

Les precipitacions d'estiu al litoral Est i Nord-est de la Península Ibèrica i Balears i la seva evolució secular

Josep Miquel RASO NADAL

Geògraf, professor de la Universitat de Barcelona

La relativa penúria pluviomètrica de l'estació més càlida de l'any constitueix sens dubte un dels trets més característics de la Conca Occidental de la Mediterrània, per bé que a la façana marítima nord-oriental de la Península Ibèrica, la suma de les precipitacions mitjanes de juny, juliol i agost representa quasi una cinquena part dels corresponents totals anuals i àdhuc, de tant en tant, els observatoris meteorològics d'aquest sector enregistren a l'estiu unes pluges totals superiors a les de cadascuna de les altres tres estacions. Tanmateix, aquesta circumstància pot succeir ocasionalment en altres punts de la franja costanera del llevant peninsular, on la feblesa de la precipitació estiuenca es fa més palesa en representar quantitats sensiblement inferiors, properes a la dècima part de les anuals. En canvi, les Illes Balears mai no han enregistrat a l'estiu unes precipitacions superiors a les rebudes la resta de les estacions, almenys des de l'establiment a la segona meitat del segle XIX dels primers observatoris meteorològics a l'arxipèlag, per bé que les mitjanes pluviomètriques de l'estació càlida representin uns percentatges de llurs corresponents totals anuals del mateix ordre que els assenyalats per al litoral oriental de la Península Ibèrica. Encara, doncs, que la parquedat sigui la nota primordial de la pluviometria estival a la Conca Mediterrània en general, i particularment a l'Est de la Península Ibèrica i Balears, l'anàlisi de les quantitats d'aigua recollides pels observatoris d'aquestes dues àrees permet establir importants diferències respecte a llur distribució en el coneixement de les quals pretén abundar aquest treball, basant-se no solament en les observacions enregistrades en un dels períodes de 30 anys convencionalment acceptats com a prou adients per a definir un clima, sinó també amb les més llargues sèries de dades disponibles, a fi i efecte de comprovar i definir, si s'escau, possibles modificacions d'aquest aspecte del clima.

Anàlisi estadística de les sèries pluviomètriques

L'enregistrament sistemàtic de les precipitacions al litoral Est i Nord-est de la Península Ibèrica iniciat a la segona meitat del segle XIX, únicament ha tingut continuïtat a les ciutats de Barcelona, Alacant, València, Maó i Palma de Mallorca. Davant la relativa parcialitat d'algunes de les dades d'aquests punts d'observació anteriors a l'últim trentenni de la passada centúria i la conveniència de centrar l'estudi de les sèries disponibles a un mateix període, ha semblat convenient limitar l'anàlisi estadística de les precipitacions d'estiu dels sectors al·ludits en només les enregistrades a partir del 1871, tot coincidint amb l'inici d'un dels períodes de 30 anys en relació als quals l'Organització Meteorològica Mundial ha convingut i suggereix estimar els paràmetres climàtics. D'aquesta manera ha estat possible, per a cadascun dels cinc punts d'observació assenyalats, endegar l'estudi de quatre d'aquests períodes, el darrer dels quals ha clos justament amb el proppassat any 1990. Llevat dels municipis d'on procedeixen aquestes sèries, les quals cobreixen doncs un total de 120 anys d'observacions, el sector estudiat, únicament compta amb un altre punt d'observació on han estat enregistrades regularment les precipitacions des dels últims decennis del segle XIX. Es tracta de la població de Roquetes, propera a Tortosa i a la desembocadura del riu Ebre, que disposa de dades pluviomètriques des del 1880, les quals permeten establir sèries cronològiques de mida semblant a les precedents i que seran analitzadas de forma similar.

Una operació prèvia a l'anàlisi estadística de les sèries cronològiques sol ésser la comprovació de la seva homogeneïtat. Aquest extrem esdevé un requisit imprescindible a l'hora d'estudiar llargues sèries climàtiques com és el cas de les constituïdes per les precipitacions d'estiu dels observatoris al·ludits. En efecte, la constatació d'una manca d'homogeneïtat fóra més que un indicatiu, una prova, sia d'un canvi en la ubicació de l'observatori de procedència de les dades, la qual cosa ha estat i encara és massa freqüent a les ciutats, particularment a les més grans, sia d'una alteració antròpica de les condicions ambientals o a una autèntica modificació o canvi climàtic.

L'aplicació de tècniques com la de les seqüències o el test d'Abbe (Peinado, 1985, pp. 26-28) permet acceptar la hipòtesi d'homogeneïtat de les sèries estudiades, únicament qüestionable en aplicar la segona d'aquestes dues proves a la sèrie de València, mentre que el test d'Helmert, pel contrari, suggereix l'existència d'una possible manca d'homogeneïtat de les sèries pluviomètriques de Barcelona, València i Palma de Mallorca, aspecte que, en tot cas, hauria d'ésser motiu d'una anàlisi posterior.

Independentment de que pogués ésser detectada una variació significativa de les precipitacions d'estiu al litoral oriental de la Península Ibèrica i Balears, l'evolució secular d'aquestes precipitacions comprèn l'existència de diferències molt importants entre les quantitats totalitzades uns anys i uns altres del període estudiat a cadascun dels observatoris seleccionats i, en conseqüència, fa palesa l'acusada variabilitat pluviomètrica de l'estació càlida que és pròpia dels dominis mediterranis i que cal diferenciar d'una hipotètica variació climàtica.

L'anàlisi estadística de les sèries seleccionades haurà de permetre la primera aproximació al coneixement de les diferències i la variabilitat de les precipitacions d'estiu al sector estudiat en relació a unes característiques de centralitat, particularment la mitjana aritmètica, la qual ofereix una imatge més estable de la variable objecte d'estudi, i, en segon

lloc la definició de possibles alteracions o canvis climàtics. Els estadístics calculats a partir de les sèries seleccionades, les quals constitueixen mostres de 120 elements en el cas de les procedents de Barcelona, València, Alacant, Maó i Palma de Mallorca i de 110 en el de Roquetes, i que recull la Taula I, poden ésser acceptats com a bones estimacions dels corresponents paràmetres, donada la mida certament gran de les mostres, encara que per a garantir una aproximació a les corresponents mitjanes aritmètiques amb una precisió o error de mostrejat del 10% i un risc del 5%, caldria disposar de sèries sensiblement més llargues, superiors als 150 i fins i tot als 300 anys d'observacions, molt allunyades no solament de la mida generalment acceptada per a l'estimació de paràmetres climàtics, sinó també de la informació disponible. No obstant això, la bondat de les estimacions de les mitjanes aritmètiques esdevé garantida pel limitat valor assolit per l'error tipus, un dels estadístics inclosos en l'al·ludida taula, a tots i cadascun dels punts analitzats. Aquestes mitjanes evidencien una disminució molt acusada de les precipitacions amb la latitud, tant al litoral peninsular com a les Illes Balears. Els percentatges que de les corresponents precipitacions mitjanes anuals representen les mitjanes pluviomètriques estacionals encara fa més palesa la importància d'aquesta disminució a la primera de les dues àrees, el litoral peninsular. Així les precipitacions mitjanes d'estiu obtingudes per a Barcelona són equivalents al 18,5% de les anuals, les calculades per a Roquetes no suposen més del 16,3%, les de València es xifren en l'11,6% i les d'Alacant en tan sols el 8,9%. No succeeix de la mateixa manera a les Illes Balears, ja que Palma rep a l'estiu el 9,9% de la pluviometria mitjana anual mentre que Maó n'enregistra únicament el 7,8%, la qual cosa comporta una diferència en sentit contrari a l'assenyalada pels valors absoluts de només un 1,1% que no pot considerar-se significativa.

La mediana de cadascuna de les sèries estudiades és sensiblement inferior a la corresponent mitjana aritmètica. Aquest fet constitueix generalment un dels trets més característics de les variables que, tenint un terme inferior natural, manquen d'un límit superior, com és obviament el cas de les precipitacions enregistrades en un determinat punt durant un període més o menys llarg, particularment quan abunden els totals pluviomètrics nuls o els de quantia reduïda i, en conseqüència, la mitjana aritmètica no representa un valor prou allunyat del límit inferior. Així succeeix amb les sèries analitzades, les quals inclouen l'esdeveniment, de tant en tant, de precipitacions ostensiblement superiors a la mitjana aritmètica, a resulta de les quals les dispersions típiques assoleixen uns valors relativament alts. Els coeficients de variació reflecteixen millor aquest extrem i, en definitiva, la manifesta variabilitat de les precipitacions d'estiu interanuals a la Conca Occidental de la Mediterrània. Efectivament, d'aquests coeficients, tan sols els calculats per a Barcelona i Roquetes no arriben al 70%, si bé tots dos sobrepassen el 50%, mentre que els obtinguts per a la resta dels punts d'observació estudiats estan xifrats entre el 80 i el 90%. Els valors assenyalats per als diferents coeficients de variació fan palès un increment de la variabilitat pluviomètrica amb la disminució de la latitud, tant al litoral peninsular com a les Illes Balears.

Les diferències entre els valors extrems de cadascuna de les sèries permeten establir unes amplituds coincidents o quasi coincidents amb les màximes precipitacions totalitzades, ja que totes sis inclouen quantitats inferiors a 10 mm i a tres d'aquestes sèries, la d'Alacant, Maó i Palma de Mallorca, no hi manquen valors indicatius d'estius que no han enregistrat cap mena de precipitació.

Taula 1

Estadístics calculats a partir de les observacions pluviomètriques enregistrades els mesos d'estiu dels períodes 1971-1990 (Barcelona, València, Alacant, Maó i Palma de Mallorca) i 1880-1990 (Roquetes)

| Variable | Barcelona | Roquetes | València | Alacant | Maó | Palma de Mallorca |
|----------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|
| Mitjana aritmètrica | 105,1 mm | 86,3 mm | 52,2 mm | 29,9 mm | 47,2 mm | 45,1 mm |
| Mediana | 93,7 mm | 73,0 mm | 42,4 mm | 20,8 mm | 35,6 mm | 32,3 mm |
| Dispersió típica | 59,7 | 58,8 | 43,3 | 27,1 | 38,0 | 40,5 |
| Error típus | 5,4 | 5,5 | 4,0 | 2,5 | 3,5 | 3,7 |
| Coefficient variació | 56,8% | 68,1% | 82,3% | 90,4% | 80,7% | 89,6% |
| Precipitació mínima | 8,3 mm | 7,3 mm | 3,6 mm | 0,0 mm | 0,0 mm | 0,0 mm |
| Precipitació màxima | 315,0 mm | 397,2 mm | 251,4 mm | 127,0 mm | 234,4 mm | 207,0 mm |
| Coefficient asimètria | 1,2 | 1,7 | 2,0 | 1,4 | 1,5 | 1,5 |
| Coefficient <i>kurtosi</i> | 1,4 | 6,0 | 5,6 | 1,9 | 4,2 | 2,7 |
| Primer decil | 40,6 mm | 25,9 mm | 11,7 mm | 2,5 mm | 6,4 mm | 5,4 mm |
| Primer quintil | 55,7 mm | 38,6 mm | 19,2 mm | 5,7 mm | 12,4 mm | 10,9 mm |
| Segon quintil | 81,3 mm | 61,7 mm | 34,1 mm | 14,2 mm | 26,1 mm | 24,0 mm |
| Tercer quintil | 109,1 mm | 88,1 mm | 52,0 mm | 26,6 mm | 44,5 mm | 41,9 mm |
| Quart quintil | 148,6 mm | 127,2 mm | 79,7 mm | 48,7 mm | 74,9 mm | 72,2 mm |
| Novè decil | 183,4 mm | 162,7 mm | 105,7 mm | 71,2 mm | 104,8 mm | 102,1 mm |

Unes mitjanes aritmètiques clarament superiors a les respectives mitjanes i molt més allunyades dels valors màxims enregistrats a cadascun dels diferents observatoris que no pas dels mínims han de comportar uns coeficients d'asimetria positius, i efectivament hom pot comprovar que així succeeix, ja que tots aquests coeficients són superiors a la unitat, encara que cap d'ells equival al doble d'aquesta quantitat.

D'altra banda, els coeficients de *kurtosi* fan palès l'apuntament de les respectives distribucions de freqüències de les precipitacions d'estiu analitzades. Cal destacar, però, que mentre les diferències entre parells de coeficients d'asimetria dels diferents punts d'observació estudiats es xifren en valors inferiors a la unitat, els coeficients de *kurtosi*, tot i ésser indicatius de distribucions *leptokúrtiques*, suggereixen graus ben diferents d'apuntament, entre els que cal destacar com a més pronunciats els corresponents a València i Roquetes i com a més febles els pertanyents a Alacant i Barcelona.

Els trets assenyalats són prou escaients per a destacar l'ajustament de les distribucions de freqüències de les sèries estudiades mitjançant corbes normals. Aquest extrem pot ésser constatat per aplicació de la prova de Kolmogorov, la qual permet refusar la hipòtesi de normalitat amb riscos insignificants, inferiors no solament a l'1%, sinó també al 0,1%, inclús en el cas de les distribucions elaborades a partir dels totals pluviomètrics d'estiu d'Alacant i Barcelona, malgrat tractar-se de les dues a les quals corresponen uns coeficients d'asimetria i *kurtosi* més baixos. Ben diferent és el resultat d'haver assajat l'ajustament esmentat amb distribucions gamma, fins el punt que els nivells de significació resultants d'haver aplicat les proves corresponents són superiors al 20% i, en conseqüència, ultrapassen àmpliament el valor crític del 5% generalment admès en les proves de decisió estadística a l'hora d'acceptar o refusar l'ajustament de distribucions empíriques mitjançant distribucions teòriques.

Després d'haver comprovat l'ostensible bondat de l'ajustament de les distribucions de freqüències de les precipitacions d'estiu, han estat estimats els quintils i els decils inferior i superior a partir de les distribucions ajustades. Els valors d'aquests quantils evidencien una disminució de la pluviometria d'estiu amb la latitud, tant al litoral peninsular com a les Illes Balears, similar al suggerit per les mitjanes aritmètiques. Pel que fa al primer decil o límit no superat per les precipitacions del 10% dels estius més secs, cal destacar el contrast entre les quantitats, encara que certament modestes, obtingudes per a Barcelona i Roquetes, i les calculades per a la resta dels observatoris, de les quals tan sols la corresponent a València sobrepassa, per ben poc, els 10 mil·límetres.

Els valors estimats per al primer quintil delimiten la diferència entre la cinquena part dels estius més secs i la resta i no difereixen molt dels assolits pels decils respectius. Així només els primers quintils calculats per a Barcelona i Roquetes ultrapassen els 30 mm, mentre que cap dels altres quatre arriba als 20 mm. A partir del segon quintil i fins al novè decil, les quantitats estimades augmenten d'una manera molt més manifesta. Tanmateix, l'únic tercer quintil que ultrapassa els 100 mm de precipitació és el pertanyent a Barcelona i tan sols supera aquesta mateixa quantitat el quart quintil de Roquetes, a més, òbviament, del de Barcelona, i tots els valors del novè decil, llevat del d'Alacant. Això significa que, en general, únicament són enregistrades a l'estiu unes precipitacions superiors a 100 mm, els anys en els quals l'estació càlida és susceptible d'ésser qualificada almenys de relativament plujosa a Barcelona, molt plujosa a Roquetes o d'extraordinàriament plujosa

a València, Maó i Palma de Mallorca, per rebre els seus pluviòmetres unes quantitats d'aigua superiors a les expressades respectivament pel tercer quintil, el quart quintil i el nové decil. El valor d'aquest quantil que correspon a Alacant subratlla la penúria pluviomètrica estival que pateix la més meridional de les capitals de la Comunitat Valenciana.

La manca de tendències significatives

Malgrat que, d'acord amb els criteris estadístics anteriorment al·ludits, les mitjanes pluviomètriques d'estiu per als diferents punts d'observació estudiats haurien d'ésser establertes a partir de sèries d'observacions sensiblement superiors a les disponibles, el càlcul dels principals paràmetres del clima en base a les dades enregistrades únicament durant 30 anys, preferentment uns determinats períodes d'aquesta mida, segons proposen acords internacionals d'acceptació general, ofereix una sèrie d'avantatges com a és, primerament, el de facilitar la comparació entre els valors calculats per a diferents indrets, així com la seva representació cartogràfica i, en segon lloc, el de permetre l'establiment de contrastos estadístics per tal de comprovar, amb un determinant risc, si les diferències interanuals obeeixen a la variabilitat pròpia d'un mateix clima o si, contràriament, poden ésser considerades autèntiques manifestacions de possibles canvis climàtics.

Les característiques estadístiques calculades per als quatre períodes de 30 anys, 1871-1900, 1901-1930, 1931-1960 i 1961-1990, que comprenen les sèries estudiades de Barcelona, València, Alacant, Maó i Palma de Mallorca, així com els tres últims que inclou la de Roquetes, més un altre constituït pels 30 primers valors de la sèrie disponible d'aquest observatori, procedeixen de distribucions similars a les establertes amb les dades de tot el període estudiat. Així hom pot considerar que pràcticament totes les distribucions considerades són asimètriques i *leptokúrtiques*. En efecte, els coeficients d'asimetria oscil·len entre poc menys d'1 i poc més de 2. Es tracta doncs de valors propers i del mateix signe que els respectivament assenyalats a la Taula 1. Pel que fa als coeficients de *kurtosi*, únicament els obtinguts amb les sèries del període 1931-1960 procedents de Palma de Mallorca i Barcelona són negatius, superiors, però, a -1, mentre que la resta assoleixen quantitats plenament similars als prèviament calculats amb les dades de tot el període analitzat.

Com a especialment significatius, la Taula 2 recull els valors de les mitjanes aritmètiques i els coeficients de variació obtinguts a partir de les sèries de trenta anys esmentades.

Taula 2
Mitjanes aritmètiques (A) i coeficients de variació de les precipitacions
d'estiu calculats per a diferents períodes de trenta anys

| Observatori | A | | | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Període | | | |
| | 1871-1900 | 1901-1930 | 1931-1960 | 1961-1990 |
| | mm | mm | mm | mm |
| Barcelona | 97,5 | 99,6 | 116,0 | 107,1 |
| Roquetes | 65,2* | 77,2 | 108,2 | 86,8 |

A

| Observatori | Període | | | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1871-1900 | 1901-1930 | 1931-1960 | 1961-1990 |
| | mm | mm | mm | mm |
| València | 40,8 | 48,5 | 68,9 | 52,4 |
| Alacant | 28,7 | 26,1 | 30,4 | 34,5 |
| Maó | 52,1 | 44,6 | 47,5 | 44,3 |
| Palma de Mallorca | 46,9 | 42,8 | 46,5 | 44,1 |

B

| Observatori | Període | | | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1871-1900 | 1901-1930 | 1931-1960 | 1961-1990 |
| | % | % | % | % |
| Barcelona | 66,2 | 68,2 | 55,2 | 48,5 |
| Roquetes | 61,7* | 68,9 | 70,8 | 59,9 |
| València | 90,9 | 112,6 | 74,3 | 77,4 |
| Alacant | 108,0 | 106,5 | 94,4 | 57,7 |
| Maó | 90,0 | 80,7 | 72,0 | 79,0 |
| Palma de Mallorca | 90,8 | 90,9 | 76,8 | 103,6 |

* Valors corresponents al període 1880-1909.

Les quantitats indicades en aquesta taula refermen alguns dels trets anteriorment destacats i, en particular, la disminució pluviomètrica amb la latitud al litoral mediterrani de la Península Ibèrica que fan palesa els valors de les mitjanes aritmètiques calculats per a cadascun dels períodes considerats. De manera semblant, els coeficients de variació reflecteixen un increment de la variabilitat relativa de les precipitacions d'estiu al litoral peninsular del nord-est al sud-oest, amb l'única salvetat de que els coeficients d'Alacant estimats per als períodes 1901-1930 i 1961-1990 són lleugerament inferiors als respectivament corresponents a València per als mateixos períodes. Aquesta circumstància no suggereix cap modificació significativa de la variabilitat, i molt menys el seu increment, ja que la resta dels coeficients de variació, més aviat insinuen tot el contrari i és prou evident que no existeix cap indicati raonable en favor d'un augment de la variabilitat de les precipitacions d'estiu a l'àrea estudiada. En realitat no hi ha cap dubte que aquest element del clima no sigui variable, la variabilitat, però, com assenyala Perry (1982, pàg. 111), no és actualment major que en el passat, per més que la nostra sensibilitat enfront del clima i el creixent increment de models de vida aïllats de la plena influència de la variabilitat climàtica puguin alterar la percepció del propi clima.

Quant als dos punts d'observació insulars, les mitjanes aritmètiques són, totes elles, similars, per bé que les escasses diferències entre les calculades per a períodes idèntics, gairebé inapreciables en el cas de l'últim d'aquests períodes, (1961-1990), evidencien una mateixa relació amb la disminució de la latitud, que les assenyalades per al litoral peninsular. Tampoc els coeficients de variació no apunten cap a una diferència important en la variabilitat de les precipitacions d'estiu a les dues Illes Balears de superfície més extensa, a

no ésser el corresponent a Palma de Mallorca per al període 1961-1990, sensiblement superior al de Maó del mateix període i als dels períodes precedents de tots dos observatoris.

A més, però, de les diferències pluviomètriques entre els punts d'observació estudiats, els valors de la Taula 2 permeten constatar l'existència de desigualtats apreciables entre les característiques estadístiques calculades per a cadascun d'aquests punts a partir de les diferents sèries dels quatre períodes de trenta anys considerats. A fi i efecte d'esbrinar si aquestes desigualtats són simples manifestacions de l'aleatorietat pròpia del fenomen estudiat o bé poden ésser interpretades com a indicis d'una evolució o modificació del clima, han estat sotmeses a contrast estadístic les mitjanes aritmètiques obtingudes per a cadascun dels punts d'observació. Malgrat la importància del valor absolut d'algunes de les diferències entre les mitjanes d'un mateix punt, aquestes diferències no assoleixen prou entitat perquè puguin ésser considerades autèntics testimonis de realitats climàtiques diferents. En efecte, els contrastos estadístics entre parell de mitjanes de les quatre assenyalades per a cada punt d'observació no permeten interpretar les esmentades diferències com a senyals d'una fluctuació o modificació del clima, ja que, després d'haver realitzat les corresponents 36 proves, a raó de sis per cadascun dels observatoris analitzats, tan sols han resultat estadísticament significatives les existents entre les mitjanes del primer període considerat per a València i Roquetes, 1871-1900 i 1880-1909 respectivament, i el tercer, 1931-1960 en ambdós observatoris, mentre que la resta de contrastos plantejats no permeten refusar l'anomenada hipòtesi nul·la, és a dir l'origen dels valors que constitueixen les diferents sèries d'un determinat observatori en una mateixa realitat climàtica. A més, cal destacar que els nivells de significació amb els quals no és possible acceptar la hipòtesi alternativa en 34 de les 36 proves estadístiques al·ludides ultrapassen en molt el llindar d'acceptació del 5% i la majoria inclús es xifren en valors superiors al 20%.

El fet que únicament dos contrastos d'un total de 36 autoritzin a acceptar la hipòtesi alternativa pot ésser interpretat de maneres ben diferents. Òbviament molt bé podria respondre a una fluctuació o potser a una autèntica modificació dels totals pluviomètrics d'estiu. Les decisions, però, en sentit contrari inferides de la resta de les proves fan que no sigui impensable la possibilitat d'una explicació de caire ben diferent, com a una hipotètica deficiència en la observació o transcripció de les dades o un simple efecte de l'atzar.

En definitiva, si més que la majoria, la quasi absoluta totalitat de les discrepàncies entre mitjanes aritmètiques corresponents a les diferents sèries d'un mateix observatori no són estadísticament significatives, l'origen d'aquestes diferències molt possiblement no sigui altre que la variabilitat del fenomen estudiat, la qual cosa autoritza a qüestionar la validesa de les sèries limitades a trenta anys d'enregistraments meteorològics per a definir els elements del clima, particularment si es tracta d'analitzar el més variable de tots ells, les precipitacions. En conseqüència, l'estimació dels paràmetres pluviomètrics, sobretot als dominis mediterranis, on la variabilitat d'aquest element és particularment ostensible, hauria d'ésser endegada a partir de sèries de mida més àmplia que les convencionalment acceptades. Tot i això, els contrastos entre les mitjanes dels quatre períodes significatius en l'evolució interanual de les precipitacions totals enregistrades durant l'estiu a cadascun dels observatoris estudiats semblen suggerir una hipòtesi contrària a l'existència d'uns canvis tals.

Si bé la manca de diferències significatives entre les mitjanes aritmètiques d'un mateix punt d'observació corresponents als diferents trentennis analitzats descarta l'esdeveniment,

en els últims 120 anys, de cap increment o disminució amb prou entitat perquè pogués ésser considerat com a manifestació d'un autèntic canvi climàtic, aquesta manca de diferències no és incompatible amb una possible tendència lleugerament creixent o decreixent de la pluviometria estiuenca, incapaç d'esdevenir pròpiament en una modificació susceptible d'ésser reconeguda com a indicatiu semblant d'una variació del fenomen estudiat. Un procediment simple per a esbrinar l'existència de qualsevol tendència en el temps consisteix en calcular el coeficient d'autocorrelació temporal. Tanmateix, els valors d'aquests coeficients obtinguts per als diferents punts d'observació a partir de les més llargues sèries pluviomètriques analitzades, xifrats en les següents quantitats:

| | | | |
|-----------------|-------|-------------------------|--------|
| Barcelona | 0,089 | Alacant | 0,074 |
| Roquetes | 0,152 | Maó | -0,057 |
| València | 0,141 | Palma de Mallorca | -0,004 |

no poden ésser considerats estadísticament significatius. En conseqüència, per més que els corresponents als observatoris peninsulars siguin positius, i negatius els insulars, la proximitat a zero de tots sis no garanteix altra cosa que l'aleatorietat de les pròpies precipitacions. Es per això que ni els valors positius poden ésser considerats indicatius d'un increment de la pluviometria estival observada al litoral peninsular, ni els negatius comporten una disminució de l'enregistrada a les Illes Balears.

Correlació entre les sèries pluviomètriques

La manca d'una tendència secular no impedeix una evolució homogènia o, almenys, alguna similitud en l'esdeveniment anual de les precipitacions d'estiu. Per tal de determinar una possible dependència entre les quantitats totalitzades durant l'estació càlida als diferents observatoris estudiats, han estat calculats els coeficients de correlació existents entre les distintes parelles que hom pot formar d'aquests observatoris, tenint cura d'escollir dades relatives a un període comú per a tots ells, el més llarg possible, és a dir, 1880-1990, per no disposar d'informació pluviomètrica de Roquetes anterior a 1880. Els valors d'aquests coeficients que recull la Taula 3 són

Taula 3
Coefficients de correlació entre els totals pluviomètrics d'estiu
enregistrats a diferents observatoris en el període 1890-1990

| Punt d'observació | Barcelona | Roquetes | València | Alacant | Maó | Palma de Mallorca |
|-------------------|-----------|----------|----------|---------|-------|-------------------|
| Barcelona | — | 0,435 | 0,313 | 0,304 | 0,353 | 0,317 |
| Roquetes | 0,435 | — | 0,653 | 0,223 | 0,214 | 0,354 |
| València | 0,313 | 0,653 | — | 0,258 | 0,199 | 0,401 |
| Alacant | 0,304 | 0,223 | 0,258 | — | 0,175 | 0,267 |
| Maó | 0,353 | 0,214 | 0,199 | 0,175 | — | 0,395 |
| Palma de Mallorca | 0,317 | 0,354 | 0,401 | 0,267 | 0,395 | — |

quasi tots significatius, doncs, tenint en compte la mida de les sèries utilitzades, poden merèixer aquesta consideració, amb un risc del 5%, tots els superiors a 0,186, i únicament l'obtingut a partir de les dades de Maó i Alacant no assoleixen aquesta quantitat. No obstant això, cal subratllar que aquests coeficients estan expressats per unes quantitats més properes a zero que no pas a la unitat, llevat de l'existent entre les sèries de València i Roquetes i, a més d'aquest últim, tan sols uns altres dos, els calculats per a esbrinar la relació entre les sèries de Barcelona i Roquetes d'una banda i entre València i Palma de Mallorca d'una altra, se situen per damunt de 0,40, mentre que uns altres tres, són escassament superiors al llinar assenyalat com a límit d'acceptació de la corresponent significació amb un risc del 5%, sense arribar, però, a 0,244, quantitat que haurien d'assolir per tal de permetre reduir aquest risc a l'1%.

En definitiva, si bé no hi ha una total independència entre les sèries estadístiques analitzades i, en conseqüència, l'evolució secular de les precipitacions d'estiu als diferents observatoris ha de mantenir uns certs trets comuns, la reduïda o moderada quantitat dels propis coeficients no pot ésser interpretada més que com a resultat d'una realitat en la qual juntament amb aquests trets comuns, l'evolució de les precipitacions estiuenques als diferents observatoris no roman exempta d'importants disparitats. Aquesta circumstància no representa cap mena de singularitat o fet excepcional, perquè els punts d'observació estudiats cobreixen una extensió prou àmplia i complexa com perquè no sempre estigui sotmesa tota la seva superfície a unes mateixes condicions sinòptiques i, inclús en el cas de romandre sota una determinada configuració sinòptica portadora de tipus de temps plujosos, les diferències, àdhuc les relatives, entre les precipitacions enregistrades en uns punts i uns altres són molts acusades.

El períodes més secs i els de pluviometria més abundant

Després que els coeficients d'autocorrelació temporal han permès refusar l'existència de tendències clarament significatives en l'evolució secular de les precipitacions d'estiu a tots els punts d'observació estudiats i, en canvi, ha estat comprovada la bondat, encara que certament limitada, de pràcticament tots els coeficients de correlació calculats entre les diferents parelles de sèries pluviomètriques analitzades, tan sols manca constatar una possible evolució cíclica de la pluviometria o, almenys, definir l'existència de períodes susceptibles d'ésser diferenciats per les quantitats relatives de les precipitacions enregistrades a l'estiu. La representació gràfica de l'evolució secular de les precipitacions d'estiu a cadascun dels punts d'observació analitzats (Figures 1 a 6), permet efectivament fer palesa l'alternança de períodes d'aquesta naturalesa. Per estar concebuts amb l'exclusiva finalitat de destacar aquesta alternança, els gràfics corresponents no necessiten mantenir una mateixa escala numèrica a llurs respectius eixos d'ordenades, representatius dels totals pluviomètrics, la qual cosa facilita el contrast de l'evolució relativa de les precipitacions d'estiu a uns i altres punts durant més d'un segle. La simple representació de les mitjanes mòbils centrades d'onze en onze anys permet distingir uns períodes d'anys en els quals les precipitacions d'estiu han assolit en general uns valors relativament alts i uns altres en els que ha succeït tot el contrari i, òbviament, també un tercer grup en els que les precipitacions d'estiu han totalitzat quantitats pròximes a les mitjanes de tot el període. La recta de tendència facilita la detecció i delimitació d'aquests grups i, en realitat, aquest és l'objectiu que justifica la seva representació, més que no pas indicar un augment de les

precipitacions estacionals a Barcelona (Figura 1), Roquetes (Figura 2), València (Figura 3) i Alacant (Figura 4) i el d'una disminució a Maó (Figura 5) i Palma de Mallorca (Figura 6), ja que, tal com anteriorment ha estat subratllat, l'autocorrelació temporal no és estadísticament significativa i, en conseqüència, el seu traçat no pot ésser reconegut com a indicatiu de cap evolució creixent o decreixent.

Les precipitacions d'estiu al decenni 1870-80 foren en general relativament baixes, ja que les corbes representatives de les mitjanes mòbils de Barcelona, València, Maó i Palma de Mallorca inicien la seva trajectòria l'any 1885 al dessota de la recta de tendència, mentre que únicament la d'Alacant, que també la comença aquest any, apareix per damunt i la de Roquetes no pot ésser representada fins nou anys després per no haver estat endegades les activitats del seu observatori fins l'any 1880.

Entre el 1880 i el 1890, les precipitacions de l'estació càlida conegueren un increment generalitzat que culminà a finals del decenni en el cas de València i Palma de Mallorca i els últims anys del segle en el de Barcelona i Maó, com així ho evidencien clarament les respectives mitjanes mòbils. Les d'Alacant, en canvi, després de descriure un descens acusat en la dècada 1880-1890, acaben per manifestar un comportament semblant a les precedents als voltants del 1900, mentre la corba representativa de les de Roquetes continua prop de la recta de tendència.

En els dos primers decennis de l'actual centúria predominaren àmpliament als diferents punts d'observació els estius particularment secs. És per això que les respectives mitjanes mòbils descriuen una trajectòria descendent sota la recta de tendència que, no sense diferències, esdevé prou important a tots aquests punts. Així el descens es clou cap al 1910 a Barcelona, Roquetes, València, Maó, Palma de Mallorca i Alacant, i posteriorment té lloc una recuperació que condueix a un nou màxim per damunt de la recta de tendència, localitzat a l'entorn de l'any 1920, en el cas dels quatre primers observatoris, mentra que aquest nou increment és molt més lent, a Alacant, fins el punt que la corba representativa de les seves mitjanes mòbils no arriba a travessar de baix cap a dalt la recta de tendència fins pràcticament l'any 1930. A diferència dels altres punts d'observació, el descens dels primers anys del segle fou a Maó més suau i perllongat. No obstant això, les mitjanes mòbils convergeixen amb la recta de tendència a finals del tercer decenni i, posteriorment, es mantenen per damunt en els dos següents:

Malgrat el màxim descrit per les mitjanes mòbils dels diferents observatoris a l'entorn del 1920, entre aquest any i el 1930 predominaren els totals pluviomètrics d'estiu, de quantia inferior a l'assolida per les respectives mitjanes aritmètiques dels períodes estudiats, fins el punt de que, únicament les mitjanes mòbils de València i parcialment les de Roquetes apareixen abans de 1930 clarament per damunt de la recta de tendència. Tot el contrari succeeix entre 1930 i 1940. Les mitjanes mòbils de Roquetes, València i Palma de Mallorca romanen clarament per damunt de la recta de tendència, de manera menys acusada les de Maó i, ja prop de 1940, les de Barcelona. L'evolució de les precipitacions d'estiu a Alacant, en canvi, com ja succeïa els últims decennis del segle XIX, mostren una trajectòria ben diferent de la resta dels punts d'observació, de manera que la corba que les representa defineix un nou mínim cap al 1940 i es manté sota la recta de tendència el quinquenni següent.

A la dècada 1940-50, novament predominen a tots els punts d'observació, llevat del de Maó, els totals pluviomètrics estiuencs similars o inferiors als valors de les respectives mitjanes aritmètiques dels períodes analitzats i, en conseqüència, les mitjanes mòbils desciiuen, almenys parcialment, trajectòries sota les seves rectes de tendència.

Com a nota més destacada de l'evolució secular de les precipitacions d'estiu al començament de la segona meitat del segle present, cal assenyalar el contrast que representa el seu increment notori als observatoris peninsulars, mentre que als insulars persistia el decreixement iniciat abans del 1950. Tanmateix, aproximadament la meitat dels estius del decenni 1960-70, enregistraren precipitacions sensiblement inferiors a les respectives mitjanes estacionals, mentre que foren pocs els que totalitzaren quantitats ostensiblement superiors. Així les mitjanes mòbils de les dues ciutats insulars romanen clarament sota la recta de tendència i les de tres dels observatoris peninsulars, Barcelona, Roquetes i València, s'hi situen bona part o la totalitat dels estius de la dècada. L'única manifestació de caire oposat és la que descriuen les mitjanes mòbils d'Alacant en engegar, a partir del 1960, una trajectòria per damunt de la recta de tendència que es manté aproximadament fins l'any 1980.

L'evolució de les precipitacions d'estiu en els dos últims decennis és molt més homogènia que en cap altre dels deu precedents. Tots els punts d'observació registren unes precipitacions relativament altes entre 1970 i 1980 i generalment baixes a partir d'aquest últim any. Com a conseqüència d'això, les mitjanes mòbils descriuen una trajectòria per damunt de la recta de tendència anterior al 1980, a la qual segueix un descens evident a tots els observatoris, dels quals tan sols el de Palma de Mallorca ha començat a recuperar-se quan les pròpies mitjanes mòbils clouen el seu traçat l'any 1985.

En síntesi, l'alternança d'uns períodes en els quals les precipitacions d'estiu assoleixen unes quantitats relativament altes, superiors a les expressades per les respectives mitjanes aritmètiques, amb uns altres en els quals succeeix tot el contrari és un dels trets més destacats de l'evolució secular de les precipitacions al litoral est i nord-est de la Península Ibèrica i les Illes Balears. Encara que la mida d'aquests períodes no hagi estat sempre la mateixa, ni el seu esdeveniment sincrònic als diferents punts d'observació, en els últims 120 anys han predominat les etapes, sia de precipitacions superiors, sia d'inferiors a les mitjanes, de duració aproximadament desenal i la successió en el temps d'aquestes etapes als diferents punts d'observació definida per les respectives representacions gràfiques de les mitjanes mòbils manté notables afinitats i àdhuc quasi coincidències, sobretot els últims dos decennis, si bé no hi manquen importants diferències parcials, sense que cap sèrie, però, permeti definir una evolució secular particularment diferent de la resta.

L'alternança entre períodes diferenciats per la quantia dels totals pluviomètrics és un fet constatat en molts estudis climàtics. Malauradament, no ha estat possible determinar-ne les causes. Es tracta, però, d'un fenomen que, en opinió de Thirriot i Arnaud (1985, pàg. 43), no ha d'ésser perdut de vista per a l'establiment de previsions estocàstiques d'utilitat en l'ordenació de les activitats constructives i en l'explotació econòmica de les obres existents.

Conclusió

L'estimació dels principals paràmetres estadístics de les precipitacions d'estiu per a diferents punts d'observació del litoral oriental i nord-oriental de la Península Ibèrica i

les Illes Balears, a partir de les observacions enregistrades en els períodes de trenta anys convencionalment acceptats per a endegar l'anàlisi dels elements del clima, no pot considerar-se satisfactòria, ja que la gran variabilitat pluviomètrica de l'estació càlida als dominis mediterranis comporta diferències importants entre les quantitats calculades per als diferents períodes d'aquesta mida. És per això que l'anàlisi de sèries molt més llargues esdevé absolutament necessària per l'aconseguint d'estudis fiables.

D'altra banda, cal destacar la bondat dels ajustaments, mitjançant lleis gamma, de les distribucions de freqüències de les sèries pluviomètriques analitzades, a partir dels quals han estat calculats els diferents quantils que permeten establir límits per a diferents períodes de recurrència.

Els contrastos entre mitjanes aritmètiques d'un mateix punt d'observació calculades per a diferents períodes de trenta anys no permeten detectar diferències estadísticament significatives. Tampoc no són significatius els valors dels coeficients d'autocorrelació temporal, positius els corresponents al litoral peninsular i negatius els insulars, i, en conseqüència, no representen cap prova fiable respecte a un hipotètic increment o disminució de la pluviometria d'estiu. Tanmateix, el càlcul i representació gràfica de les mitjanes mòbils evidència, en canvi, l'alternança de períodes en els quals predominen els totals pluviomètrics estiuencs expressats per valors superiors als representats per les corresponents mitjanes aritmètiques, amb altres en els quals succeeix justament tot el contrari. La durada preferent d'aquests períodes pot ésser situada a l'entorn d'uns deu anys.

Notes bibliogràfiques

- PEINADO, A. (1985): *Lecciones de Climatología. Conceptos y técnicas*, Inst. Nac. Met., pub. B-21, 111 pp., Madrid.
- PERRY, A. (1985): «Is the clima becoming more variable?», a *Progress in Physical Geography*, vol. 1, pp. 108-114.
- THIRRIOT, C. i ARNAUD, M. (1985) «Leçons et ambiguïté d'une longue série pluviométrique a Toulouse», a *Journal de Recherches Atmosphériques*, n° 1, pp. 25-45.

Figura 1
Evolució de les precipitacions d'estiu a Barcelona
(Període 1870-1990)

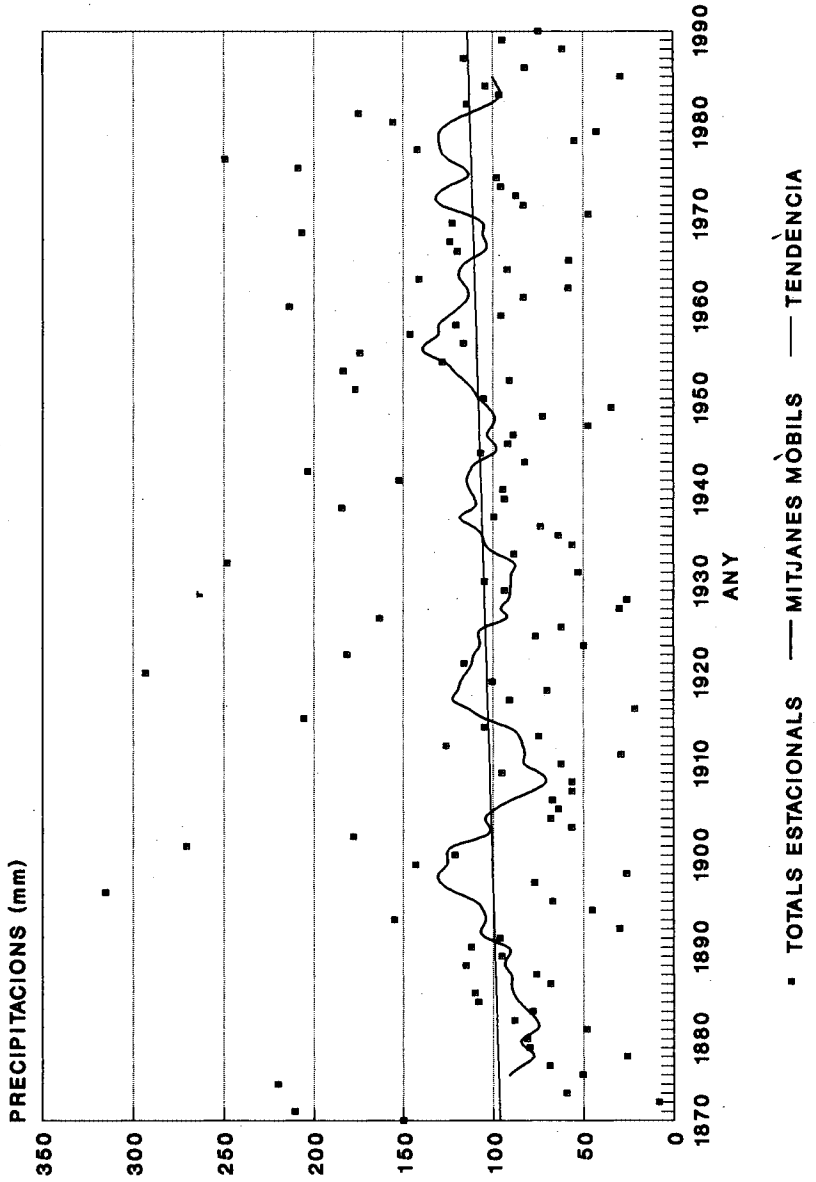


Figura 2
Evolució secular de les precipitacions d'estiu a Roquetes
(Període 1881-1990)

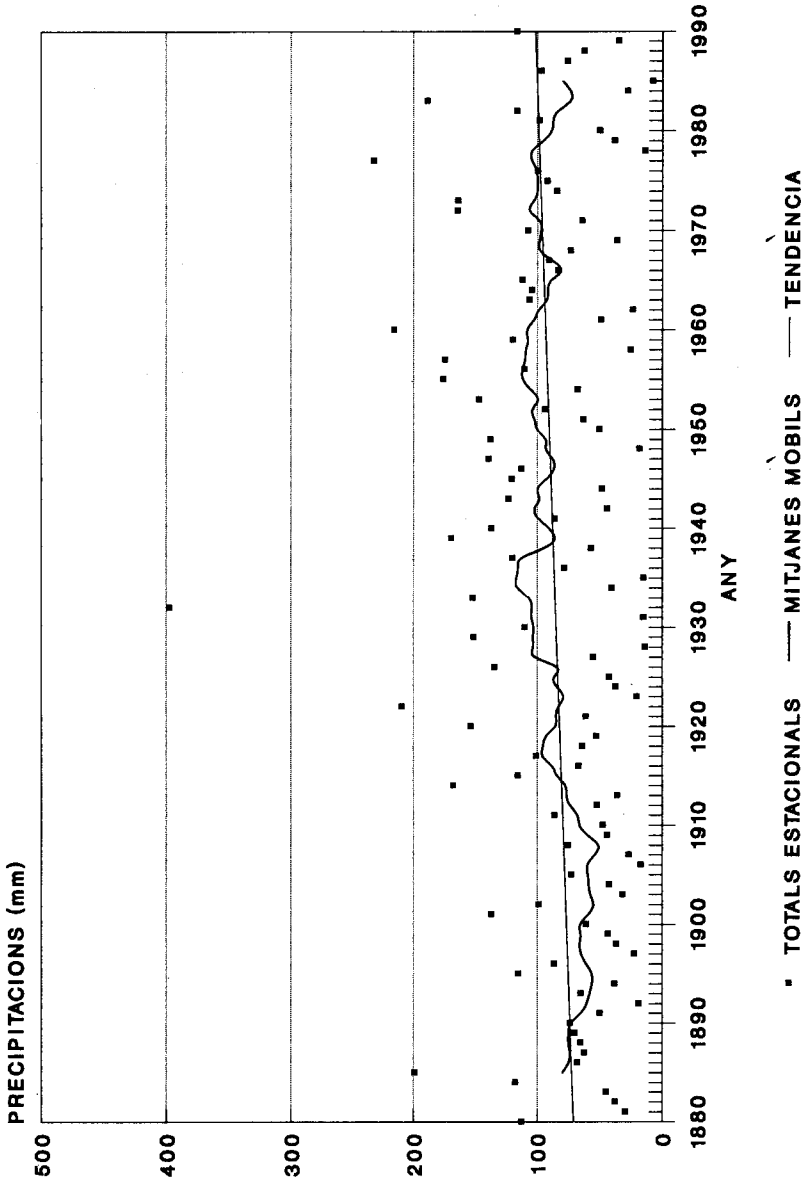


Figura 3
Evolució secular de les precipitacions d'estiu a València
(Període 1870-1990)

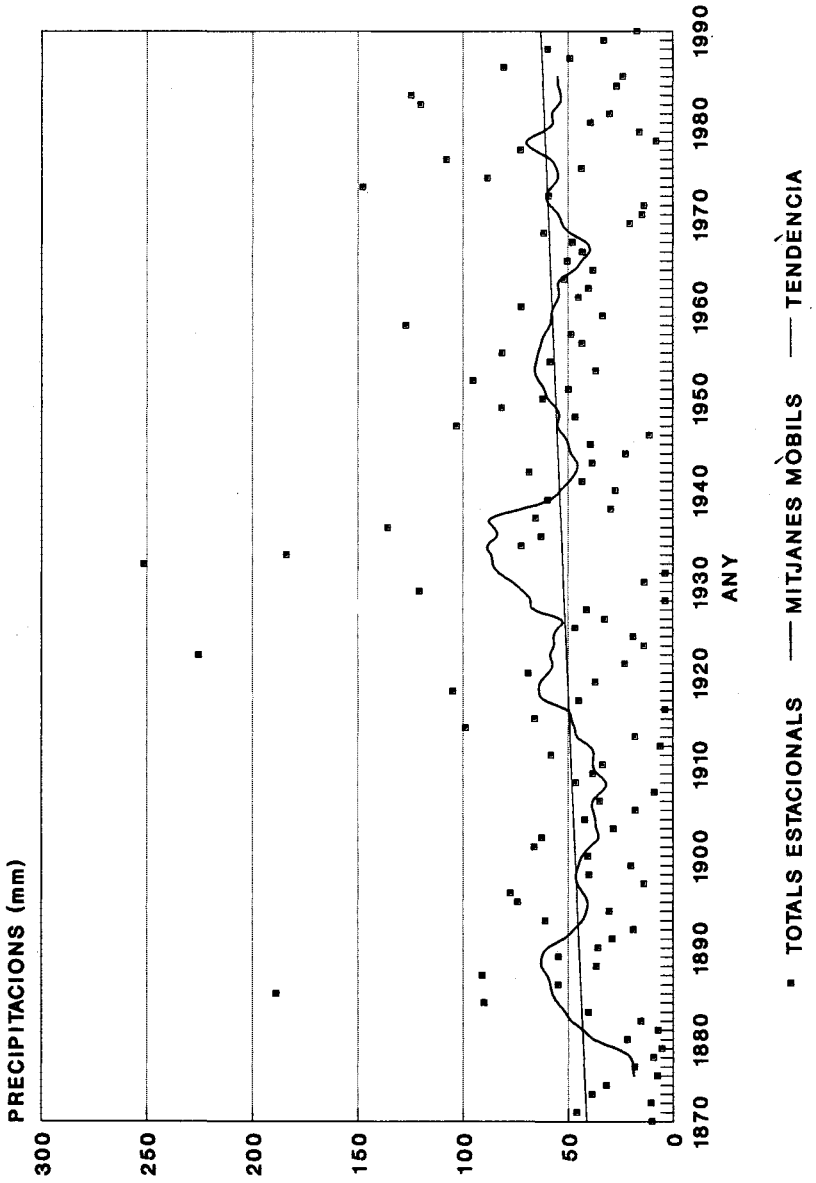


Figura 4
Evolució secular de les precipitacions d'estiu a Alacant
(Període 1870-1990)

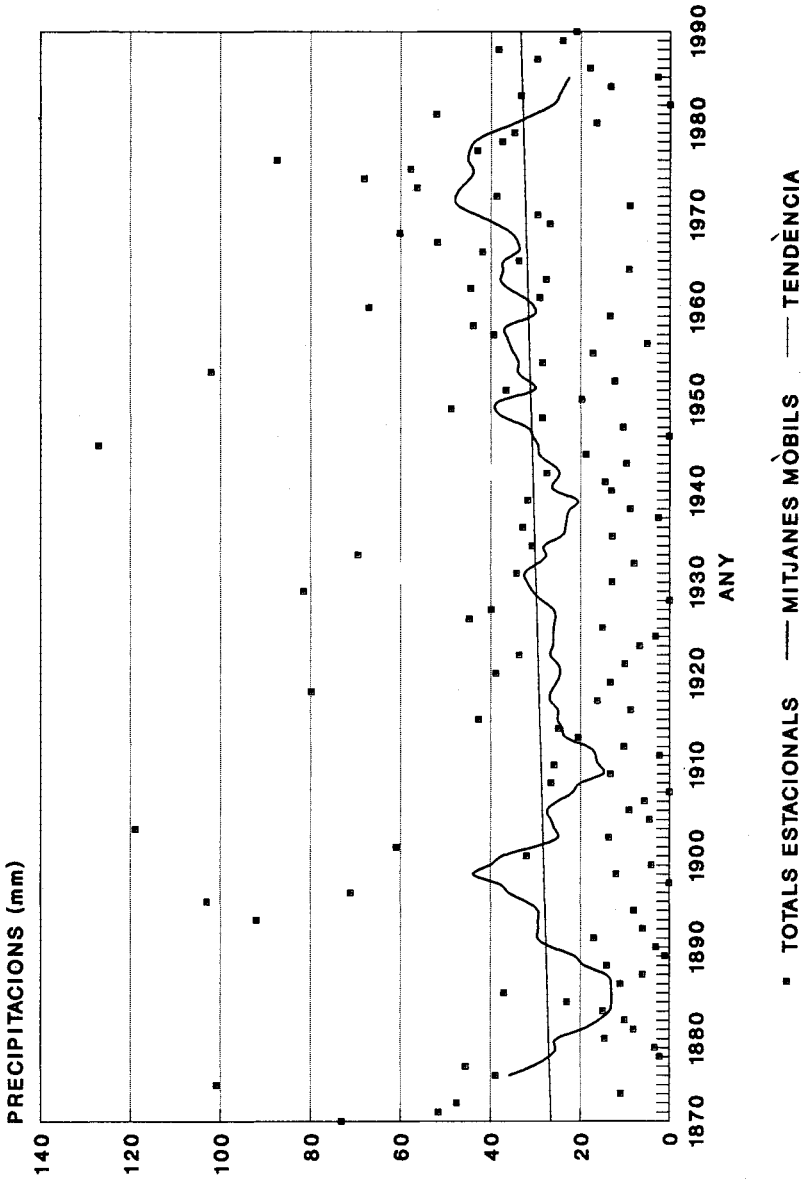


Figura 5
Evolució secular de les precipitacions d'estiu a Maó
(Període 1870-1990)

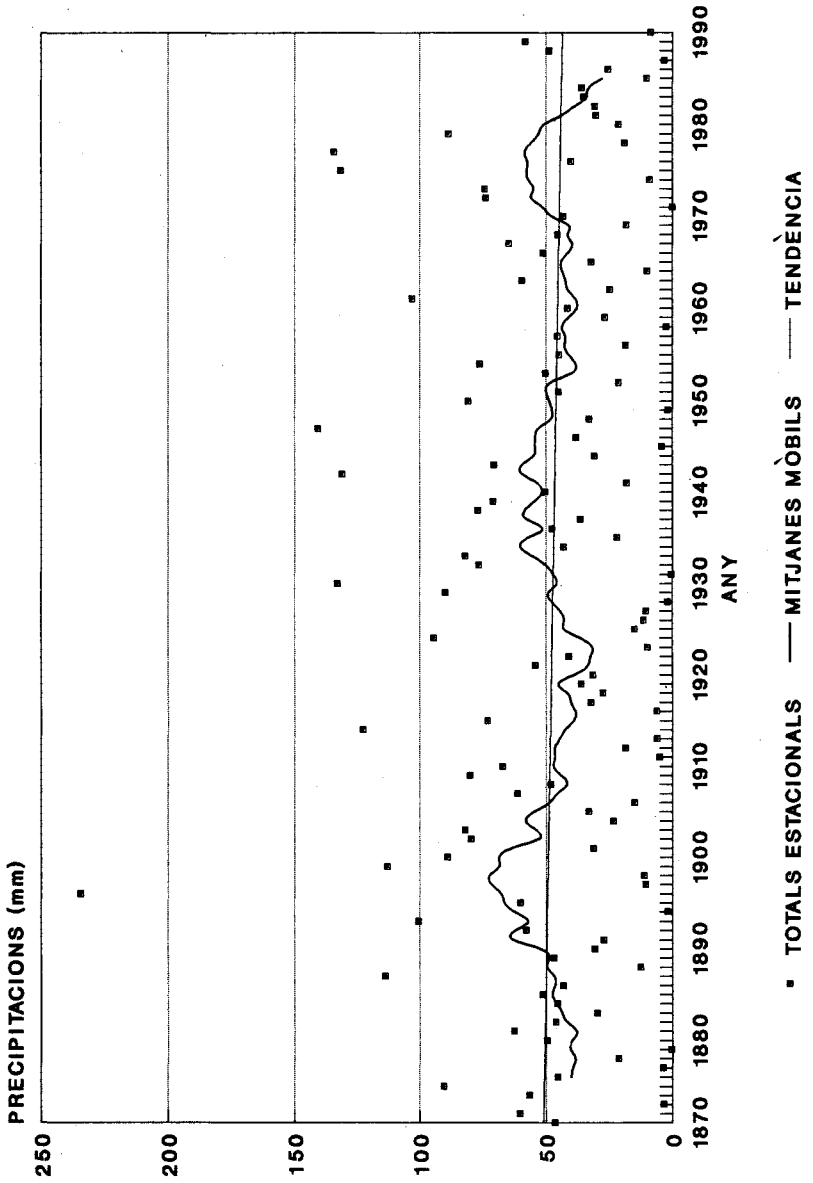


Figura 6
Evolució secular de les precipitacions d'estiu a Palma de Mallorca
(Període 1870-1990)

