
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

A. Esteban¹
S. Riera¹
R. L. Lletjós²

RESUM

Des de l'any 1983, funcionen a Catalunya un conjunt d'estacions aeropol·líniques (EA) destinades a la previsió precoç de collites. Actualment, es disposa ja d'una sèrie de dades d'onze anys a l'EA de Vilallonga del Camp (Baix Camp), per a la previsió d'avellana al Camp de Tarragona, i de nou anys a l'EA de la Granadella (Garrigues) destinada a la previsió d'oliva de la DO les Garrigues.

Aquesta sèrie permet realitzar una avaluació de la fiabilitat del mètode aeropol·línic d'estimació aplicat a ambdós conreus. Els índexs de correlació entre emissió pol·línica i producció, així com les desviacions mitjanes entre estimació i producció real foren de $R^2 = 0,959$ i $\pm 3,15\%$ per al conreu d'avellana (EA de Vilallonga del Camp) i de $R^2 = 0,95$ i $\pm 8,22\%$, per al d'oliva (EA de la Granadella).

Es demostra, doncs, l'alta precisió d'aquest mètode predictiu en ambdós conreus. Tanmateix, la major desviació en el cas de l'olivera a les Garrigues és deguda a les característiques agroclimàtiques de l'àrea, amb una major incidència del dèficit hídric estival. A més, s'ha de tenir present la major importància relativa de la superfície irrigada d'avellaner al Camp de Tarragona que d'olivera a les Garrigues.

Per al cas de l'olivera es planteja la necessitat de definir models agrometeorològics que permetin anar ajustant progressivament l'estimació inicial basada en el mètode aeropol·línic.

PARAULES CLAU: previsió de collites, concentració pol·línica atmosfèrica, producció agrària, avellaner, olivera, Catalunya.

1. Departament de Biologia Vegetal II. Facultat de Farmàcia. Universitat Complutense de Madrid. Avda. Complutense, s/n, 28040 Madrid.
2. Servei d'Agricultura. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya. Gran Via de les Corts Catalanes, 612-614, 08007 Barcelona.

RESUMEN

Desde el año 1983, funcionan en Catalunya un conjunto de estaciones aeropolínicas (EA) destinadas a la previsión precoz de cosechas. En la actualidad, se dispone ya de una serie de resultados de once años para la EA de Vilallonga del Camp (comarca del Baix Camp), destinada a la previsión de avellana en el Camp de Tarragona, i una de nueve años en la EA de la Granadella (comarca de les Garrigues), para la previsión de aceituna en la DO les Garrigues.

Esta serie de datos permite evaluar la fiabilidad del método aeropolínico de estimación aplicado a estos dos cultivos. Los índices de correlación entre concentración polínica y producción, así como las desviaciones entre estimación y volumen real de cosecha han sido de $R^2 = 0,959$ y $\pm 3,15\%$ respectivamente para el cultivo de avellana (EA de Vilallonga del Camp) y de $R^2 = 0,95$ i $\pm 8,22\%$ para el de aceituna (la Granadella).

Los resultados demuestran la alta precisión de este método predictivo para los cultivos considerados. Sin embargo, la mayor desviación en el caso del olivo de les Garrigues es consecuencia de las características agroclimáticas del área, donde la incidencia del déficit hídrico estival es más notable. Además, debe tenerse en cuenta la mayor importancia relativa de la superficie irrigada de avellano en el Camp de Tarragona que la del olivar en les Garrigues.

Para el caso del olivo, se plantea la necesidad de definir modelos agroclimáticos que permitan ir ajustando progresivamente la estimación inicial basada en el método aeropolínico.

PALABRAS CLAVE: previsión de cosechas, concentración polínica atmosférica, producción agraria, avellano, olivo, Catalunya.

ABSTRACT

After 1983, several Airborne Pollen Stations (APS) for the estimation of crop productions work in Catalunya. Now, a series of 11 year pollen data is available at the APS of Vilallonga del Camp (Baix Camp), to forecast hazelnut crops in the Camp de Tarragona. At the APS of la Granadella (les Garrigues), 9 year pollen data have been obtained to estimate olive crops in the les Garrigues DO.

These data allow us to evaluate the reliability of the airborne pollen method of crop estimation applied to hazelnut and olive cultures. The corre-

lation indexes between Pollen Concentration and Crop Production, as well as, the deviation between Crop Estimation and Production are $R^2 = 0,959$ and $\pm 3,15\%$, respectively, for the hazelnut culture (Vilallonga del Camp) and $R^2 = 0,95$ and $\pm 8,22\%$ for the olive culture (la Granadella).

These results prove the high accuracy of this estimation system. Nevertheless, higher deviation in the olive estimation than in the hazelnut one, may be imputed to the agroclimatic features of les Garrigues area, where the incidence of summer water shortage is more important. It must be also considered that the irrigated surface is more extensive in the Camp de Tarragona than in les Garrigues.

For the olive culture, the definition of agrometeorological models is essential, in order to revise progressively initial estimations based on airborne pollen method.

KEY WORDS: crop forecast, airborne pollen concentration, crop production, hazelnut, olive, Catalunya.

1. INTRODUCCIÓ

En aquest treball s'exposen els resultats de l'aplicació al camp català del mètode de previsió de collites basat en la quantificació de la concentració pol·línica atmosfèrica (CPA).

Entre les dècades 1950-1970, diversos autors van constatar l'existència d'una relació entre l'emissió pol·línica i la producció de fruits, tant en espècies conreades com forestals. Així, Hyde (1952, 1963) i Sarvas (1962, 1968) observaren per primer cop l'existència d'aquesta estreta relació. Basant-se en aquestes observacions, Pinto da Silva (1960) demostrà la possibilitat d'estimar la collita d'olives a partir de la quantificació aeropol·línica. Posteriorment, altres autors com Solomon (1973) i Davis i Smith (1973) proposaren models predictius basats en variables pol·líniques i climàtiques.

A partir de l'any 1968, P. Cour inicià l'experimentació i aplicació d'una nova metodologia d'intercepció dels fluxos pol·línics atmosfèrics, inicialment aplicada en zones desèrtiques (Cour, 1974) i posteriorment estesa a tot l'hemisferi nord (Michel *et al.*, 1979). La gran precisió en la quantificació del contingut pol·línic de l'atmosfera (CPA), aportació d'aquest nou mètode, possibilità la comparació quantitativa dels valors de CPA amb la producció a escala regional, demostrant-se l'existència d'una correlació entre ambdós paràmetres (Cour i van Campo, 1980). Els conreus estudiats foren la vinya i l'olivera (regió del Llenguadoc), així com els cereals (regió de l'Hérault).

Immediatament s'aprecià la gran potencialitat d'aquest mètode aplicat a la previsió de produccions agrícoles, i els avantatges que presentava respecte a l'estimació de produccions basada en els mètodes d'aforament clàssics.

Les primeres aplicacions d'aquest mètode a la península Ibèrica s'han dut a terme a Catalunya. Així, a partir de l'any 1982, el Servei d'Agricultura (DG02), del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya, posà en marxa un pla experimental destinat a desenvolupar el sistema de previsió de collites partint de la CPA (Esteban i Parra, 1986; Lletjós, 1987). Durant aquesta primera fase, els objectius plantejats foren determinar i estudiar els conreus on aplicar les previsions (avellaner, olivera i vinya), i també procedir a la instal·lació d'una sèrie d'estacions aeropol·líniques (EA) destinades a cobrir la superfície d'aquests conreus.

Posteriorment, entre els anys 1984-1987, s'aplicà un pla quadriennal amb la finalitat d'assolir l'operativitat de la xarxa d'estacions aeropol·líniques (EA). Foren instal·lades un total de tretze EA d'exposició estacional (durant el període de floració dels conreus a preveure) i dues de permanents (exposició anual). A més dels conreus esmentats, es dugueren a terme estudis sobre els fruiters i l'arròs (Esteban i Parra, 1986; Lletjós, 1987).

A partir de 1988, s'inicia una tercera fase, actualment vigent, destinada a explotar els resultats obtinguts i a predir la totalitat de la producció catalana d'avellana i oli (Lletjós *et al.*, 1993). Respecte al conreu de l'avellaner, avui en dia es cobreix la totalitat de llur superfície de conreu, mentre que, per a l'olivera, es duu a terme la previsió a la DO les Garrigues, si bé està en projecte la seva aplicació a la producció de la DO Siurana. D'altra banda, en l'actualitat es duen a terme projectes d'investigació d'altres conreus llenyosos a Catalunya, com la vinya (Penedès) i el garrofer (Camp de Tarragona).

Paral·lelament a aquestes experiències, les direccions generals d'Agricultura i Recerca de la UE iniciaren un ambiciós projecte de control de superfícies i produccions a escala europea (projecte MARS), amb l'interès centrat en l'experimentació i aplicació de noves metodologies en el camp agronòmic (imatges de satèl·lit, modelització agrometeorològica, etc.). Dins aquest projecte, dirigit des del Joint Research Centre (ISPR, Varese), es desenvolupen també estudis referents a l'estimació de collites mitjançant el mètode aeropol·línic, sota la responsabilitat del CEMAGREF (França). La subxarxa espanyola està coordinada des de la ETSIA de la UPM, efectuant-se les anàlisis pol·líniques a la Facultat de Farmàcia de la UCM.

A partir de l'experiència acumulada en els esmentats estudis, es pot dur a terme una valoració fiable sobre l'aplicació d'aquest mètode a l'estat

Espanyol. Aquest treball se centra, però, en els resultats obtinguts en els conreus d'avellaner i olivera a Catalunya, que constitueixen les dues sèries aerogronòmiques més llargues de la península Ibèrica.

2. METODOLOGIA

El procés complet per al desenvolupament del mètode aeropol·línic, des del moment inicial de captació pol·línica fins al càlcul de les correlacions que permeten establir una estimació de la producció, consta de quatre grans fases (figura 1).

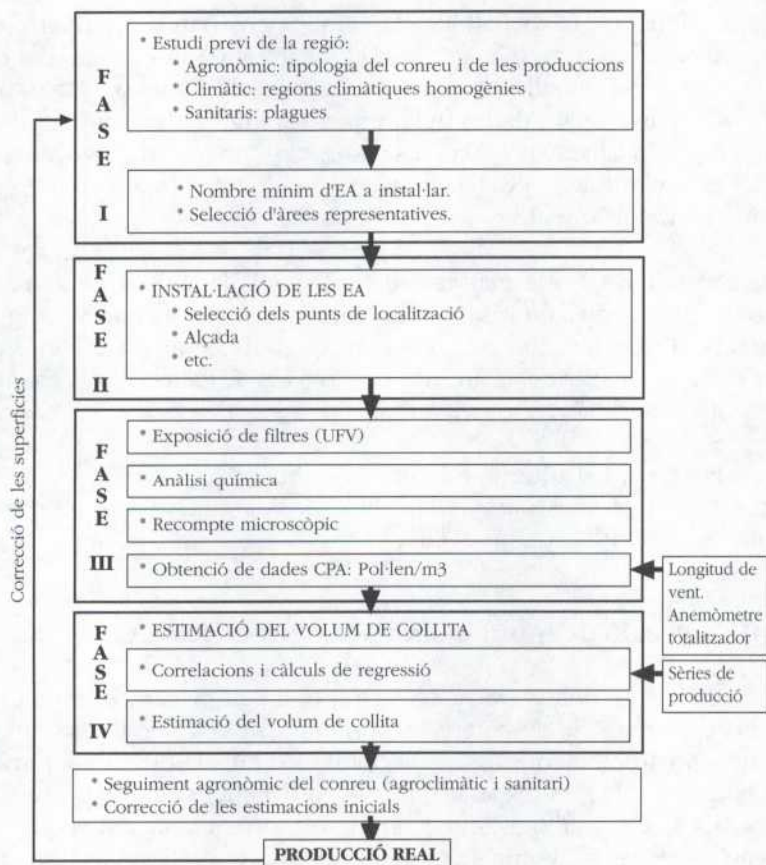


Figura 1. Organigrama de les fases principals del mètode aeropol·línic de previsió de collites.

Figure 1. Organization chart with the main phases for the development of the airborne pollen method.

Fase I: Estudi preliminar de les característiques del conreu

El primer pas consisteix en l'estudi agronòmic i bioclimàtic de la regió a la qual es pretén aplicar la previsió. Els factors a tenir en compte, en el cas de realitzar previsions a escala regional com les ací estudiades, poden agrupar-se en:

* Agronòmics. Realització d'un treball estadístic previ de l'estructura del conreu (extensió, distribució, densitat i distribució varietal), així com de llurs volums de producció, amb la finalitat d'establir una tipologia de la producció, delimitant les zones més representatives (Lletjós, 1987).

* Climàtics. Les variables climàtiques ens han de permetre definir regions climàtiques homogènies (RCH) en l'àmbit d'implantació del conreu en estudi. Aquest treball permetrà determinar els límits de l'extrapolació geogràfica a partir de les dades pol·líniques obtingudes en un punt d'aquesta regió, on es localitza l'EA. Així, les dades obtingudes en l'EA seran vàlides per a tot el conjunt de la RCH, ja que el conreu evolucionarà en unes condicions meteorològicament homogènies (Lletjós, 1987).

* Sanitaris. En la majoria dels casos, els factors fitosanitaris tenen una escassa incidència en l'àmbit regional, encara que localment puguin ser importants. Tanmateix, en algunes zones, caldrà tenir en compte aquest factor, com és el cas de la mosca de l'olivera (*Dacus oleae*) en algunes regions olivareres.

En funció d'aquests factors, es defineix un nombre d'àrees amb característiques pròpies dins de la regió considerada, al que correspondrà un nombre mínim d'EA a instal·lar.

Fase II: Selecció del punt d'emplaçament de les EA

En vista a una correcta selecció per a l'emplaçament d'una EA, cal tenir present una sèrie de criteris. En primer lloc, l'estació estarà situada en un punt on cap element topogràfic (natural o humà) pugui interferir en la representativitat de l'EA respecte a la zona prèviament definida. Així, s'haurà de procurar que l'estació estigui centrada respecte a la taca de conreu i que la direcció dels vents dominants durant el període de floració provingui de la zona amb la massa de conreu predominant.

Respecte a l'entorn immediat de l'estació, cal, en primer lloc, que el front de conreu estigui lleugerament distanciat de l'EA, per tal de no privilegiar la representació pol·línica local respecte a la regional. És important, també, que no existeixin obstacles a escala microtopogràfica que puguin

alterar els fluxos atmosfèrics (edificis, arbres, etc.). Especialment important és determinar l'alçada de l'EA respecte el nivell del conreu. En efecte, partint del principi que existeix una progressiva homogenització de la densitat pol·línica atmosfèrica a mesura que augmentem en alçada, caldrà determinar el nivell altimètric òptim de l'estació segons l'escala a què es vulgui treballar (Riera, 1995).

Així, en la realització d'estimacions a escala regional, s'ha establert una alçada mínima de l'estació de 7 m sobre el nivell del sòl (Besselat i Cour, 1990). En el cas de la vinya, i com a conseqüència de la menor difusió de llur gra de pol·len, l'altitud idònia de l'EA se situa entre els 10 i 15 m. Per a l'olivera i l'avellaner (espècies anemòfiles de major producció i difusió pol·línica), alçades d'entre 30 i 40 m semblen que són les més adequades (Lletjós *et al.*, 1993). No obstant això, i donada la gran quantitat de variables a considerar, l'experiència de camp és determinant en la selecció de l'emplaçament, no essent possible fixar normes generals.

Un últim aspecte pràctic a considerar està relacionat amb els observadors que s'han de fer càrrec de la gestió de l'estació (canvis de filtres, lectura de les dades, etc.). La facilitat d'accés i la seguretat seran aspectes no negligibles en la ubicació d'una EA.

En conclusió, la determinació del punt d'implantació d'una EA serà sempre un compromís entre la situació teòrica definida per l'estudi previ i la realitat del terreny (Besselat i Cour, 1994).

Fase III: Obtenció de les dades pol·líniques

El mètode COUR (1974), denominat volugravimètric, es basa en la intercepció i recuperació de micropartícules atmosfèriques, mitjançant una EA, formada per una estació captadora omnidireccional i un anemòmetre totalitzador.

En l'estació captadora s'exposen les unitats filtrants verticals (UFV), compostes per cinc capes de gasa siliconada que deixen passar l'aire tot retenint les partícules en suspensió. La superfície exposada és de 400 cm². Aquestes estacions disposen de dos marcs per a l'exposició dels filtres. La freqüència del canvi d'aquests és la següent:

- * Filtre tipus A, d'exposició setmanal (de dilluns a dilluns)
- * Filtre tipus B, de tres dies d'exposició (de dilluns a dijous)
- * Filtre tipus C, de quatre dies d'exposició (de dijous a dilluns).

Un cop retirats, els filtres són transportats al laboratori on es realitza llur anàlisi química, necessària per procedir a la identificació i recompte dels grans de pol·len. Aquesta anàlisi es duu a terme sobre la meitat dels filtres B i C, mentre que els de tipus A es reserven per a possibles comprovacions posteriors.

El protocol de tractament químic és, molt simplificadament, el següent: atacs consecutius d'àcid sulfúric, fluorhídric i clorhídric, atac amb potasa, i, finalment, realització d'una acetòlisi amb la finalitat de destruir el contingut citoplasmàtic dels grans de pol·len.

Un cop finalitzada l'anàlisi química, es realitza la mesura volumètrica del residu, diluint-lo posteriorment en glicerina, per tal de facilitar la identificació i el recompte microscòpic, que es duu a terme a uns 400/600 augments (Cour, 1974).

La unitat en què es presenten els valors pol·línics és: pol·len/m³ d'aire, valor que s'obté dividint el nombre total de pol·lens contingut en el filtre (calculat mitjançant una senzilla equació a partir del nombre de grans comptats) entre la columna d'aire que ha travessat el filtre durant l'exposició (valor extret de l'anemòmetre totalitzador).

Aquesta unitat és la més utilitzada en previsió de collites i és una mesura de la densitat o concentració de grans de pol·len a l'atmosfera (CPA).

Fase IV: Estimació del volum de collita

Els valors de CPA obtinguts permeten elaborar la corba de pol·linització d'un conreu per a la campanya estudiada. La simple observació d'aquesta corba ens aporta ja dades sobre la fenologia de la floració (floracions agrupades o perllongades, precoces o tardanes, etc.), d'interès agronòmic.

Tanmateix, la interpretació de la corba pol·línica no és sempre unívoca. En determinats conreus, el valor a correlacionar amb les produccions correspondrà a la integral d'aquesta, mentre que en d'altres, s'usarà el valor de CPA més elevat o la mitjana dels 3, 4 o 5 pics de màxima emissió pol·línica. La tria d'un o altre valor dependrà de la fenologia del conreu (duració del període efectiu de pol·linització, etc.), de llur estructura varietal, etc. També cal tenir en compte les incidències que es poden produir durant el període de captació de pol·len (principalment alteracions en l'exposició de filtres), que poden fer variar les dades a utilitzar.

Posteriorment, aquests valors s'han de correlacionar amb les dades

de producció real amb la finalitat d'establir una equació de regressió que en anys posteriors permeti calcular volums de collita potencial a partir de la CPA. Òbviament, per a poder realitzar les estimacions, és necessari disposar d'una sèrie de 4/6 anys de dades, per tal que les desviacions estiguin dins uns marges acceptables. No obstant això, a partir del tercer any serà possible preveure tendències en les produccions.

Els valors estimats per a la producció han de ser interpretats en relació amb un seguiment agronòmic (climàtic i sanitari) que permeti conèixer l'evolució del conreu, així com els factors que puguin influir en el volum final de la collita. D'altra banda, cal efectuar un seguiment de l'evolució de les superfícies i dels volums de producció segons els criteris definits en l'estudi previ anteriorment descrit.

Condicionants en l'aplicació del mètode aeropol·línic

Tot mètode predictiu presenta una sèrie de condicionants que cal tenir presents a l'hora d'interpretar les dades obtingudes. Sense pretendre fer una llista exhaustiu de les limitacions del mètode aeropol·linològic, volem exposar aquelles que creiem més importants, agrupades en dos grans blocs: els factors de caràcter estructural i els de caràcter postfloral.

Dins el primer grup, considerem aquells que es produeixen amb anterioritat a la realització de la previsió. Entre aquests destaquem, en primer lloc, els problemes existents en l'obtenció de sèries estadístiques fiables de produccions. Si bé en els darrers anys s'ha avançat notablement en l'exactitud dels volums de producció, les sèries estadístiques presenten encara un marge d'incertesa, i les diverses fonts emprades poden discrepar, en alguns casos sensiblement. En segon lloc, les variacions en les superfícies de conreu poden obligar a modificar, fins i tot a invalidar, les dades procedents d'una determinada EA. Així, per exemple, una arrencada massiva de vinya al voltant d'una EA pot comportar la pèrdua de representativitat d'aquesta en relació a la regió estudiada.

Finalment, ens hem de referir breument a algunes problemàtiques inherents al propi mètode. En aquest sentit, el sistema Cour (volugravimètric) requereix un procés analític llarg i complex que, de vegades, pot comportar errors de manipulació difícils de detectar en els resultats finals. Una alternativa, actualment en estudi dins el programa MARS, és la utilització d'un altre mètode de mostreig atmosfèric, denominat Hirst (Hirst, 1952), basat en l'aspiració contínua d'un volum conegut d'aire. Aquest mètode, que utilitza captadors automàtics coneguts comercialment amb les denominacions Burkard i Lanzoni, presenta els avantatges següents (Riera, 1995):

* La mostra pol·línica s'obté mitjançant una banda adhesiva giratòria, disposant així d'un registre temporal continu de la CPA que permet arribar a calcular valors pol·línics horaris.

* Prescindeix totalment de l'anàlisi química, agilitant i abaratint el procés, i reduint les fonts d'error.

* Permet realitzar un sol canvi setmanal de la mostra.

Tanmateix, aquest captador presenta també una sèrie d'inconvenients:

* La inversió inicial és superior.

* Presenta problemes de representativitat en el cas de baixes concentracions pol·líniques, ja que la quantitat d'aire mostrejat és sensiblement inferior a la del mètode COUR. En alguns conreus amb feble emissió pol·línica, cas dels fruiters i la vinya, aquesta dificultat sembla que és en l'actualitat insalvable. Respecte als conreus anemòfils, de forta emissió pol·línica, el captador està actualment en fase d'experimentació per a llur utilització agronòmica.

En un segon grup, cal considerar aquells factors de desviació que intervenen amb posterioritat a la floració, principalment de naturalesa sanitària i bioclimàtica. Si bé els primers tenen una incidència més local, amb una escassa influència a escala regional, els segons poden arribar a modificar notablement la previsió inicial, fent necessari corregir-la a partir de les dades meteorològiques del període que transcorre entre la floració i la maduració del fruit. Aquest fenomen és especialment important en el domini climàtic mediterrani, on el dèficit hídric estival pot afectar notablement el volum final de la collita, malgrat que s'hagi produït una bona floració i un quallat dels fruits (Besselat, 1994). Tanmateix, aquest paràmetre afecta de forma diferencial els conreus, com seran analitzats posteriorment.

3. LA PREVISIÓ DE L'AVELLANER A LA PROVÍNCIA DE TARRAGONA

3.1 Introducció

A partir de la campanya 1983-1984, s'inicià un treball d'experimentació sobre la viabilitat de la previsió aeropol·línica de collites en el conreu de l'avellaner. Amb aquesta finalitat s'instal·là una EA al campanar de l'església de Vilallonga del Camp (Tarragonès), a uns 30 m d'alçada, així com una altra de control localitzada a la Base Aèria de Reus (Baix Camp) (figura 2).

Aquesta fase d'experimentació fou necessària ja que es tractava del primer treball de previsió aeropol·línica aplicat al conreu de l'avellana. Els resultats obtinguts foren molt positius, fet pel qual, un cop finalitzat el Pla quadriennal, es procedí, a partir de l'any 1988, a l'expansió de la xarxa d'EA amb la finalitat de cobrir la totalitat de la superfície d'avellaner conreada a Catalunya. Així, s'instal·laren les estacions de Mas Pujols (Baix Camp), Falset (Priorat) i la Fatarella (Terra Alta). Finalment, l'any 1993, es cobrí l'àrea gironina d'aquest conreu amb l'EA de Brunyola (la Selva) (figura 2).

Presentem a continuació els resultats obtinguts a l'EA de Vilallonga del Camp, ja que ací es disposa de la sèrie més completa (1984-1995) (Lletjós *et al.*, 1993).

3.2 El conreu de l'avellaner a Tarragona

L'Estat espanyol és el tercer país productor d'avellana, amb una

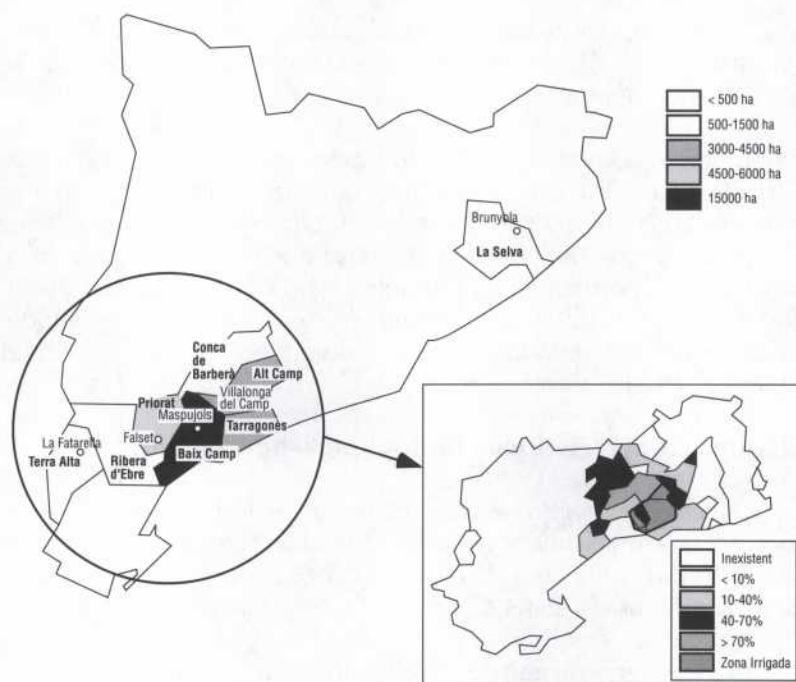


Figura 2. Distribució del conreu d'avellana a Catalunya i, en detall, a la província de Tarragona. S'assenyala, a més, la localització de les EA destinades a la previsió d'aquest conreu.

Figure 2. Hazelnut culture distribution in Catalunya and Tarragona with the localization of the APS.

producció mitjana de 21.000 t per al període 1980-1986, el que representa un 5 % de la producció mundial (Tous *et al.*, 1987). El 88 % de la superfície i el 84 % de la producció d'avellana a l'Estat espanyol es localitza a la demarcació de Tarragona. En els darrers anys, però, s'ha produït una tendència a la reducció de la superfície conreada i de la producció. Així, l'any 1977 estaven censades a Tarragona 32.000 ha que han passat a 28.129 ha l'any 1995, de les quals, un total de 20.909 ha han estat enguany considerades productives (dades procedents del Gabinet Tècnic del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca).

A l'àrea del Camp de Tarragona (comarques de l'Alt Camp, el Baix Camp i el Tarragonès) es concentra una superfície de conreu de 22.274 ha, segons dades de l'inventari de 1987, el que representa un 76 % del total territorial. D'aquesta superfície, 14.000 ha estan irrigades, és a dir, un 63 % del total del Camp de Tarragona. L'EA de Vilallonga del Camp se situa al centre d'aquesta àrea de màxima densitat de conreu (figura 2).

La varietat més estesa a la demarcació de Tarragona és la *Negret* (78 % de la superfície total), essent també importants el *Gironell*, *Grifoll*, *Culplà*, *Pauetet* (actualment en expansió), etc. (Tous *et al.*, 1987).

La zona es caracteritza climàticament per un règim mediterrani de tipus marítim (classificació de Papadakis) o de tipus subhúmid amb un període sec estival (classificació de Thornthwaite). La precipitació anual enregistrada a l'estació meteorològica de Reus-Base Aèria és de 580 mm, amb una temperatura mitjana anual de 15,5 °C, una mitjana de les màximes de 20,3 °C i de les mínimes de 10,9 °C. L'evapotranspiració assoleix un valor de 800 mm, registrant-se un període de sequera durant els mesos de juny, juliol i agost (López Bonillo, 1988).

3.3 Algunes característiques biològiques de l'avellaner

L'avellaner (*Corylus avellana L.*) és un arbust monoic que presenta les inflorescències masculines en forma d'aments, formats per un gran nombre de flors (entre 130 i 260) (Dimoulas, 1979), podent produir cada ament més de cinc milions de grans de pol·len (Crossa-Raynaud, 1984).

El cicle reproductiu de l'avellaner té una durada d'entre 19 i 20 mesos (Germain, 1992), solapant-se durant alguns mesos dos cicles reproductius. Així, la inducció floral es produeix paral·lelament al creixement dels fruits.

La pol·linització és totalment anemòfila. Aquest taxó és pràcticament autoincompatible, i de vegades interincompatible, fent necessària una pol·linització creuada.

3.4 Sèries de dades pol·líniques i de producció

La sèrie de dades pol·líniques procedents de l'EA de Vilallonga del Camp comprèn el període entre les campanyes 1983-1984 i 1994-1995, amb un total d'onze anys disponibles, ja que les dades de la campanya 1988-1989 han estat descartades per presentar problemes d'exposició dels filtres.

En relació amb el període de pol·linització de l'avellaner (figura 3), cal destacar que els valors de CPA durant el mes de desembre són pràcticament inexistent. Els primers valors significatius es produeixen durant la

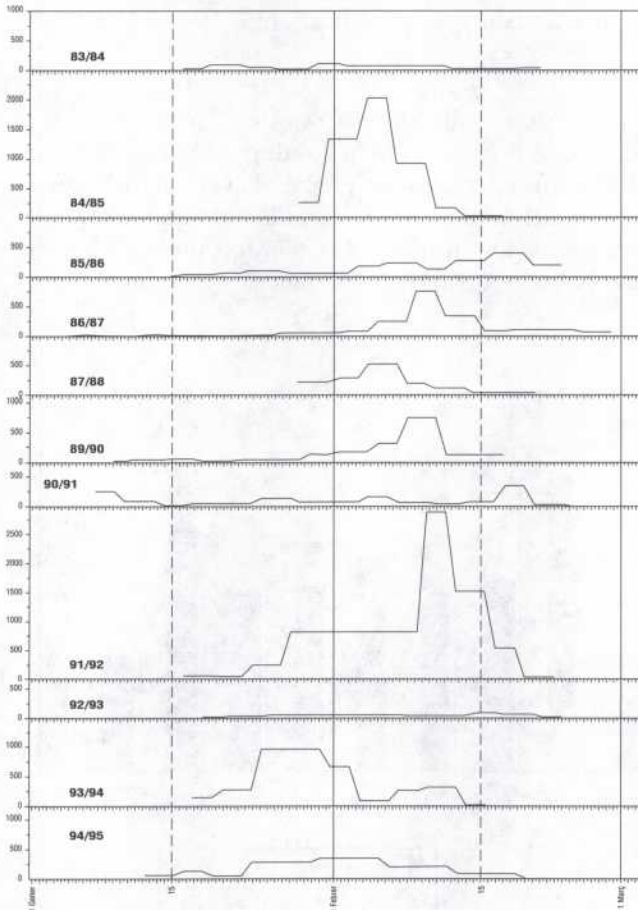


Figura 3. Corbes anuals de CPA d'avellaner a l'EA de Vilallonga del Camp, per a la sèrie 1984-1995.

Figure 3. Annual curves of hazelnut APC in the APS of Vilallonga del Camp between 1984 and 1995.

primera setmana de gener, mantenint-se, però, força baixos. A partir del dia 15/1 els valors augmenten sensiblement, assolint llurs màxims entre els dies 23/1 i el 21/2, si bé, el pic de màxima floració es localitza, en una àmplia majoria d'anys, durant la primera quinzena de febrer. Tanmateix, en les dues darreres campanyes, la floració ha estat força primerenca. Posteriorment, la CPA davalla bruscament, assolint llurs valors més baixos al final del mes de febrer i durant la primera setmana de març.

Com es pot observar a la taula 1, l'avellaner presenta fortes oscil·lacions interanuals en llur CPA. Així, els valors poden oscil·lar entre els 71 pol·len/m³ (campanya 1992-1993) i els 2.897 pol·len/m³ (campanya 1991-1992). La mitjana de l'emissió pol·línica entre 1984 i 1995 és de 825,4 pol·len/m³.

En el cas de l'avellaner, el valor de CPA escollit per a efectuar les correlacions amb les produccions és l'obtingut al filtre migsetmanal, en què l'emissió pol·línica fou màxima. En efecte, l'avellaner presenta generalment una floració força agrupada, mentre que els anys en què la CPA no presenta un pic destacat, és a dir, en què la floració fou perllongada, corresponen a campanyes de baixa o molt baixa producció.

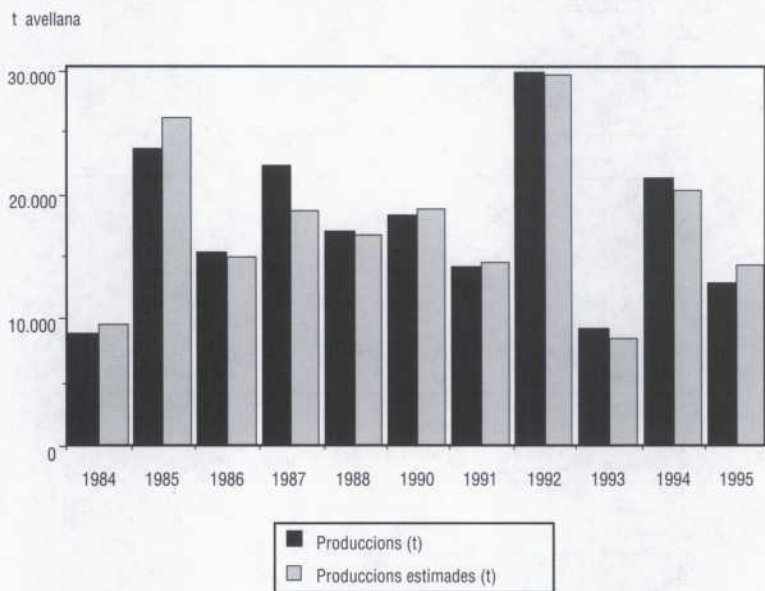


Figura 4. La gràfica mostra les produccions d'avellana obtingudes pel mètode d'aforaments i les estimacions realitzades mitjançant el sistema aeropol·línic.

Figure 4. The graph shows the relation between hazelnut crop productions and estimations, obtained with the airborne pollen system.

Anys	CPA (Pol·len m ³)	Producció real (t closca)	Producció estimada (t closca)	Desviació producció estimada/ producció real (%)
1984	100	8.705	9.506	9,20
1985	2.009	2.3612	26.127,9	10,66
1986	379	15.295	14.893,6	-2,62
1987	740	22.269	18.660,8	-16,20
1988	519	16.830	16.558,1	-1,62
1990	745	18.160	18.703,2	2,99
1991	347	14.110	14.457,4	2,46
1992	2.897	29.767	29.558,1	-0,70
1993	71	9.130	8.469,8	-7,23
1994	945	21.106	20.263,8	-3,99
1995	327	12.706	14.171,1	11,53
DESVIACIÓ MITJANA				6,29 (± 3,15)

Taula I. Desviacions anuals i mitjana entre l'estimació aeropol·línica de collita i la producció real d'avellana per a l'EA de Vilallonga del Camp. Les estimacions s'han calculat amb l'equació de regressió ($R^2=0,959$) $\log y = 0,337 \log x + 3,304$.

Table I. Annual and mean deviations between hazelnut airborne estimations and productions in the APS of Vilallonga del Camp. The estimations have been calculated with the equation ($R^2=0,959$) $\log y = 0,337 \log x + 3,304$.

Respecte als valors de producció utilitzats en les correlacions, cal precisar que aquests s'obtenen a partir dels aforaments realitzats durant els mesos de juliol/agost pels Serveis Territorials de Tarragona, del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. En els tres anys en què ha estat possible conèixer amb exactitud els valors reals de la producció, la mitjana de la desviació entre aquesta i l'aforament de juliol/agost és d'un 8,5 % (Lletjós et al., 1993).

A l'igual que succeeix amb els valors de CPA, la producció d'avellana durant el període estudiat presenta fortes oscil·lacions. Així, les produccions oscil·len entre les 8.705 t en closca de la campanya 1983-1984 i les 29.767 t de la campanya 1991-1992, essent la mitjana de 17.426 t.

3.5. Resultats: correlacions i desviacions

A partir de les dades presentades, s'han realitzat càlculs de regressió entre els valors pol·línics anuals ($\text{pol}\cdot\text{len}/\text{m}^3$) i els de producció (t d'avel·lana en closca). Les equacions de regressió establertes ens han permès obtenir el valor de la producció estimada (figura 4). Posteriorment, s'han calculat les desviacions percentuals entre les produccions estimades i les reals (taula 1).

Tenint en compte que les dues variables considerades (producció pol·línica i producció de fruit) no poden augmentar il·limitadament de forma geomètrica degut a factors biològics, creiem convenient utilitzar una regressió d'escala logarítmica, que aporta els resultats següents (figura 5):

$$\begin{aligned} \log y &= 0,337 \log x + 3,304 \\ R^2 &= 0,959 \text{ (Std. error} = 0,039) \\ \text{Desviació mitjana producció estimada/real} &= \pm 3,15\% \\ N &= 11 \end{aligned}$$

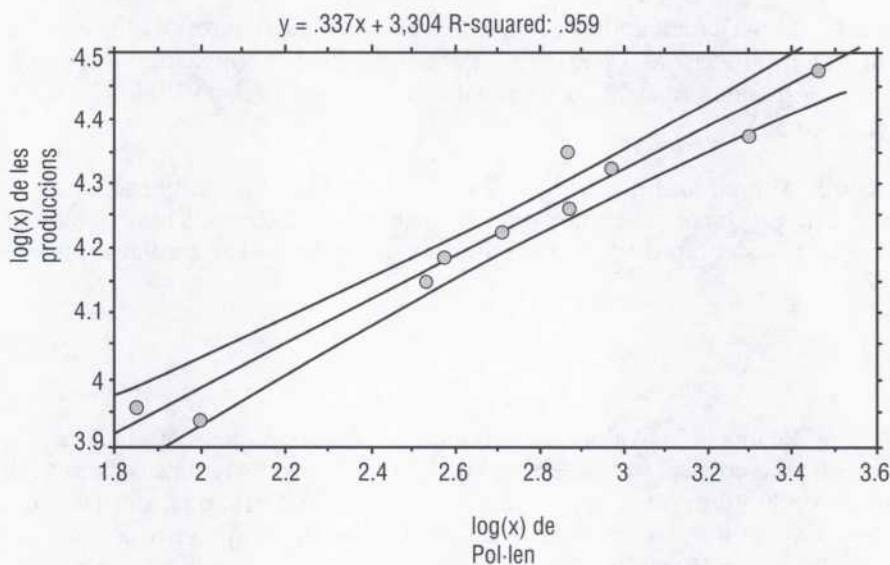


Figura 5. Recta de regressió entre els valors de CPA i de producció per al conreu de l'avel·lana (EA de Vilallonga del Camp).

Figure 5. Regression straight-line between APC and hazelnut production values in the APS of Vilallonga del Camp.

L'alt ajust obtingut posa de manifest que, a partir d'un determinat llindar, els valors d'ambdues variables tendeixen a estabilitzar-se. Per sota d'aquest llindar d'estabilització, la distribució dels punts pot assimilar-se a una recta. Així, excloent de la sèrie de dades els valors màxims pol·línics i productius (campanyes 1984-1985 i 1991-1992), s'obté (taula II):

$$R^2 = 0,913 \text{ (Std. error} = 0,087)$$

$$\text{Desviació mitjana producció estimada/real} = \pm 3,52\%$$

$$N = 9$$

Anys	CPA (Pol·len m ³)	Producció real (t closca)	Producció estimada (t closca)	Desviació producció estimada/ producció real (%)
1984	100	8.705	9.820,3	12,81
1986	379	15.295	14.076,5	-7,97
1987	740	22.269	19.583,6	-12,06
1988	519	16.830	16.212,2	-3,67
1990	745	18.160	19.659,8	8,26
1991	347	14.110	13.588,3	-3,70
1993	71	9.130	9.377,9	2,72
1994	945	21.106	22.710,8	7,60
1995	327	12.706	13.283,2	4,54
DESVIACIÓ MITJANA				7,04 (± 3,52)

Taula II. Desviacions anuals i mitjana entre l'estimació aeropol·línica de collita i la producció real d'avellana per a l'EA de Vilallonga del Camp un cop extrets els valors extrems (anys 1985 i 1992). Les estimacions s'han calculat amb l'equació de regressió ($R^2=0,913$) $y = 15,255 x + 8.294,849$.

Table II. Annual and mean deviations between hazelnut airborne estimations and productions in the APS of Vilallonga del Camp, without extreme values (years 1985 and 1992). The estimations have been calculated with the equation ($R^2=0,913$) $y = 15,255 x + 8.294,849$.

A la taula I s'observa que, dels onze anys de dades disponibles, en tres, la desviació estimació/producció real fou superior al 10 %; en dos anys, aquesta se situà entre el 5 % i el 10 %, i en sis casos, fou inferior al 5 %.

Les causes a què podem atribuir aquestes desviacions són múltiples (Lletjós *et al.*, 1993):

* Errors atribuïbles al propi mètode de captació i quantificació pol·línica, als quals hem fet referència anteriorment.

* Errors atribuïbles al sistema d'aforaments. Aquests es realitzen a partir de l'observació d'un nombre de parcel·les-test, calculant llur rendiment que posteriorment s'extrapola, a partir dels inventaris agronòmics, a la totalitat de superfície de conreu. En el transcurs de la sèrie estudiada, els diversos inventaris presenten variacions en les superfícies de conreu, afectant la precisió de l'aforament.

* Factors postflorals de caràcter agroclimàtic i fitosanitari, ocorreguts entre la floració (febrer-març), l'aforament (agost) i la recol·lecció (setembre-octubre).

* Problemes econòmics. En alguns casos, com en la campanya d'enguany (1994-1995), s'ha constatat una notable diferència, anteriorment esmentada, entre superfície arbrada i productiva. En aquest cas, l'estimació aeropol·línica tendirà a sobrevalorar la producció final (= recol·lecció), ja que els conreus abandonats definitivament o temporalment segueixen emetent pol·len a l'atmosfera.

En conclusió, l'experiència del treball realitzat entre 1983 i 1995 a Tarragona mostra l'alta fiabilitat de la previsió de collites basada en el mètode aeropol·línic per al conreu de l'avellaner. Tanmateix, la consideració dels factors tot just esmentats podria encara augmentar l'exactitud de les estimacions realitzades.

4. LA PREVISIÓ DE L'OLIVERA A LA D.O. LES GARRIGUES

4.1 Introducció

En el marc del Pla experimental anteriorment esmentat, es dugué a terme la instal·lació d'una EA destinada a la previsió de la producció d'oli a la DO les Garrigues (Esteban i Parra, 1986).

El nucli urbà de la Granadella va ser el punt escollit per a instal·lar a partir de l'any 1983 l'EA. La selecció es va realitzar seguint dos criteris. En primer lloc, al terme municipal de la Granadella s'hi concentren 2.157 ha d'olivera (*Cens Agrari...*, 1989), que representa la màxima densitat d'aquest conreu a la comarca de les Garrigues (figura 6). D'altra banda, el poble està situat en una elevació amb una bona exposició a totes les direccions de vent.

A partir de l'any 1995, s'instal·là una segona EA al municipi de Cervià (933 ha de superfície d'olivera) amb la finalitat de determinar l'homo-

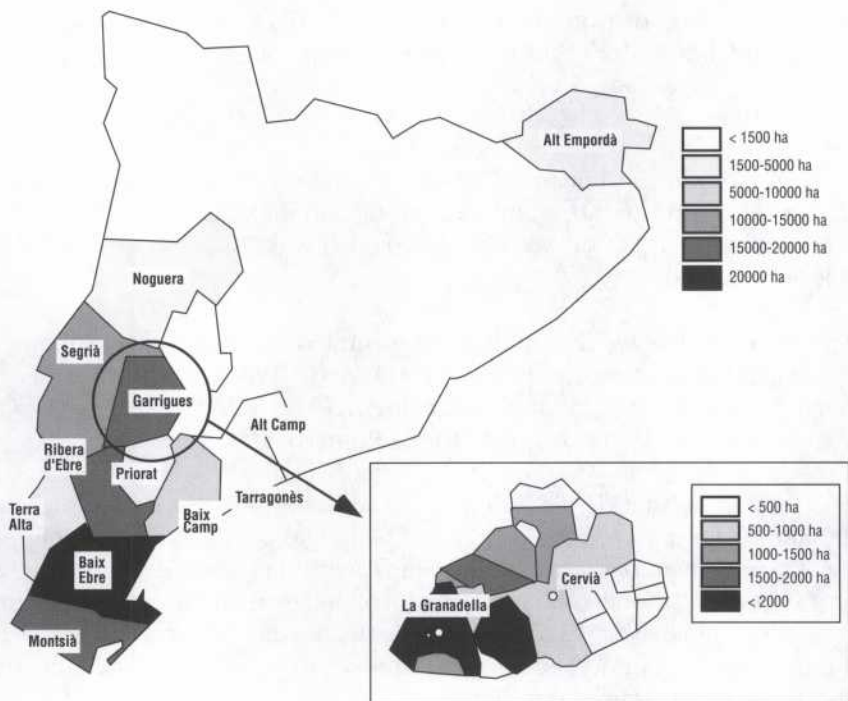


Figura 6. Distribució de la superfície de conreu de l'olivera a Catalunya i, en detall, a la comarca de les Garrigues. S'ha indicat la situació de les EA destinades a la previsió d'aquest conreu.

Figure 6. Olive culture distribution in Catalunya and les Garrigues area with the localization of the APS.

geneïtat de la fenologia floral i de les tendències de producció en aquesta comarca, i així poder ajustar la previsió a la totalitat de DO (figura 6).

4.2. El conreu de l'olivera a les Garrigues

A Catalunya existien, l'any 1984, un total de 126.657 ha d'olivera, de les quals 39.142 ha es trobaven a la demarcació de Lleida (*L'Agricultura...*, 1984). La superfície conreada a la comarca de les Garrigues era aquest mateix any de 19.622 ha, de les quals tan sols 113 ha es trobaven en règim de regadiu (*L'Agricultura...*, 1984) (figura 6).

Dades posteriors posen de manifest una reducció d'aquesta superfície. Així, l'any 1989 (*Cens agrari...*, 1989) s'indica l'existència de 17.139 ha a la comarca de les Garrigues, de les quals tan sols 96 ha estan irriga-

des. L'última dada disponible, referida a l'any 1993, indica una superfície comarcal de 17.092 ha (*Estadístiques agràries...*, 1993). No obstant això, està en curs d'elaboració un nou inventari agronòmic que pot modificar aquesta dada.

La producció mitjana d'olives a la DO les Garrigues és, per a la sèrie 1983-1994, de 16.201 t, amb una producció màxima de 35.721 t (1992) i una mínima de 1.337 t (1986) (taula III) (dades del Consell Regulador de DO les Garrigues).

Dins la DO les Garrigues es concentra la major part de la superfície olèicola lleidatana. Segons dades del MAPA de 1982, l'*Arbequina* és la varietat dominant, amb un 90 % de la superfície de la DO, essent la *Verdiell* la segona varietat en importància (Tous i Romero, 1993).

Des del punt de vista climàtic, el sector estudiat es caracteritza per un règim mediterrani sec (classificació de Papadakis), de caràcter continental. A l'estació meteorològica de la Granadella, una sèrie de dades de 27 anys (1954-1980) dona una precipitació mitjana anual de 421 mm i una temperatura mitjana de 12,6 °C. L'evapotranspiració ha estat calculada en 721 mm anuals, i el període de dèficit hídric s'estén des del mes de juliol fins al d'octubre (León Llamazares, 1989).

4.3. Algunes característiques biològiques de l'olivera

L'olivera (*Olea europaea L.*) és un arbre monoic amb inflorescències formant raïms que poden presentar de 4 a 6 ramificacions secundàries amb 10-40 flors. La pol·linització d'aquest taxó és de tipus anemòfil (Crossa-Raynaud, 1984). Moltes de les varietats d'olivera són autoincompatibles, constituint, però, l'*Arbequina* una excepció (Tous i Romero, 1993).

La producció de grans de pol·len és força elevada, oscil·lant, segons les varietats fins ara estudiades, entre els 2×10^6 i els 8×10^6 grans de pol·len/ inflorescència (Maamar, 1983; Abid, 1984).

4.4. Sèries de dades pol·líniques i de producció

La primera campanya a l'EA de la Granadella es dugué a terme durant l'any 1983. Fins a l'actualitat, es disposa ja d'una sèrie de 13 anys de captació pol·línica (1983-1995). Tanmateix, la sèrie presenta algunes discontinuïtats, no disposant de dades per als anys 1983, 1987 i 1991. La totalitat de campanyes disponibles és, doncs, de 10.

Les corbes elaborades evidencien que el període d'emissió pol·línica presenta notables diferències interanuals (figura 7). A grans trets, s'ob-

serva que l'emissió dels grans de pol·len s'inicià sempre amb posterioritat al 12 de maig. El període de màxima emissió pol·línica varia també substancialment, però en la gran majoria de casos, se situa entre els dies 22 de maig i 20 de juny. En tots els anys, l'emissió havia finalitzat el dia 25 de juny.

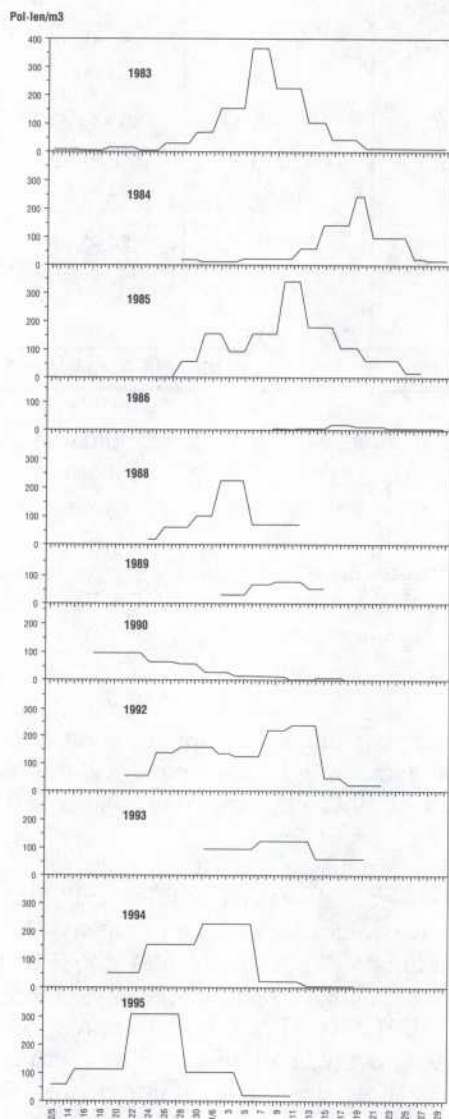


Figura 7. Corbes anuals de CPA d'olivera a l'EA de la Granadella, per a la sèrie 1984-1995.

Figure 7. Annual curves of the olive APC, in the APS of la Granadella, between 1983 and 1995.

Anys	CPA (Pol·len m ³)	Producció real (t closca)	Producció estimada (t closca)	Desviació producció estimada/ producció real (%)
1984	156,7	17.734	18.951,9	6,87
1985	222,3	20.978	27.302,6	30,15
1986	13	1.337	1.409,1	5,40
1988	131,7	14.880	15.806,93	6,23
1989	60,13	6.556	6.972,2	6,35
1990	88,13	12.778	10.392,2	-18,67
1992	203,8	35.721	24.935,0	-30,20
1993	89,6	12.849	10.573,3	-17,71
1994	144,9	13.813	17.464,5	26,44
DESVIACIÓ MITJANA				16,44 (± 8,22)

Taula III. Desviacions anuals i mitjana entre l'estimació aeropol·línica de collita i la producció real d'olives per a l'EA de la Granadella. Les estimacions s'han calculat amb l'equació de regressió ($R^2=0,95$) $\log y = 1,044 \log x + 1,986$.

Table III. Annual and mean deviations between olive airborne estimations and productions in the APS of la Granadella. The estimations have been calculated with the equation ($R^2=0,95$) $\log y = 1,044 \log x + 1,986$.

Un altre aspecte a tenir en compte és el fet que, entre els anys 1983 i 1992, l'exposició de filtres tingué una freqüència migsetmanal, mentre que a partir de la campanya 1992, els filtres han estat retirats setmanalment per problemes tècnics.

Per regla general, els valors pol·línics d'olivera que s'han d'usar en els càlculs de regressió corresponen a la mitjana dels tres filtres migsetmanals amb la màxima CPA, integrant així entre 10 i 11 dies. Aquestes dades han pogut ser calculades entre els anys 1983 i 1992. Ara bé, la disminució a partir de 1992 del nombre de filtres exposats, ens obliga a usar, entre 1992 i 1995, la mitjana dels dos filtres setmanals amb una major CPA, integrant així 14 dies i dos punts en lloc de tres. Com es veurà posteriorment, la desviació mitjana entre collita estimada i real tendeix a augmentar notablement ens els anys amb una menor freqüència d'exposició de filtres (taula III).

Les dades de producció utilitzades corresponen al pes total d'olives recollides a la demarcació de la DO les Garrigues.

El fet que fins al moment no es disposi de dades més detallades, a escala comarcal i municipal, havent-se d'usar valors que comprenen regions agronòmicament i climàtica diverses, pot ser una altra font d'error en l'estimació de collites.

4.5. Resultats: correlacions i desviacions

El conjunt de dades disponibles permet dur a terme un càlcul de regressió entre les dues variables ja descrites: el valor de la CPA durant el període de màxima floració (integrant entre 10 i 14 dies) i el de producció d'olives a la DO les Garrigues, per a una sèrie de 9 anys (taula III).

Seguint el raonament descrit en el cas de l'avellaner, s'utilitza també en aquest cas la regressió simple d'escala logarítmica (figura 8), obtenint els resultats següents:

$$\log y = 1,044 \log x + 1,986$$

$$R^2 = 0,95$$

$$\text{Desviació mitjana estimació/producció real} = \pm 8,22 \%$$

$$N = 9$$

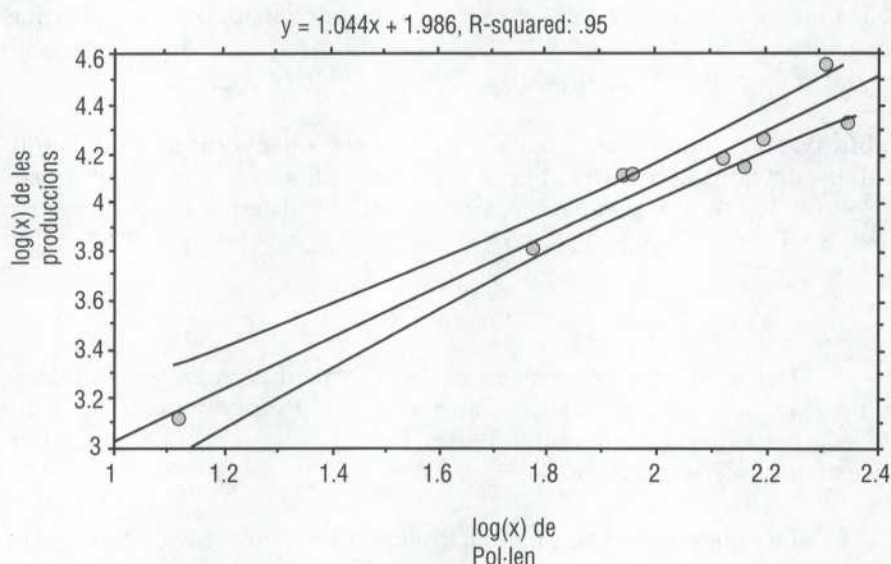


Figura 8. Recta de regressió entre els valors de CPA i de producció d'olives a l'EA de la Granadella.

Figure 8. Regression straight-line between APC and olive production values in the APS of La Granadella.

Excloent els valors màxims (campanyes 1985 i 1992), s'obté un $R^2 = 0,896$, amb una desviació mitjana entre estimació i producció real de $\pm 5,87$ % (taula iv). Cal assenyalar, però, que en aquest darrer càlcul s'ha exclòs la desviació corresponent a l'any 1986, on els baixíssims valors de CPA i de producció distorsionen la sèrie.

Anys	CPA (Pol·len m ³)	Producció real (t closca)	Producció estimada (t closca)	Desviació producció estimada/ producció real (%)
1984	156,7	17.734	17.499,1	-1,32
1986	13	1.337	2.655,9	98,64
1988	131,7	14.880	14.916,7	0,25
1989	60,13	6.556	7.524,1	14,77
1990	88,13	12.778	10.416,3	-18,48
1993	89,6	12.849	10.568,1	-17,75
1994	144,9	13.813	16.280,2	17,86
DESVIACIÓ MITJANA				11,74 ($\pm 5,87$)

Taula IV. Desviacions anuals i mitjana entre l'estimació aeropol·línica de collita i la producció real d'olives per a l'EA de la Granadella, un cop extrets els valors extrems (anys 1985 i 1992). Les estimacions s'han calculat amb l'equació de regressió ($R^2=0,896$) $y=103,293x + 1313,062$.

Table IV. Annual and mean deviations between olive airborne estimations and productions in the APS of la Granadella, without extreme values (years 1985 and 1992). The estimations have been calculated with the equation ($R^2=0,896$) $y=103,293x + 1313,062$.

Dels nou anys utilitzats en el primer càlcul de regressió (taula iii), en tres, la desviació entre collita estimada i real fou superior al 30 %; en dos anys, la desviació se situa entre el 10 % i el 25 %, i en els quatre restants, aquesta fou inferior al 10 %.

En aquesta sèrie no s'han inclòs les dades d'enguany (1995), per no estar finalitzada la campanya. Tanmateix, el valor de CPA obtingut (210 pol·len/m³) permet preveure un volum de collita de 25.724 ± 2.114 t d'olives, valor força proper a les estimacions realitzades pel sector.

En funció de les dades presentades es pot afirmar que el mètode d'estimació aeropol·línica és també vàlid per a aquest conreu.

Les causes de la desviació entre producció estimada i real cal cercar-les en els mateixos factors esmentats en tractar l'avellaner. Tanmateix, la desviació mitjana en l'olivera és sensiblement superior a l'enregistrada en l'avellaner, fet que es pot explicar per la major importància de tres dels factors limitants. En primer lloc, la major incertesa de les dades de producció en relació a la representativitat de l'EA. En segon lloc, els problemes derivats de la manca d'una exposició uniforme dels filtres. Finalment, el major pes dels factors postflorals, principalment del balanç hídric (dèficit hídric estival).

Pel que fa a això, i per tal de poder avaluar la importància del factor hídric en un context més general, cal fer esment d'altres treballs aeropol·línics referits a l'olivera. Amb aquesta finalitat, s'han seleccionat tres zones que presenten diferències pluviomètriques: Llenguadoc (França) (Cour i Van Campo, 1980; Abid, 1984), centre-nord de Portugal i Andalusia interior (*Projet...*, 1993).

Al Llenguadoc, es disposa d'una sèrie de dades de 9 anys, compresa entre 1973 i 1981. El coeficient de correlació és $R^2 = 0,774$, si bé la desviació mitjana entre estimació i producció real és inferior a la calculada a la Granadella ($\pm 5,66\%$ i $\pm 8,22\%$, respectivament) (taula v).

Anys	CPA (Pol·len m ³)	Producció real (t closca)	Producció estimada (t closca)	Desviació producció estimada/ producció real (%)
1973	36	2.365	2.442,7	3,29
1974	30	2.373	2.313,8	-2,49
1975	25	2.432	2.206,4	-9,28
1976	82	3.587	3.431,1	-4,34
1977	13,5	1.795	1.959,3	9,15
1978	52,5	2.270	2.797,3	23,23
1979	19	1.978	2.077,5	5,03
1980	33,6	2.818	2.391,2	-15,15
1981	19	1.600	2.077,5	29,84
DESVIACIÓ MITJANA				11,31 ($\pm 5,66$)

Taula V. Desviacions anuals i mitjana entre l'estimació aeropol·línica de collita i la producció real d'olives per a la regió del Llenguadoc (Cour i Villemur, 1985).

Table V. Annual and mean deviations between airborne estimations and olive productions in the Languedoc region (Cour i Villemur, 1985).

Al centre-nord de Portugal, en regions d'influència atlàntica, un conjunt d'estacions incloses en el programa MARS mostren l'existència d'una molt bona correlació entre CPA i producció d'oli per a una sèrie de 5 anys (1990-1994) (*Projet...*, 1994).

D'altra banda, a la zona interior d'Andalusia i en el marc del mateix projecte, les dades disponibles evidencien una manca de correlació entre ambdues variables (*Projet...*, 1994).

Posant en relació aquestes constatacions amb les característiques agroclimàtiques de les àrees considerades, observem que el factor hídric és determinant en la fiabilitat de l'estimació aeropol·línica. Així, a mesura que s'intensifica el dèficit hídric estival, major és la importància dels factors postflorals, augmenta per tant la desviació entre collita potencial i real. S'estableix, doncs, un diferencial hídric, en què el pes del factor pol·línica disminuirà a mesura que ho faci el total de precipitacions o aquestes siguin més irregulars.

Així, a les zones més seques, com l'Andalusia interior, els valors de CPA serveixen tan sols com a indicadors de la fertilitat i potencialitat inicial de la collita. En vista a la realització de previsions de collita en aquestes àrees, serà doncs necessari definir models agroclimàtics en què la ponderació del factor hídric tingui un fort pes.

En conclusió, a les Garrigues, la millora de l'estimació aeropol·línica passa necessàriament per la presa en consideració dels factors postflorals, principalment del dèficit hídric estival. Pel que fa a això, l'aplicació de models agrometeorològics, actualment en desenvolupament en àrees més seques de la península Ibèrica, farà possible assolir una major fiabilitat en les previsions.

5. CONCLUSIONS

En aquest article s'han presentat els resultats de la previsió aeropol·línica de collites aplicada als conreus de l'avellaner (camp de Tarragona) i l'olivera (DO les Garrigues) entre els anys 1983 i 1995.

En l'estimació de l'avellana s'ha obtingut un coeficient de correlació entre CPA i producció d' $R^2 = 0,959$, i una desviació mitjana entre previsió i producció real de $\pm 3,15$ %. Per al conreu de l'oliva, el coeficient ha estat d' $R^2 = 0,95$, i la desviació mitjana, de $\pm 8,22$ %.

D'aquestes dades es desprèn l'elevada fiabilitat del mètode aeropol·línica d'estimació en els conreus esmentats, si bé s'observa una menor desviació en la previsió de l'avellana.

Per a aquest conreu, les causes principals de la desviació poden atribuir-se en major grau a problemes en l'obtenció dels valors de producció (aforaments, factors econòmics, etc.) que no pas als factors postflorals. Aquest fet s'explica per, d'una banda, l'existència d'una notable superfície irrigada al camp de Tarragona que mitiga l'impacte del període sec estival i, de l'altra, per les característiques pròpies del cicle fenològic i vegetatiu de l'espècie que atorguen un paper determinant a la pol·linització.

Respecte a l'olivera, el pes dels factors postflorals en la producció final és més decisiu que en el cas de l'avellaner, principalment a causa del dèficit hídric estival. Atès que actualment la zona irrigada de les Garrigues és molt reduïda, per tal d'ajustar la previsió inicial en aquesta comarca caldrà efectuar correccions posteriors basades en models agroclimàtics actualment en curs de desenvolupament.

AGRAÏMENTS

Volem expressar, en primer lloc, el nostre agraïment a les persones que fan possible el funcionament de les estacions aeropol·líniques: J. A. Ruiz Birlanga, J. M. Joana, A. B. Iglesias, J. Nogués, J. A. Marco i M. Santhilari.

Agrair també a les persones i institucions que ens han permès disposar de les dades estadístiques de producció, indispensables per a realitzar aquest estudi: G. Rincón, Serveis Territorials d'Estadística de Tarragona i J. Boixadera.

A J. Tous i M. Rovira, pel seu assessorament sobre diversos aspectes referits al conreu de l'avellana.

BIBLIOGRAFIA

- ABID, A. *Contribution à l'étude de la pollinisation de l'olivier (Olea europaea L.)*. Montpellier: DEA Agronomie USTL-ENSA, 1984. [Inèdit].
- BESSELAT, B. «Prévision precoce de récolte: bilan et perspectives d'emploi d'un nouvel outil basé sur l'analyse pollinique de l'atmosphère». *Office International de la Vigne et du Vin, 74 Assem. Générale, Economie Vitivinicole*, **3**. [Paris] (juny 1994), 3: p. 1-11.
- BESSELAT, B. i COUR, P. «La prévision de la production viticole à l'aide de la technique de dosage pollinique de l'atmosphère». *Bulletin O.I.V.*, **715-716**, (1990), p. 721-740.
- BESSELAT, B. i COUR, P. (1994). «Prévision precoce de récolte: bilan et perspectives d'emploi d'un nouvel outil basé sur l'analyse pollinique de l'atmosphère». *Colloque FAO/CEE, Yield forecast and estimations*, [Villefranche sur Mer], 24-27 (desembre 1994). [En premsal].
Cens Agrari 1989. Les Garrigues (1989). Monografies comarcals. Institut d'Estadística de Catalunya.
- COUR, P. «Nouvelles techniques de détection des flux et retombées polliniques. Etude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol». *Pollen et Spores*, **16(1)**: (1974), p. 103-141.
- COUR, P.; VAN CAMPO, M. «Prévisions de récoltes à partir de l'analyse du contenu pollinique de l'atmosphère». *C.R. Acad. Sc. Paris* (Sér. D), **209**: (1980), p. 1043-1046.
- CROSSA-RAYNAUD, P. «Quelques productions fruitières dépendant d'une pollinisation anémogame: noyer, noisetier, olivier, palmier-dattier, pistachier». A: PESSON, P. LOUVEAUX, J. (ed.). *Pollinisation et productions végétales*. Paris: INRA, (1984), p. 163-180.
- DAVIES, R. R.; SMITH, L. P. «Forecasting the start and severity of the hay fever season». *Clin. Allergy*, **3**: (1973), p. 263-267.
- DIMOULAS, J. *Estude des divers aspects de la reproduction sexuée chez le Noisetier (Corylus avellana L.)*. Thèse Doc-Ing. Univ. Bourdeaux II, 1979 [Inèdita].
Estadístiques agràries i Pesqueres de Catalunya. Gabinet Tècnic, Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, Generalitat de Catalunya, 1993.
- ESTEBAN AMAT, A.; PARRA VERGARA, I. «Previsió de collites d'oliva basada en el contingut de fluxos pol·línics atmosfèrics». A: *L'Oliviera. Sessions tècniques*. Obra agrícola de la Caixa de Pensions, 41-43 (1986).
- GERMAIN, E. The reproduction of hazelnut (*Corylus avellana* L.): a review. *II International Congress of Hazelnut (ISHS)*, [Toríno], (setembre 1992).
- HIRST, J. M. «An automatic volumetric spore trap». *Annals. Appl. Biol.*, **39**: (1952), p. 181-185.
- HYDE, J. M. «Studies in atmospheric pollen V. A daily census of pollen at Cardiff for the six years 1943-48». *New. Phytol.*, **51**: (1952), p. 281-293.

- HYDE, H. A. «Pollen-fall as a means of seed prediction in certain trees». *Grana Palynologica*, **4**: (1963), p. 217-230.
L'agricultura a les comarques de Catalunya. Superfícies i produccions 1984. Institut Català del Crèdit Agrari. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya, 1984.
- LEÓN LLAMAZARES, A. *Caracterización agroclimática de la provincia de Lérida*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 1989.
- LLETJÓS, R. Ll. «La previsión de cosechas». *Revista de fruticultura*, **II (3)**: (1987), p. 23-29.
- LLETJÓS, R. Ll.; BARTROLÍ, R.; ESTEBAN, A.; RIERA, S. «Forecasting hazelnut (*Corylus avellana* L.) crop production based on monitoring airborne pollen concentration». *IV International Symposium on Fruit, Nut and Vegetable Production Engineering*. [València; Saragossa], (març 1993). [Actes en premsa].
- LÓPEZ BONILLO, D. *Los climas de Tarragona y sus repercusiones agrícolas*. Publicacions de la Diputació de Tarragona, 1988.
- MAAMAR, M. M. (1983). *Contribution à l'étude de la pollinisation de l'olivier (*Olea europaea* L.). Capacité de production pollinique des cultivars et abondance du pollen dans l'atmosphère du verger*. Thèse Doct. Montpellier: [Inèdit]. Ingénieur USTL-ENSA.
- MICHEL, F. B.; SEIGNALET, CH.; COUR, P. «Contribution palynologique, allergologique, météorologique et climatologique de l'étude des flux polliniques entre la Scandinavie et l'Afrique du Nord. Premiers résultats». A: *Pollinoses*, Fisons ed., (1979), p. 159-181.
- PINTO DA SILVA, Q. G. «The incidence of Olea-pollen in Portugal in five consecutive years». *Acta Allegologica*, **15**: (1960), p. 107-112.
Rapport final, Phase II (année 93). Contrat d'étude 4922-92-08 ED ISP F. Projet Prévision de Recolte. Cemagref, CNRS. [Inèdit].
- RIERA MORA, S. «Estimación de cosechas en cultivos leñosos a partir del contenido polínico de la atmósfera». *Fruticultura Profesional*, **68**: (1955), p. 17-29.
- SOLOMON, A. M. «Predictive models for airborne pollen concentrations: uncertainties in pollen production estimates». *US/IBP Aerobiology Program, Ann. Arbor, Handbook 3*: (1973), p. 99-116.
- SARVAS, R. «Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris*». *Comm. Inst. Forest. Fenn.*, **53 (4)**: (1962), p. 1-198.
- SARVAS, R. «Investigations on the flowering and seed crop of *Picea abies*». *Comm. Inst. Forest. Fenn.*, **67 (5)**: (1968), p. 1-84.
- TASIAS, J. *El avellano en la provincia de Tarragona*. Publicacions de la Diputació de Tarragona, 1975.
- TOUS, J.; ROMERO, A. *Varietades del olivo*. Fundació La Caixa, 1993.
- TOUS, J.; ROVIRA, M.; PLANA, J. «El cultivo del avellano». *Fruticultura Profesional*, **11**: (1987), p. 115-123.