferencia cambia de signo a lo largo del dominio. De nuevo, las mayores diferencias se encuentran en torno a los principales sistemas montañosos, donde SPAIN02 llega a ser entre 2 y 3 grados más cálida en zonas de Sierra Nevada y el Sistema Ibérico.

Con respecto a la precipitación (no se muestra la figura), hay diferencias importantes entre SPAIN02 y E-OBS, que llegan en algunos casos hasta el 100% en invierno, sin que se pueda identificar un signo predominante. Sí se puede identificar no obstante una clara sobreestimación, en torno al 50% de la precipitación total en todas las estaciones del año, en la base de datos AEMET con respecto a SPAIN02.

Se ha analizado así mismo la variabilidad de las series por medio del cálculo de la desviación estándar de las series diarias. La temperatura máxima muestra una estructura de variabilidad idéntica en todas las bases de datos, con una intensificación de esta variable hacia el interior, y muy especialmente en las estaciones de transición. La temperatura mínima muestra más variabilidad en general, y es especialmente variable en otoño. Es nuevamente en el caso de la precipitación donde se encuentran mayores diferencias entre las bases de datos. Su variabilidad está claramente influenciada por el régimen pluviométrico de cada región, pero pese a que este comportamiento es identificable en todas las bases de datos, E-OBS infraestima la variabilidad con respecto a las otras bases de datos en todas las estaciones.

3.2. Validación de modelos climáticos

Se han utilizado varias métricas para valorar la capacidad de diversos modelos climáticos de reproducir las observaciones.

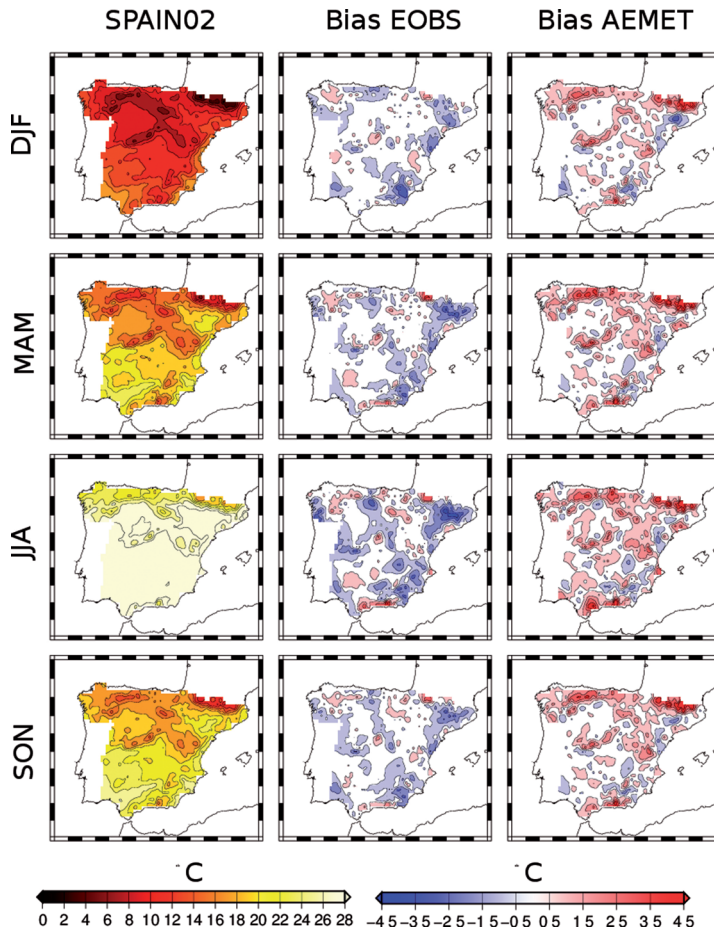


FIG. 1: Valores medios de temperatura máxima (TMAX) en el periodo 1950-2007 en la base de datos SPAIN02 (columna de la izquierda) y diferencias con respecto a ésta en las bases de datos E-OBS (columna central) y AEMET (columna derecha). Cada fila representa el resultado para una estación del año: invierno (DJF), primavera (MAM), verano (JJA) y otoño (SON).

3.2.1. ENSEMBLE DE FÍSICA

De manera análoga a como se hizo en la sección anterior, se han calculado los valores medios de temperaturas máximas, mínimas y precipitación en un periodo de referencia, en este caso 1970-2000. Este cálculo se ha efectuado tanto para los ocho miembros del ensemble de física como para las tres bases de datos. Para evaluar la similitud de los patrones obtenidos en observaciones y simulaciones, se ha calculado el coeficiente de correlación (r), así como el error cuadrático medio ($RMSE$). Así, para cada estación del año y variable, se han obtenido 24 valores de correlación $r_{i,j}$ (donde i es el índice que recorre las tres bases de datos y j las ocho configuraciones físicas consideradas), y otros 24 para el $RMSE$. La variabilidad de estos valores permite determinar si la incertidumbre debida al uso de diferentes bases de datos observacionales es comparable o incluso mayor a la debida al uso de diferentes configuraciones físicas. Hemos definido la dispersión media en la correlación atribuible al uso de diversos modelos como el promedio de la máxima diferencia entre las correlaciones en todos los modelos, fijada una base de datos. Esto es,

$$(1) \quad \Delta_{mod} = \frac{1}{3} \sum_j [\max_i \{\rho_{i,j}, \forall j\} - \min_i \{\rho_{i,j}, \forall j\}]$$

De manera similar, la dispersión media atribuible a incertidumbres en las bases de datos se calcula como

$$(2) \quad \Delta_{obs} = \frac{1}{8} \sum_j [\max_j \{\rho_{i,j}, \forall i\} - \min_j \{\rho_{i,j}, \forall i\}]$$

Los resultados de estos cálculos para las tres variables consideradas en cada una de las cuatro estaciones se representan en la Tabla 1. En temperatura máxima, hay más dispersión en el cálculo de la correlación espacial atribuible al uso de diferentes bases de datos que a diferentes configuraciones físicas (aunque la correlación espacial es superior a 0.9 en todos los casos). Esto es, la estructura de los patrones medios obtenidos en diferentes bases de datos difieren entre sí más que en simulaciones efectuadas con diferentes configuraciones físicas. Sin embargo, lo contrario ocurre en el cálculo del *RMSE*, que proviene del hecho de que el uso de diferentes opciones físicas juega un importante papel no en la forma de los patrones, sino en su valor promedio. Para temperatura mínima se obtiene un resultado totalmente análogo. En el caso de la precipitación, la incertidumbre debida al uso de diversas configuraciones es en general mayor que para las observaciones, lo cual es reflejo del importante papel de la física en la simulación de la precipitación, y de las importantes incertidumbres que restan todavía a la hora de implementar la simulación de la precipitación a escala mesoscalar. Una excepción notable es la primavera, donde las incertidumbres en las observaciones son todavía mayores que en las simulaciones.

Var	Seas.	COR (x 100)		RMSE	
		Δ_{mod}	Δ_{obs}	Δ_{mod}	Δ_{obs}
TMÁX	DJF	1.53	3.45	1.88	0.66
	MAM	1.42	3.73	1.49	0.95
	JJA	3.92	4.23	1.56	1.2
	SON	1.77	2.99	1.6	0.9
TMÍN	DJF	1.86	4.71	1.51	0.46
	MAM	2.5	4.07	0.76	0.44
	JJA	1.87	4.50	0.46	0.56
	SON	1.32	4.49	0.94	0.53
PRE	DJF	3.83	1.71	10.73	9.97
	MAM	6.94	8.21	9.39	17.05
	JJA	16.6	3.64	51.94	11.81
	SON	11.09	6.99	17.06	15.87

TABLA 1: Incertidumbre atribuible al uso de diferentes bases de datos (Δ_{obs}) y diferentes modelos (Δ_{mod}) en el cálculo de la climatología de las tres variables utilizadas en el ensemble de física (ver fórmulas (1) y (2)). Se ha calculado esta dispersión en el cálculo de la correlación espacial (en la tabla se representa el valor multiplicado por 100) y en el error cuadrático medio.

Basándonos en el valor de la correlación espacial entre los patrones simulados y observados en el periodo de referencia, se ha llevado a cabo una clasificación de las configuraciones que mejor

comportamiento tienen. Esto nos permite estudiar cómo el uso de diferentes bases de datos afecta a este ranking. Los resultados se muestran en la Figura 2, donde cada una de las filas muestra los resultados para una de las tres variables consideradas, y cada columna se corresponde con una estación del año. Los colores corresponden a cada una de las ocho configuraciones físicas, mientras que el color gris se refiere a la media de todos los miembros del conjunto. En la figura no se identifica qué configuración se corresponde con cada color, ya que estamos interesados en analizar la dispersión dentro del conjunto, no en identificar qué configuración en concreto es mejor y las razones subyacentes de este comportamiento (ver Jerez et al, 2012b para una descripción más detallada de este aspecto). En esta figura, los cuadros inferiores son los que muestran una correlación mayor, y los superiores son los que peor correlacionan con cada una de las tres bases de datos observacionales. Así, se puede apreciar cómo no hay una configuración que sea sistemáticamente mejor en todas las variables y estaciones, incluso si fijamos una misma base de datos como referencia. Si nos fijamos en la temperatura máxima en invierno, por ejemplo, vemos cómo el modelo rosa es el que mejor puntúa cuando se compara con SPAIN02 y AEMET, pero queda en cuarto puesto si usamos E-OBS como referencia. De hecho, en esta base de datos el mejor modelo es el amarillo, que es justo el peor cuando lo comparamos con AEMET. Comportamientos similares ocurren en todas las variables y estaciones, y salvo acuerdos excepcionales (por ejemplo la precipitación en invierno) el uso de diferentes bases de datos altera de manera significativa la clasificación de los modelos.

3.2.2. ENSEMBLE DEL PROYECTO ESCENA

Se han realizado los mismo cálculos que en la sección anterior, en esta ocasión aplicados al conjunto de simulaciones del proyecto ESCENA. La Tabla 2 es la equivalente a la Tabla 1, pero en este caso muestra los valores de dispersión atribuible a incertidumbres en los modelos y las observaciones, respectivamente (ver fórmulas 1 y 2), en el cálculo de correlaciones espaciales en este ensemble. En este caso el periodo utilizado para hacer los cálculos es el 1989-2007, que se corresponde con el periodo que abarcan estas simulaciones.

La dispersión en la temperatura máxima es en este caso algo mayor dentro de los modelos, lo cual es razonable teniendo en cuenta la naturaleza multimodelo de este ensemble. No obstante, todavía es en general menor que en el caso de las observaciones, siendo la primavera la única excepción. En temperatura mínima, la dispersión es en general mayor, tanto en las simulaciones como en las observaciones, si bien nuevamente es más notable en el último caso. Es en la precipitación cuando nuevamente la dispersión que aparece en las simulaciones es claramente mayor que en las observaciones, independientemente de la estación del año. Como en la comparación en el ensemble de física, el *RMSE* permite identificar cómo la dispersión en el ensemble de simulaciones es mucho mayor cuando se tiene en cuenta que diversos modelos presentan diversos valores promedio, que el cálculo de la correlación no tiene en cuenta.

La Figura 3 presenta el ranking de simulaciones en función de la variable y la estación del año cuando se compara con cada una de las tres bases de datos, y es la equivalente a la Figura 2 para el ensemble de física. Como antes, los recuadros grises representan el resultado para el promedio de todas los miembros. En este caso este promedio es una de las configuraciones que mejores resultados obtiene en general, en buen acuerdo con los resultados descritos por (Jimenez-Guerrero et al 2012). Sin embargo, en general no es fácil juzgar qué modelo es el que mejor se comporta en todos los casos, ya que en algunas estaciones y variables un modelo se comporta muy bien en algunos aspectos y muy mal en otros, dependiendo de la base de datos que se use como referencia.

4. DISCUSIÓN

La validación de modelos climáticos es un aspecto fundamental que permite verter confianza en su uso para multitud de aplicaciones. Este aspecto pasa por comparar las salidas de las simulaciones con conjuntos de datos observacionales, de manera que se suele considerar que un modelo es tanto mejor cuanto mejor reproduzca las observaciones. Sin embargo, éstas no están exentas de errores, que deberían ser cuidadosamente considerados a la hora de evaluar la capacidad de distintos modelos para reproducir el clima. Esto es especialmente importante cuando se evalúan un conjunto de modelos climáticos frente a una misma base de datos para tratar de establecer una jerarquía, ya que ésta puede ser sensible a la elección de datos de referencia.

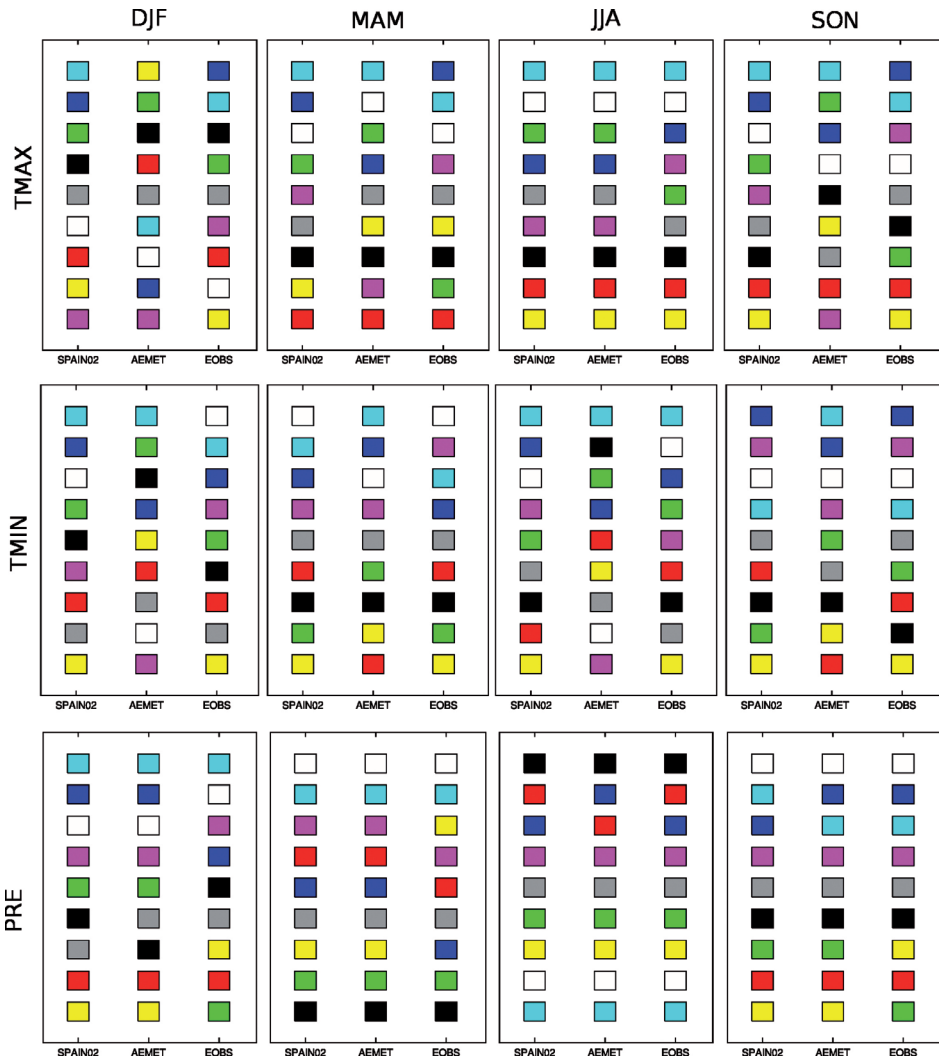


FIG. 2: Clasificación de las diferentes simulaciones realizadas con diferentes configuraciones físicas en función del valor de la correlación espacial entre los patrones de las tres variables consideradas en este estudio (por filas) en cada una de las estaciones (por columnas) en el periodo 1970-1999. Cada color representa una configuración posible, y en gris se representa el promedio de todas las configuraciones. Cuanto más abajo está el cuadro, mayor correlación muestra la simulación con cada una de las tres bases de datos consideradas.

Var	Seas.	COR (x 100)		RMSE	
		Δ_{mod}	Δ_{obs}	Δ_{mod}	Δ_{obs}
TMÁX	DJF	3.19	5.16	1.84	0.57
	MAM	3.52	3.27	1.82	0.58
	JJA	2.51	2.57	1.70	0.62
	SON	2.02	3.08	1.39	0.57
TMÍN	DJF	4.02	4.89	1.12	0.41
	MAM	3.91	5.14	1.17	0.38
	JJA	4.45	5.55	2.28	0.64
	SON	3.56	4.77	1.84	0.45
PRE	DJF	7.74	4.95	38.69	10.84
	MAM	11.50	4.23	60.76	10.66
	JJA	8.74	4.46	53.03	9.85
	SON	10.55	6.79	46.78	16.30

TABLA 2: Incertidumbre atribuible al uso de diferentes bases de datos (Δ_{obs}) y diferentes modelos (Δ_{mod}) en el cálculo de la climatología de las tres variables utilizadas en el ensemble del proyecto ESCENA. Se ha calculado esta dispersión en el cálculo de la correlación espacial (en la tabla se representa el valor multiplicado por 100) y en el error cuadrático medio.

En este trabajo se han comparado dos conjuntos de simulaciones con tres bases observacionales, concentrándonos en cómo cada una de estas bases de datos reproduce la climatología de las tres variables consideradas en este estudio. En lugar de centrarnos en qué modelo obtiene mejores resultados, se ha calculado la dispersión dentro del conjunto, que puede ser tomada como una medida de la incertidumbre proveniente de usar diferentes modelos y diferentes conjuntos de observaciones. El resultado es que en muchos casos la incertidumbre atribuible al uso de éstas últimas es igual o mayor que el introducido por diversos modelos. Evidentemente estos resultados son muy dependientes de la variable considerada, ya que los modelos superan claramente en incertidumbre a las observaciones en cuanto a la reproducción de la precipitación, pero presentan mejor acuerdo en cuanto a la reproducción de la temperatura. Así mismo, el acuerdo entre modelos empeora cuando la valoración de la incertidumbre se realiza con un estadístico que da cuenta de la diferencia en los valores medios, no sólo en la estructura espacial. Los resultados no son significativamente diferentes cuando se usa un conjunto multimodelo o multifísica, indicando que la incertidumbre atribuible al uso de diferentes parametrizaciones dentro de un mismo modelo, juega un papel muy importante en el comportamiento de un modelo y cómo éste se compara con la realidad, lo cual está en buen acuerdo con los resultados de Jerez et al. (2012b).

Se han utilizado las observaciones para establecer una clasificación de la bondad de dos conjuntos de simulaciones en función de cómo reproducen las climatologías estacionales. Los resultados muestran que esta clasificación puede ser muy diferente en función de qué base de datos se utilice como referencia: un modelo puede ser considerado de los mejores cuando se utiliza una base de datos, y sin embargo quedar mal clasificado cuando se utiliza otra (Figuras 2 y 3).

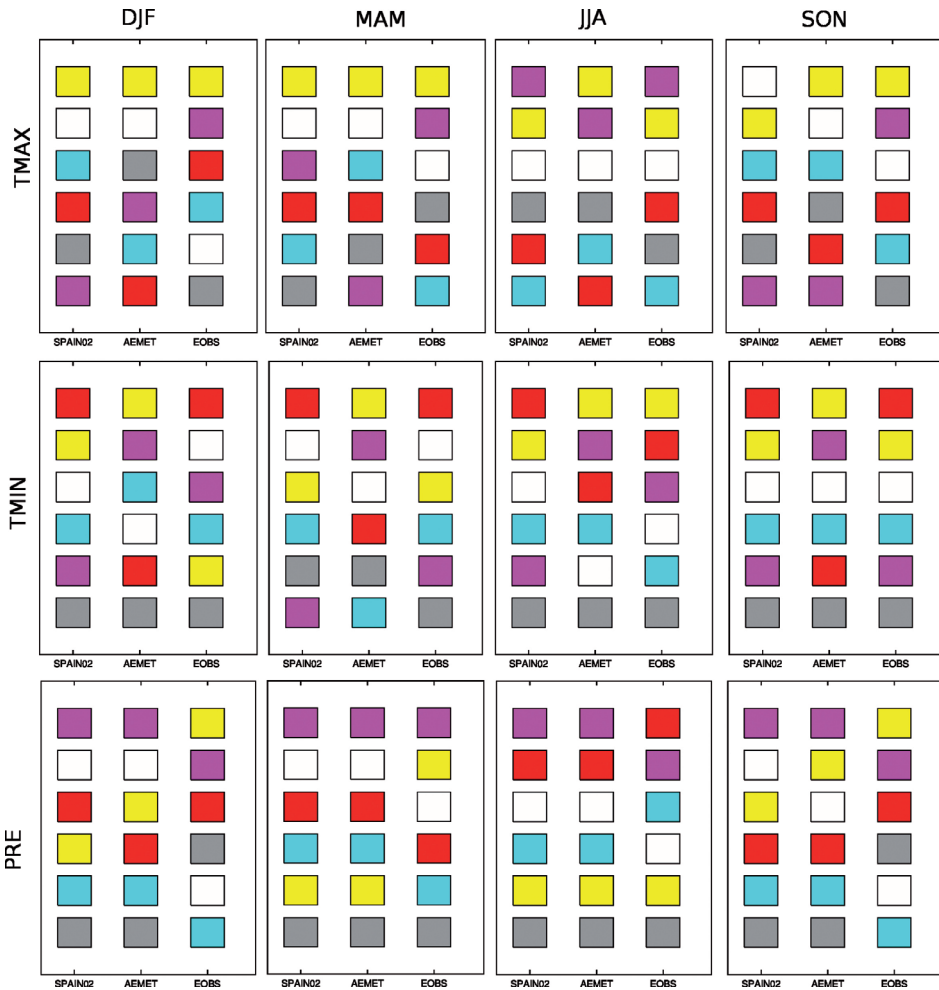


FIG. 3: Clasificación de las diferentes simulaciones realizadas en el marco del proyecto ESCENA en función del valor de la correlación espacial entre los patrones de las tres variables consideradas en este estudio (por filas) en cada una de las estaciones (por columnas) en el periodo 1998-2007. Cada color representa una configuración posible, y en gris se representa el promedio de todas las configuraciones. Cuanto más abajo está el cuadro, mayor correlación muestra la simulación con cada una de las tres bases de datos consideradas.

Los ejercicios de comparación entre bases de datos efectuados en este estudio muestran sensibilidad de la validación de RMCs a la elección de una base de datos determinada. Actualmente se están planteando metodologías de predicción por conjuntos que, en lugar de considerar a todos las simulaciones por igual, pesan su contribución basándose en su capacidad para reproducir el clima observado en el presente. No obstante, esas metodologías suelen asumir que las observaciones usadas para validar los modelos en el clima presente son perfectas. Nuestros resultados ilustran cómo ese tipo de metodologías podrían estar subestimando la contribución de algunos modelos basándose en errores introducidos en las propias observaciones. Así pues, la ponderación de los modelos debería incluir también una cuidadosa valoración de los errores en las propias bases de datos observacionales, justificando de manera firme qué modelos pesan menos y por qué.

REFERENCIAS

- Argüeso D, Hidalgo-Muñoz JM, Gamiz-Fortis SR, Esteban-Parra MJ, Dudhia J, Castro-Díez Y (2011); Evaluation of WRF parameterizations for climate studies over Southern Spain using a multi-step regionalization. *Journal of Climate* 24. pp 5633-5651.
- Christensen JH, Kjellström E, Giorgi F, Lenderink G, Rummukainen M (2010); Weight assignment in regional climate models. *Climate Research* 44, pp 179-194 .
- Coppola E, Giorgi F, Rauscher SA, Piani C (2010). Model weighting based on mesoscale structures in precipitation and temperature in an ensemble of regional climate models 44, pp 121-134.
- Déqué M y Somot S (2010) Weighted frequency distributions express modelling uncertainties in the ENSEMBLES regional climate experiments . *Climate Research* 44, pp-195-209.
- Fernández J, Montávez JP, Saenz J, González-Rouco JF, Zorita E (2007) Sensitivity of the MM5 mesoscale model to physical parameterizations for regional climate studies: Annual cycle. *Journal of Geophysical Research* 112. pp D04,101.
- Gómez-Navarro JJ, Montávez JP, Jiménez-Guerrero P, Jerez S, García-Valero JA, González-Rouco JF (2010) Warming patterns in regional climate change projections over the Iberian Peninsula. *Meteorologische Zeitschrift* 19. pp 275-285.
- Gómez-Navarro JJ, Montávez JP, Jerez S, Jiménez-Guerrero P, Lorente-Plazas R, González-Rouco JF, Zorita E (2011). A regional simulation over the Iberian Peninsula for the last millenium. *Climate of the Past* 7, pp 451-472.
- Jerez S, Montávez JP, Gómez-Navarro JJ, Jiménez-Guerrero P, Jiménez J, González-Rouco JF (2010) Temperature sensitivity to the land-surface model in MM5 climate simulations over the Iberian Peninsula. *Meteorologische Zeitschrift* 19, pp 363-374.
- Jerez S, Montávez JP, Gómez-Navarro JJ, Jiménez PA, Jiménez-Guerrero P, Lorente-Plazas R, González-Rouco JF (2012) The role of the land-surface model for climate change projections over the Iberian Peninsula. *Journal of Geophysical Research* 117, pp D01,109.
- Jiménez-Guerrero P , J. P. Montávez , M. Domínguez , R. Romera , L. Fita3 , J. Fernández , W. D. Cabos , G. Liguori y M. A. Gaertner (2012). Description of mean fields and interannual variability in an ensemble of RCM evaluation simulations over the Iberian Peninsula: results from the ESCENA project. *Climate Research* (enviado)
- Haylock, M., Hofstra, N., Klein Tank, A., Klok, E., Jones, P., and New, M (2008) A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950-2006, *Journal of Geophysical Research-atmospheres*, 113, pp D20-119.
- Herrera, S., Gutiérrez, J., Ancell, R., Pons, M., Frías, M., and Fernández, J. (2010) Development and analysis of a 50-year high-resolution daily gridded precipitation dataset over Spain (Spain02), *International Journal of Climatology*, 32, pp 74-85.
- Lorenz P, Jacob D; Validation of temperature trends in the ENSEMBLES regional climate model runs driven by ERA40 (2010). *Climate Research* 44, pp 167-177.
- Luna, Y., M., Morata, A., Martín, M., D., S.-M., y de la Cruz, J (2008) Validacion de la base de datos reticular de la AEMet: Temperatura diaria máxima y mínima, in: Cambio climático regional y sus impactos, AEC.
- Rummukainen, M.: State-of-the-art with regional climate models (2010) *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1, pp 82-96.

