

Medi ambient i patologia al·lèrgològica

Sessió clínica en memòria del Dr. Romà Alemany i Vall.
Societat Catalana d'Al·lèrgia i Immunologia Clínica (25 d'abril de 1991)

Moderador: J. Botey

Espores a l'atmosfera de Catalunya

J. Belmonte*, J.M. Roure*, J. Botey** i A. Cadahia**

* Unitat de Botànica. Facultat de Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona.

** Unitat Docent d'Al·lèrgologia. Hospital de la Vall d'Hebron. Barcelona.

Introducció

Els estudis aerobiològics posen de manifest la presència a l'atmosfera de molt nombroses partícules, entre elles les espores, és a dir, estructures reproductores de fongs, bacteris, molses i criptògams vasculars. Les espores que es troben en quantitats més abundants a l'atmosfera procedeixen de fongs.

Està ben provat que hi ha moltes espores de fongs que causen al·lèrgies respiratòries. És per això que resulta necessari fer la identificació i el compte de quines són les que apareixen a la nostra atmosfera, en quina proporció i a quines èpoques de l'any són aerovagants i quins factors ambientals tenen importància en la seva difusió.

Per interpretar el comportament atmosfèric de les espores de fongs cal conèixer la biologia bàsica dels organismes que les produeixen.

Els fongs són un grup molt particular d'organismes que fins fa poc eren considerats vegetals. Recentment se'ls ha reconegut com un grup amb la mateixa categoria sistemàtica que els vegetals i els animals, perquè presenten característiques prou diferenciadores de la dels primers, com poden ser els productes químics de síntesi i el fet de no ser fotosintetitzadors.

Els fongs no tenen clorofil·la, i això condiciona la seva forma de vida, que haurà de ser paràsita o sapròfita, però poden créixer sobre una gamma molt àmplia de medis (terra, aire, aigua) i substrats, la qual cosa fa que siguin presents arreu.

Hi ha fongs unicel·lulars i fongs pluricel·lulars. En aquest darrer cas les cèl·lules que els formen són tubulars i encadenades, i configuren el que s'anomena hifes. El conjunt d'hifes d'un fong rep el nom de miceli. En algun moment del cicle de vida del fong (que depèn de les característiques internes de cada fong i també de les condicions ambientals, la temperatura i la humitat

principalment) el miceli s'acumula o es compacta i forma una estructura més o menys visible que desenvoluparà els òrgans reproductors.

Hi ha dos fets del cicle de vida dels fongs que ens interessa i que fan referència a la seva forma de reproduir-se. Trobem, per una banda, un procés de repro-

TAULA I

Relació de les espores identificades a l'atmosfera de les localitats estudiades

Aecidiospores
<i>Alternaria</i> (A)*
<i>Arthrrium</i> (A)
<i>Asterosporium</i>
Basidiospores
<i>Bispora</i>
<i>Chaetomium</i> (A)*
<i>Cladosporium</i> (A)*
<i>Curvularia</i> (A)
<i>Drechslera</i>
Espores unicel·lulars (inclou <i>Aspergillus</i> * i <i>Penicillium</i> *)
Espores bicel·lulars
Espores pluricel·lulars
<i>Epicoccum</i> (A)
<i>Fusarium</i> *
<i>Helminthosporium</i> *
<i>Humicola</i>
<i>Leptosphaeria</i>
<i>Nigrospora</i> (A)*
<i>Oidium</i>
<i>Pithomyces</i>
<i>Pleosporu</i>
<i>Polythrincium</i>
<i>Sphaelotheca</i> (A)
<i>Sporobolomyces</i> *
<i>Stemphylium</i> *
<i>Tetraploa</i>
<i>Tilletia</i>
<i>Torula</i> *
<i>Urocystis</i>
<i>Ustilago</i> (A)*
Xilariàcies (A)*

També es troben fragments de micelis estèrils.

(A) significa que és freqüent; * indica que es tracta d'una espora al·lèrgica.

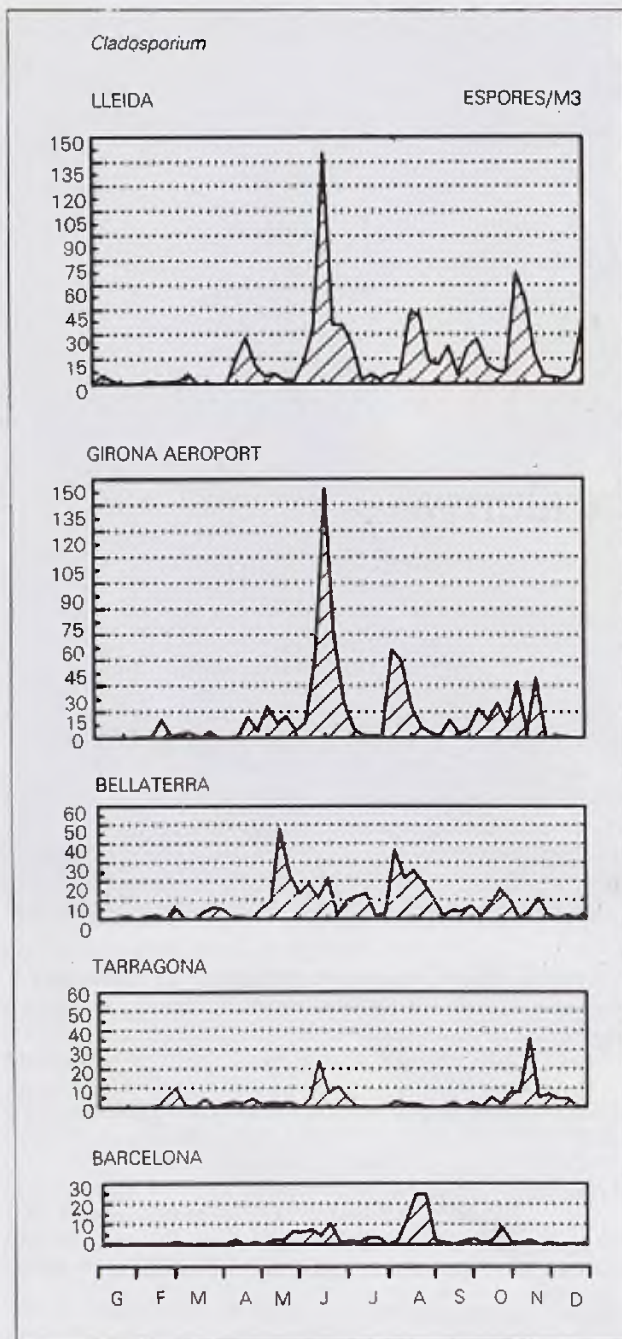


Fig. 1. Evolució de les espores de *Cladosporium* al llarg de l'any.

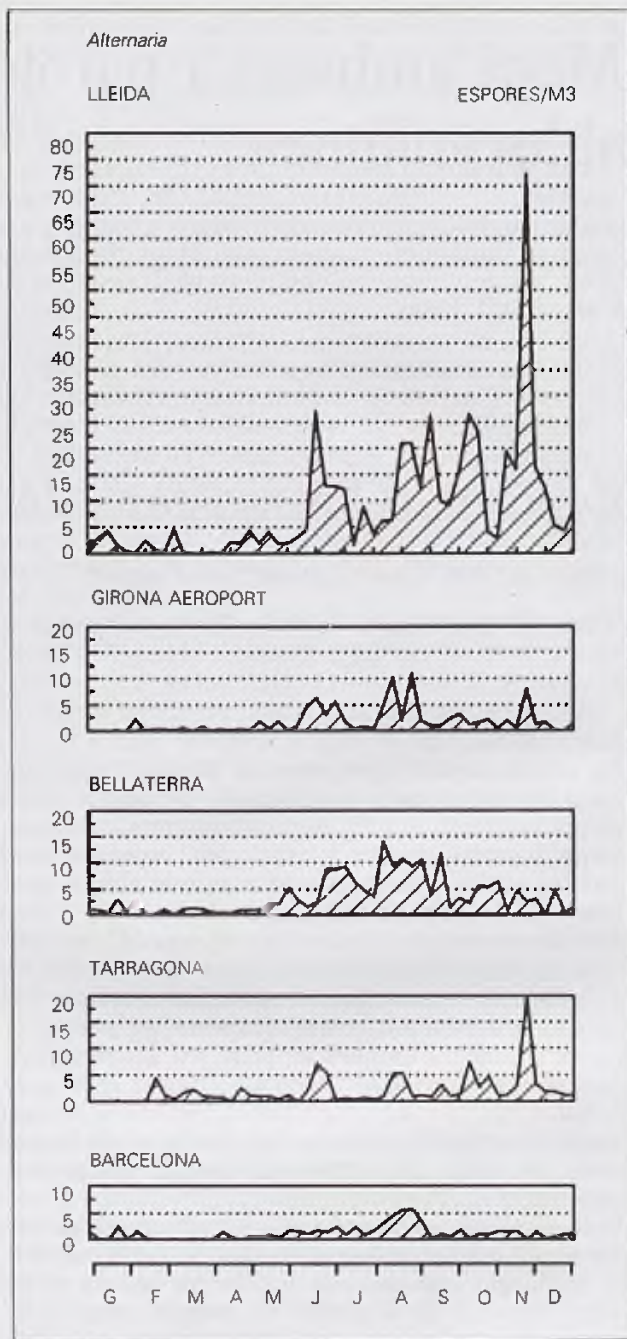


Fig. 2. Evolució de les espores d'*Alternaria* al llarg de l'any.

ducció sexual, en el qual es formen gàmetes, que es fusionen donant lloc al zigot i aquest a un nou individu amb dotació genètica procedent dels dos progenitors. Per altra banda, els fongs han desenvolupat diversos mecanismes de propagació de l'espècie, és a dir d'escampar-se i proliferar en el medi a partir de formacions vegetatives. Aquests processos reben el nom genèric de multiplicació vegetativa i també de reproducció asexual. Del miceli del fong es diferencien espores o bé se'n fragmenta un tros i aquestes unitats desenvolupen un nou fong per elles mateixes. Aquest procés multiplicatiu té lloc diverses vegades al llarg del cicle de vida del fong i dona lloc a una gran quantitat d'unitats

reproductives o espores. Hi ha producció d'espores contínuament, sempre que les condicions de temperatura i d'humitat ho permeten.

La major part d'espores de fongs causants d'al·lèrgies respiratòries són d'aquest tipus, ja que són les més abundants.

Material i mètodes

Les dades d'aquest estudi han estat preses en diverses localitats de Catalunya, amb condicions ambientals diferents: a Lleida i a Girona-Aeroport, on l'entorn és rural; a Tarragona i a Barcelona, que són nuclis urbans, i a Bellaterra, que és una zona urbanitzada situada en medi rural.

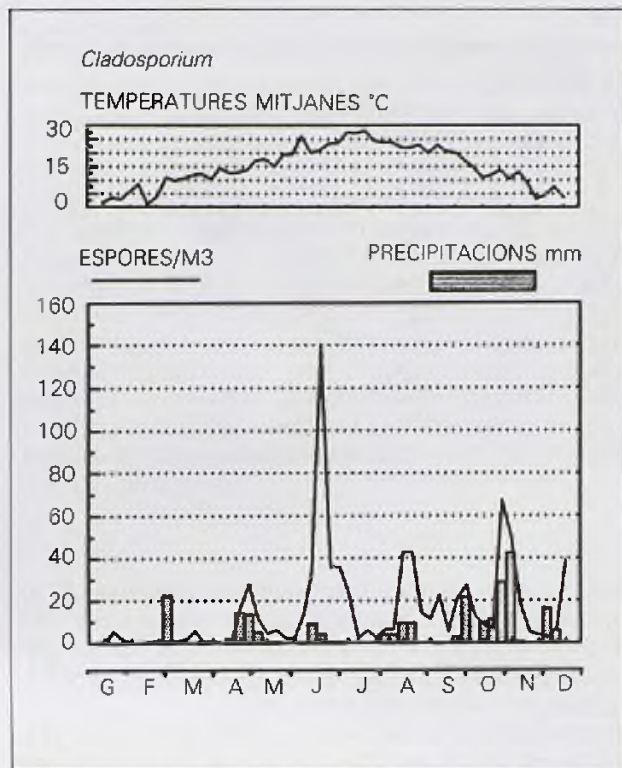


Fig. 3. Temperatures, precipitations and spores of *Cladosporium* at Lleida.

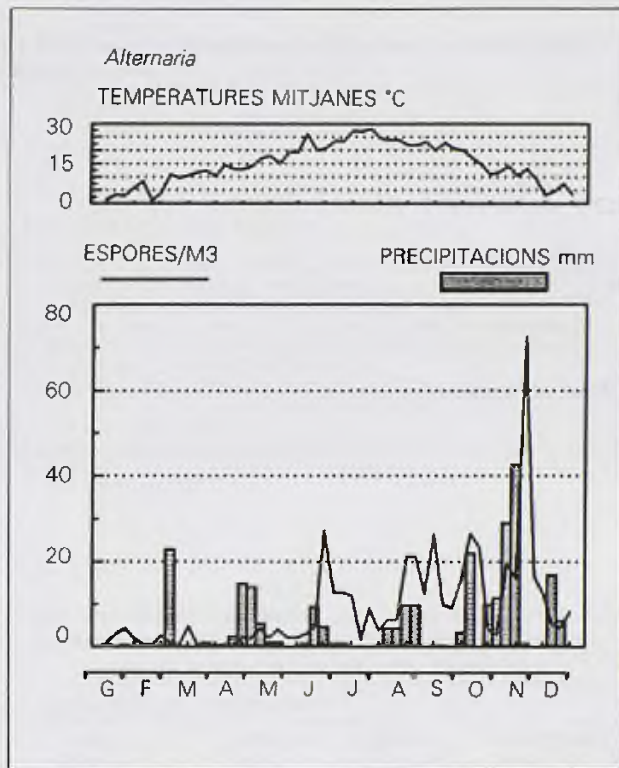


Fig. 4. Temperatures, precipitations and spores of *Alternaria* at Lleida.

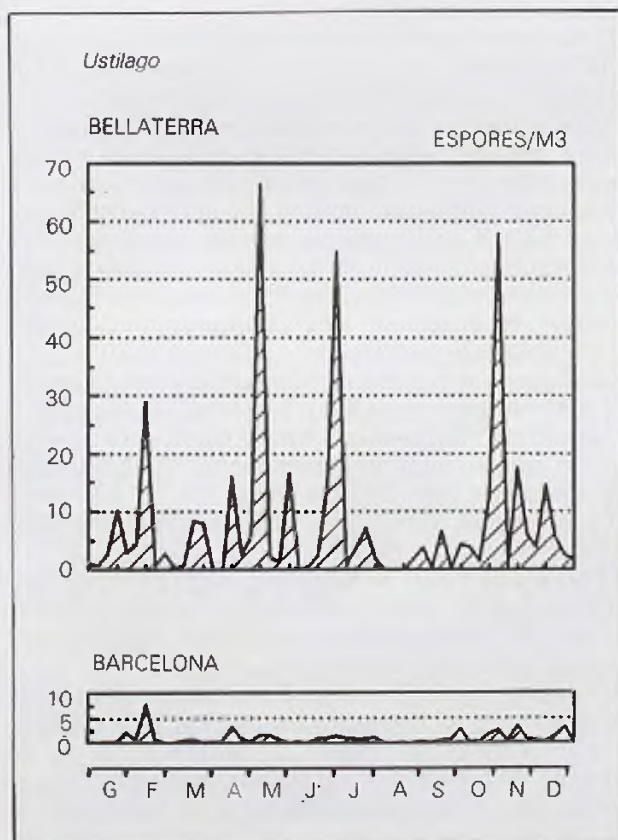


Fig. 5. Evolució de les espores d'*Ustilago* al llarg de l'any.

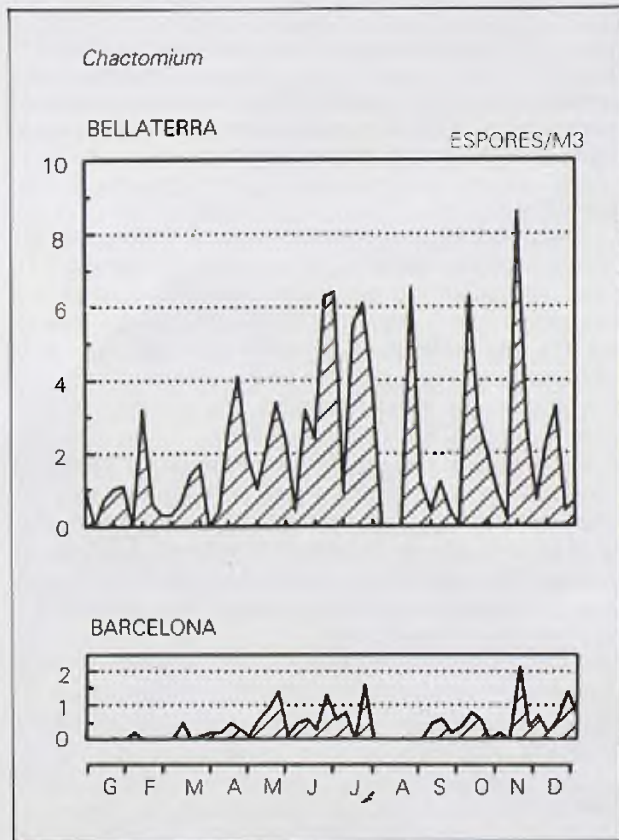


Fig. 6. Evolució de les espores de *Chaetomium* al llarg de l'any.

TAULA II
Valors totals anuals de concentració atmosfèrica i percentatges respecte del total de les espores de fongs més abundants identificades

		Lleida	Girona Aeroport	Bella- terra	Tarragona	Barcelona
Total espores	E/m ³	1.998,9	1.421,4	1.128,1	742,8	545,7
<i>Cladosporium</i>	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	E/m ³	805,1	638,7	416,0	184,1	151,8
	%	40,3	44,9	36,9	24,8	27,8
<i>Alternaria</i>	E/m ³	465,6	90,4	184,4	104,8	63,8
	%	23,3	6,4	16,3	14,1	11,7
Vària unicel·lular	E/m ³	323,2	421,3	183,9	266,5	190,8
<i>Epicoccum</i>	%	16,2	29,6	16,3	35,9	35,0
	E/m ³	98,5	22,0	27,2	10,7	7,2
	%	4,9	1,6	2,4	1,4	1,3
Vària pluricel·lular	E/m ³	145,4	214,3	172,4	141,7	38,4
	%	7,3	15,1	15,3	19,1	7,0

Dades obtingudes amb la metodologia Durham-modificada (Belmonte 1988) pels anys 1983 (Lleida, Girona i Tarragona) i 1984 (Bellaterra i Barcelona).

TAULA III
Valors totals anuals de concentració atmosfèrica i percentatges respecte del total de les espores de fongs més abundants identificades

		Bellaterra	Barcelona
<i>Chaetomium</i>	E/m ³	106,0	20,0
	%	2,7	2,6
<i>Ustilago</i>	E/m ³	414,7	50,5
	%	10,4	6,6
Total espores	E/m ³	3.982,7	763,3
	%	100,0	100,0

Dades obtingudes amb la metodologia Cour (Cour 1974) i corresponents a l'any 1990.

S'han utilitzat dades de dos tipus de captadors esporopol·lítics: el Durham-modificat (Belmonte 1988) i el Cour (Cour 1974), d'un període de temps comprès entre 1983-1990. Amb un i altre mètode el reconeixement de les partícules captades s'ha de fer a partir de les seves característiques morfològiques. Ambdós permeten la conversió dels resultats obtinguts a espores per metre cúbic d'aire.

Resultats

La taula I presenta la relació d'espores de fongs identificades a l'atmosfera de Catalunya fins al moment. S'ha posat un símbol (A) per indicar aquelles espores que són especialment freqüents en els comptes i un símbol (*) per assenyalar aquelles espores que a la bibliografia són reconegudes com a al·lèrgiques. Les referències que s'han consultat són: Gervais (1976), Calvo et al (1976) i Gregory (1973).

A les taules II i III hi ha representats els valors de concentració atmosfèrica i percentatge respecte del total corresponents a les espores més abundants i alhora al·lèrgiques de la nostra atmosfera. L'ordenació de localitats segueix un gradient de medi més rural (esquerra de la taula) a entorn més urbà (a la dreta) per facilitar-ne la interpretació.

Les figures 1-6 il·lustren l'evolució a l'atmosfera al llarg de l'any de les espores presentades a les taules II i III. L'ordenació s'ha fet seguint el mateix esquema que en el cas anterior.

Discussió

De la taula I, en podem concloure que la major part de les espores de fongs identificades i que es troben amb

una certa freqüència a l'atmosfera de Catalunya (A) són al·lèrgiques (*). Moltes d'aquestes espècies són paràsits de vegetals, i les espores que ens han permès identificar-les a l'atmosfera són les corresponents a les unitats de multiplicació vegetativa.

Interessa recordar aquí que el medi que s'ha mostregat en aquest estudi és l'atmosfera, és a dir el medi exterior. Un estudi dels ambients interiors de les edificacions conduiria a espectres sensiblement diferents. Aquest mateix motiu fa que el nombre d'espores unicel·lulars que s'ha trobat, dins el qual queden incloses les pertanyents als gèneres *Penicillium* i *Aspergillus*, molt abundants en ambients interiors, sigui tan sols relativament important.

Si comparem aquests resultats amb els de Calvo et al (1976) obtinguts per a Barcelona, veiem molta uniformitat en l'espectre obtingut. Cal observar que els mètodes usats en ambdós estudis són diferents, i que el seguit per Calvo et al comporta el cultiu de les espores capturades, la qual cosa permet identificar materials que només morfològicament no es podrien reconèixer. Les taules II i III posen de manifest que l'atmosfera dels medis rurals és molt més rica en espores de fongs que la dels medis urbans, i també evidencia que *Cladosporium* és el gènere més abundant arreu, assolint percentatges de representació superiors al 40 %.

Cladosporium és present en forma d'espores a l'atmosfera durant gairebé tot l'any, però amb especial importància durant la primavera-estiu (fig. 1). A la figura 3 veiem com els pics de concentracions pol·líniques atmosfèriques, tant d'aquest fong com d'*Alternaria* (fig. 4), es produeixen sovint a continuació de precipitacions caigudes.

La presència d'*Alternaria* a l'atmosfera és també continuada (fig. 2), però només és considerable a l'estiu-tardor. Els entorns rurals són molt més rics en aquest tipus d'espores que la resta.

Ustilago i *Chaetomium* (figs. 5 i 6) es comporten d'una altra manera. Es troben durant tot l'any a l'atmosfera, sense estacionalitat aparent. El primer pertany a un grup de fongs paràsits de gramínies i cereals cultivats, i localment assoleix concentracions molt importants; el segon viu de forma sapròfita sobre materials molt diversos.

Conclusions

El tipus de vida actual, en què els cultius es fan per grans extensions i les collites s'emmagatzemen per grans quantitats, igual que qualsevol altre tipus de materials que són hàbitats de fongs (teixits, paper, aliments...), facilita enormement el creixement dels fongs i la proliferació de les seves espores.

Els resultats obtinguts en qualsevol estudi d'aquest tipus són molt locals perquè la formació i la dispersió de les espores de fongs depenen fonamentalment de les condicions microambientals. Cal estudiar l'aerobiologia dels fongs, i tots els resultats que s'obtinguin seran informació interessant, però és un tema molt complex i que s'ha de dur a terme durant molts anys i a moltes localitats diferents i ambients diferenciats per tenir bases a partir de les quals començar a establir conclusions generals.

Agraïments

L'estudi aerobiològic de Catalunya s'està duent a terme dins un projecte de recerca que compta amb el suport de Laboratoris Leti, S.A.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

- Belmonte J. Identificació, estudi i evolució anual del contingut pol·línic a l'atmosfera de Catalunya i Balears. Barcelona, tesi doctoral Universitat Autònoma de Barcelona. Edició en microfítxes, 1988.
- Calvo MA, Guarro J, Suárez G. Los hongos como agentes etiológicos de alergias y enfermedades pulmonares: su incidencia en Barcelona. *Anales de Medicina y Cirugía* 1976; 246:329-340.
- Cour P. Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollen et spores*, 1974; 16(1):103-141.
- Gervais P. *Allergologie et écologie*. Paris, Ed. Masson, 1976.
- Gregory PH. *The microbiology of the atmosphere*. 2a edició. Plymouth, Leonard Hill Books, 1973.

Pol·lens a l'atmosfera de Catalunya

J. Belmonte*, J.M. Roure*, J. Botey** i A. Cadahia**

* Unitat de Botànica. Facultat de Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona.

** Unitat Docent d'Al·lèrgologia. Hospital de la Vall d'Hebron. Barcelona.

Introducció

L'estudi de l'aerobiologia pol·línica a Catalunya es va iniciar l'any 1983. Els objectius generals del projecte (Belmonte et al, 1984, 1987, 1990) són: l'anàlisi pol·línica qualitativa i quantitativa de l'atmosfera, la correlació entre la variació del contingut pol·línic de l'atmosfera i el clima, la delimitació i la caracterització de zones de comportament pol·línic anàleg i l'elaboració d'unes línies generals de previsió.

Material i mètodes

Aquest treball és una síntesi dels resultats obtinguts en l'estudi de diverses localitats de Catalunya que tenen condicions ambientals diferents. A la figura 1 es presenta l'emplaçament d'aquestes localitats i les seves característiques climàtiques.

Han estat utilitzats dos tipus de captadors esporopol·línics: el Durham-modificat (Belmonte 1988) i el Cour (Cour 1974), durant un període de temps comprès entre els anys 1983 i 1990. Amb un i altre mètode els resultats han estat expressats en pòl·lens per metre cúbic.

Resultats

Com a síntesi dels resultats obtinguts fins al moment, s'exposen alguns dels aspectes més significatius que han estat constatats al llarg de diversos anys, pel que fa a les característiques aerobiològiques del territori, la dinàmica pol·línica anual, els factors que condicionen la producció pol·línica i la seva utilització en la previsió de les pol·linitzacions i, finalment, sobre les relacions entre el paisatge vegetal i la seva aerobiologia.

Característiques aeropol·líniques del territori de Catalunya

Després d'analitzar els resultats aeropol·línics obtinguts al llarg de diversos anys i en diferents localitats, s'ha observat que Catalunya pot dividir-se en quatre grans zones (fig. 1) de comportament pol·línic anàleg: 1) àrea de muntanya; 2) litoral nord (septentrional); 3) litoral sud (meridional), i 4) territori interior.

1. Àrea de muntanya. Abasta tots aquells territoris localitzats per damunt dels 900 m d'altitud. Són zones de baixa densitat de població, on l'època més problemàtica -des del punt de vista pol·línic- coincideix amb l'estiu, que és precisament quan l'afluència d'estiuencs fa augmentar considerablement la seva població.

2. Àrea litoral nord (septentrional). Comprèn una franja litoral, d'uns 50-75 km d'ample, des de la província de Girona fins a la ciutat de Barcelona. Comprèn una zona d'important densitat de població.

3. Àrea litoral sud (meridional). Correspon a una franja litoral, d'uns 75 km d'ample, que va des de Barcelona fins al delta de l'Ebre. És un territori de forta densitat de població. És una zona amb menys precipitacions, però, en canvi, amb temperatures més altes.

4. Àrea interior. Comprèn la depressió central catalana i tots els territoris allunyats de la influència marina. Tenen pluges escasses, de règim irregular i amb un clima de tipus continental, més advers que tots els anteriors. Pol·línica, recorda l'àrea litoral sud, però amb alguns pòl·lens indicadors diferents i un comportament aerobiològic diferencial cap a final d'any.

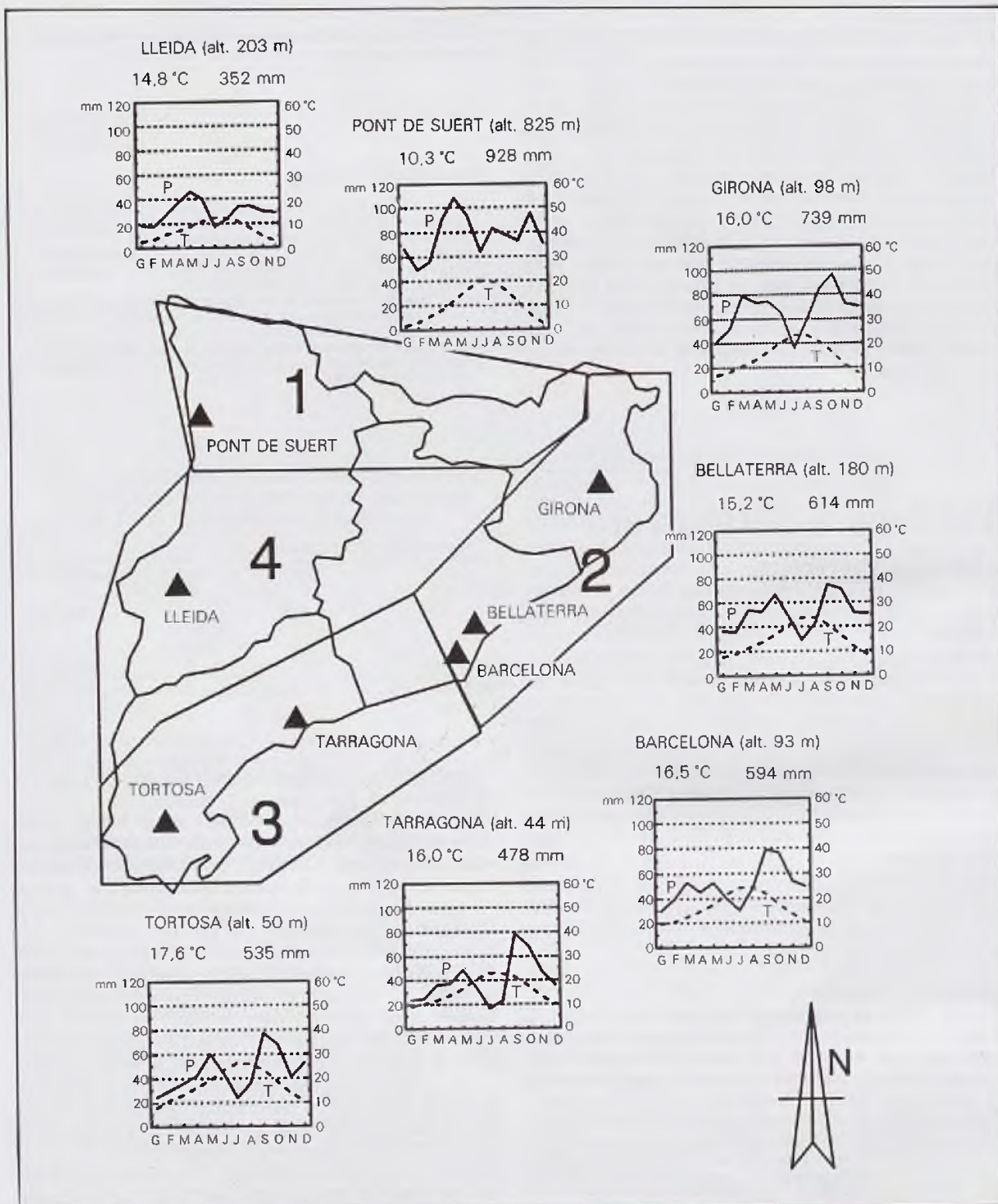


Fig. 1. Mapa de Catalunya. Distribució de localitats estudiades. Evolució de precipitacions i temperatures. Zones de comportament pol·línic anàleg.

Dinàmica aerobiològica a Catalunya al llarg d'un cicle anual

El contingut de pol·len en l'atmosfera de Catalunya no és, evidentment, igual al llarg de tot l'any. No solament s'hi aprecien canvis qualitius, sinó que s'hi detecten unes fases o períodes més o menys diferenciades. És

possible parlar de l'existència d'una dinàmica pel que fa al contingut total de pol·len al llarg de l'any. Aquestes fases es fan significatives en el gràfic de la variació del contingut total de pol·len al llarg de l'any (fig. 2). Analtzada, doncs, la dinàmica aeropol·línica de Catalunya, podem definir quatre períodes al llarg de l'any:

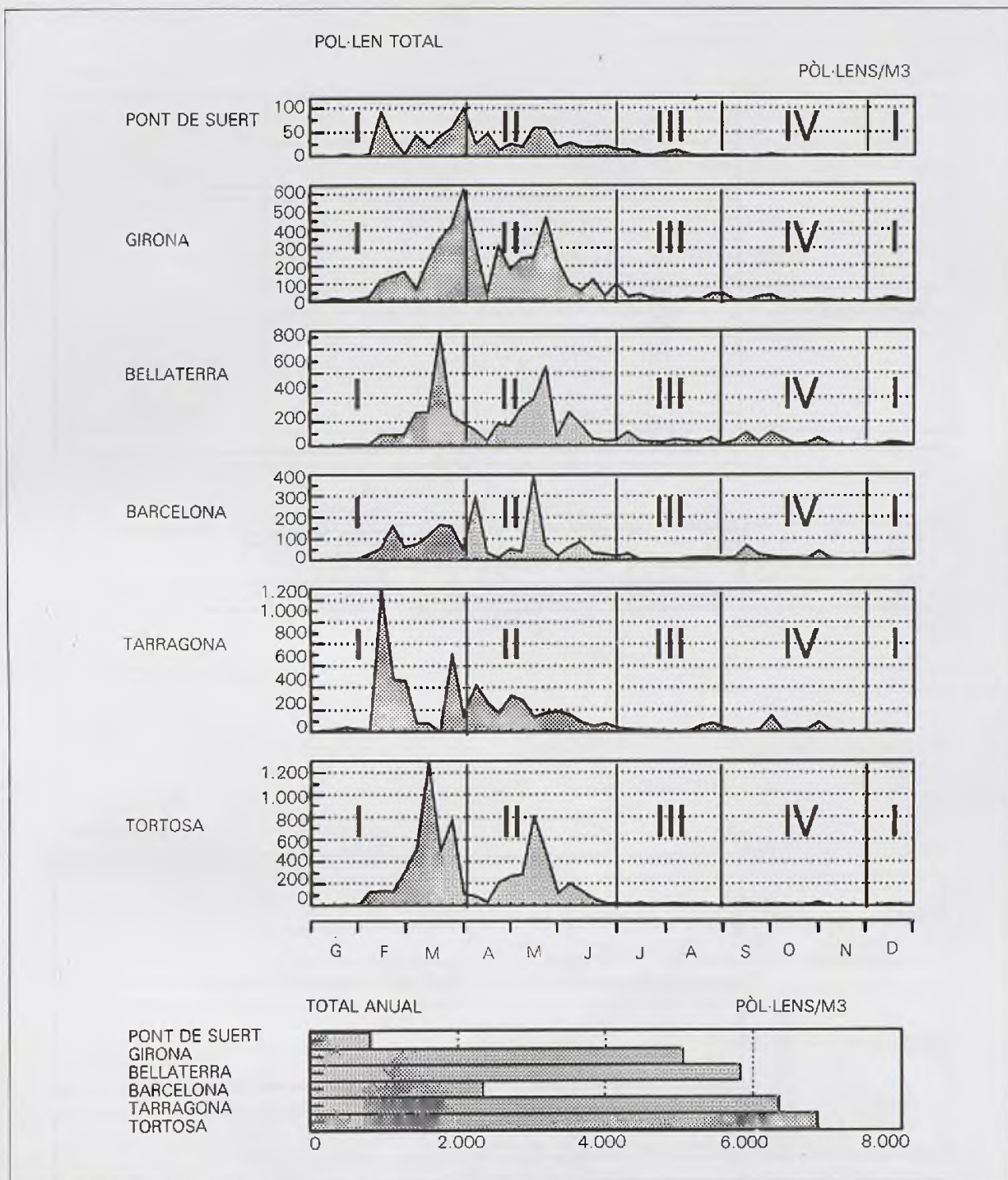


Fig. 2. Variació del contingut total de pol·len al llarg de l'any.

a) de novembre a començament d'abril; b) d'abril a inicis de juliol; c) juliol i agost, i d) de setembre a novembre.

a) De novembre a abril. Caracteritzat pel predomini de la pol·linització dels arbres. És un període de poca incidència al·lèrgològica, únicament el xiprer i l'avellaner arriben a produir alguns problemes. Al llarg d'aquest període pol·linitzen alguns dels arbres i arbusts;

com a model podem analitzar la corba de pol·linització de l'avellaner (fig. 3).

b) D'abril a inicis de juliol. És el període de major virulència a les zones baixes de Catalunya. És l'època en què floreixen la majoria dels arbres, arbusts i herbes; com a model podem analitzar la corba de pol·linització d'urticàries (fig. 4).

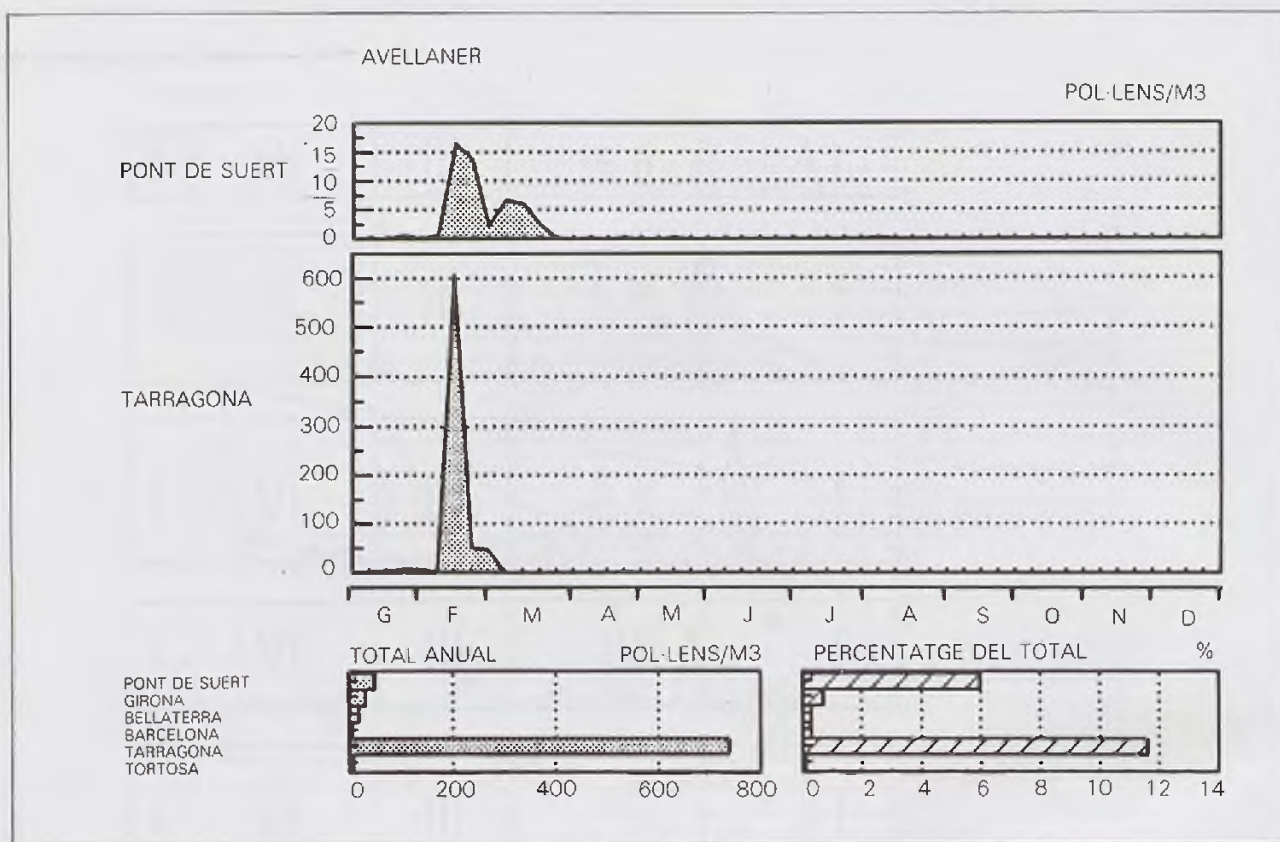


Fig. 3. Corba de pol·linització de l'avellaner.

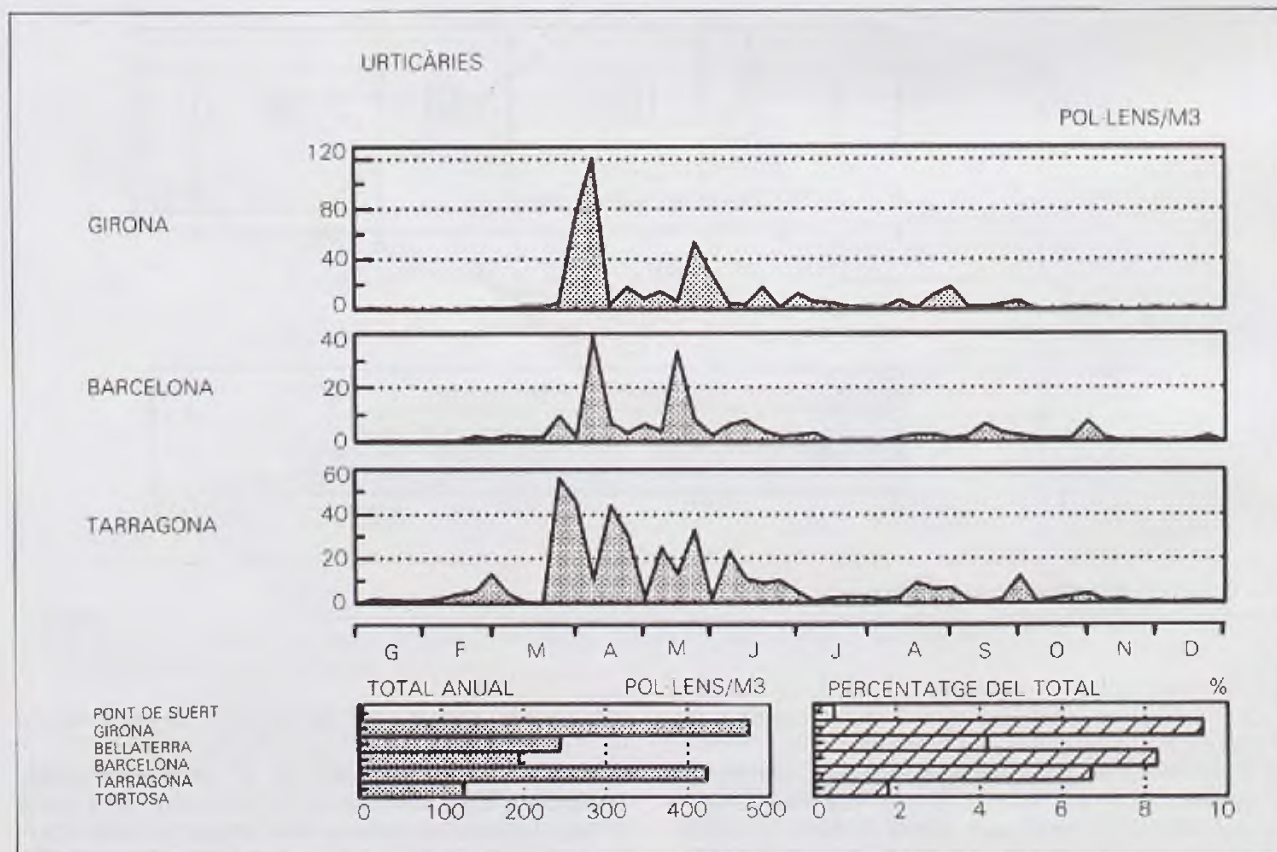


Fig. 4. Corba de pol·linització d'urticàries.

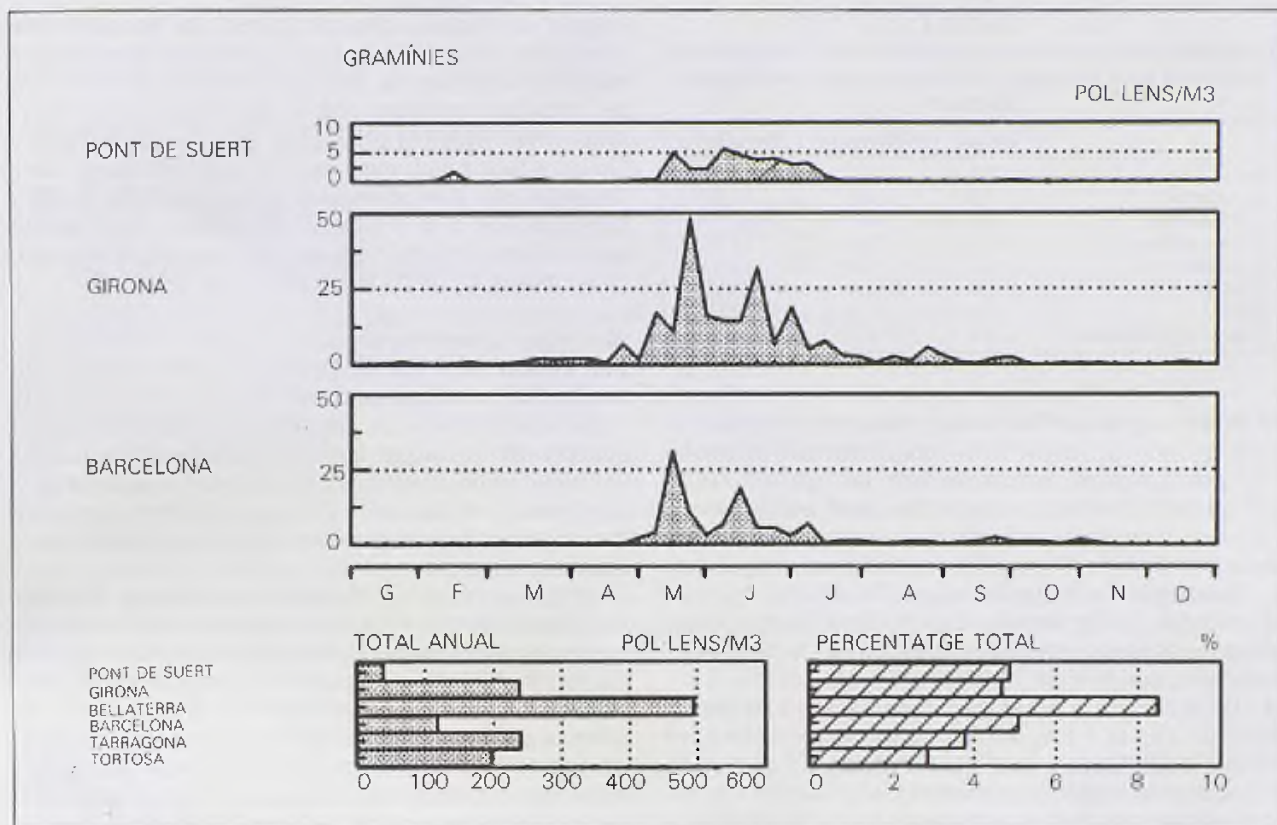


Fig. 5. Corba de pol·linització de gramínies.

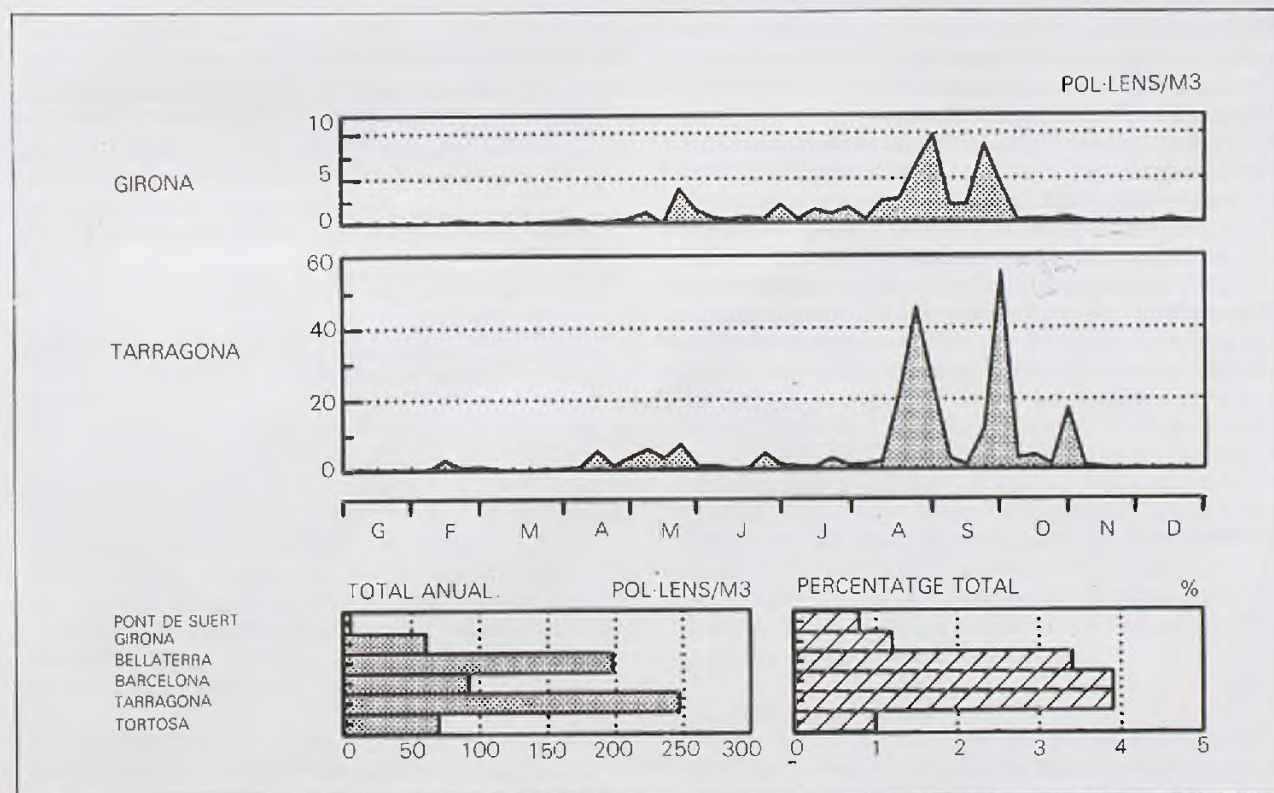


Fig. 6. Corba de pol·linització de blets.

TAULA I
Proporció sobre el total de pol·len anual, en diverses localitats de Catalunya, amb un entorn paisatgístic diferent

	Girona	Bellaterra	Barcelona
Blets	1,2	3,4	3,9
Compostes	0,8	0,6	1,9
Cupresàcies	8,9	8,0	15,1
Roures-alzines	20,6	18,6	12,2
Gramínies	4,7	8,5	5,1
Olivera	1,8	2,8	4,7
Plàtan	4,0	2,3	8,6
Urticàries (parietària)	9,4	4,2	8,3

c) Juliol i agost. A les zones baixes del territori, a conseqüència de les elevades temperatures i les escasses precipitacions, és un període de relativa calma pol·línica. Al contrari, és el període més problemàtic a l'àrea de muntanya, així com a les zones més humides de la província de Girona. Com a model podem analitzar la disminució en la pol·linització de diferents corbes d'urticàcies i de gramínies (figs. 4 i 5) o l'augment que experimenten les gramínies a les zones de muntanya, com és el cas de Pont de Suert (fig. 5).

d) De setembre a novembre, aprofitant les pluges de final de l'estiu i les, encara, altes temperatures, es produeix una floració en moltes espècies. És un període especialment conflictiu a les zones interiors del territori. Com a model podem analitzar la corba de pol·linització dels blets (quenopodiàcies-amarantàcies). Vegeu la figura 6.

Anàlisi dels factors que condicionen la producció pol·línica

Un aspecte, igualment important a analitzar, és la possibilitat de trobar un sistema per fer previsions sobre el moment d'aparició, a l'atmosfera, del pol·len d'una determinada espècie, així com de la valoració prèvia de la importància d'aquesta pol·linització.

És evident que els vegetals no entenen de calendaris a escala humana, les plantes es regeixen per mecanismes més complexos, però també més constants, com són la durada del dia, de la nit, les temperatures mínimes diàries i les precipitacions totals.

El factor de les precipitacions és, potser, el més simple d'interpretar. En principi una major o menor precipitació serà responsable d'una major o menor producció de pol·len, encara que això dependrà de l'època en què

caiguin les pluges. Per als arbres, les èpoques més favorables seran, bàsicament, la tardor i la primavera anteriors a la floració. Per a la producció pol·línica de les espècies herbàcies anuals, les pluges més importants seran les de la primavera anterior a la floració.

Un altre factor molt important és la temperatura. Unes temperatures altes asseguren la maduració de les flors fins a arribar a la producció del pol·len. Aquí podem parlar d'una integral tèrmica que indueix la floració-pol·linització de molts vegetals.

Paisatge i aerobiologia

Per valorar el futur de l'evolució aerobiològica d'un territori és necessari analitzar la relació dels diferents espectres pol·línics que apareixen a l'atmosfera amb la qualitat dels paisatges que els produeixen. La qualitat del medi ambient és conseqüència de les accions destructives que hi tenen lloc; d'aquesta manera hi podem trobar comunitats vegetals poc alterades i comunitats molt alterades.

Si comparem (taula I) els espectres pol·línics dels ambients més alterats (Barcelona) amb els propis de territoris més ben conservats (Girona), s'observa que els pol·lens problemàtics (parietària, gramínies, blets, plantatges i herbes en general) són més freqüents en entorns degradats i també com a resultat de cultius (gramínies, avellaner, olivera) o plantacions de jardineria i ornamentals (plàtan, bedoll, xiprer). Aquest fet fa pensar que una conservació del medi natural és, també, una forma de previsió futura.

Agraïments

Aquest estudi aerobiològic de Catalunya s'està duent a terme en el marc d'un projecte d'investigació en col·laboració amb Laboratoris Leti, S.A.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

- Belmonte J. Identificació, estudi i evolució anual del contingut pol·línic a l'atmosfera de Catalunya i Balears. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona, 1988.
- Belmonte J, Botey J, Cadahia A, Roure JM. Estudio polínico de la atmósfera de Cataluña. Avance de resultados. Año 1983. Publicació de Laboratoris Leti S.A., 1984.
- Belmonte J, Botey J, Cadahia A, Roure JM. Estudio polínico de la atmósfera de Cataluña. Avance de resultados. Año 1984. Publicació de Laboratoris Leti S.A., 1987.
- Belmonte J, Botey J, Cadahia A, Roure JM. Estudio polínico de la atmósfera de Cataluña. Avance de resultados. Año 1989. Publicació de Laboratoris Leti S.A., 1989.
- Cour P. Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollen et Spores* 1974; 16(1):103-141.

Medi ambient i patologia bronquial recidivant a Barcelona

A. Roger, J. Botey, A. Marín, J.L. Eseverri

Servei d'Al·lèrgologia i Immunologia Clínica. Hospital Materno-Infantil de la Vall d'Hebron. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona.

Contaminació

Les partícules contaminants les podem dividir segons la seva formació o les seves dimensions. El seu origen pot ser primari (SO_2 , NO_2 , hidrocarburs, etc.) o secundari per reacció fotoquímica de precursors gasosos com els que acabem d'esmentar. Per dimensions, hem de diferenciar segons el seu diàmetre en micres:

– Més grans d'una micra: vulgarment anomenada pols, són les partícules amb menys efecte perquè, com que sedimenten ràpid, estan poc temps a l'atmosfera.

– Entre 0,1 i 1 micra: poden estar mesos a l'atmosfera i desplaçar-se centenars de quilòmetres. El seu nombre és proporcional a l'activitat urbana i industrial i un 90 % del nombre de partícules aèries corresponen a la ciutat. Amb tot, només hi influeixen entre la meitat i una tercera part de les partícules suspeses totals (TSP), puix que la massa és el cub del diàmetre. Això demostra que una reducció solament del TSP no és suficient per evitar els efectes nocius de la pol·lució.

– Menys de 0,1 micra: estan poc temps a l'atmosfera perquè interaccionen i formen partícules més grans.

A efectes pràctics, hom acostuma a dividir-les en gruixudes (més grans d'1-2 micres solen ser primàries i preferentment en àrees urbanes) i fines (són el 60-80 % de les secundàries i es produeixen per combustió de fonts mòbils en el 25 % i de processos industrials en el 75 %). Els seus mecanismes de toxicitat són:

– Inherent a la pròpia partícula.

– Per presència física, que interfereix la depuració d'altres.

– Com a portador de gasos pol·lucionants incrementant la seva toxicitat tot i que el portador no és tòxic (exemple: la toxicitat de l' SO_2 depèn del petit format del portador perquè el compost estigui més temps al pulmó).

Aquesta toxicitat depèn del format. Als pulmons, les partícules més grans de 10 micres es queden a la nasofaringe, entre 2-10 micres a l'arbre tràqueo-bronquial i només les més petites de 2 micres arriben als alvèols, on l'eliminació és més lenta.

Indirectament, aquestes partícules també afecten l'ésser humà a causa de la seva influència sobre el clima. Produeixen increment de la humitat i dels núvols (condensen el vapor d'aigua), així com de la temperatura (els aerosols absorbeixen la radiació solar)²¹.

Partícules fines

Es divideixen en orgàniques i inorgàniques:

1. Inorgàniques: Dintre aquestes partícules hi ha tres components bàsics:

a) Sulfats: representen el 60 % de la massa de les partícules secundàries.

b) Nitrats: produïts, com els anteriors, per combustió.

c) Metalls i fibres d'emissió industrial o per vehicles (exemple: 90 % de l'emissió de plom).

2. Orgàniques: Després dels sulfats és el component més important de les partícules fines. Les més destacables són les nitrosamines, els peròxids i, sobretot, els hidrocarburs aromàtics policíclics, component important en l'automoció (més del 50 % de la seva producció) i que té una alta estada pulmonar.

Control

Hom calcula que l'atmosfera recull cinc milions de tones l'any, que provenen tant de forces estacionàries com de mòbils.

Dins les fonts estacionàries, les partícules primàries es produeixen principalment de la combustió de combustible orgànic. Aquesta emissió es podria reduir amb la col·locació de filtres o precipitadors electrostàtics, amb una alta efectivitat sobre les partícules (90 % i 99 %, respectivament), però amb poca per als gasos (els filtres habituals dels sistemes d'aire condicionat-calefacció no atrapen els gasos ni les partícules fines). Els gasos, cal absorbir-los en materials per les seves característiques físiques o químiques (exemple: carbó activat¹). Els elements que formaran les partícules secundàries es produeixen per combustió que elabori poc NO_2 i predomini de SO_2 i els hidrocarburs, per la qual cosa la dessulfuració dels gasos de combustió i els combustibles amb baix pes amb recombinació dels gasos d'escapament per disminuir l'emissió d'hidrocarburs serien mesures a emprar.

Les fonts mòbils són en un 60 % vehicles. Les partícules fines és el més típic dels vehicles (90 % menor 0,1 micra). El 60 % d'aquesta contaminació ve de la gasolina i el 40 % de l'1-2 % de vehicles Diesel (emeten 50 vegades més partícules). Aquestes fonts emeten bàsicament NO_2 , SO_2 , hidrocarburs i plom. Les solucions podrien ser la gasolina sense plom (el plom ambiental va disminuir a la meitat a Anglaterra després d'un any de reduir el plom en la gasolina), el catalitzador (reduïx el 70-90 % de les emissions de CO , NO_2 i hidrocarburs) i la disminució dels Diesel.

Efectes sobre la salut

Segons la CEE, l' NO_2 ha de ser menor a $285 \mu\text{g}/\text{m}^3$ el 98 % de les hores². L'OMS diu que nivells més grans a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de fums i SO_2 es consideren de risc per a malaltia respiratòria aguda i crònica i canvis en la

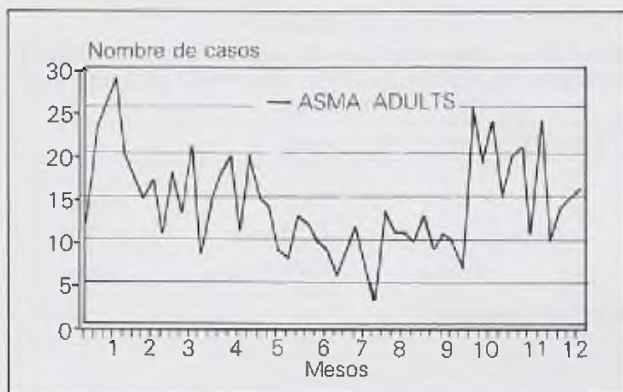


Fig. 1. Pacients asmàtics adults visitats a la Unitat d'Urgències (1990).

funció pulmonar, i quan són més grans de 500 hi ha un increment de la mort a curt termini. En un estudi als països europeus realitzat per l'OMS, associen pol·lució a símptomes respiratoris i descens del *Peak Flow Meter* (PFM)³.

La morbiditat i la mortalitat associades ja foren descrites fa molts anys en episodis de contaminació, com el de Meuse Valley (Bèlgica) el 1930, Pennsilvània el 1948 (el 88 % dels asmàtics tingueren símptomes) o Londres el 1952 (nivells de SO₂ de 3.700 µg/m³)⁴. L'estudi de 14 hiverns londinencs associa les morts diàries a nivells de 750 µg/m³ de fums (no amb SO₂) i conclou que un increment de 100 µg/m³ de mitjana en un hivern produeix un ascens de la mortalitat del 25 % en aquest hivern⁵. Un estudi molt demostratiu és el fet en una ciutat japonesa durant 1963-1983, on s'instal·là una refinaria de petroli que augmentà els nivells de SO₂ fins que el 1972 es realitzà un control d'emissió (desulfurització). La mortalitat per asma i BNCO s'incrementà a partir del 1966, quan comença a pujar progressivament la contaminació; amb el control del 1972, la mortalitat per asma s'igualà al grup control i la BNCO 4 anys postcontrol⁶.

Els treballs que han relacionat la pol·lució amb la funció ventilatòria en l'infant són contradictoris. A l'igual de dos treballs previs anglesos i uns altres dos de japonesos, en un estudi multicèntric d'escolars americans (n = 3.745), controlant partícules totals, NO₂ i SO₂, es demostra un descens en el FEV₁ relacionat amb les partícules i el SO₂, però no amb el NO₂, en comparar infants de zones amb alta pol·lució i poca pol·lució dins la mateixa ciutat. A Nova York, a més, el grup 9-13 anys que va viure els primers anys amb una alta contaminació té una funció pulmonar pitjor que el grup 5-8 anys⁷.

Contràriament, un altre estudi de sis ciutats americanes on s'han controlat durant 3 anys qüestionaris i espirometries de més de 10.000 escolars, tot i trobar una major freqüència de tos i bronquitis associades a nivells de partícules totals suspeses (TSP) i, en menys mesura, de sulfats, no hi ha associació amb el FEV₁, FVC⁸, de la mateixa manera que passa en un altre treball sobre 4.000 escolars on no es troba efecte de l'SO₂ sobre FVC, FEV₁, FEF₂₅₋₇₅⁹.

En la mateixa línia estaria un estudi sobre 5.442 nens en el qual s'associa tos, bronquitis i símptomes d'asma a TSP, SO₂ i NO₂ (els dos últims més dèbilment), però

no hi ha pèrdua de funció pulmonar (FVC, FEV₁, FEF₇₅, NMEF)¹⁰.

Si ens referim exclusivament a la clínica, s'ha demostrat a Nova York un increment significatiu dels atacs d'asma en les setmanes amb més pol·lució¹¹. A Ohio, s'ha trobat una major incidència de símptomes respiratoris (qüestionari diari durant 9 mesos) en una escola de la zona industrial amb SO₂ i NO₂ més alt que una altra control i amb un període de recuperació de símptomes i obstrucció de la via aèria més lent¹². En un estudi semblant al que hem portat a terme, s'han controlat durant un any les admissions setmanals per patologia respiratòria, correlacionant-les positivament amb un índex de pol·lució dependent de SO₂ i TSP; a més, després d'introduir la temperatura i controlar les seves variacions persisteix la pol·lució com a variable més important¹³. Això també ho han trobat Dorado et al relacionant positivament la quantitat de SO₂ i de fums amb les visites a urgències per broncopatia crònica a Madrid¹⁴ i Pershagen et al veient com en una ciutat amb central tèrmica, quan hi havia emissions (SO₂ superior a 200 µg/m³), es produïen més atacs asmàtics¹⁵.

Aquests efectes també han estat trobats amb concentracions menors a les permeses per l'OMS, com a Atenes (SO₂)¹⁶ o Barcelona (on s'associa SO₂ i fums a visites d'urgències per EPOC independents de la meteorologia, i fums amb urgències per asma)¹⁷.

En canvi, hi ha estudis més contradictoris o que no demostren la relació, fins i tot sent aquesta inversa. Berciano et al, seguint 250 asmàtics, troben un nombre més elevat de crisis i asma severes (tipus II-IV) en àrees amb pol·lució (més de 300 µg/m³/d), però sense trobar cap relació amb els fums i l'SO₂ respecte a les crisis de 84 infants seguits durant un any¹⁸.

Tal com prèviament havia estat descrita una correlació inversa entre oxidants fotoquímics i urgències per asma¹⁹, Tseng et al, en una publicació recent, donen una relació inversa, per trimestres, entre l'SO₂ i les urgències per asma infantil (13.620), però correlacionant-les, en canvi, amb l'SO₂ del trimestre previ²⁰.

Material i mètodes

Han estat recollides totes les urgències de l'Hospital Materno-Infantil de la Vall d'Hebron de Barcelona per asma i bronquitis espàstica durant el 1990. En el mateix període, a l'Hospital General (adults), han estat recollides per separat les urgències per asma i broncopneumopatia crònica obstructiva (BNCO). D'aquestes visites, se n'han exclòs totes aquelles que no pertanyien a la ciutat de Barcelona.

Les dades sobre la contaminació —per a aquest treball SO₂ i fums— són les obtingudes en les diferents estacions (13 en total) que l'Excel·lentíssim Ajuntament de Barcelona té distribuïdes per la ciutat.

L'objectiu del treball és constatar si existeix o no una relació entre l'SO₂ i els fums ambientals amb el nombre d'aguditzacions de patologia respiratòria crònica (PCR), infantils o d'adults a Barcelona durant l'any 1990²¹.

Per a l'estudi estadístic s'ha utilitzat el test de Wilks i la tècnica de regressió lineal múltiple.

Resultats

En adults, s'han trobat 749 asmàtics, amb una mitjana setmanal de 14,4, un valor màxim de 29 i un mínim

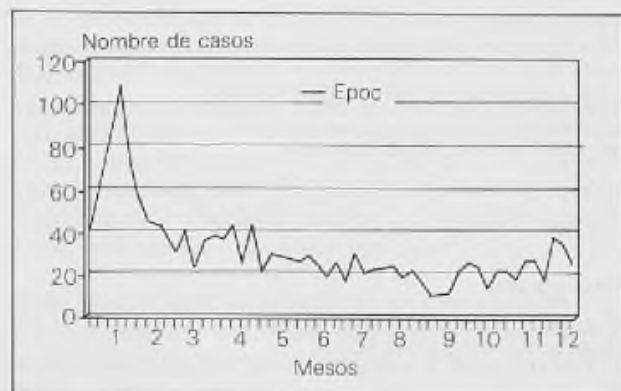


Fig. 2. Pacients adults amb malaltia pulmonar obstructiva crònica visitats a la Unitat d'Urgències (1990).

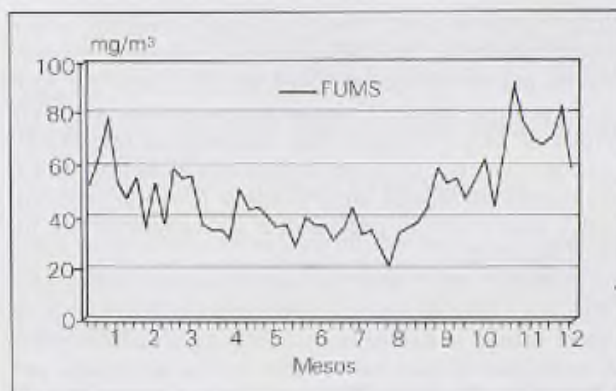


Fig. 5. Concentració setmanal mitjana de fums (1990).

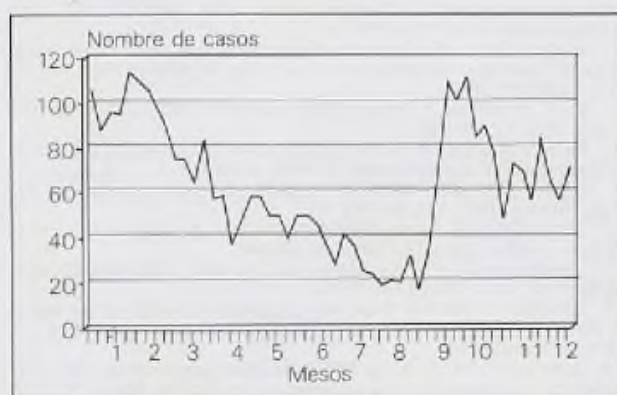


Fig. 3. Urgències infantils (1990).

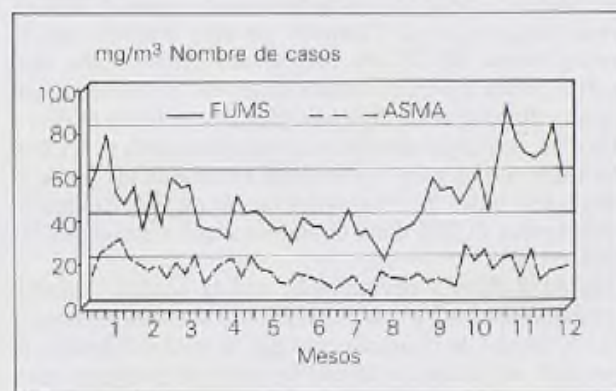


Fig. 6. Relació entre nivells de fums i urgències per asma en adults (1990) ($p < 0,001$).

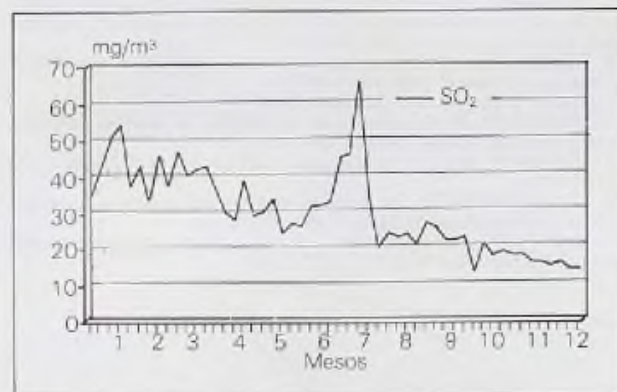


Fig. 4. Concentració setmanal mitjana de SO_2 (1990).

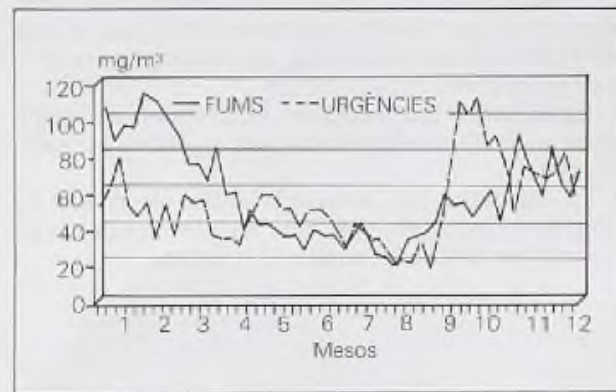


Fig. 7. Relació entre nivell de fums i urgències infantils (1990) ($p < 0,001$).

de 3 (fig. 1). Les 1.644 visites per BNCO donen una mitjana setmanal de 31,6, amb un valor màxim de 108 i un mínim de 10 (fig. 2). Les urgències infantils foren 3.250, amb una mitjana setmanal de 62,5 i uns valors màxim i mínim respectius de 113 i 15 (fig. 3).

La concentració setmanal mitjana de SO_2 ha estat de 29,8, amb un valor màxim de 66 i un mínim de 13 (fig. 4). La concentració setmanal mitjana de fums és 48,6, amb un màxim de 92 i un mínim de 21 (fig. 5). L'associació entre nivells de fums i urgències per asma en adults és estadísticament significativa, amb un $p < 0,001$ (fig. 6), no sent així amb els nivells de SO_2 .

No s'han pogut relacionar els nivells de SO_2 i fums amb les urgències per BNCO.

Els nivells de fums es correlacionen amb les urgències infantils, amb una $p < 0,001$ (fig. 7), mentre que els SO_2 , tot i que en comparar solament les variables urgències infantils i SO_2 no hi ha relació, en estudiar mitjançant la tècnica de regressió lineal múltiple les tres variables juntes (SO_2 , fums, urgències), presenten una influència significativa ($p < 0,05$).

Discussió

En valorar aquests resultats cal fer menció dels nivells de pol·lucionants que hem manejat. No podem genera-

litzar l'efecte de l'SO₂ o dels fums per un estudi, ja que aquest efecte és dosiddependent i qualsevol resultat negatiu pot ser perquè el nivell no sigui prou alt. Això és d'una importància cabdal en aquest estudi, ja que els nivells de SO₂ i de fums són inferiors als que l'OMS considera de risc, cosa per la qual una associació negativa només bandejaria una influència d'aquest contaminant a aquest nivell, però podria ser significativa a un nivell superior.

Per exemple, en l'estudi de Barcelona dels anys 1985-1986, tot i que les associacions amb asma són com en aquest estudi, la BNCO té relacions significatives encara amb concentracions menors a les permesses per l'OMS (SO₂ 56, fums 736), no com en aquest treball. Això podria ser perquè els contaminants, en estar encara a nivells inferiors (SO₂ 28, fums 73), han descendit per sota del que sí que seria nivell nociu per a la BNCO, i ens suggeriria que l'asmàtic és més sensible que el pacient amb BNCO als canvis ambientals, cosa que podria portar a pensar en una hiperreactivitat bronquial inespecífica superior dels asmàtics respecte als BNCO. Aquesta dosiddependència també lligaria amb el fet que les associacions més clares hagin estat amb els fums, el nivell dels quals ha estat superior als de SO₂ (tenint en compte que l'OMS dona el mateix nivell de risc per als dos).

Una altra dada a ressaltar és que la població infantil sembla respondre d'una manera més acusada als canvis en els nivells de contaminació que la població adulta, ja que amb els mateixos nivells de pol·lució presenta unes associacions més clares.

Conclusions

1. Els nivells de fums i SO₂ a Barcelona el 1990 foren inferiors als que havien estat aconsellats com a límit per l'OMS i, a més, s'aprecia una reducció respecte a anys precedents.
2. Es demostra una associació estadísticament significativa entre els nivells de fums i les urgències per asma en adults.
3. Es demostra una associació entre els nivells de fums, i en menor grau els SO₂, amb les aguditzacions infantils per asma i bronquitis obstructiva.

Agraïments

Per la facilitació de dades i gràfics sobre la contaminació, al cap del Servei de Vigilància Ambiental de l'Excel·lentíssim Ajuntament de Barcelona, Sr. J. Gracia, i la Secció "La Revista" de *La Vanguardia*.
Per l'ajuda en la recollida de les visites d'urgències a l'Hospital Materno-Infantil, al Dr. X. Ballabriga, i, a l'Hospital General, al Dr. Casanelles.
Per l'estudi estadístic, al Dr. L. Armadans.

BIBLIOGRAFIA

1. American Thoracic Society. Environmental controls and lung disease. *Am Rev Respir Dis* 1990; 142:915-939.
2. Read R, Green M. Internal combustion and health. *BMJ* 1990; 300:761-762.
3. Glog D. Air pollution: the classical pollutants. *BMJ* 1981; 282:723-725.
4. Ribon A, Perera S, Gavencak J. Air pollution: its effects on health and respiratory disease. A review. *Annals of Allergy* 1977; 39:279-283.
5. Mazumdar S, Scimmel H, Higgins I. Relation of daily mortality to air pollution; an analysis of 14 London winters, 1958/1959/1971/1972. *Arch Environ Health* 1982; 37:213-220.
6. Imai M, Yoshida K, Kitabatake M. Mortality from asthma and chronic bronchitis associated with changes in sulfur oxides air pollution. *Arch Environ Health* 1986; 41:29-35.
7. Shy C, Hasselblad V, Burton R. Air pollution effects on. *Arch Environ Health* 1973; 27:124-128.
8. Ware JH et al. Effects of ambient sulfur oxides and suspended particles on respiratory health. *Am Rev Respir Dis* 1986; 133:834-842.
9. Vedal S et al. Risk factors for childhood respiratory disease. *Am Rev Respir Disease* 1984; 130:187-192.
10. Douglas W et al. Effects of inhalable particles on respiratory health of children. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139:587-594.
11. Chiaramonte LT et al. Air pollution and obstructive respiratory disease in children. *NY State J Med* 1970; 70:394.
12. Mostardi R et al. The University of Akron on air pollution and human health effects 2. Effects on acute respiratory illness. *Arch Environ Health* 1981; 36:250-255.
13. Levy D, Gent M, Newhouse MT. Relationship between acute respiratory illness and air pollution levels in an industrial city. *Am Rev Respir Dis* 1977; 116:167-173.
14. Dorado Pombo S et al. Influencia de los factores climáticos y de la polución en la agudización de la enfermedad crónica obstructiva pulmonar. *Med Clin* 1982; 78:226-230.
15. Pershagen G et al. Acute respiratory symptoms in patients with obstructive chronic pulmonary disease and in other subjects living near a coal-fired plant. *Arch Environ Health* 1984; 39:27-33.
16. Hatzakis A et al. Short term effects of air pollution on mortality in Athens. *Int J Epidemiol* 1986; 15:73-81.
17. Sunyer J. Tesi doctoral. Barcelona, 1990.
18. Berciano FA et al. Influence of air pollution on extrinsic childhood asthma. *Annals of Allergy* 1989; 62:135-141.
19. Richards W. Effects of air pollution on asthma. *Annals of Allergy* 1990; 65:345-347.
20. Tseng RYM, Li CK. Low level atmospheric sulfur dioxide pollution and childhood asthma. *Annals of Allergy* 1990; 65:379-383.
21. Leaf A. Potential health effects of global climatic and environmental changes. *N Engl J Med* 1988; 321:1.577-1.583.

Climatothérapie d'altitude

P. Calvayrac et Collège des Médecins de Font-Romeu

De tout temps l'homme reconnaît aux sites des vertus attachées à une meilleure qualité de vie et aussi à une qualité de l'environnement préservé.

La médecine a su découvrir depuis des millénaires que certains types d'environnements pouvaient favoriser la guérison et atténuer les maux.

Parmi les sites privilégiés, il est en France la Cerdagne dont les particularités climatiques en ont fait un grand Centre de traitement des maladies respiratoires et de l'asthme de l'enfant en particulier.

Le monde moderne par les nuisances qu'il crée, a vu se

développer de façon considérable la maladie asthmatique qui de plus en plus touche un nombre croissant d'enfants.

S'il est vrai que la médecine offre un arsenal thérapeutique permettant de soulager le plus grand nombre, on assiste malheureusement à l'émergence de sujets souffrant de plus en plus d'asthme sévère dont le retentissement physique psychologique, scolaire et social ne peut conduire qu'à l'échec si tous les moyens disponibles ne sont pas utilisés.

La climatothérapie offre actuellement tous les moyens

de prise en charge et d'aide à ces enfants qui dans un cadre spécifique retrouvent enfin toutes leurs chances d'affronter l'avenir.

La climatothérapie moderne se situe de plein droit comme une science médicale entière. De l'empirisme initial, elle a su intégrer les découvertes et les connaissances acquises pour développer la prise en charge multifactorielle d'enfants souffrant d'affections respiratoires sévères dans un cadre spécifique.

Spécificités météorologiques et climatiques

La Cerdagne est une vallée glaciaire située sur le versant Sud des Pyrénées à une altitude variant de 1.200 à 1.800 mètres.

Cette vallée d'axe Est-Ouest parallèle à l'axe d'évolution du soleil, protégée des vents par les sommets est la plus méridionale des régions Françaises (43° de latitude).

Elle bénéficie de ce fait d'un climat d'altitude et d'un climat méridional.

Les éléments caractéristiques en sont la siccité de l'air, l'ensoleillement important (plus de 3.000 heures de soleil par an) riche en rayons ultraviolets, mais aussi les faibles écarts de variation de la pression atmosphérique et de la température, ainsi que la pauvreté des vents et des brouillards.