

Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional
Facultat de Geografia i Història
Universitat de Barcelona

Tesi doctoral

L'Oscil·lació de la Mediterrània Occidental i la Precipitació als Països Catalans

Memòria presentada per
Joan Albert López i Bustins
per optar al títol de Doctor en Geografia

Programa de doctorat
Geografia, Paisatge i Medi Ambient
Bienni 2002–2004

El director de la tesi

Dr. Javier Martín Vide
Catedràtic de Geografia Física
Universitat de Barcelona

Barcelona, juny de 2007

CONCLUSIONS

A continuació es presenten les principals conclusions de la tesi. S'enumeren i expliquen seguint l'ordre definit en la Introducció. Les conclusions i raonaments es van ajustant als objectius i hipòtesis plantejades, presentant-se en l'ordre establert per a cada capítol.

6.1. CAPÍTOL 1

*La WeMO és un patró regional innovador que permet explicar el comportament pluviomètric dels Països Catalans. **Hipòtesi confirmada.***

En la correlació de la precipitació diària dels 7 observatoris de primer ordre, ja es detecta que els observatoris que assoleixen una major fidelitat amb la WeMO són els que es troben en el territori dels Països Catalans. En l'aproximació posterior, en el capítol 2, que es fa per a la pluviometria del conjunt de la Península Ibèrica, es destaca l'àrea dels Països Catalans (en la seva fase negativa) i de la franja cantàbrica (en la seva fase positiva) com les àrees més susceptibles de ser regides per la WeMO per sobre de la NAO (Figura 2 del capítol 2).

*La WeMO reflecteix l'oscil·lació conjunta de l'anticicló de les Açores al sud-oest ibèric i de la depressió de la Mar Lígur al nord-oest d'Itàlia. **Hipòtesi confirmada.***

La pressió mitjana al llarg del període 1951-2000 demostra com existeix un dipol baromètric entre el sud-oest de la Península Ibèrica i el nord-oest d'Itàlia, amb una variabilitat sincronitzada no inversa, en encaixar la conca occidental de la Mediterrània amb la meitat de la longitud d'una ona de Rossby.

*La seva aplicació diària és funcional per ajustar la precipitació en el dia D pluviomètric a la costa mediterrània nord-occidental. Conseqüentment, la WeMO perd el seu caràcter de baixa freqüència que caracteritza altres patrons de teleconnexió. **Hipòtesi confirmada.***

L'ajustament a resolució diària és satisfactori. A l'observatori més meridional, Màlaga, els episodis de precipitació s'avancen al dia amb un WeMOi més negatiu, i a Perpinyà i Marsella es retarden. La resta d'observatoris, plenament dins el territori dels Països Catalans, assoleixen correlacions superiors en el dia D. Aquest fet és explicable per l'evolució de les pertorbacions en el si de la propagació horitzontal de l'ona planetària de Rossby. S'obre

un nou horitzó davant la funcionalitat a resolució diària del WeMOi, deixant de banda en aquesta escala d'anàlisi l'adjectiu "baixa" que caracteritza la seva freqüència.

*El WeMOi es consolida com a índex independent en no correlacionar-se altament, però tampoc nul·lament, amb altres índexs de patrons de circulació propers. **Hipòtesi confirmada.***

El WeMOi es desmarca del NAOi en no correlacionar-s'hi. En canvi, ho fa significativa i negativament amb l'AOi. Per tant, la WeMO permet establir diferències entre el patró de la NAO i de l'AO, que han estat sempre considerats molt propers en la seva influència climàtica a l'Europa Occidental.

6.2. CAPÍTOL 2

*El Golf de València és l'àrea de màxima influència de la WeMO per ser la més aixoplugada dels fluxos de l'Atlàntic. **Hipòtesi confirmada.***

L'àrea del Golf de València és on el WeMOi assoleix les correlacions més satisfactòries per sobre del NAOi, juntament amb les Muntanyes d'Alacant i de Castelló. El conjunt del País Valencià és la regió de la Península Ibèrica que es troba més aixoplugada de l'Atlàntic, però la seva orientació est de la costa és un factor també important. És així que, la Catalunya Nord i el Pirineu Oriental, amb la orientació també est de les planes de l'Empordà i del Rosselló, i de la Costa Vermella, es troben sota una influència molt considerable de la WeMO. El tercer punt d'influència de la WeMO en el conjunt dels Països Catalans és a les Pitiüses, per la seva proximitat al Cap de la Nau (Marina Alta) i per resguardar-se dels vents de component nord gràcies a l'efecte orogràfic dels Pirineus.

*Les zones on la WeMO té un major pes són on la NAO es debilita, com és el cas del Golf de València. **Hipòtesi confirmada.***

La diferència dels valors absoluts dels coeficients de correlació d'ambdós índexs amb la pluviometria dels Països Catalans ens han determinat quines àrees són més susceptibles a la influència de la WeMO. Les àrees abans esmentades, el Pirineu Oriental, el País Valencià i les Pitiüses, es caracteritzen, a part de correlacionar-se significativament amb el WeMOi, per tenir una variabilitat deslligada de la NAO. Altres zones, com les franges litoral i prelitoral de Catalunya, també tenen unes correlacions satisfactòries amb el WeMOi, però simultàniament amb el NAOi, per tant, la influència neta de la WeMO és baixa o inexistent. Aquesta divisió

entre un País Valencià sota el domini de la WeMO i una Catalunya sota el de la NAO és ben apreciable a l'hivern, també visible en el marc geogràfic de les Illes Balears de sud-oest a nord-est. La tardor tendeix a restar sota un domini més extens de la WeMO i la primavera de la NAO. A l'estiu, com en la majoria dels patrons d'aquestes característiques, el paper de la WeMO és nul.

*Les majors concentracions pluviomètriques diàries coincideixen amb les àrees de major influència de la WeMO. **Hipòtesi confirmada.***

A partir de l'índex de concentració (CI) per a la Península Ibèrica, es comprova com la franja mediterrània d'aquesta, una àrea aproximada a la dels Països Catalans, els episodis torrencials tenen un gran pes sobre la precipitació total anual. Els valors del CI també mostren àrees moderadament elevades al voltant del País Basc, sota la influència de la WeMO en la seva fase positiva, i del Golf de Cadis, on la WeMO té certa influència en signe negatiu.

*El WeMOi a resolució diària pot contribuir en la predicció d'episodis torrencials. **Hipòtesi confirmada.***

El WeMOi a resolució diària es proposa com a nova eina de predicció d'episodis torrencials en els seus valors extrems negatius per al conjunt dels Països Catalans. Els episodis torrencials de més de 100 mm/ 24 h pràcticament sempre es donen amb valors negatius del WeMOi, a excepció d'algun episodi estival de tipus convectiu. Els valors extrems positius poden afavorir l'ocurrència d'episodis de precipitació de caràcter dèbil a les àrees on s'escolen certs fluxos de l'Atlàntic: Plana del Rosselló per la Plana d'Aquitània, desembocadura de l'Ebre per la Vall de l'Ebre i nord-oest de Catalunya (Val d'Aran) pel curs fluvial de la Garona.

6.3. CAPÍTOL 3

*Les fases de la WeMO i les tendències del seu índex comporten unes tendències similars en les pluviometries de les àrees dels Països Catalans que es troben directament sota la seva influència. **Hipòtesi confirmada.***

Les tendències significatives del WeMOi durant la segona meitat del segle XX són a l'hivern i a l'estiu, ambdues de signe negatiu. La relació del WeMOi amb la pluviometria estival és nul·la; tampoc es detecta un augment de la precipitació als Països Catalans a l'estiu. En canvi, a l'hivern, la WeMO influeix en la precipitació de les regions abans esmentades en

les conclusions del capítol 2, i la tendència negativa significativa del seu índex, juntament amb una tendència positiva significativa de l'AOi, afavoreix un augment de la precipitació a les comarques del Golf de València i del Pirineu Oriental – Plana del Rosselló; d'aquí la correlació positiva entre la precipitació d'aquestes àrees dels Països Catalans i l'AOi. L'última fase de la WeMO del segle XX a l'estació hivernal és pronunciadament negativa i ha comportat uns increments considerables de precipitació a les 3 àrees d'influència esmentades. A la tardor, període en què la WeMO té un pes important en la pluviometria dels Països Catalans, no es detecten variacions pluviomètriques destacades en correspondència amb la manca de tendència del seu índex.

D'altra banda, es detecta un cicle de 5 anys en la pluviometria hivernal del conjunt dels Països Catalans per existir també aquest en el WeMOi.

*Les fases de la WeMO i les tendències del seu índex poden venir condicionades per comportaments de patrons de teleconnexió externs a la conca mediterrània, sobretot, a l'hivern, quan es reforça la dinàmica de la circulació atmosfèrica. **Hipòtesi confirmada.***

La dinàmica atmosfèrica es reforça a l'estació hivernal quan el desequilibri tèrmic latitudinal (de nord a sud) a l'hemisferi boreal és més elevat, per una menor insolació al Pol Nord. La compensació es manifesta amb una pronunciada circulació de l'oest, que es correspon amb una fase extrema positiva de l'AO, i, en conseqüència, una de negativa de la WeMO. Es confirma en els resultats una relació oposada entre aquests dos patrons, fet que vincula part de la variabilitat de la WeMO a les circulacions circumpolars.

*La variabilitat pluviomètrica interanual en el territori dels Països Catalans depèn de la influència de la WeMO; així com la seva variació està subjecta a l'evolució de la influència de la WeMO. **Hipòtesi confirmada parcialment.***

En el conjunt del semestre fred, la variabilitat pluviomètrica en el període 1951-2000 ha augmentat en aquelles zones on la WeMO ha reforçat la seva influència. Aquestes zones són el País Valencià, la Val d'Aran i les Pitiüses. En canvi, s'ha reduït en aquelles zones on la NAO ha guanyat terreny, Catalunya Nord i Sud, especialment en aquelles on en el primer subperíode es trobaven sota el domini de la WeMO, el Pirineu Oriental i rodalies. Es destaca l'accentuació de la bipartició del territori dels Països Catalans, entre una Catalunya sota una major influència de la NAO, i un País Valencià sota un major domini de la WeMO, on ha augmentat la irregularitat pluviomètrica notablement segons el CV. El mateix ha succeït a les Illes Balears entre el nord-est, on guanya domini la NAO, i el sud-oest de l'arxipèlag, on la WeMO adquireix una major influència. Es destaca l'anul·lació del paper de la NAO en el

conjunt dels Països Catalans a la primavera, i el paper dominant que adopta la WeMO al País Valencià i a les Terres de l'Ebre a la tardor.

La reducció de la precipitació total anual és generalitzada arreu dels Països Catalans, tot i que la tendència del WeMOi és negativa i significativa. La influència de la WeMO en la pluviometria a escala anual és gairebé nul·la. Les reduccions més significatives tenen lloc a la meitat septentrional de les Illes Balears. La irregularitat pluviomètrica anual segons el CV i el S_1 augmenta considerablement al Golf de València coincidint amb una major filiació de la WeMO en aquesta àrea a finals del segle XX, i es redueix a l'extrem nord-est dels Països Catalans, on es produeix un debilitament d'aquest patró.

*Si els valors extrems diaris del WeMOi s'incrementen, augmenta la torrencialitat als Països Catalans. **Hipòtesi confirmada parcialment.***

Una davallada significativa del WeMOi, com és a l'estació hivernal, comporta un desplaçament cap a l'esquerra (valors negatius) de la distribució de freqüències dels valors diaris del WeMOi, i, en conseqüència, un augment dels valors extrems negatius del WeMOi. Aquest fet porta a un major nombre de dies de precipitació, que donen lloc a seqüències plujoses més llargues, però al mateix temps esmorteix la intensitat pluviomètrica diària (ID). També s'incrementen els dies de precipitació torrencial, que comporten una major irregularitat pluviomètrica diària.

El CI s'incrementa arreu del litoral dels Països Catalans, però, sobretot, a Barcelona, València i Torrevella. La ID es redueix en bastants punts, però en canvi, s'incrementa a Barcelona i València perquè els episodis diaris intensos i torrencials hi predominen en els seus respectius augments totals del nombre de dies de precipitació. És més coherent en el cas de València, pel destacat augment de la influència de la WeMO al Golf de València durant l'estació hivernal al llarg de la segona meitat del segle XX, que no pas a la Costa Central, on el paper de la WeMO s'ha debilitat, supeditant-se al de la NAO. A més, les seqüències pluviomètriques d'1 dia a València a l'hivern, ben ajustades amb la cadena de Markov de segon ordre (CM_2), es redueixen en el subperíode 1976-2000 respecte al primer, 1951-1975, i augmenten les de 3 i 4 dies; fet que no ocorre a la sèrie diària de Barcelona.

Anualment, els valors extrems negatius del WeMOi també són més freqüents al llarg de la segona meitat de segle XX. A la zona de més influència de la WeMO anualment, l'extrem sud dels Països Catalans, es detecta un augment considerable de la torrencialitat a Torrevella segons el CI.

Com que l'augment dels valors diaris del WeMOi extrems negatius va associat amb un increment dels dies de precipitació de diferents llimars, es pot parlar d'un augment a

resolució diària de la irregularitat (CI), que és una característica de la torrencialitat, però no de la seva altra característica, la intensitat (ID), que en principi es redueix o manté per un augment general del nombre de dies de precipitació, a no ser que l'increment d'episodis sigui predominantment entre els de caràcter intens-torrencial, com en el cas de Barcelona i València

*Les àrees que es correlacionen en signe contrari amb el WeMOi tenen una pluviometria inversa, ja sigui en l'àmbit o no dels Països Catalans. **Hipòtesi confirmada.***

La pluviometria de la Val d'Aran es correlaciona significativa i positivament amb el WeMOi en les estacions de la meitat freda de l'any, i, per tant, té una variabilitat oposada significativa amb la precipitació de les comarques del Golf de València, molt influïdes per la fase negativa de la WeMO. Succeeix el mateix entre el Golf de Biscaia i el Golf de València, en les anàlisis del capítol 2.

*Les Illes Balears i Catalunya són àrees inversament relacionades quant a pluviometria. Les Illes Balears tenen una condició d'insularitat que les deslliga del factor de sotavent de la façana est ibèrica, principalment, per la humitat que recullen de nou del Mediterrani els fluxos procedents de l'Atlàntic. **Hipòtesi rebutjada.***

És cert que les Illes Balears registren precipitació amb molts tipus d'advecció perquè els fluxos sempre tenen un recorregut marítim, però la seva pluviometria no té una correlació oposada amb la dels observatoris de Catalunya en una primera anàlisi d'aproximació. En general, la relació és positiva entre Mallorca-Menorca i Catalunya. Només durant el semestre fred, entre algun punt de les Pitiüses i algun observatori del Prepirineu lleidatà, que seria per la mateixa raó de la relació oposada entre la Val d'Aran i l'Horta de València, es detectaria una lleugera relació inversa.

6.4. CAPÍTOL 4

*L'estratosfera té un paper important en la variabilitat de la troposfera, i, de retruc, de la WeMO. **Hipòtesi confirmada.***

Mitjançant l'acoblament estratosfera-troposfera que té lloc a l'hivern, les anomalies de circulació de l'estratosfera polar es transmeten a la troposfera, condicionant principalment l'AO, i, de retruc, per la seva relació oposada amb aquest patró, la WeMO.

Les fases extremes positives de l'AO induïdes per les anomalies estratosfèriques comporten profundes fases negatives de la WeMO. Hipòtesi confirmada.

Els *coolings* són les anomalies estratosfèriques polars hivernals que comporten un reforçament del vòrtex polar, que es contrau, presentant-se en superfície en unes fases extremes positives de l'AO. Aquestes fases extremes deriven en un desplaçament septentrional, a les latituds escandinaves, dels vents de l'oest amb una major intensitat, i, simultàniament, un reforçament de l'anticicló de les Açores, que es desplaça, en direcció nord-est, cap al Centre d'Europa per enllaçar amb l'anticicló tèrmic centreeuropeu. Aquesta configuració sinòptica ve definida per unes altes pressions al voltant del cinturó 45°N, i afavoreix una fase positiva de l'AO, però al mateix temps una de negativa de la WeMO (Pàdua, 45°24'N). Els fluxos són llevantades i gregals sobre els Països Catalans, que poden implicar una precipitació de tipus torrencial a les àrees de major incidència. Aquestes àrees són, principalment, les muntanyes del sud de València i del nord d'Alacant, on la seva irregularitat pluviomètrica augmenta en guanyar la WeMO una major influència sobre la zona. Les conseqüències pluviomètriques són ben distintes per a les Terres de Ponent, on la davallada de la precipitació és molt destacada.

A partir de l'estratosfera és possible detectar el senyal solar en la WeMO, i, de retruc, en la pluviometria dels Països Catalans. Hipòtesi confirmada.

Es dedueix un senyal solar del cicle d'11 anys de les taques solars en la pluviometria dels Països Catalans a partir de l'ocurrència dels *major midwinter warmings* MMW i els *coolings* segons la fase de la QBO. En anys amb una alta activitat solar i fase de la QBO de l'oest, i en anys amb una baixa activitat solar i fase de la QBO de l'est, s'afavorirà l'ocurrència de MMW, que comportaran la despresa de baixes circumpolars a l'oest de la Península Ibèrica. Aquestes baixes deixaran precipitacions a les àrees més interiors dels Països Catalans i a la meitat septentrional de les Illes Balears, emperò condicions seques a la resta. I viceversa quan les condicions d'activitat solar i fase de la QBO siguin contràries a les descrites, perquè s'afavorirà l'ocurrència de *coolings*.

Distingint entre els anys d'una alta activitat solar i els d'una baixa activitat solar, la circulació de l'oest tendeix a reforçar-se amb un increment de pressió generalitzat a Europa Central durant els anys de màxims solars, que comporta una fase negativa de la WeMO, i, per tant, un augment notable de la precipitació al País Valencià, a la Catalunya Nord i al conjunt del Pirineu Oriental.

Altres factors que intervenen en la variabilitat de l'estratosfera polar tenen un paper més important que la pròpia variable solar. Així és en el cas dels gasos d'efecte hivernacle.

L'augment de la seva concentració a la troposfera ha estat continu al llarg de les darreres dècades, reforçant el vòrtex polar tant per un mecanisme físic com químic. La fase positiva de l'AO hivernal de finals del segle XX pot ésser conseqüència d'aquests gasos d'efecte hivernacle, per tant, l'increment de la torrencialitat hivernal a les muntanyes del nord d'Alacant i al Golf de València al llarg del període 1951-2000 podria arribar a tenir un origen antròpic. Les conseqüències pluviomètriques són totalment contràries als Pirineus lleidatans, i a Mallorca i Menorca, en concordança amb la resta de la Península Ibèrica, amb una davallada de les precipitacions, molt significativa en el mes de març. Per últim, el paper dels volcans és com el d'aquests gasos però amb una major intensitat en un període de temps efímer i eventual.

6.5. CAPÍTOL 5

La WeMO a resolució diària permet, en la variable precipitació, principalment:

· *Classificació en tipologies pluviomètriques dels episodis (atlàntica, mediterrània o convectiva) segons el signe de l'índex. **Hipòtesi confirmada.***

La precipitació endògena mediterrània es correspon amb valors negatius del WeMOi, l'atlàntica amb valors positius i la convectiva amb uns de neutres.

· *Definició del període de l'any més propens a l'ocurrència d'episodis torrencials.*

Hipòtesi confirmada.

S'estableix el període d'octubre com el més propens a l'ocurrència dels episodis torrencials perquè és quan el WeMOi assoleix els valors més negatius de l'any. La comparació dels calendaris de la WeMO de 1951-1975 i de 1976-2000 mostra com el període de torrencialitat màxima s'està endinsant en el mes de novembre, com a conseqüència de l'allargament de l'estació de la tardor. El seu origen podria raure en les temperatures marines subsuperficials que assoleixen actualment les temperatures més elevades al novembre en comptes de a l'octubre com en dècades anteriors.

*Altres variables com el vent local o la intensitat de l'illa de calor urbana (UHI) també poden explicar-se mitjançant la modulació de la WeMO a resolució diària. **Hipòtesi confirmada.***

Considerant la tipologia pluviomètrica convectiva, també s'ha comprovat la funcionalitat del WeMOi diari en la selecció preliminar de dies de brisa a la costa dels Països

Catalans. Els dies en fase extrema positiva de la WeMO, per l'entrada d'aire polar, es potencia la formació d'una intensa UHI a Barcelona. Per últim, cal comentar que durant l'estació de tardor no s'afavoreix la circulació de vents locals i la formació d'UHI al litoral dels Països Catalans, per una major freqüència de dies ennuvolats en ser el moment de l'any en què la WeMO es troba en la seva fase més negativa; no obstant, no tenen una menor intensitat quan la situació meteorològica és favorable per a la seva formació.

6.6. CONCLUSIONS PRINCIPALS

1) *La WeMO es defineix com a patró regional de la conca mediterrània occidental que explica una part substancial de la variabilitat pluviomètrica dels Països Catalans.*

Hipòtesi confirmada.

La WeMO es converteix en un dels patrons de variabilitat més importants dels Països Catalans, sobretot, per al País Valencià. L'àrea d'influència de la seva fase negativa en la pluviometria del marc nord-occidental de la Mediterrània s'ajusta molt aproximadament amb el territori dels Països Catalans.

2) *L'evolució de la pluviometria dels Països Catalans depèn de les tendències i cicles del WeMOi.* **Hipòtesi confirmada parcialment.**

Aquesta afirmació és vàlida per a les estacions on la WeMO té una màxima influència en els Països Catalans, la tardor i l'hivern, i per a les àrees on la seva influència és màxima, el País Valencià. La conclusió evident és l'augment de la precipitació i la seva irregularitat, i concretament de tipus torrencial, a l'àrea del Golf de València a l'hivern per la tendència negativa del WeMOi en aquesta estació.

3) *El WeMOi a resolució diària és una eina clau per a la prognosi d'esdeveniments torrencials als Països Catalans.* **Hipòtesi confirmada.**

La quasi totalitat dels episodis de més de 100 mm/ 24 h que tenen lloc als Països Catalans durant el semestre fred de l'any es dona en dies que el WeMOi és negatiu. A més, la màxima acumulació d'esdeveniments de precipitació torrencial sempre coincideix amb el moment de l'any en què el WeMOi és extremadament negatiu de mitjana segons el període 1951-2000, la primera quinzena d'octubre.

6.7. COMENTARIS FINALS

- Davant l'actual canvi climàtic (4t. Informe IPCC, 2007)¹, l'estudi del paper dels índexs de teleconnexió és essencial perquè permeten analitzar la possible variació futura dels climes i, en particular, de la precipitació. Ningú nega que el canvi climàtic antròpic es manifesta amb un augment de les temperatures, però quant a precipitació poques afirmacions rotundes es poden fer a casa nostra. En aquesta tesi, les variacions de la precipitació dels Països Catalans que es poden preveure mitjançant la WeMO dins l'escenari del present canvi climàtic són les següents:
 - Augment de la precipitació al País Valencià i al Pirineu Oriental a l'hivern, sobretot, al mes de gener; amb un increment de la torrencialitat a l'àrea del Golf de València.
 - Allargament del període de precipitacions torrencials, típiques d'octubre, del conjunt dels Països Catalans fins a la primera quinzena de novembre.
 - Independentment del paper de la WeMO, reducció de la precipitació anual del conjunt dels Països Catalans, molt significativa a la meitat septentrional de les Illes Balears. Les reduccions més destacades dels Països Catalans continentals són a l'estiu, i les de les Illes durant la meitat freda de l'any.
 - Reducció de la precipitació als Pirineus i Prepirineus a finals d'hivern (febrer-març), sobretot, al mes de març i al Pirineu Occidental (per les tendències de l'AOi i del NAOi).
- Es confirmen aquells primers apunts que els informes de canvi climàtic per a Espanya i Catalunya ja assenyalaven: una tendència general a un clima més càlid i àrid a la Península Ibèrica. Però, també un augment de la irregularitat pluviomètrica, en el sentit que els episodis torrencials poden esdevenir més freqüents. Tots aquests canvis indiquen que ens adrecem cap a un clima on la precipitació serà més adversa per a la nostra societat, ja que la reducció de la precipitació minvarà els recursos hídrics, i de caràcter més irregular, que en dificultarà l'aprofitament. L'escassetat de l'aigua a les àrees litorals del Mediterrani pot agreujar-se si es confirmen aquests primers indicis de canvi del règim pluviomètric. Si s'aguditzava la vulnerabilitat del territori per una creixent pressió humana sobre el medi i per un possible augment de la perillositat climàtica, el recurs de l'aigua serà cada cop més crític i preuat.
- El patró de la WeMO a data de finalització de la present tesi es troba consolidat i reconegut tant en l'àmbit de la climatologia més proper (Rodríguez-Puebla i Brunet, 2007)² com internacional (Martin-Vide i Lopez-Bustins, 2006)³.

¹ *The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 4th Assessment Report (2007)* <http://www.ipcc.ch>

² Rodríguez-Puebla C, Brunet M. 2007. Variabilidad y Cambio Climático. En Cuadrat Prats JM y Martín-Vide JM: *La Climatología española. Pasado, presente y futuro*. Prensas Universitarias de Zaragoza, 283-330.

³ Martin-Vide J, Lopez-Bustins JA. 2006. The Western Mediterranean Oscillation and rainfall in the Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology* **26** (11): 1455-1475.