

SISTEMES I PROCESSOS

Paràmetres de la dinàmica aerobiològica del pol·len d'olivera a Catalunya

Jordina Belmonte*, Miguel Canela** & Carlos Hinojosa**

Rebut: 10.05.00

Acceptat: 16.11.00

Resum

En aquest treball es fa una revisió de les dades de pol·len d'olivera a l'atmosfera, recollides a Catalunya durant els anys 1983–98, pensant en les seves aplicacions al·lèrgiques i agràries. Es discuteixen la validesa d'alguns paràmetres per caracteritzar la dinàmica aerobiològica d'*Olea*, la possibilitat de predir el calendari de la pol·linització a partir de dades meteorològiques, i la de relacionar la producció d'oliva amb les concentracions pol·líniques.

MOTS CLAU: Aerobiologia, al·lèrgia, meteorologia, mètode Cour, mètode Hirst, *Olea*, paràmetres de la dinàmica del pol·len, període de pol·linització principal, producció d'olives.

Abstract

Olea pollen aerobiological dynamics in Catalonia

This paper reviews of the *Olea* atmospheric pollen data from Catalonia, for the period 1983–98, with regard to their allergological and agricultural applications. The discussion is focused on the validity of certain parameters for

the characterisation of *Olea* aerobiological dynamics, on the prediction of the pollen calendar from meteorological data and on the relationship between olive production and pollen concentration.

KEYWORDS: Aerobiology, allergy, Cour method, Hirst method, main pollen season, meteorology, *Olea*, olive production, pollen dynamics parameters.

Resumen

Parámetros de la dinámica aerobiológica del polen de olivo en Cataluña

En este trabajo se presenta una revisión de los datos sobre polen de olivo en la atmósfera, recogidos en Cataluña durante los años 1983–98, pensando en sus aplicaciones alergológicas y agrarias. Se discuten la validez de algunos parámetros para caracterizar la dinámica aerobiológica de *Olea*, la posibilidad de predecir el calendario de la polinización a partir de datos meteorológicos, y la de relacionar la producción de aceitunas con las concentraciones polínicas.

PALABRAS CLAVE: Aerobiología, alergia, meteorología, método Cour, método Hirst, *Olea*, parámetros de la dinámica del polen, periodo de polinización principal, producción de aceitunas.

* Unitat de Botànica, Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra.

** Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi, Universitat de Barcelona, Gran Via 585, E-08007 Barcelona.

Introducció

Olivera és el nom vulgar que es dona en català a la varietat cultivada (var. *europaea*) de l'espècie *Olea europaea* L., que compta també amb una varietat espontània (var. *sylvestris* (Mill.) Lehr.) coneguda popularment amb el nom d'*ullastre* (Bolòs & Vigo, 1996).

La planta silvestre es presenta normalment en estat arbustiu i forma part de les màquies i matollars de l'*Oleo-Ceratonion*. La planta cultivada és de port arbori, i assoleix notables dimensions, i és esportada i podada periòdicament per modificar-ne la forma i adaptar-la per obtenir floracions i fructificacions importants i facilitar la recol·lecció del fruit. A Catalunya l'extensió dedicada al cultiu de l'olivera és de 102.623 ha (Generalitat de Catalunya, 1998).

L'olivera és, doncs, una planta que l'home cultiva pels seus interessos, ja que se n'obtenen olives i, del processament d'aquestes, oli, ingredient d'ús habitual a la cuina mediterrània i cada cop més apreciat a d'altres cultures. Atesa la bellesa i la resistència d'aquest arbre, també s'utilitza com a planta ornamental, de manera que no n'és rara la presència en els nuclis urbans.

El sol fet que l'olivera produeixi un fruit preuat ja és un motiu perquè es facin estudis per conèixer-ne i entendre'n la biologia, però hi ha un altre aspecte que també ha contribuït a l'estudi d'aquesta planta: el seu pol·len, que es dispersa a través l'aire, provoca reaccions de tipus al·lèrgic en persones sensibles.

L'*aerobiologia*, nom que es dona a la disciplina que estudia la concentració de pol·len a l'atmosfera i la seva variació al llarg del temps, es basa en el recompte dels pòl·lens presents en mostres que s'obtenen periòdicament de l'atmosfera mitjançant aparells dissenyats expressament, els captadors de pol·len. Té dues aplicacions principals: la mèdica, per a la prevenció i el tractament de les crisis

al·lèrgiques respiratòries, i l'agrícola, per a la previsió de collites d'espècies de pol·linització anemòfila.

El pol·len d'*Olea* és present habitualment en els espectres atmosfèrics. No es pot diferenciar morfològicament el pol·len d'olivera del d'ullastre, però podem estimar que la major part dels enregistrats correspondrà a l'olivera, atesa la major abundància d'aquesta varietat, en especial a prop de les estacions de mostratge.

El resultat de l'anàlisi pol·línica d'una mostra aerobiològica s'expressa com un nombre de grans de pol·len per metre cúbic d'aire (pm^{-3} en endavant). Depenent del mètode de captació utilitzat aquestes concentracions pol·líniques corresponen a les mitjanes diàries, setmanals o altres, i a partir d'aquests valors es fan els càlculs corresponents a d'altres unitats de temps.

Les concentracions pol·líniques són molt variables. Per un mateix tàxon varien al llarg de l'any, a causa de la fenologia, i d'una mesura a la següent per culpa de les variacions meteorològiques. Les diferències entre tàxons són degudes al fet a que cadascun té uns nivells de producció de pol·len i uns mecanismes de dispersió particulars. Tot això justifica l'interès de definir uns paràmetres que permetin caracteritzar la dinàmica del pol·len de cada espècie i comparar dades de diversos anys o de diverses localitats.

A Catalunya s'estan fent estudis aerobiològics de manera ininterrompuda d'ençà de 1983 a diverses localitats, algunes de les quals se citen en la taula 1. S'han utilitzat diversos mètodes de captació, majoritàriament el mètode Cour (1974) i el mètode Hirst (1952). Hi ha diversos estudis on es comparen resultats obtinguts amb captadors Hirst i Cour: Durand & Comtois (1989) comparen els resultats obtinguts durant un any amb dos captadors situats a l'àrea de Montreal, encara que separats alguns quilòmetres, per a diver-



FIGURA 1. Localització de les estacions aerobiològiques (en majúscules) i noms (en minúscules) de les comarques productores d'olives més properes.
Aerobiological sampling stations (upper case) and names of the nearest olive producing areas (lower case).

sos grups de tàxons; Tomás *et al.* (1997), els obtinguts durant dos anys amb dos captadors situats a la Universitat de Sevilla, per a 18 tàxons, i Belmonte *et al.* (2000) comparen els resultats obtinguts durant quatre anys amb dos captadors situats a l'estació de Bellaterra, per a quatre tàxons, entre ells *Olea*. La principal conclusió d'aquests estudis és que els dos mètodes donen essencialment la mateixa informació, però que la magnitud de les concentracions pol·líniques és diferent i no es pot passar d'un sistema a l'altre mitjançant un factor de conversió.

Dels nostres estudis es desprèn que l'emissió del pol·len d'*Olea* a Catalunya està pràcticament concentrada en el període comprès entre l'1 d'abril i el 15 de juliol. El període de pol·linització té una durada d'entre un i dos

mesos, segons l'any i la situació geogràfica de l'estació de mostratge. Els valors obtinguts a Catalunya per al pol·len d'olivera són molt inferiors als que s'enregistren a les regions meridionals d'Espanya, on una part majoritària del sòl és ocupada per aquest conreu i on el seu pol·len és la primera causa de les crisis al·lèrgiques respiratòries (Belmonte & Roure, 1991; Domínguez *et al.*, 1993 i Ruiz *et al.*, 1998), mentre que a Catalunya n'és la tercera.

La dinàmica del pol·len d'olivera a d'altres regions espanyoles ha estat discutida en diverses publicacions. Entre elles, Domínguez *et al.* (1993) en presenten una descripció a la regió de Córdoba, i Candau *et al.* (1994) analitzen la correlació entre el pol·len d'olivera i gira-sol a Andalusia occidental, la direcció del vent i la superfície dedicada al conreu.

SISTEMES I PROCESSOS

TAULA 1. Estacions amb captadors de pol·len, període del qual hi ha dades disponibles, freqüència d'obtenció de concentracions de pol·len, tipus de captador utilitzat i estació meteorològica associada.

Pollen sampling stations, observation period, sampling frequency, sampling method, and associated meteorological station.

Estació aerobiològica	Període	Freqüència	Captador	Estació meteorològica
Barcelona	1983–85/88–94	Setmanal	Cour	Observatori Fabra
	1994–98	Diària	Hirst (Lanzoni)	Observatori Fabra
Bellaterra	1988–97	Setmanal	Cour	Sabadell Aeroport
	1994–98	Diària	Hirst (Burkard)	Sabadell Aeroport
Girona	1992–95	Setmanal	Cour	Girona Aeroport
	1996–98	Diària	Hirst (Lanzoni)	Girona Aeroport
Manresa	1996–98	Diària	Hirst (Lanzoni)	Manresa La Culla
Lleida	1992–95	Setmanal	Cour	Lleida Ctra Huesca
	1996–98	Diària	Hirst (Lanzoni)	Lleida Ctra Huesca
Tarragona	1992–95	Setmanal	Cour	Tarragona I. Tarraco
	1996–98	Diària	Hirst (Lanzoni)	Tarragona I. Tarraco
Roquetes	1988–97	Setmanal	Cour	Observatori de l'Ebre

Recio *et al.* (1996, 1997) estudien la relació entre la concentració de pol·len diària i diverses variables meteorològiques per a la regió de Málaga.

Un dels incentius per a l'estudi del pol·len d'olivera ha estat la difusió dels treballs sobre la predicció de collites o produccions que se'n deriven, a partir de concentracions de pol·len obtingudes pel mètode Cour. En el treball pioner de Cour & Van Campo (1980) s'utilitza un model de regressió lineal simple per predir la producció de vi, oli, poma, castanya i alguns cereals a partir de la concentració setmanal màxima de pol·len, i Cour & Villemur (1985) segueixen el mateix mètode per al vi, l'oli i la poma. González Minero & Candau (1995) constaten la relació entre la producció de vi i la mitjana de les concentracions setmanals durant el *període de pol·linització principal* (PPP en endavant). Esteban *et al.* (1995) prediuen la producció d'oliva i avellana a partir de la mitjana de les tres concentracions setmanals màximes. Dos articles de Riera (1995a, 1995b) fan divulgació d'aquests mètodes.

Més tard, Candau & González Minero (1997) i González Minero *et al.* (1998a) introdueixen variables meteorològiques en el model de previsió.

Alguns dels paràmetres més utilitzats per caracteritzar la dinàmica del pol·len d'olivera, tant si es treballa amb concentracions diàries com setmanals, són els relatius al PPP, concretament l'inici, el final i la durada. No hi ha un mètode normalitzat per establir el PPP, i això provoca fins i tot, una certa confusió a la bibliografia. El mètode més utilitzat és el de Nilsson & Persson (1981), que prenen un període que cobreix el 90 % del pol·len recollit en un cicle anual, començant el període el dia en què se supera el 5 %, i acabant el dia en què se supera el 95 %. Alguns autors (Galán *et al.*, 1998) citen aquest mètode, però utilitzen el 2,5 i el 97,5 % com a límits del període. Altres autors (González Minero *et al.*, 1998a, 1998b) atribueixen el mètode de Nilsson & Persson a Pathirane (1975).

Hi ha nombrosos treballs sobre la predicció de l'inici del PPP d'*Olea*, en la majoria

TAULA 2. Categories i escala ordinal establertes per a les concentracions atmosfèriques de pol·len d'*Olea*.
Categories and ordinal scale established for the *Olea* atmospheric pollen concentrations.

Categoria	Escala ordinal	Concentració
Nul·la	0	$0 < \text{pm}^{-3} < 1$
Baixa	1	$1 < \text{pm}^{-3} < 20$
Mitja	2	$20 < \text{pm}^{-3} < 50$
Alta	3	$50 < \text{pm}^{-3} < 100$
Molt alta	4	$\text{pm}^{-3} > 100$

dels casos a partir de temperatures acumulades, generalment mitjanes diàries, prenentde vegades les temperatures de tots els dies i de vegades només les superiors a 5 °C. S'han fet també diverses proves sobre el període més adequat per triar les temperatures. Frenguelli *et al.* (1989) comparen les previsions realitzades a partir de temperatures mitjanes, i de mitjanes de temperatures màximes durant els mesos de març, abril i maig. Fornaciari *et al.* (1998) proposen com a variables explicatives la temperatura mitjana acumulada durant el mes de febrer, la pluja durant el mes de maig i el total de pol·len durant el PPP.

Els treballs anteriors utilitzen concentracions diàries (Hirst) per determinar l'inici del PPP. Tanmateix González Minero & Candau (1996) utilitzen concentracions obtingudes amb el mètode Cour, i calculen la temperatura mitjana acumulada (considerant només les temperatures per sobre de 5 °C) fins el dia abans del començament de la primera setmana del PPP. González Minero *et al.* (1998b), també amb concentracions Cour, examinen la possibilitat de predir el primer dia de la setmana inicial del PPP i la producció d'oliva a partir de temperatures acumulades de febrer i març i de precipitacions.

Aquests models de previsió depenen, tanmateix, del mètode seguit per establir el PPP, i si les dates d'inici i final del període es de-

terminen utilitzant percentils de la distribució temporal del pol·len, com en el mètode de Nilsson & Persson (1981), que és el més aplicat, el temps que faci posteriorment a l'inici del PPP influeix sobre el pol·len total, i per tant sobre la data d'inici. Aquesta contradicció ha estat assenyalada a Norris-Hill (1998), on es proposa un altre mètode, basat en valors llindar acumulats, introduït a Driessen *et al.* (1989). Norris-Hill (1998), per a *Betula*, *Platanus* i *Quercus*, i Peeters (1998), per a *Fraxinus*, examinen diversos models de predicció de l'inici del PPP, determinant mitjançant les variants d'aquest mètode, a partir de temperatures mitjanes acumulades.

Material i mètodes

Estacions

A la taula 1 es relacionen les estacions aerobiològiques considerades en aquest treball, amb especificació del període de mostratge de cada una, i de quin és el mètode de captació, que determina la freqüència de mostratge. Hem associat a cada estació aerobiològica l'estació meteorològica més propera. Es pot observar que en les estacions on hi operaven captadors Cour, aquests han sigut substituïts per captadors de tipus Hirst

SISTEMES I PROCESSOS

TAULA 3. Distribució dels valors crítics de pol·len en el temps, i freqüència amb la qual es donen els diferents nivells (dades Hirst).

Distribution in time of the critical pollen values, and frequency of the different levels (Hirst data).

	Inici del període crític (dia/mes)	Data del màxim (dia/mes)	Fi del període crític (dia/mes)	Durada del període crític (n dies)	Cat. 0 n<1 (n dies)	Cat. 1 1≤n<20 (n dies)	Cat. 2 20≤n<50 (n dies)	Cat. 3 50≤n<100 (n dies)	Cat. 4 n>100 (n dies)
Barcelona									
1994	11/05	29/05	2/06	23	311	40	13	1	0
1995	9/05	18/05	1/06	24	312	47	6	0	0
1996	19/05	27/05	8/06	21	309	48	7	1	1
1997	26/04	5/05	30/05	35	305	37	14	6	3
1998	18/05	20/05	11/06	25	297	58	9	1	0
Bellaterra									
1994	12/05	29/05	5/06	25	305	43	13	3	1
1995	1/05	16/05	30/05	30	312	46	7	0	0
1996	17/05	27/05	8/06	23	319	35	11	0	1
1997	28/04	28/04	30/05	33	303	40	16	6	0
1998	20/05	31/05	9/06	21	308	50	6	1	0
Girona									
1996	18/05	8/06	12/06	26	317	35	12	2	0
1997	4/05	5/05	30/05	27	309	40	14	2	0
1998	13/05	23/05	10/06	29	317	37	10	1	0
Lleida									
1996	23/05	29/05	17/06	26	312	29	10	7	8
1997	26/04	23/05	30/05	35	316	25	11	9	4
1998	19/05	3/06	7/06	20	307	39	7	10	2
Manresa									
1996	24/05	26/05	9/06	17	336	22	8	0	0
1997	1/05	23/05	24/05	24	299	49	11	6	0
1998	20/05	1/06	11/06	23	320	32	12	1	0
Tarragona									
1996	10/05	28/05	21/06	43	309	35	13	4	5
1997	26/04	6/05	30/05	35	304	33	17	7	4
1998	8/05	16/05	7/06	31	301	41	12	3	8

i que a Bellaterra els dos mètodes han coexistit en el període 1994–97.

La figura 1 presenta un mapa de Catalunya amb el traçat dels límits de les comarques.

S'hi fan constar les estacions de mostratge aerobiològic i el nom de les comarques que, pel fet de ser productores d'oli, se citen en la taula 7 i en la part final d'aquest treball.

Període de pol·linització principal (PPP)

Establim el PPP adaptant a l'olivera l'espirit del mètode de Nilsson & Persson (1981). Per a les concentracions diàries (Hirst), considerem només el període que va de l'1 d'abril al 15 de juliol (ambdós inclosos). El motiu de limitar-nos a aquest període és que l'experiència ens ha demostrat que és el període en què s'allibera el pol·len d'olivera i així no cal esperar que l'any acabi per poder calcular els percentils que han de permetre delimitar el PPP. Creiem convenient fer aquesta aproximació si volem aplicar les nostres observacions a anys venidors i fer les prediccions de collites al més aviat possible.

Un cop hem delimitat el període indicat, calculem els corresponents percentatges acumulats de pol·len d'olivera i prenem com a primer dia del PPP aquell en el qual se supera el 2,5 % i com a últim dia, aquell en què se supera el 97,5 %. Per a les dades setmanals (Cour), prenem com a inici del PPP la setmana en la qual se supera el 5 % del pol·len d'olivera de l'any, i com a final la setmana en la qual se supera el 95 %. Cal recordar que la primera setmana de l'any és aquella que conté el primer dijous.

Aquestes definicions del PPP s'han contrastat calculant el quocient de la suma de les concentracions de pol·len d'olivera del PPP i les de l'any sencer. Els quocients obtinguts oscil·len entre el 90 i el 95 %.

Interpolació

Quan s'aplica el mètode Hirst no és estrany que alguns dies no tinguin dades pol·líniques, ja sigui perquè hagi fallat el subministrament elèctric necessari per forçar l'entrada d'aire al captador o per alguna causa lligada a la manipulació de la mostra. Això fa que de vegades faltin valors en les sèries de dades Hirst, i per-

di sentit calcular percentils. Per resoldre aquesta dificultat, utilitzem dos procediments diferents, segons que les dades que manquen es trobin abans de l'inici de la pol·linització o no. Definim l'inici del període de pol·linització com el primer dia de la primera seqüència de cinc dies consecutius amb concentració diferent de zero (Lejoly-Gabriel, 1978). Si les dades que manquen es troben dins el període previ a la pol·linització, omplim amb concentracions zero; per tal d'omplir els valors que manquen que es trobin dins el període de pol·linització, interpolem linealment.

Escala ordinal

Una idea que ens ha semblat interessant, i que s'ha mostrat útil, en particular en comparar dades obtingudes amb captadors Hirst i Cour, és convertir les concentracions de pol·len a una escala ordinal. Aquesta escala ha estat proposada a Belmonte *et al.* (2000). Les categories establertes per al pol·len d'*Olea* es presenten a la taula 2 i, atès que no hi ha dades contrastades sobre això, es proposen basant-se en l'experiència dels autors.

En aquestes categories, totalment adaptades als valors assolits per l'olivera a Catalunya, s'intenta reflectir la possibilitat que es desencadenin reaccions al·lèrgiques entre la població sensibilitzada. Basant-nos en el fet que considerem que els nivells 2, 3 i 4 (superior a 20 pm⁻³) són problemàtics per als al·lèrgics, anomenem *període crític* el que va des del primer dia en que se superen els 20 pm⁻³ fins l'últim dia en que se supera aquest valor, ambdós inclosos.

Dades meteorològiques

Entre els possibles paràmetres meteorològics, s'han triat els dos més citats a la biblio-

SISTEMES I PROCESSOS

TAULA 4. Distribució dels valors crítics de pol·len en el temps, i freqüència amb la qual es donen els diferents nivells (dades Cour).

Distribution in time of the critical pollen values, and frequency of the different levels (Cour data).

	Inici del període crític (setmana)	Data del màxim (setmana)	Fi del període crític (setmana)	Durada del període crític (n setmanes)	Cat. 0 n<1 (n set.)	Cat. 1 1≤n<20 (n set.)	Cat. 2 20≤n<50 (n set.)	Cat. 3 50≤n<100 (n set.)	Cat. 4 n>100 (n set.)
Barcelona (83-85/88-94)	19-24	20-26	20-27	0-6	39-47	2-10	0-4	0-2	0-1
Bellaterra (88-97)	18-23	18-23	20-26	0-4	40-46	4-10	0-3	0-1	0
Lleida (92-95)	20-22	21-22	23-24	3-4	39-43	7-11	0-1	0-3	0-1
Tarragona (92-95)	19-21	19-24	20-23	2-4	37-44	6-12	0-1	0-2	0-1
Roquetes (88-97)	17-22	18-22	20-25	1-6	37-45	5-10	0-4	0-2	0-3

grafia esmentada en la introducció, que són la temperatura mitjana prèvia a la pol·linització (mitjana de les temperatures mitjanes diàries del període 1 de febrer a 31 de març de l'any en curs) i la precipitació acumulada prèvia a la pol·linització (suma de les precipitacions diàries del període 1 de setembre de l'any anterior a 31 de març de l'any en curs). Aquestes dades han quedat recollides en les taules 5 i 6.

Dades de producció d'oliva

Les dades de producció d'oliva provenen del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya, que publica uns anuaris (Generalitat 1991–1999) on consten les dades de superfícies dedicades al conreu i les dades de producció total d'olivera (vegeu taula 7) per a cadascuna de les vuit comarques productores (el Tarragonès, l'Alt Camp, les Garrigues, la Conca de Barberà, el

Segrià, el Baix Camp, el Baix Ebre i el Montsià).

Resultats i discussió

A la taula 3 es presenten, per a cada any i estació amb captador Hirst, les dates d'inici i final del període crític, així com la durada, la data de la concentració mitjana diària màxima i el nombre de dies corresponents a cadascuna de les categories de pol·len definides.

Sembla útil establir un valor per a la concentració mitjana diària de pol·len d'olivera, a partir del qual comencin a donar-se les reaccions de tipus al·lèrgic en les persones susceptibles. Evidentment, estem simplificant un fenomen molt més complex, ja que el que hi ha en realitat és una proporció de persones amb reacció al·lèrgica associada a cada concentració, i aquesta proporció creix quan augmenta la concentració. Atès que no

TAULA 5. Concentracions de pol·len (dades Hirst), dates d'inici i fi i durada del PPP, i dades meteorològiques. Pollen concentrations (Hirst data), dates of the beginning and end of the PPP and its duration, and meteorological data.

	Total PPP (pm^{-3})	Màxim diari (pm^{-3})	Inici PPP (dia/mes)	Fi PPP (dia/mes)	Durada PPP (nombre dies)	Temp. Mitjana 1/2-31/3	Precipitació 1/9-31/3
Barcelona							
1994	745	76	5/05	19/06	46	11,3	465,2
1995	424	32	30/04	29/06	61	11,1	518,9
1996	769	166	10/05	23/06	45	8,7	522,8
1997	1538	271	23/04	5/06	44	13,4	530,3
1998	629	92	4/05	30/06	58	13,1	240,6
Bellaterra							
1994	904	147	5/05	19/06	46	10,4	286,4
1995	490	43	17/04	26/06	71	9,1	538,7
1996	694	148	14/05	23/06	41	9,7	404,7
1997	1145	92	22/04	9/06	49	12,2	508,0
1998	594	51	6/05	30/06	56	11,5	266,6
Girona							
1996	715	66	16/05	26/06	42	8,3	601,4
1997	773	67	22/04	10/06	50	10,8	492,6
1998	509	51	13/05	27/06	46	10,1	314,2
Lleida							
1996	2022	185	23/05	21/06	30	9,0	273,6
1997	1754	224	26/04	30/05	35	11,0	297,9
1998	1597	272	14/05	27/06	45	10,5	204,7
Manresa							
1996	366	48	21/05	20/06	31	8,2	444,9
1997	955	78	26/04	9/06	45	11,1	612,9
1998	623	67	17/05	20/06	35	10,3	189,5
Tarragona							
1996	1883	349	10/05	21/06	43	10,8	362,3
1997	2339	539	26/04	5/06	41	13,0	381,3
1998	2083	306	8/05	18/06	42	12,4	335,0

hi ha dades contrastades pel que fa el cas, ens basem en l'experiència pròpia i la derivada de l'intercanvi d'opinions amb els al·lèrgics per utilitzar la concentració de 20 pm^{-3} com a valor lliandar. Així, a les estacions catalanes

amb captadors Hirst citades a la taula 1, i segons queda recollit en la taula 3, aquest nivell s'ha sobrepassat entre 6 (Barcelona, 1995) i 28 dies (Tarragona, 1997) per any. Els valors més alts es donen a Lleida, seguida de Tarragona.

SISTEMES I PROCESSOS

TAULA 6. Concentracions de pol·len (dades Cour), setmanes d'inici i fi i durada del PPP, i dades meteorològiques. Pollen concentrations (Cour data), week number of the beginning and end of the PPP and its duration in weeks, and meteorological data.

	Total PPP (pm ⁻³)	Màxim setmanal (pm ⁻³)	Inici PPP (setmana)	Fi PPP (setmana)	Durada PPP (setmanes)	Temp. Mitjana 1/2-31/3	Precipitació 1/9-31/3
Barcelona							
1983	212	75	17	24	8	8,6	298,0
1984	132	74	18	29	12	8,1	668,1
1985	262	143	21	26	6	10,0	215,9
1988	79	15	18	27	10	9,0	748,5
1989	319	210	20	24	5	9,6	333,8
1990	66	24	18	26	9	10,7	280,9
1991	112	60	23	26	4	8,0	530,5
1992	54	20	20	25	6	7,9	436,1
1993	95	30	20	29	10	9,2	235,3
1994	101	39	18	24	7	11,3	465,2
Bellaterra							
1988	41	16	17	25	9	10,3	554,5
1989	141	56	19	28	10	11,7	357,8
1990	65	22	18	28	11	12,5	275,7
1991	62	58	23	27	5	9,9	312,8
1992	75	45	21	31	11	9,3	369,6
1993	89	38	21	30	10	9,2	346,4
1994	116	40	19	23	5	10,4	286,4
1995	46	16	16	24	9	9,1	538,7
1996	62	24	20	27	8	9,7	404,7
1997	118	38	16	23	8	12,2	508,0
Lleida							
1992	262	185	20	24	5	8,0	187,0
1993	194	59	21	29	9	8,5	221,3
1994	216	106	19	24	6	10,8	151,7
1995	155	60	17	25	9	9,9	264,7
Tarragona							
1992	52	17	20	37	18	11,4	361,2
1993	353	173	21	27	7	10,5	165,2
1994	217	107	19	23	5	12,3	180,9
1995	136	67	16	22	7	11,9	243,8
Roquetes							
1988	62	20	18	25	8	12,8	448,2
1989	1468	709	19	23	5	13,0	222,9
1990	43	13	16	26	11	14,3	465,9
1991	608	257	21	25	5	12,3	355,7
1992	169	103	19	24	6	11,7	242,9
1993	684	402	20	24	5	11,1	342,4
1994	244	71	15	22	8	13,8	254,1
1995	186	69	15	22	8	13,5	440,5
1996	253	74	19	25	7	11,8	398,1
1997	680	313	17	21	5	14,3	384,1

TAULA 7. Dades de concentració del pol·len d'olivera i de producció d'oliva.
Olea pollen concentration and olive production data.

	Total PPP (pm ⁻³) Lleida	Producció (Tm) Segrià	Producció (Tm) Les Garrigues	Producció (Tm) C. Barberà
1992	262	11913	28687	754
1993	194	2704	8934	545
1994	216	5592	9248	606
1995	155	5417	19441	429
1996	289	6335	24609	1150
1997	251	18210	35445	707
1998	228	6419	18434	1076

	Total PPP (P/m ³) Tarragona	Producció (Tm) Tarragonés	Producció (Tm) Alt Camp	Producció (Tm) Baix Camp
1992	52	1902	2267	10433
1993	353	2052	2239	11246
1994	217	1832	1960	7998
1995	136	1646	1446	11255
1996	269	2969	3217	14435
1997	334	3727	3485	19091
1998	298	3186	3388	14115

	Total PPP (P/m ³) Roquetes	Producció (Tm) Baix Ebre	Producció (Tm) Montsià
1990	43	1608	1776
1991	608	17694	18656
1992	169	15846	14635
1993	684	14149	15805
1994	244	6559	8927
1995	186	15693	20240
1996	253	20901	24352
1997	680	41454	42109

La durada del període crític depèn de l'any i de l'estació. A Manresa la durada mitjana és d'unes tres setmanes, mentre que a Tarragona està sempre per sobre d'un mes. A la resta d'estacions la durada mitjana està entre tres i quatre setmanes. Aquests períodes comencen entre l'última setmana d'abril i la primera

quinzena de maig, i acaben, en general, la primera quinzena de juny. Tanmateix, s'ha de tenir en compte que les persones al·lèrgiques poden presentar símptomes fora d'aquest període, per les pol·linitzacions del freixe (*Fraxinus*), el fals aladern (*Phillyrea*), i les troanes (*Ligustrum*), que presenten reactivitat

creuada amb *Olea* (Yman, 1982; Macchia *et al.*, 1991).

A la taula 4 es donen en forma d'interval, per a cada estació amb captador Cour, les setmanes d'inici i final del període crític, la durada, la setmana de la concentració màxima i el nombre de setmanes corresponents a cada categoria de pol·len. Comparant aquesta taula amb l'anterior, es veu que quan es treballa amb concentracions mitjanes setmanals (mètode Cour), en lloc de concentracions diàries (mètode Hirst), els períodes crítics són més curts. Els valors més alts es donen a Roquetes, seguit de Tarragona i Lleida, i els més baixos a Bellaterra. Un altre tret que s'apunta és que al sud de Catalunya la pol·linització sol començar abans.

A la taula 5 es presenten conjuntament algunes dades pol·líniques (Hirst) i meteorològiques. Els paràmetres pol·línics que s'hi ha reunit són la quantitat total de pol·len d'olivera del PPP, la concentració mitjana diària màxima, les dates d'inici i final del PPP i la seva durada.

La comparació entre estacions mostra que a Barcelona, Bellaterra i Tarragona el PPP comença abans, mentre que a Manresa i Lleida comença més tard. La comparació entre dades de la mateixa estació mostra que com més pol·len hi ha, més curt és el PPP. Això és, probablement, degut al mètode utilitzat per establir el PPP, basat en percentils. A l'hora de comparar les durades del PPP entre estacions, s'han de tenir en compte les respectives intensitats de pol·linització. Així, tot i que a Tarragona el PPP és més curt que a Barcelona i a Bellaterra, com que la pol·linització és més intensa, no podem deduir que sigui més curta. En canvi, podem concloure que la pol·linització és més curta a Manresa i Lleida.

En la bibliografia existent sobre pol·len d'olivera s'utilitzen percentils per definir el PPP, i això fa que depengui fortament de la intensitat de la pol·linització. Si bé el concepte de PPP ens sembla interessant com a paràmetre de la dinàmica aerobiològica, una defini-

ció alternativa, possiblement basada en valors absoluts, seria més adequada per a espècies amb una pol·linització tan explosiva com l'olivera.

La taula 6 és anàloga a la 5, però per a dades Cour. La comparació dels totals de pol·len obtinguts amb els mètodes Cour i Hirst a Bellaterra posa en evidència que, malgrat que les tendències són les mateixes, el mètode Hirst dona valors més alts, tal com s'ha remarcat a Tomás *et al.* (1997) i a Belmonte *et al.* (2000).

La comparació entre les dades meteorològiques i les dates d'inici del PPP mostra que temperatures mitjanes elevades durant els mesos de febrer i març provoquen un avançament de la pol·linització. Quan la precipitació és baixa, aquest efecte és menys acusat. A la bibliografia es poden trobar models matemàtics que relacionen la data d'inici del PPP amb els paràmetres meteorològics. No hem entrat en aquest article a aplicar aquests mètodes. Per al mètode Hirst, les sèries de la taula 5 són massa curtes com perquè tinguin sentit. A més, s'hauria de revisar la definició del PPP, com ja hem apuntat més amunt. Per al mètode Cour, les dates són setmanes, de manera que l'inici del PPP es converteix, de fet, en una variable discreta, per a la qual el model de regressió no té gaire sentit.

A la taula 7 es presenten els totals (suma de concentracions setmanals mitjanes) de pol·len d'olivera durant el PPP de les estacions de Lleida (Cour i Hirst), Tarragona (Cour i Hirst) i Roquetes (Cour), junt amb dades de producció d'oliva de les comarques properes.

Malgrat que els captadors Cour s'han deixat d'utilitzar, establir una relació entre les sèries pol·líniques i les de producció serveix com a orientació per a treballs futurs. En aquest sentit, a la taula 8 es presenten les matrius de correlació per a les sèries de la taula 7. S'observen correlacions altes entre les produccions del Montsià i el Baix Ebre, les del

TAULA 8. Matrius de correlació entre concentracions de pol·len i de producció d'oliva.
Correlation matrices of pollen concentration and production data.

	El Segrià	Les Garrigues	La Conca de Barberà
Pol·len (Lleida)	0,47	0,56	0,77
El Segrià		0,88	0,30
Les Garrigues			0,30
	El Tarragonès	L'Alt Camp	El Baix Camp
Pol·len (Tarragona)	0,63	0,58	0,53
El Tarragonès		0,96	0,92
L'Alt Camp			0,81
	El Baix Ebre	El Montsià	
Pol·len (Roquetes)	0,42	0,39	
El Baix Ebre		0,97	

Tarragonès i l'Alt Camp, i les de les Garrigues i el Segrià. La sèrie de pol·len només dona una correlació alta amb la producció de la Conca de Barberà.

Del fet que les correlacions trobades entre producció i pol·len siguin, en general, baixes, no se n'ha de deduir que no sigui possible predir l'una a partir de l'altre. La localització de les estacions de mostratge és crítica per a la predicció de les collites, ja que el pol·len d'olivera és molt lleuger i el vent l'arrossega fàcilment. Les estacions que funcionen actualment estan situades en entorns urbans, i no semblen adequades per enregistrar les concentracions de pol·len de les zones de conreu.

Conclusions

Creiem que s'hauria de donar una definició alternativa del PPP basada en valors absoluts, almenys per a les espècies amb una pol·linització com la de l'olivera. Una tal definició podria tenir alhora interès al·lèrgològic.

Les temperatures i precipitacions prèvies influeixen en la data d'inici de la pol·linització. Abans de plasmar, però, aquesta influència en un model matemàtic, caldria disposar de sèries pol·líniques més llargues, així com revisar la definició del PPP.

La comprensió de la dinàmica aerobiològica del pol·len d'olivera requereix resumir la informació continguda en les sèries de dades i fer-la entenedora. Els paràmetres utilitzats en les taules que presentem ens semblen útils en aquest sentit, tot i les nostres objeccions a la definició del PPP utilitzada.

Una idea que ens ha semblat interessant és convertir les concentracions de pol·len a una escala ordinal, ja presentada en treballs previs. Aquesta escala és útil, tant per fer comparables resultats obtinguts amb mètodes diferents, com per reflectir el risc de reaccions al·lèrgiques. De les cinc categories d'aquesta escala, els nivells 2, 3 i 4 (concentracions superiors a 20 pm⁻³) són considerades problemàtiques pels autors.

Agraïments

Les dades utilitzades en la confecció del present treball han estat obtingudes dins el projecte d'I+D signat entre Laboratorios CBF-LETI, SA i la Unitat de Botànica de la UAB.

A Antoni Gázquez, del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya, agraïm les orientacions i facilitats donades per accedir a les dades de producció de les oliveres, així com la seva col·laboració i la de Marta González, de l'Observatori Fabra, per completar les dades climàtiques de Barcelona.

Agraïm a Jordi Cunillera, del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, la tramesa de les dades meteorològiques sol·licitades.

Bibliografia

- BELMONTE, J. & ROURE, J. M. 1991. Characteristics of the aeropollen dynamics at several localities in Spain. *Grana*, 30 (2): 364–372.
- BELMONTE, J.; CANELA, M. & GUÀRDIA, R. 2000. Comparison between categorical pollen data obtained by Hirst and Cour sampling methods. *Aerobiologia*, 16(2): 177–185.
- BOLÓS, O. & VIGO, J. 1996. *Flora dels Països Catalans*, III. Barcino. Barcelona.
- BRICCHI, E.; FRENGUELLI, G.; MINCIGRUCCI, G.; FORNACIARI, M.; FERRANTI, F. & ROMANO, B. 1995. Time linkages between pollination onsets of different taxa over an 11-year period in Perugia, Central Italy. *Aerobiologia*, 11(1): 57–61.
- CANDAU, P. & GONZÁLEZ MINERO, F. J. 1997. Las predicciones en el olivar a través de la aeropalinología. Resultados de ocho años de muestreo en Sevilla (España). *Olivae*, 65: 46–51.
- CANDAU, P.; GONZÁLEZ ROMANO & GONZÁLEZ MINERO, F. J. 1994. Olivo y girasol en el espectro polínico de Andalucía Occidental. *Lagascalia*, 17 (2): 219–227.
- COUR, P. 1974. 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*, 16 (1): 103–141.
- COUR, P. & VAN CAMPO, M. 1980. Prévisions de récoltes à partir du contenu pollinique de l'atmosphère. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 290, Série D: 1043–1046.
- COUR, P. & VILLEMUR, P. 1985. Fluctuations des émissions polliniques atmosphériques et prévisions des récoltes de fruits. In: *5ème Colloque sur les recherches fruitières*. Bordeaux. p. 5–20.
- DOMÍNGUEZ, E.; INFANTE, F.; GALÁN, C.; GUERRA, F. & VILLAMANDOS, F. 1993. Variations in the concentrations of airborne *Olea* pollen and associated pollinosis in Córdoba (Spain): A study of the 10-year period 1982–1991. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, 3 (3): 121–129.
- DRIESSEN, N. M. B. M.; VAN HERPEN, R. M. A.; MOELANDS, R. P. M. & SPIEKSMAN, F. T. M. 1989. Prediction of the start of the grass pollen season for the western part of the Netherlands. *Grana*, 28: 37–44.
- DURAND, L. & COMTOIS, P. 1989. A comparative study between the Cour and the Burkard samplers. In: *Aerobiology-Health Environment* (P. Comtois. Ed.) Montreal. p. 93–101.
- ESTEBAN, A.; RIERA, S. & LLETJOS, R. L. 1995. Avaluació del mètode aeropol·línic de previsió de collites a Catalunya, entre els anys 1983 i 1995: Els conreus de l'avellaner i l'olivera. *Quaderns Agraris*, 17: 7–35.
- FLORIDO, J.; GONZÁLEZ DELGADO, P.; SAENZ DE SAN PEDRO, B.; QUIRALTE, J.; ARIAS DE SAAVEDRA, J. M.; PERALTA, V. & RUIZ VALENZUELA, L. 1999. High levels of *Olea europaea* pollen and relation with clinical findings. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 119: 133–137.
- FORNACIARI, M.; PIERONI, L.; CIUCHI, P. & ROMANO, B. 1998. A regression model for the start of the pollen season in *Olea europea*. *Grana*, 37: 110–113.
- FRENGUELLI, G.; BRICCHI, E.; ROMANO, B.; MINCIGRUCCI, G. & SPIEKSMAN, F. T. M. 1989. A predictive study on the beginning of the pollen season for Gramineae and *Olea europaea* L. *Aerobiologia*, 5: 64–70.
- GALÁN, C.; FULLERAT, M. J.; COMTOIS, P. & DOMÍNGUEZ, E. 1998. Bioclimatic factors affecting daily Cupressaceae flowering in southwest Spain. *Int. J. Biometeorol.*, 41: 95–100.
- GENERALITAT DE CATALUNYA. 1991–1999. *Estadístiques agràries i pesqueres de Catalunya*. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Barcelona.
- GONZÁLEZ MINERO, F. J. & CANDAU, P. 1995. La aeropalinología como modelo de previsión de cultivos. Los viñedos del condado de Huelva. *Polen*, 7: 59–63.
- GONZÁLEZ MINERO, F. J. & CANDAU, P. 1996. Prediction of the beginning of the olive full pollen season in south-west Spain. *Aerobiologia*, 12 (2): 91–96.
- GONZÁLEZ MINERO, F. J.; CANDAU, P.; MORALES, J. & TOMÁS, C. 1998a. Forecasting olive crop production based on ten consecutive years of monitoring airborne pollen in Andalusia (southern Spain). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 69: 201–215.

-
- GONZÁLEZ MINERO, F. J.; CANDAU, P.; MORALES, J. & TOMÁS, C. 1998b. The pollen spectrum of trees and shrubs in SW Spain. *Grana*, 37: 114–120.
- HIRST, J. M. 1952. An automatic volumetric spore-trap. *Ann. Appl. Biol.*, 39: 257–265.
- LEJOLY-GABRIEL, M. 1978. Recherches écologiques sur la pluie pollinique en Belgique. *Acta Geographica Lovaniensia*, 13.
- MACCHIA, L.; CAIAFFA, M. F.; D'AMATO, G. & TURSI, A. 1991. Allergenic significance of Oleaceae pollen. In: *Allergenic pollen and pollinosis in Europe* (G. D'Amato, F. T. M. Spiekma & S. Bonini Eds.) Cambridge. p. 87–93.
- NILSSON, S. & PERSSON, S. 1981. The pollen spectra in the Stockholm region (Sweden), 1973–1980. *Grana*, 20: 179–182.
- NORRIS-HILL, J. 1998. A method to forecast the start of the *Betula*, *Platanus* and *Quercus* pollen seasons in North London. *Aerobiologia*, 14: 165–170.
- PATHIRANE, L. 1975. Graphical determination of the main pollination season. *Pollen et Spores*, 17: 609–610.
- PEETERS, A. G. 1998. Cumulative temperatures for prediction of the beginning of ash (*Fraxinus excelsior* L.) pollen season. *Aerobiologia*, 14: 375–381.
- RECIO, M.; CABEZUDO, B.; TRIGO, M. M. & TORO, F. J. 1996. *Olea europaea* pollen in the atmosphere of Málaga (S. Spain) and its relationship with meteorological parameters. *Grana*, 35: 308–313.
- RECIO, M.; CABEZUDO, B.; TRIGO, M. M. & TORO, F. J. 1997. Accumulative air temperature as a predicting parameter for daily airborne olive pollen (*Olea europaea* L.) during the pre-peak period in Málaga (Western Mediterranean area). *Grana*, 36: 44–48.
- RIERA, S. 1995a. Los granos de polen permiten predecir las cosechas. *La Vanguardia*, 9 de Septiembre.
- RIERA, S. 1995b. Estimación de cosechas en cultivos leñosos a partir del contenido polínico de la atmósfera. *Fruticultura profesional*, 68: 17–29.
- TOMÁS, C.; CANDAU, P. & GONZÁLEZ MINERO, F. J. 1997. A comparative study of atmospheric pollen concentrations collected with Burkard and Cour samplers, Seville (Spain), 1992–1994. *Grana*, 36 (2): 122–128.
- YMAN, L. 1982. *Botanical relations and immunological cross-reactions in pollen allergy*. Pharmacia Diagnostics AB. Sweden.