

El clima i la producció d'olives a la Catalunya seca: el cas de Cabacés (el Priorat)¹

Joan A. López-Bustins

Grup de Climatologia. Universitat de Barcelona
jlopezbustins@ub.edu

Eduard Pla

Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF)
eduard.pla@uab.cat

Diana Pascual

Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF)
d.pascual@creaf.uab.cat

Javier Retana

Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF)
javier.retana@uab.cat

Robert Savé

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA)
robert.save@irta.cat

Resum

En un context de canvi climàtic cal estudiar les vulnerabilitats del territori a escala local. En aquest treball s'analitza la producció d'oli de qualitat en un indret de la Catalunya seca, Cabacés (el Priorat), i es posa en relació amb la variabilitat climàtica. Els re-

1. Els autors volen manifestar el seu agraïment al projecte ACCUA (Adaptacions al Canvi Climàtic en l'Ús de l'Aigua), el qual va ser finançat per la Fundació Obra Social-CatalunyaCaixa, al vicepresident de la comunitat de regants del pantà de Margalef, Sr. Francisco Prats, per la cessió de dades de producció d'olives i oli de la cooperativa agrícola de Cabacés, al DAAM (Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya) per la disponibilitat de dades de producció agrícola del Priorat, a l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET) i al Dr. José Carlos González Hidalgo, de la Universitat de Saragossa, per la cessió de sèries climàtiques. El coautor J.A. López-Bustins és membre del Grup de Climatologia (grup de recerca consolidat de la Generalitat de Catalunya, 2009 SGR 443).

sultats mostren que el clima té una influència important en la producció d'olives, sobretot les temperatures màximes del mes d'abril i les precipitacions del mes més sec, juliol. S'obté un model de regressió múltiple a partir d'aquestes dues variables climàtiques més influents en la producció. No obstant això, els valors del model s'allunyen dels reals a partir de l'any 2003 a causa d'un creixement molt elevat de la producció per l'extensió del reg de suport. Les futures vulnerabilitats no només depenen del canvi climàtic, sinó dels efectes del canvi global, fenomen que també engloba tots aquells canvis en els usos, hàbits i consums del territori.

Paraules clau: canvi climàtic, Priorat, oliveres, producció agrícola, sèries climàtiques.

Resumen: *El clima y la producción de aceitunas en la Cataluña seca: el caso de Cabacés (Priorat)*

En un contexto de cambio climático es necesario estudiar las vulnerabilidades del territorio a escala local. Este trabajo analiza la producción de aceite de calidad en una localidad de la Cataluña seca, Cabacés (Priorat), en relación con la variabilidad climática. Los resultados muestran que el clima tiene una influencia importante en la producción de aceitunas, sobre todo las temperaturas máximas de abril y las precipitaciones del mes más seco, julio. Se obtiene un modelo de regresión múltiple a partir de estas dos variables climáticas más influyentes en la producción. No obstante, los valores del modelo se alejan de los reales a partir de 2003 debido al importante aumento de la producción por la extensión del riego de soporte. Las futuras vulnerabilidades no dependen solamente del cambio climático, sino de los efectos del cambio global, fenómeno que también incluye todos aquellos cambios en los usos, hábitos y consumos del territorio.

Palabras clave: Cambio climático, Priorat, olivos, producción agrícola, series climáticas.

Abstract: *Climate and olive production in dry regions of Catalonia: the case study of Cabacés (Priorat)*

In the current context of climate change, proper studies of regional and local vulnerabilities are required. This study analyses the relationship between the high quality olive production in a municipality of southern Catalonia, Cabacés (Priorat), and climate variability. Results show the climate effects –maximum temperature in April, and rainfall in July– on olive production. Nevertheless, irrigation caused a high increase in olive production along the last decade. This fact leads to a disagreement in the multiple regressions, modelled by the climatic variables above-mentioned, after 2002. Thus, to define future vulnerabilities must be taken the global change into account, which considers climate change and other changes in land and water uses.

Keywords: Climate change, Priorat, olive trees, crop production, climatic series.

* * *

1. Introducció

En l'actualitat, els estudis sobre els impactes del canvi climàtic en el territori són d'importància prioritària, sobretot a escala local, on la incertesa del grau d'afectació és força elevada. La conca mediterrània serà molt probablement

una de les regions del planeta més afectades pel canvi climàtic, tant per un augment significatiu de les temperatures com per una reducció de les precipitacions (Christensen *et al.*, 2007). Les onades de calor podrien esdevenir més freqüents i la precipitació esdevenir encara més escassa a l'estiu (Beniston *et al.*, 2007; Heinrich i Gobiet, 2012).

La vulnerabilitat del territori ocupat per l'home davant el canvi climàtic es pot estudiar des de diferents vessants: social (migracions poblacionals), econòmic (pèrdua de territori urbà, agrícola o forestal i abandonament d'infraestructures), sanitari (afectacions a les condicions de salut humana), ambiental (canvis en la biogeografia i usos del sòl), etc. (Ribas *et al.*, 2010). Un dels components econòmics importants que cal considerar en aquesta avaluació és la sensibilitat de l'agricultura. A nivell internacional s'han estudiat les greus conseqüències en l'agricultura que poden produir condicions climàtiques de sequera com les que es preveuen en el futur per a la Mediterrània (Austin *et al.*, 1998; Earl i Davis, 2003; Parry *et al.*, 2005; Aggarwal, 2008). En aquesta regió, la trilogia blat-oli-vinya, que són els conreus tradicionals i bàsics de la població mediterrània, es pot veure afectada, en certa mesura, a escala local. A Catalunya, alguns estudis sobre les afectacions del canvi climàtic en la vinya i les mesures d'adaptació ja s'han dut a terme (Nadal *et al.*, 2008; Herralde *et al.*, 2012) i empreses catalanes vitivinícoles han començat a fer els seus propis estudis. No obstant això, no s'han trobat estudis concrets sobre la resposta de l'olivera a Catalunya davant el canvi climàtic i les possibles conseqüències d'aquestes noves condicions climàtiques en aquest cultiu.

En aquest treball es proposa l'estudi del cultiu tradicional d'olivera i la seva relació amb el canvi climàtic. Cal centrar l'estudi en l'anàlisi de la influència del clima en la producció d'olives per poder valorar la susceptibilitat del cultiu al canvi de les condicions climàtiques. L'objectiu d'aquest estudi és, doncs, descriure quina influència pot tenir el clima en la producció d'olives a escala local en una regió mediterrània subàrida com és la Catalunya seca. La Catalunya seca comprèn bona part de les terres de la Depressió Central i de Tarragona, on les precipitacions no arriben als 700 mm anuals de mitjana (Carreras, 1996). La primera aproximació en aquest tipus de treballs se centra en la recopilació de dades històriques disponibles de producció agrícola i de clima per detectar aquelles variables climàtiques que han modulats en el passat recent de forma més significativa els cicles vegetatius dels cultius.

2. Àrea d'estudi i dades

L'àrea d'estudi és Cabacés (el Priorat) (fig. 1), una localitat situada al sud de Catalunya i dins la conca del riu Siurana, on es produeix oli de la Denominació d'Origen Protegida Siurana (DOP Siurana). Cal destacar la impor-

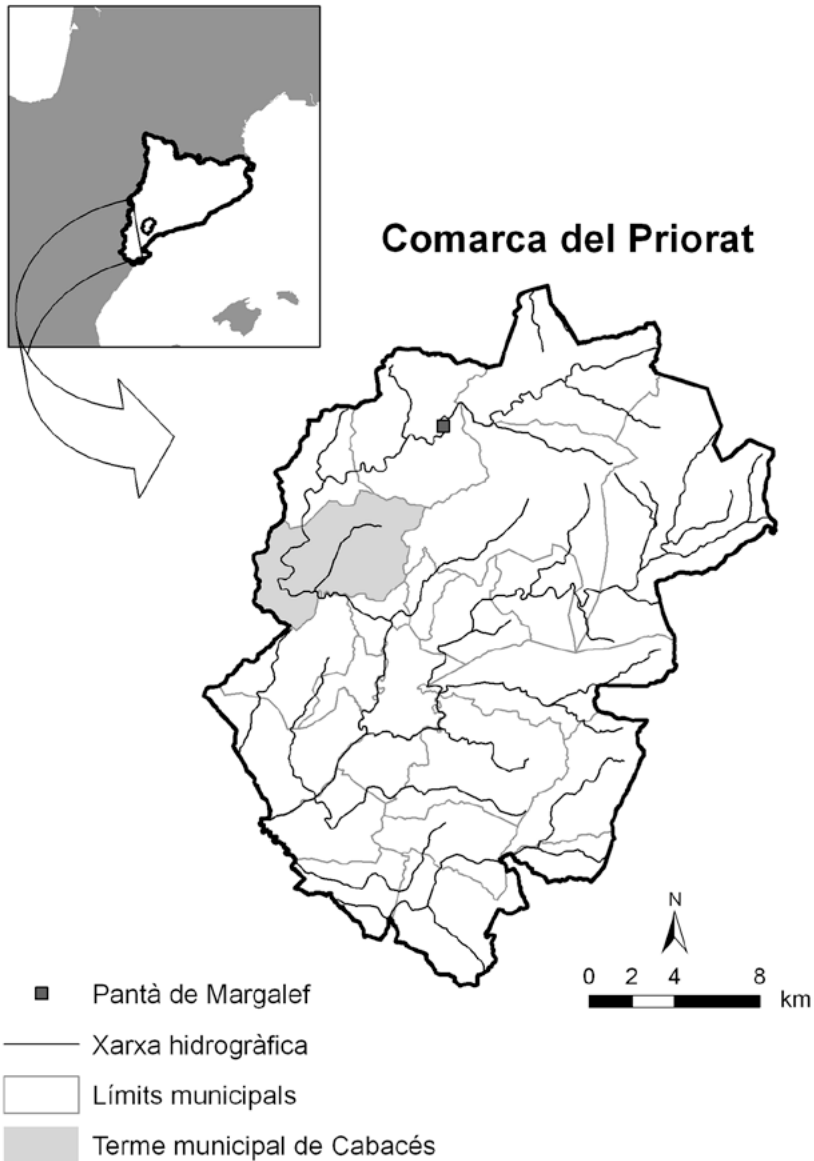
tància de l'olivera en l'economia local d'aquesta part de la comarca del Priorat. La varietat d'olivera (*Olea europaea*) de la DOP Siurana és l'arbequina i aquesta es caracteritza per ser poc anyívola, és a dir, per tenir poca variabilitat interanual en la producció d'olives en condicions naturals estables. Aquesta varietat és adequada per permetre un estudi de la influència del clima perquè la seva producció acostuma a ser similar any rere any de forma natural, i les variacions importants que es puguin donar en la seva producció estan directament vinculades a factors externs a la planta com és el clima. A més, a Cabacés, l'olivera arbequina ha patit molt poques plagues, com la mosca o l'ull de gall. L'espècie té dos moments crítics al llarg de l'any en què les condicions climàtiques han de ser favorables per obtenir una bona producció d'olives: una és a l'abril-juny, que és el moment de la floració; i l'altra al setembre-octubre, que és quan es forma el pinyol de l'oliva. Al mes de novembre és quan té lloc la collita.

L'any 1995 es construí el pantà de Margalef al riu Montsant (fig. 1), afluent del riu Siurana, amb una capacitat força reduïda (2,98 hm³), que ha permès donar reg de suport a la majoria de les explotacions d'oliveres de Cabacés a partir dels primers anys del segle XXI. Per tant, l'aigua hauria d'haver deixat de ser un factor limitant de la producció d'olives, i el factor climàtic condicionant més important en l'olivera actualment hauria de ser la temperatura, tot i que cal tenir en compte altres factors no climàtics com els decrets de sequera —aquest fou el cas de l'any 2005— que poden donar lloc a restriccions de reg.

Es disposa d'unes dades molt precises de la cooperativa agrícola de Cabacés sobre la producció d'olives en kg des de 1970 fins a 2007. També es disposa de dades de producció d'oli, també en kg, però només des de 1980. Les produccions corresponen únicament a terres del municipi de Cabacés perquè les poblacions veïnes de la Bisbal de Falset, Margalef i la Figuera ja tenen les seves pròpies cooperatives. Aquests municipis del nord-oest del Priorat es distingeixen per haver-se especialitzat en la producció d'oli en detriment de la vinya i l'ametller. La davallada de la viticultura a mitjans segle XX fou la principal causa del declivi demogràfic en aquests municipis (Biete, 1991). L'any 1941 la cooperativa de Cabacés registrà 200 ha d'oliveres, 90 ha de vinya i 50 ha d'ametllers. Al 2008 aquesta cooperativa va comptabilitzar gairebé 500 ha d'oliveres a causa de la conversió dels altres dos cultius i l'aparició de nous camps de conreu per desforestació al llarg de les darreres dècades.

Les dades de precipitació disponibles de Cabacés són, des de 1970 fins a 2000, de la base de dades MOPREDAMES (González-Hidalgo *et al.*, 2009), i de 2001 a 2007 de l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET). Segons el test d'homogeneïtat absoluta *von Neumann* aplicat a les sèries pluviomètriques utilitzant el programa *AnClim* (Stepanek, 2007), no es detectaren inhomogeneïtats en ajuntar les dades d'ambdues fonts. Les dades de tempera-

Figura 1. Localització de l'àrea d'estudi



tura són, des de 1971 fins a 2007, de l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET), i es compta amb valors de temperatura màxima ($T_{m\grave{a}x}$), temperatura mínima ($T_{m\grave{i}n}$) i, en conseqüència, temperatura mitjana (T_{mit}). Aquestes sèries climàtiques tenen resolució mensual, però també es disposa de les dades diàries per detectar algun episodi excepcional. Només hi ha un buit de dades en les sèries de temperatura al mes de maig de 1993.

D'aquestes sèries climàtiques, deduïm que Cabacés té un clima mediterrani continental amb una precipitació mitjana de 510 mm, pròpia de la Catalunya seca, una T_{mit} pròpia d'un àmbit mediterrani (14,8°C) i una amplitud tèrmica mitjana anual força elevada, de 18,8°C, que delata la seva localització resguardada de la influència marina.

3. Mètodes

Per deduir, de forma directa, una primera influència climàtica sobre la producció d'olives i oli a Cabacés es van calcular els coeficients de correlació de Pearson entre les dades de producció i les sèries climàtiques. Una elevada correlació positiva és indicativa d'una relació directament proporcional entre la variable climàtica i la producció d'olives i oli, i viceversa. S'estableix el llindar estadístic 95% del nivell de confiança per deduir-ne la significació.

L'aplicació d'una anàlisi de components principals (ACP), tècnica estadística multivariant àmpliament usada amb el propòsit de reduir o agrupar variables, a les variables climàtiques juntament amb la producció d'olives, ens va permetre corroborar la selecció d'aquelles variables com a les més influents en les produccions. La matriu de partida va ser de tipus espacial (*S-mode*) on les variables d'entrada o origen, les sèries climàtiques i la producció d'olives, es van situar a les columnes i l'eix temporal, els anys del període 1970-2007, foren els casos i es col·locaren a les files. Es va extreure un nombre determinat de components principals (CP) a partir d'una matriu de correlacions i una rotació *Varimax*. Aquesta rotació simplifica la discriminació de les variables assignades a cada CP, és a dir, es minimitza el nombre de variables que saturen cada CP i la dependència entre els CP continua essent nul·la (Richman, 1986). Un dels resultats de sortida són les càrregues factorials o coeficients de correlació entre cada una de les variables d'entrada i cada un dels CP, que permeten el procés d'agrupament de variables. Aquelles variables climàtiques que quedaren agrupades amb la producció d'olives eren les que tenien un comportament més similar al patró temporal de la collita d'olives. En aquesta anàlisi no es va contemplar la producció d'oli per disposar d'un nombre força menor d'anys amb dades.

Un cop es va deduir i seleccionar quines eren les variables climàtiques més influents en la producció d'olives a partir de les anàlisis estadístiques anteriors, es va procedir a calcular un model de regressió múltiple a partir d'aquestes variables seleccionades. El càlcul del model de regressió múltiple tenia per objectiu explicar la variabilitat de la producció d'olives mitjançant el conjunt de les variables climàtiques seleccionades, no cadascuna individualment.

4. Resultats

4.1. Correlacions entre les variables de producció i les variables climàtiques

La primera anàlisi fou calcular els coeficients de correlació de Pearson entre la sèrie de producció d'olives i oli i algunes variables climàtiques com la precipitació, les Tmàx, les Tmín i les Tmit. Les correlacions es calcularen per mesos (de gener a desembre), estacions (primavera, estiu, tardor i hivern) i anualment. Quant a la precipitació, és al mes més eixut, juliol (mitjana de 10,9 mm), quan hi ha una influència significativa (taula 1a). Aquells anys en què els mesos de juliol són relativament humits la producció augmentaria notablement. L'hivern és la segona estació més seca després de l'estiu a Cabacés i també té una certa correlació positiva amb la producció d'olives, tot i que la collita d'olives, que es realitza al novembre, té lloc gairebé un any més tard. Aquests resultats es corroboraren amb els obtinguts en la producció d'oli (taula 1b).

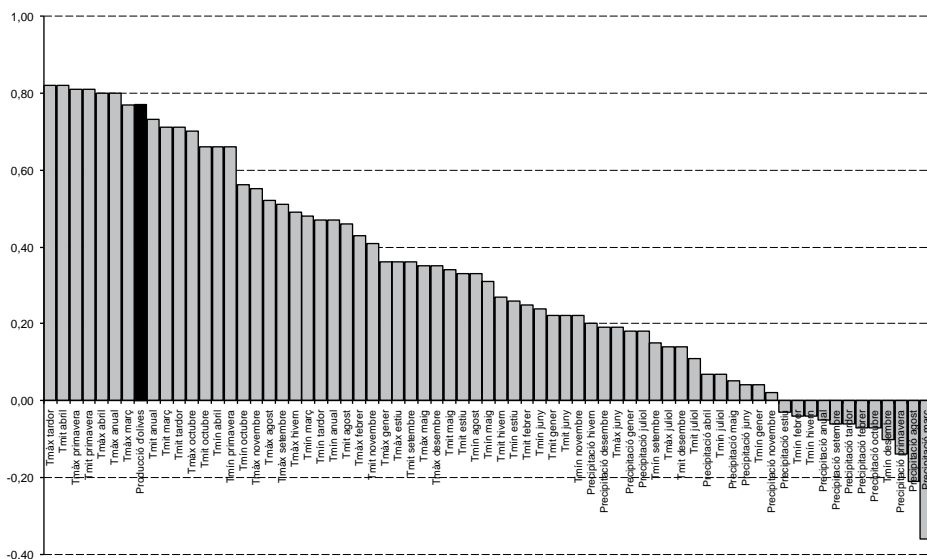
Mentre en la precipitació es detectà una certa relació directament proporcional amb la producció d'olives i oli en les estacions més freda i càlida, en les temperatures fou en les estacions de transició, primavera i tardor. Les temperatures dels mesos d'abril i octubre són les que es correlacionaren més satisfactòriament i positiva, tant amb la producció d'olives com d'oli, sobretot al mes d'abril segons les Tmàx. Anualment hi ha una correlació positiva i significativa entre les produccions d'olives i oli i les Tmàx i les Tmit. En general hi ha una dèbil dependència natural entre les Tmín i les produccions.

Taula 1. Coeficients de correlació de Pearson entre (a) la sèrie de producció d'olives i (b) la producció d'oli, i la precipitació, les temperatures mínimes (Tmín), les temperatures màximes (Tmàx) i les temperatures mitjanes (Tmit) a resolució mensual, estacional i anual a Cabacés. Els coeficients significatius al 95% del nivell de confiança es mostren en negreta. Les dades de producció d'olives corresponen al període 1970-2007 i les de producció d'oli al període 1980-2007

(a) Producció d'olives																	
	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	P	E	T	H	A
Precipitació	0,18	0,19	-0,07	-0,06	0,18	-0,04	0,43	0,03	-0,01	-0,10	-0,07	0,22	0,05	0,07	-0,10	0,30	0,06
Tmín	0,11	-0,10	0,13	0,47	0,09	0,23	0,09	0,23	-0,03	0,34	0,08	0,00	0,37	0,23	0,20	0,02	0,23
Tmàx	0,40	0,20	0,30	0,70	0,23	0,22	0,16	0,39	0,32	0,47	0,34	0,32	0,58	0,32	0,53	0,39	0,56
Tmit	0,28	0,07	0,24	0,67	0,17	0,23	0,13	0,33	0,17	0,43	0,22	0,17	0,53	0,29	0,41	0,24	0,47

(b) Producció d'oli																	
	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	P	E	T	H	A
Precipitació	0,31	0,09	-0,02	0,01	0,16	-0,05	0,54	0,08	-0,10	-0,22	-0,18	0,37	0,09	0,12	-0,27	0,42	0,07
Tmín	0,12	-0,17	-0,02	0,45	0,08	0,25	-0,04	0,14	-0,16	0,37	-0,14	0,00	0,34	0,18	0,02	-0,01	0,10
Tmàx	0,39	0,17	0,22	0,68	0,26	0,26	0,06	0,37	0,30	0,49	0,22	0,30	0,57	0,32	0,54	0,36	0,58
Tmit	0,28	0,03	0,13	0,66	0,19	0,26	0,01	0,29	0,08	0,46	0,03	0,16	0,54	0,28	0,35	0,22	0,51

Figura 2. Variables d'origen de l'anàlisi de components principals (ACP) derivades de les variables climàtiques de precipitació, Tmàx, Tmín i Tmit per mesos, estacionalment i anualment, i de producció d'olives, per al període d'estudi 1970-2007, ordenades de major a menor quant als coeficients de correlació obtinguts amb el primer CP a la matriu de components rotades

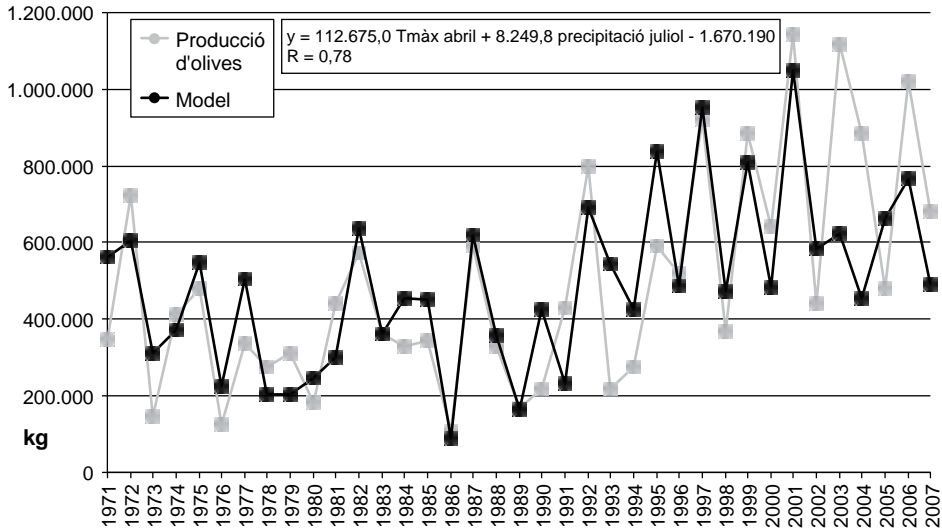


4.2. Efecte conjunt de les variables climàtiques sobre la producció d'olives

Per complementar l'anàlisi de correlacions es va portar a terme una ACP de totes les variables climàtiques (precipitació, Tmàx, Tmín i Tmit) per mesos, estacionalment i anualment, i de la producció d'olives, per al període 1970-2007. Es van extreure 7 components principals (CP) que explicaven el 75% de la variància i eren 7 noves variables que s'assimilaven en menor o major grau a les variables d'entrada. Vam centrar només l'atenció en el primer CP perquè la producció d'olives hi tenia la seva contribució més destacada. La variable producció d'olives obtingué la càrrega factorial més elevada (0,77) amb aquest primer CP, i amb la resta de CP obtingué càrregues inferiors a /0,30/. Les altres variables d'entrada que es correlacionaven més significativament amb aquest primer CP eren les Tmàx de primavera, sobretot el mes d'abril, i la tardor, sobretot el mes d'octubre (fig. 2). Es detectà, com en l'anàlisi anterior de correlacions, una influència destacada de les Tmàx dels mesos d'abril i octubre en la producció d'olives. Les Tmín no es correlacionaven per sobre de /0,75/ amb aquest primer CP. Cap variable derivada de la precipitació va contribuir significativament amb el primer CP.

Tenint en compte els resultats obtinguts en l'anàlisi de correlacions i l'ACP, es podria concloure que la bona producció d'olives i oli depèn de les Tmàx

Figura 3. Evolució temporal de la producció real d'olives i la nova variable modelitzada segons les Tmàx d'abril i la precipitació del mes de juliol a Cabacés durant el període 1971-2007



de dos mesos de transició entre l'estació freda i càlida, abril i octubre, i en menor grau, de l'estrès hídric al moment més sec i càlid de l'any, el juliol. Per tant, es va assajar una regressió múltiple per analitzar la dependència entre la producció d'olives i aquestes variables climàtiques: les Tmàx d'abril, les Tmàx d'octubre i la precipitació de juliol. A la figura 3 es pot comprovar com el model s'ajusta satisfactòriament als canvis de la producció d'olives, obtenint un coeficient de correlació ($R=0,78$) entre ambdues variables –la producció real d'olives i la nova variable del model– superior al 99,9% del nivell de confiança. L'estadístic R-quadrat indica que el model explica un 60,8% ($R^2=0,608$) de la variabilitat de la producció d'olives. El programa estadístic emprat, *Statgraphics* (<http://www.statgraphics.com/>) va simplificar el model eliminant la variable Tmàx d'octubre en no millorar significativament la predicció de producció d'olives.

En relació amb les tendències recents de les variables climàtiques més influents en la producció d'olives, les Tmàx d'abril i la precipitació de juliol, es va detectar que la precipitació del mes de juliol ha davallat només 1 mm per dècada al llarg del període 1970-2007. Els mesos de juliol més secs van tenir lloc a finals dels anys 80, a principis dels anys 90 i en els darrers anys. En canvi, les Tmàx d'abril han augmentant significativament, sobretot des de finals dels anys 80, de l'ordre de gairebé un 1°C per dècada.²

2. Aquest increment de gairebé d'1°C per dècada de les Tmàx d'abril pot estar lleugerament sobreestimat per alguna petita falta d'homogeneïtat que s'ha detectat a posteriori a principis dels anys 90 en la sèrie de la temperatura mitjana anual de Cabacés.

5. Discussió i conclusions

La variable ambiental més influent en la producció d'olives i oli és la T_{màx} primaveral, sobretot la del mes d'abril. També ho són les T_{màx} de la tardor i la precipitació del mes de juliol. L'anàlisi multivariant ha demostrat una major afinitat de les variables derivades de la temperatura, que no pas de la precipitació, per explicar les produccions de les oliveres. La influència de la temperatura i la precipitació en la producció d'olives i oli té lloc en diferents moments de l'any. En el cas de la temperatura és en les estacions de primavera i tardor, que coincideixen amb la floració i la formació del pinyol de les olives, respectivament, i en el cas de la precipitació, l'estiu i, en menor grau, l'hivern. El moment de la floració de l'olivera a la primavera és clau per relacionar-ho amb les temperatures màximes d'abril, ja que l'arbequina és una varietat d'olivera que es caracteritza per no ser gaire anyívola. No obstant això, pot haver-hi una petita part de la variabilitat de la producció que pot estar condicionada per aquest mecanisme fisiològic.

El model de regressió múltiple, com a anàlisi determinística a partir de les T_{màx} d'abril i la precipitació del mes de juliol, explica gairebé el 61% de la variabilitat de la producció real d'olives. El reg de suport, juntament amb la conversió d'altres cultius com la vinya o els ametllers, han incrementat la superfície de conreu de l'olivera i el seu rendiment per hectàrea a Cabacés al llarg de la darrera dècada, independentment de l'evolució de les variables climàtiques. Això no obstant, en el conjunt de la comarca del Priorat, des de 1995 l'increment de la superfície destinada a l'explotació de l'olivera ha estat força moderat si es compara amb l'augment sobtat al 2001 de l'extensió del reg de suport de l'olivera (fig. 4). Aquesta expansió del reg de suport a la comarca del Priorat a principis del present segle podria explicar per què el model s'allunya dels valors reals a partir de 2003; no obstant això, l'àrea irrigada al Priorat s'ha estabilitzat en els darrers anys.

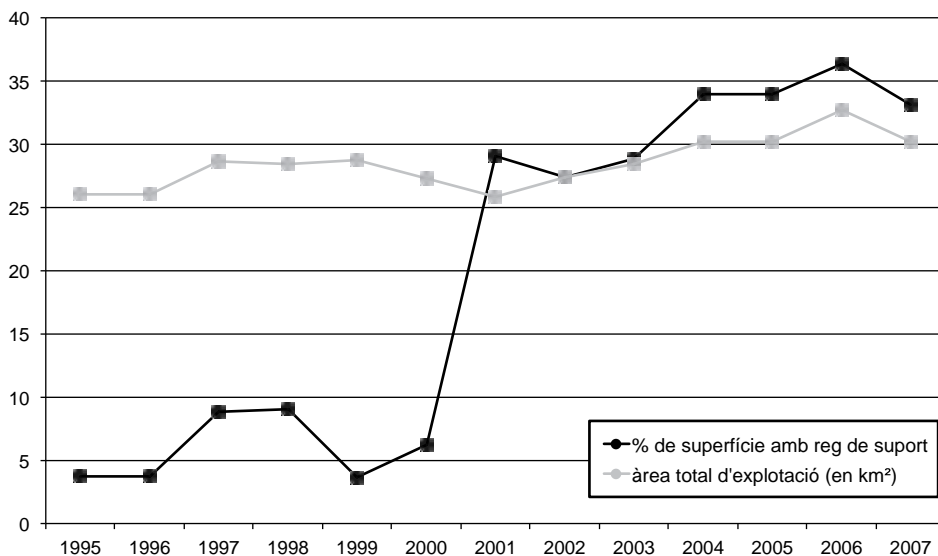
Les tendències recents d'aquestes variables climàtiques que regeixen el model poden qüestionar la futura viabilitat del conreu d'olivera a la comarca. L'estiu és el moment de l'any amb una major necessitat d'aigua (tant per l'aplicació de reg com per l'aprofitament de la reserva en el sòl) i una major demanda evaporativa, donant lloc a un important estrès hídric en aquest cultiu. La lleugera davallada de precipitació detectada al mes de juliol a Cabacés és coherent amb la reducció de la precipitació estival que està tenint lloc arreu de la conca mediterrània occidental per una disminució de les tempestes convectives associades als fronts de brisa, entre altres factors (Millán *et al.*, 2008; Ribas *et al.*, 2010). En el futur, les reserves del pantà de Margalef podrien ser insuficients per abastir totes les plantacions d'oliveres si la precipitació estival continua amb certa tendència negativa. Malauradament, les projeccions climàtiques segons el darrer informe de l'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) de 2007 mostren per a la meitat càlida de l'any una reducció

important de la pluviometria a la península Ibèrica. Les T_{màx} d'abril a Cabacés han tingut un increment molt significatiu a finals del segle XX. Aquest increment és coherent amb l'augment de temperatura detectat a la primavera per al conjunt de Catalunya (Brunet *et al.* 2001). Es tracta d'un fenomen conforme amb l'escalfament global actual. En conseqüència, aquest fort augment de la temperatura probablement ha donat lloc a un increment de l'evapotranspiració real del mes d'abril a Cabacés durant les darreres dècades. Aquest augment significatiu de les temperatures primaverals del Priorat està vinculat a l'ocurrència de fenòmens excepcionals com la ratxa de 6 dies en què a Cabacés se superaren els 25°C el mes d'abril de 1992; aquell any la producció fou abundant. També cal comentar altres casos de les T_{màx} del mes d'abril, com el de 2006, en què durant el 90% dels dies se superà la mitjana mensual de les T_{màx} d'aquest mes (18,4°C). Aquest fet comportà que el 2006 també fos un any molt productiu. Quan la T_{màx} diària el mes d'abril supera el llindar de 18,4°C en un percentatge elevat de dies, sens dubte afavoreix la producció d'olives i oli, com també és el cas dels anys 1997, 1999 i 2001 (fig. 3). Tanmateix, l'abril de 1994 també van ser freqüents els dies que superaren aquest llindar, però la producció fou modesta, possiblement a causa de les minses precipitacions d'aquell estiu: una sequera que persistia des de mesos anteriors i que va tenir lloc a diverses regions de la península Ibèrica (Olcina Cantos, 2001). D'altra banda, glaçades persistents en aquest mes d'abril poden tenir conseqüències greus en la producció d'olives, en trobar-se l'olivera plenament en la seva fase de floració (Sakai i Larcher, 1987). Les glaçades extremes en qualsevol època de l'any sempre poden perjudicar la producció d'olives (Barranco i Gómez del Campo, 2005), com succeí en la davallada productiva de 2002, com a conseqüència de les fortes glaçades de desembre de 2001.

L'expansió de les plantacions d'oliveres s'ha aturat a Cabacés en els darrers anys, un fet molt probablement vinculat a l'esgotament del potencial d'àrea irrigada segons la capacitat d'abastiment del pantà de Margalef, entre altres motius. S'ha arribat a un estadi d'equilibri en què es mantenen uns alts nivells de producció gràcies al reg de suport implantat al voltant del 35% de la superfície conreada d'oliveres al Priorat (fig. 4), un percentatge probablement superior en el cas de Cabacés per la seva proximitat al pantà de Margalef. Emperò, aquestes elevades produccions es troben subjectes a altes variabilitats quant a l'ocurrència de fenòmens meteorològics extrems. En els anys que té lloc algun d'aquests fenòmens, els valors de producció són similars als dels anys 70 i 80, però ara es declaren com a catastròfics (fig. 3). Per tant, la vulnerabilitat agrícola de l'olivera a Cabacés ha augmentat notablement en la darrera dècada. Tot i l'important reg de suport de què gaudeixen actualment les explotacions d'oliveres, les condicions climàtiques continuen influint significativament en la producció d'olives.

En conclusió, les T_{màx} del mes d'abril poden ser un indicatiu fiable per a la previsió productiva d'olives i oli, sempre que l'olivera no estigui condicionada per altres factors climàtics com ara l'estrès hídric que pot patir l'olivera en el

Figura 4. Evolució al Priorat del % de superfície d'explotació d'oliveres amb reg de suport i de l'àrea total de producció d'olives (km²) durant el període 1995-2007



Font: elaboració pròpia a partir de les dades de producció agrícola del DAAM (Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya)

període estival per manca de reg de suport, o les fortes glaçades que es poden donar durant l'hivern anterior a la collita. Aquest increment de la vulnerabilitat de la producció d'olives i oli a Cabacés ha de ser entès en un context de canvi global (Martín-Vide, 2009), on no només s'està produint un escalfament global, sinó també una pèrdua de biodiversitat, transformacions socioeconòmiques accelerades i canvis constants dels usos del sòl, els quals poden tenir un pes determinant en la producció agrícola.

Bibliografia

- AGGARWAL, P. K. (2008). "Global climate change and Indian agriculture: impacts, adaptation and mitigation". *Indian Journal of Agricultural Sciences*, núm. 78, p. 911-919.
- AUSTIN, R. B.; C. CANTERO-MARTÍNEZ; J. L. ARRÚE; E. PLAYÁN; P. CANO-MARCELLÁN (1998). "Yield-rainfall relationships in cereal cropping systems in the Ebro river valley of Spain". *European Journal of Agronomy*, núm. 8, p. 239-248.
- BARRANCO, D.; M. GÓMEZ DEL CAMPO (2005). "Frost tolerance of eight olive cultivars". *HortScience*, núm. 3, p. 558-560.
- BENISTON, M.; D. B. STEPHENSON; O. B. CHRISTENSEN; C. A. T. FERRO; C. FREI; S. GOLLETE; K. HALSNAES; T. HOLT; K. JYLHÄ; B. KOFFI; J. P. PALUTIKOF; R. SCHÖLL; T. SEMMLER; K. WOTH (2007). "Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections". *Climatic Change*, núm. 81, p. 71-95.
- BIETE, Vicenç (1991). *Cabacés, un poble al peu del Montsant*. Cabacés: Ajuntament de Cabacés.

- BRUNET, M.; E. AGUILAR; O. SALADIÉ; J. SIGRÓ; D. LÓPEZ (2001). "The Variations and Trends of the Surface Air Temperature in the Northeastern of Spain from Middle Nineteenth Century Onwards", dins: Manola BRUNET i Diego LÓPEZ [ed.]. *Detecting and Modelling Regional Climate Change*. Berlín: Springer, p. 81-93.
- CARRERAS, Carles [ed.]. (1996). *Geografia de Catalunya*. Vilassar de Mar: Oikos-tau.
- CHRISTENSEN, J. H.; B. HEWITSON; A. BUSUIOC; A. CHEN; X. GAO; I. HELD; R. JONES; R. K. KOLL; W. T. KWON; R. LAPRISE; V. MAGAÑA RUEDA; L. MEARN; C. G. MENÉNDEZ; J. RÄISÄNEN; A. RINKE; A. SARR; P. WHETTON (2007). "Regional Climate Projections", dins: S. SOLOMON; D. QIN; M. MANNING; Z. CHEN; M. MARQUIS; K. B. AVERYT; M. TIGNOR; H. L. MILLER [ed.]. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: University Press.
- EARL, H. J.; R. F. DAVIS (2003). "Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize". *Agronomy Journal*, núm. 95, p. 688-696.
- GONZÁLEZ-HIDALGO, J. C.; J. A. LOPEZ-BUSTINS; P. ŠTEPÁNEK; J. MARTÍN-VIDE; M. DE LUIS (2009). "Monthly precipitation trends on the Mediterranean fringe of the Iberian Peninsula during the second half of the 20th century (1951-2000)". *International Journal of Climatology*, núm. 29, p. 1415-1429.
- HEINRICH, G.; A. GOBIET (2012). "The future of dry and wet spells in Europe: A comprehensive study based on the ENSEMBLES regional climate models". *International Journal of Climatology*, núm. 32, p. 1951-1970.
- HERRALDE, F. DE; R. SAVÉ; E. PLA; M. NADAL; J. A. LÓPEZ-BUSTINS (2012). "Global change influence on wine quality in Priorat and Montsant (NE Spain)". *Acta Horticulturae*, núm. 931, p. 39-46.
- IPCC (2007). *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <http://www.ipcc.ch> (consultat 31/10/2012).
- MARTÍN-VIDE, Javier (2009). "Conceptos previos y conceptos nuevos en el estudio del cambio climático reciente". *Investigaciones Geográficas*, núm. 49, p. 51-63.
- MILLÁN, M. M. (2008). "Perturbaciones climáticas al ciclo hídrico en la Cuenca Mediterránea Occidental: origen y propagación a escalas regional-europea y global". *Tractat de l'Aigua*, núm. 1, p. 24-33.
- NADAL, M.; A. MATEOS; M. LAMPREAVE (2008). "Influence de la topographie et du mésoclimat sur la composition des raisins et rendement dans le terroir de l'AOC Priorat". *Proceedings of the VII Congrès International des Terroirs Viticoles*. Nyon, Suïssa.
- OLCINA CANTOS, Jorge (2001). "Causas de las sequías en España. Aspectos climáticos y geográficos de un fenómeno natural", dins: A. GIL OLCINA; A. MORALES GIL [ed.]. *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Alicante: Institut Universitari de Geografia de la Universitat d'Alacant i Caja de Ahorros del Mediterráneo, p. 49-110.
- PARRY, M. A. J.; J. FLEXAS; H. MEDRANO (2005). "Prospects for crop production under drought: research priorities and future directions". *Annals of Applied Biology*, núm. 147, p. 211-226.
- RIBAS, A.; J. CALBÓ; A. LLAUSÀS; J. A. LÓPEZ-BUSTINS (2010). "Climate change at the local scale: trends, impacts and adaptations in a northwestern Mediterranean region (Costa Brava, NE Iberian Peninsula)". *The International Journal of Climate Change: Impacts and Responses*, núm. 1, p. 247-264.
- RICHMAN, M. B. (1986). "Rotation of principal components". *Journal of Climatology*, núm. 6, p. 293-335.
- SAKAI, A.; W. LARCHER (1987). "Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress". Berlín: Springer-Verlag.
- STEPANEK, P. (2007). *AnClim – Software for Time Series Analysis*. Department of Geography, Faculty of Natural Sciences, MU, Brno. <http://www.climahom.eu/software-solution/anclim> (consultat 31/10/2012).