

MEMORIAS
DE LA
REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES
DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA NÚM. 1030

VOL. LXV NÚM. 3

ESTRUCTURA TEMPORAL FINA Y PATRONES ESPACIALES DE LA
PRECIPITACIÓN EN LA ESPAÑA PENINSULAR

MEMÒRIA LLEGIDA PER L'ACADÈMIC ELECTE

Dr. JAVIER MARTÍN VIDE

A l'acte de la seva recepció el dia 9 de juny de 2011

DISCURS DE RESPOSTA PER L'ACADÈMIC NUMERARI

Excm. Sr. Dr. JOAN VILÀ-VALENTÍ

Publicada el mes de maig de 2011

B A R C E L O N A

2 0 1 1

RESUM

ESTRUCTURA TEMPORAL FINA I PATRONS ESPACIALS DE LA PRECIPITACIÓ A L'ESPANYA PENINSULAR

Espanya és, en un alt percentatge de les terres que la formen, mediterrània, designació climàtica que al·ludeix no solament al clima de la conca del mar homònim i els seus marges, sinó també al d'altres àmbits planetaris, tots ells en una franja latitudinal d'entre poc més de 30° i menys de 45° a les façanes occidentals dels continents. Per la seva condició majoritàriament mediterrània, la precipitació a bona part d'Espanya (s'exclou la franja més septentrional de clima marítim temperat de les costes occidentals i les Canàries) es caracteritza per totals predominantment modestos, una variabilitat interanual alta i llargs períodes de sequera, sovint saltejats per precipitacions torrencials. A les característiques anteriors s'afegeix una varietat sorprenent de règims pluviometries estacionals i un repartiment espacial complex, a causa del pes d'uns factors geogràfics, en especial el relleu, molt diversos i contrastats.

La posició de la Península Ibèrica, pinçada entre l'Atlàntic i el Mediterrani, dona lloc al fet que la seva façana oriental, que, en el marc continental d'Euràsia, és terra d'occident, tingui el mar més pròxim a l'est, la qual cosa introdueix uns trets singulars en la seva pluviometria, en especial un màxim pluviomètric no hivernal, sinó tardorenc, i una elevada concentració i intensitat pluviomètrica diària i horària.

Per tal d'estudiar els patrons espacials generals de la precipitació a l'Espanya peninsular es poden considerar dos components, amb influències ortogonals, el de la *subtropicalitat* o *mediterraneïtat*, més intens com més cap al sud, i el *del mar Mediterrani*, que augmenta en apropar-se a aquest mar, de ponent a llevant. El primer és comú a tots els climes mediterranis del planeta, mentre que el segon es distingeix de la façana oriental ibèrica. Els dos components esmentats expliquen bé la distribució espacial dels valors de variables amb implicacions ecològiques i econòmiques importants, com ara la variabilitat pluviomètrica interanual, la durada mitjana de les seqüències seques i la concentració diària de la precipitació, les dues darreres a una escala temporal diària.

La variabilitat pluviomètrica interanual, expressada mitjançant el coeficient de variació (CV) de la precipitació anual, que augmenta de nord a sud, visualitzant la influència del component de la subtropicalitat, és el millor criteri per a traçar la frontera en la Península Ibèrica entre el clima mediterrani i el marítim temperat de les costes occidentals. El llindar de CV del 20 %, o la forquilla 20-22 %, separa pràcticament tot Galícia, la franja cantàbrica i una part dels Pirineus, amb valors inferiors a aquest llindar, de la resta del territori, mediterrani, on s'ultrapassa, a vegades àmpliament (fins al 40 %). La durada mitjana de les seqüències seques (constituïdes per dies secs) també augmenta d'una manera molt clara de nord a sud, des de valors de quatre dies, a Guipúscoa, fins a setze a Almeria (amb el llindar d' 1 mm per a definir el dia sec). El component del mar Mediterrani és, en canvi, el causant de l'alta concentració i intensitat diària i horària de la precipitació a la façana oriental de la Península Ibèrica, amb valors del *concentration index* (CI) superiors a 0,61, i, fins i tot, a 0,70, i estableix una frontera pluviomètrica amb la resta del territori ibèric.

Pel que fa al percentatge de la precipitació estiuenca respecte a l'anyal, que, en general, baixa quan disminueix la latitud, es visualitza un nou factor, la *continentalitat*, fruit de la compacitat de l'espai interior ibèric i el seu aïllament dels mars circumdants. El percentatge esmentat es multiplica per deu entre els observatoris peninsulars més meridionals (3 %) i Terol (més d'un 30 %). La continentalitat tèrmica de les *mesetas* i la vall de l'Ebre es confirma pluviomètricament sols a un sector entre Terol i Lleida, on l'estiu resulta més plujós que l'hivern.

Malgrat l'elevat nombre de règims pluviometries estacionals (dotze de diferents, la meitat dels possibles), el seu repartiment presenta coherència geogràfica, que és un requisit fonamental per a atribuir significació climàtica a un fenomen, després de la verificació de la seva significació estadística. Així, els màxims hivernals es donen a les terres obertes a l'Atlàntic o allà on les precipitacions provenen d'aquest oceà, els primaverals a regions de l'interior peninsular i els de tardor a la façana oriental ibèrica. No obstant això, en els darrers trenta anys s'ha produït una extensió significativa cap a l'oest dels règims amb màxim de tardor, en detriment dels de màxim primaveral.

Si considerem les teleconnexions, o patrons de variabilitat de freqüència baixa, de la NAO (*North Atlantic Oscillation*), la MO (*Mediterranean Oscillation*) i la WeMO (*Western Mediterranean Oscillation*), es pot regionalitzar la precipitació dels mesos d'hivern en les àrees següents: la façana litoral i prelitoral oriental, on el patró més petit en termes espacials, la WeMO, és el més explicatiu, és a dir, el que mostra una correlació més bona (negativa) amb la seva precipitació (també al golf de Biscaia (positiva)); una franja de transició cap a l'interior, on la MO dona les millors correlacions (negativa); i bona part de la resta, amb la NAO com el patró més influent.

RESUMEN

ESTRUCTURA TEMPORAL FINA Y PATRONES ESPACIALES DE LA PRECIPITACIÓN EN LA ESPAÑA PENINSULAR

España es, en un alto porcentaje de sus tierras, mediterránea, designación climática que se refiere no sólo al clima de la cuenca del mar homónimo y sus márgenes, sino también al de otros ámbitos planetarios, todos ellos en una franja latitudinal entre poco más de 30° y menos de 45° en las fachadas occidentales de los continentes. Por su condición mayoritariamente mediterránea, la precipitación en buena parte de España (se excluye la franja más septentrional de clima marítimo templado de costas occidentales y Canarias) se caracteriza por totales predominantemente modestos, una alta variabilidad interanual y largos períodos de sequía, a menudo salpicados por precipitaciones torrenciales. A las características anteriores se añade una sorprendente variedad de regímenes pluviométricos estacionales y un complejo reparto espacial, debido al peso de unos factores geográficos, en especial el relieve, muy diversos y contrastados.

La posición de la Península Ibérica, pinzada entre el Atlántico y el Mediterráneo, da lugar a que su fachada oriental, siendo, en el marco continental de Eurasia, tierra de occidente, tenga el mar más próximo al este, lo que introduce unos rasgos singulares en su pluviometría, en especial un máximo pluviométrico no invernal, sino otoñal, y una elevada concentración e intensidad pluviométrica diaria y horaria.

Para estudiar los patrones espaciales generales de la precipitación en la España peninsular pueden considerar dos componentes, con influencias ortogonales, la de la *subtropicalidad* o *mediterraneidad*, tanto más intensa cuanto más hacia el sur, y la *del mar Mediterráneo*, que aumenta al aproximarse a este mar, de poniente a levante. La primera es común a todos los climas mediterráneos del planeta, mientras que la segunda es distintiva de la fachada oriental ibérica. Las dos componentes citadas explican bien la distribución espacial de los valores de variables con importantes implicaciones ecológicas y económicas, como la variabilidad pluviométrica interanual, la duración media de las secuencias secas y la concentración diaria de la precipitación, las dos últimas a una escala temporal diaria.

La variabilidad pluviométrica interanual, expresada mediante el coeficiente de variación (CV) de la precipitación anual, que aumenta de norte a sur, visualizando la influencia de la componente de la subtropicalidad, es el mejor criterio para trazar la frontera en la Península Ibérica entre el clima mediterráneo y el marítimo templado de las costas occidentales. El umbral de CV del 20 %, o la horquilla 20-22 %, separa prácticamente toda Galicia, la franja cantábrica y una parte del Pirineo, con valores inferiores a él, del resto del territorio, mediterráneo, donde se supera, a veces ampliamente (hasta 40 %). La duración media de las secuencias secas (constituidas por días secos) también aumenta de forma muy clara de norte a sur, desde valores de cuatro días, en Guipúzcoa, a dieciséis en Almería (con el umbral de 1 mm para definir el día seco). La componente del mar Mediterráneo es, en cambio, la causante de la alta concentración e intensidad diaria y horaria de la precipitación en la fachada oriental de la Península Ibérica, con valores del *concentration index* (CI) superiores a 0,61, e, incluso, a 0,70, y establece una frontera pluviométrica con el resto del territorio ibérico.

En el porcentaje de la precipitación estival respecto a la anual, que, en general, baja al disminuir la latitud, se visualiza un nuevo factor, la *continentalidad*, fruto de la compacidad del espacio interior ibérico y su aislamiento de los mares circundantes. El citado porcentaje se multiplica por diez entre los observatorios peninsulares más meridionales (3 %) y Teruel (más de un 30 %). La continentalidad térmica de las mesetas y el valle del Ebro se confirma pluviométricamente sólo en un sector de Teruel a Lleida, donde el verano resulta más lluvioso que el invierno.

A pesar del elevado número de regímenes pluviométricos estacionales (doce diferentes, la mitad de los posibles), su reparto presenta coherencia geográfica, que es un requisito fundamental para atribuir significación climática a un fenómeno, tras la verificación de su significación estadística. Así, los máximos invernales se dan en las tierras abiertas al Atlántico o cuyas precipitaciones provienen del citado océano, los primaverales en regiones del interior peninsular y los otoñales en la fachada oriental ibérica. Sin embargo, en los últimos treinta años se ha producido una significativa extensión hacia el oeste de los regímenes con máximo otoñal, en detrimento de los de máximo primaveral.

Al considerar las teleconexiones, o patrones de variabilidad de baja frecuencia, de la NAO (*North Atlantic Oscillation*), la MO (*Mediterranean Oscillation*) y la WeMO (*WesternMediterranean Oscillation*), puede regionalizarse la precipitación de los meses de invierno en las siguientes áreas: la fachada litoral y prelitoral oriental, para la que el patrón más pequeño en términos espaciales, la WeMO, es el más explicativo, es decir, que muestra mejor correlación (negativa) con su precipitación (también en el golfo de Vizcaya (positiva)); una franja de transición hacia el interior, donde la MO da las mejores correlaciones (negativas); y buena parte del resto, con la NAO como el patrón más influyente.

ABSTRACT

FINE TEMPORAL STRUCTURE AND SPATIAL PATTERNS OF PRECIPITATION IN PENINSULAR SPAIN

In a high percentage of its territory, Spain presents a Mediterranean climate which covers not only the basin of the above mentioned sea and its margins, but also other scopes, all falling within a latitudinal belt of between 30° and 45° on the western facades of the continent. Due to its mainly Mediterranean conditions, rainfall in much of Spain (excluding the northernmost zone, with its temperate maritime climate, typical of the western coasts, and the Canary Isles) is characterised by predominantly modest totals, high interannual variability and long periods of drought, sometimes interspersed with torrential rainfall. To these characteristics we can add a surprising variety of seasonal rainfall regimes and complex spatial distribution, resulting from the influence of certain very diverse geographic factors, particularly relief.

The position of the Iberian Peninsula, lying between the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea means that its east coast, which is really west within the continental framework of Eurasia, has the sea closer to the east, all of which introduces certain unique features in its pluviometry, particularly a rainfall maximum not in winter, but rather in autumn, and very concentrated and intense daily and hourly rainfall.

On studying the general spatial patterns of precipitation on peninsular Spain, two components, with orthogonal influences, can be considered: one relating to *subtropicality* or *Mediterraneanity*, which becomes more intense in the southwards direction, and that of the *Mediterranean Sea*, more intense on approaching this sea, from west to east. The former is common to all Mediterranean climates on the planet, whereas the latter is characteristic of the eastern coast of the Iberian Peninsula. These two components account well for the spatial distribution of the values of variables presenting important ecological and economic implications, such as interannual precipitation variability, average duration of dry sequences and daily rainfall concentration, the latter two at a daily scale.

Interannual precipitation variability, expressed by means of the coefficient of variation (CV) of annual rainfall, which increases from north to south, visualising the influence of the subtropicality component, is the best criterion for establishing the border on the Iberian Peninsula between the Mediterranean climate and the temperate maritime one of the west coasts. The CV threshold of 20 %, or the 20-22 % interval, practically separates the whole of Galicia, the Cantabrian Belt and a part of the Pyrenees, with values lower than 20 %, from the rest of the territory, which is Mediterranean, where this threshold is surpassed, sometimes by up to 40 %. The average duration of the dry sequences (constituted by dry days) also clearly increases from north to south, from values of four days in Guipuzcoa, to sixteen in Almeria (with a threshold of 1 mm for defining a dry day). The Mediterranean Sea component, on the other hand, is the cause of the high daily and hourly concentration and intensity of rainfall on the eastern facade of the Iberian Peninsula, with values of the *concentration index* (CI) higher than 0.61 and even than 0.70, and establishes a pluviometric border with the rest of the Iberian Peninsula.

On comparing the percentage of summer rainfall with the annual value, which generally diminishes with a decrease in latitude, a new factor can be seen, *continentality*, resulting from the compactness of the inland Iberian Peninsula and the isolation thereof from the surrounding seas. The above mentioned percentage is multiplied by ten between the southernmost peninsular observatories (3 %) and Teruel (over 30 %). The thermal continentality of the Plateaus and the Ebro River valley is pluviometrically confirmed only in a sector running from Teruel to Lleida, where the summertime is rainier than the winter.

In spite of the high number of seasonal rainfall regimes, (twelve different ones, which is half of all those possible), their distribution is geographically coherent, which is a fundamental prerequisite with regard to attributing climatic significance to a given phenomenon, following verification of its statistical significance. Thus, winter maxima occur in lands open to the Atlantic, or whose rainfall patterns come from this ocean, springtime maxima in regions of the inland peninsula and autumn ones on the east facade of the Iberian Peninsula. In the last thirty years, however, there has been a significant spread westwards of regimes presenting autumn maxima, in detriment to springtime ones.

On considering teleconnections, or low-frequency variability patterns, of the NAO (*North Atlantic Oscillation*), the MO (*Mediterranean Oscillation*) and the WeMO (*Western Mediterranean Oscillation*), the rainfall of the winter months can be regionalised in the following areas: The east coast and east prelitoral, for which the smallest pattern in spatial terms, the WeMO, is the most explanatory one, that is, the one showing the best correlation (negative) with its rainfall (also in the bay of Biscay (positive)); a transition zone moving inland, where the MO presents the best correlations (negative); and much of the rest of the territory, with the NAO as the most influential pattern.